

INFORME PAÍS

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE EN CHILE 2002



UNIVERSIDAD DE CHILE
Instituto de Asuntos Públicos



PANORAMA

GENERAL



PRIMERA PARTE

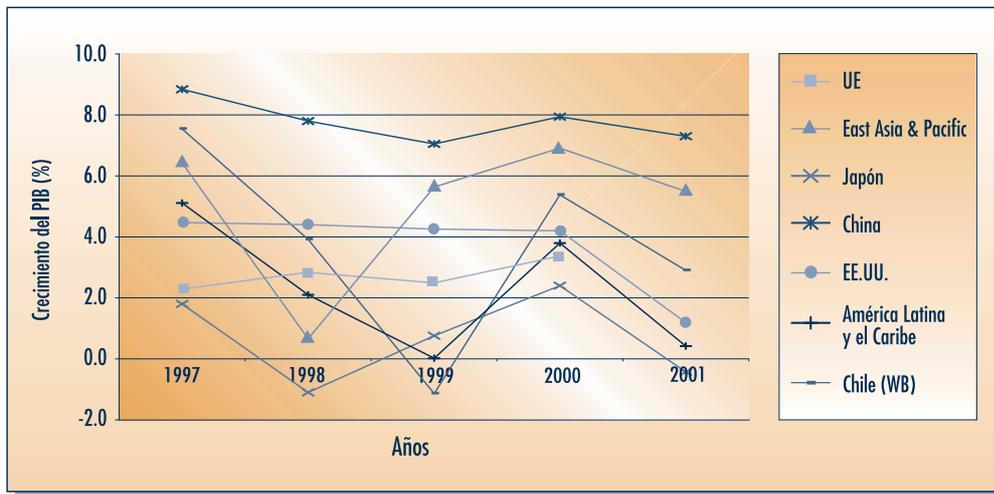


I. PERSPECTIVA MACROECONÓMICA

La situación socioeconómica del país ha sido siempre fuertemente dependiente del contexto internacional. Con el avance del proceso de la globalización este fenómeno se ha acentuado. Es así como durante los últimos años la actividad económica mundial ha perdido dinamismo y se ha vuelto más inestable. Las economías asiáticas, en particular Japón, no han retomado los ritmos de crecimiento previos a la crisis asiática. Más aún, Europa, con la unificación monetaria, también ha sufrido vaivenes en sus economías en el último período. El ataque terrorista a EE.UU. el 11 de septiembre de 2001 y sus consecuencias sobre Afga-

nistán e Irak, y la creciente escalada de violencia en Israel y Palestina, que empezó con la nueva *Intifada* en el 2000, han generado impactos e incertidumbre en la población mundial. Junto a ello las recientes crisis corporativas en los EE.UU. han afectado la economía estadounidense demostrando evidentes signos de debilidad, luego de una década de gran expansión económica. Finalmente la crisis económica Argentina y los problemas económicos en Brasil terminan de armar un panorama externo bastante negativo para Chile. Si se considera que las exportaciones chilenas tiene como destinos estos países y regiones (ver figura 2), se debe esperar que la tendencia a una desaceleración en la economía nacional continúe.

Figura 1: Crecimiento Económico en el Mundo 1997-2001



Fuente: The World Bank (2002)

La actividad económica en Chile en los últimos años ha estado fuertemente marcada por el contexto internacional. El grado de apertura de la economía chilena y el hecho de ser una economía pequeña hace que sea más vulnerable a las fluctuaciones internacionales. En Chile, aproximadamente el 30% del PIB proviene de las exportaciones. Asimismo, una parte importante de las inversiones durante los noventa fueron producto de Inversión Extranjera Directa. Es por ello que al verse afectadas

negativamente estas variables externas, se genera algún grado de vulnerabilidad en la economía chilena que se expresa en una fuerte contracción de la tasa de inversión (esta disminuye de aproximadamente 27% del PIB en los años 1996 a 1998 a aproximadamente 23% del PIB entre 1999 y 2001). Consecuentemente la tasa de crecimiento de la economía se ha reducido de un promedio de 7% anual durante los años noventa a una tasa de entre 2.5 y 5% entre el 2000 y 2002 (Banco Central, 2002).

CUADRO 1: DESEMPEÑO MACROECONÓMICO DE CHILE 1990-2000

	1990-1997	1998	1999	2000
PIB, crecimiento %	7.8	3.9	-1.1	5.4
Exportaciones, crecimiento %	10.3	5.9	6.9	6.5
Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF), crecimiento %	11.8	4.1	-17.4	4.0
Inversión / PIB (real)	31.2	36.7	27.6	27.3
FBKF / PIB (real)	27.5	32.2	26.9	26.6
Exportaciones / PIB (real) (X)	35.6	39.0	42.2	43.4
Importaciones / PIB (real) (M)	42.3	51.0	44.2	47.4
Flujos Netos de Inversión (MUS\$ Corrientes)	2,413.6	1,012.3	4,496.1	-1,356.0
Deuda Externa Neta (MUS\$ Corrientes)	8,999.3	15,699.2	19,456.8	21,235.6

Fuente: MINECON (2002)

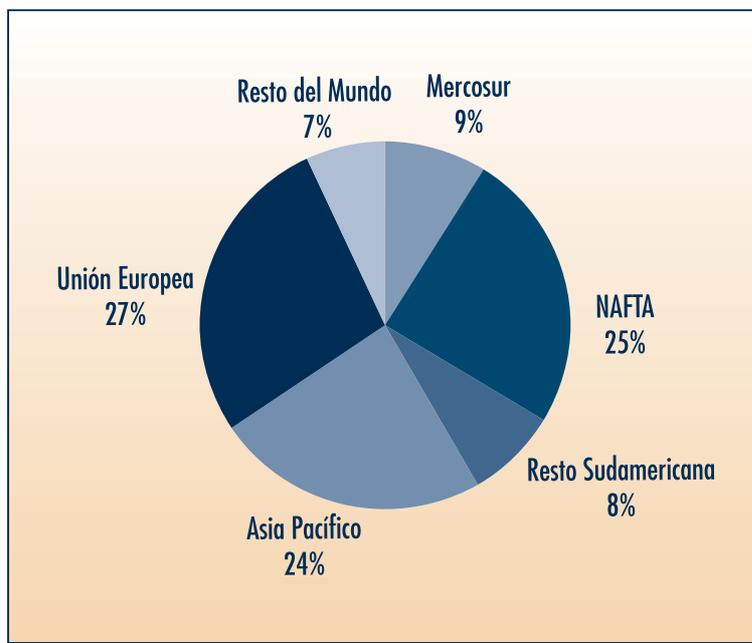


Figura 2: Distribución de las Exportaciones Chilenas según Zona de Destino 2001

Fuente: PROCHILE (2002)

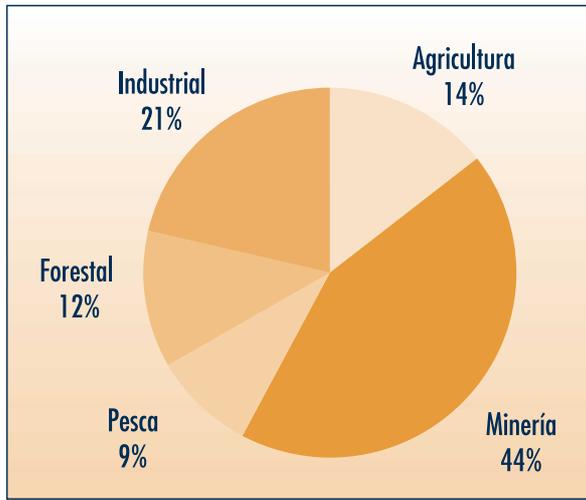
La desaceleración en la actividad económica es producto en parte de las condiciones externas, tales como la caída en el precio de los commodities, principalmente el Cobre¹; las crisis económicas entre las que destacan los países asiáticos, la Unión Europea, EE.UU. y también países de Latinoamérica, fundamentalmente Argentina; así como un sobre ajuste interno producto de un alza fuerte en las tasas de interés. Esto último se produjo debido a un que existía un alto nivel de endeudamiento en la economía. Al aumentar la tasa de interés, se incrementa el servicio de la deuda acumulada, y con ello disminuye la inversión y el consumo.

Cabe señalar además que un gran porcentaje de las exportaciones chilenas son recursos naturales o derivados de ellos (figura 3). La minería aún representa más de un 40% de las exportaciones, a lo cual se le debe sumar las exportaciones de provenientes de la pesca, la celulosa, la agroindustria y el resto de los productos agrícolas con mayor o menor grado de procesamiento. Así se puede observar en el Cuadro 2 que los 10 principales productos de exportación son derivados directos de recursos naturales.

Los equilibrios macroeconómicos se han mantenido en Chile. La inflación ha continuado ritmo des-

¹ Ver Cuadro 8.

Figura 3: Exportaciones de Chile 2001 según Actividad Económica²



Fuente: PROCHILE (2002)

pendiente (salvo el año 2000) para establecerse en el rango entre 2 y 3% anual, incluso considerando la gran depreciación cambiaria del peso en los últimos 4 años³. Las cuentas fiscales se han mantenido estables respecto del equilibrio de largo plazo con un objetivo del gobierno de alcanzar un superávit estructural del 1% anual. Sin embargo, debido al lento proceso de crecimiento del último bienio, el gobierno ha relajado la política austera y ha permitido un leve déficit fiscal durante este período, principalmente para financiar el gasto social, lo que ha significado de hecho una política fiscal expansionista anticíclica.

La depreciación cambiaria ha permitido por otra parte reposicionar las exportaciones chilenas en el mercado mundial, y a su vez podría favorecer la sustitución de importaciones. Sin embargo, el costo de los productos importados ha crecido notoriamente lo cual afectará negativamente a los hogares pues incrementará el costo de vida, y a las empresas, debido a un mayor costo de los bienes de capital e insumos importados.

Consecuentemente el consumo privado ha dejado de crecer a las tasas de los años previos. Las ventas de supermercados pasaron de crecer a un promedio de 20% anual entre 1992 y 1997, a un 8 y 9% en los años 1999 y 2000 respectivamente (INE 2002). Más aún el parque de vehículos motorizados luego de prácticamente duplicarse en la década pasada, decreció un 1% en el 2000 y durante el 2001 creció a una tasa de sólo 2% (INE 2002).

Entre otras políticas para acelerar la recuperación económica el Banco Central ha disminuido las tasas de interés a los niveles históricamente más bajos, de manera de incentivar el consumo, y en especial la compra de viviendas. Por su parte el gobierno adicionalmente ha entregado beneficios tributarios para los créditos hipotecarios, y ha destinado recursos para la generación de empleos de emergencia, amén de otras iniciativas.

CUADRO 2: PRINCIPALES PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN DE CHILE 2001

Producto	Monto en Millones de USD FOB
Cátodos y secciones de cátodos, de cobre refinado	4128.2
Minerales de cobre y sus concentrados	2149.6
Pasta química semiblanqueada o blanqueada de madera de coníferas	554.7
Vinos con denominación de origen	453.8
Uvas frescas	445.7
Alcohol metílico (metanol)	359.1
Tablas aserradas de pino insigne	312.5
Rancho naves, aeronaves, vehículos transporte internac., pasajeros y tripulación	302.2
Filetes y demás carnes de salmón, frescos o refrigerados	277.1
Harina de pescado	254.7

Fuente: PROCHILE (2002)

² Las exportaciones de derivados directos de recursos naturales han sido considerados como parte de la actividad que los origina. Por ejemplo la exportación de celulosa se asocia a la actividad forestal, la harina de pescado a la pesca y el vino a la agricultura.

³ El tipo de cambio nominal pasó de 470 pesos por dólar en diciembre de 1998 a más de 700 pesos por dólar en julio del 2002, casi 50% de depreciación en menos de 4 años.



2. PERSPECTIVA SOCIAL

De acuerdo a las cifras preliminares emanadas del último Censo de Población y Vivienda, realizado el 2002, la población de Chile es de 15.050.341 habitantes (INE, 2002). Según estos resultados, entre el Censo de 1992 y el Censo de 2002 la población de Chile creció a un ritmo promedio anual de 1,2%, lo que se contrasta con el 1,6% que creció entre 1982 y 1992. La disminución del ritmo de crecimiento de la población ubica a Chile al empezar el Siglo XXI entre los cuatro países de menor crecimiento de América Latina (INE, 2002).

Por otra parte la densidad demográfica continúa siendo muy heterogénea entre diferentes zonas geográficas. Es así como la zona central del país (regiones V a VII incluyendo la Región Metropolitana) concentra a más del 60% de la población. La Zona Sur que comprende las regiones VIII, IX y X representa alrededor de un cuarto de la población, con una tendencia descendente. Las regiones Norte y Austral conservan proporciones bajas de población (INE, 2002).

En términos generales Chile está considerado como un país en desarrollo con un nivel de ingre-

so “medio alto” según el Banco Mundial (The World Bank, 2001). Asimismo el índice de desarrollo humano para Chile es de 0.831, en el lugar número 38 entre 173 países (PNUD, 2002).

Sin embargo, la coyuntura económica ha generado diversos efectos sobre las diferentes actividades económicas. Diversos sectores se han visto afectados negativamente, contrayendo su actividad, eliminando puestos de trabajo y cerrando plantas. A su vez esto último ha generado un incremento considerable en la tasa de desempleo de la economía. Durante la década del noventa la tasa de desempleo se mantuvo por debajo del 6% mientras que durante el último bienio ésta pasó a casi duplicarse ubicándose en el rango de 9-11%.

Este fenómeno ha sido tal vez la mayor preocupación de diversos sectores en los últimos años en Chile. Es claro que el efecto de una alta tasa de desempleo genera problemas sociales. En este sentido el efecto mayor se ha dado por una detención de la disminución de la pobreza e incluso un leve aumento en los niveles de indigencia (ver cuadro 3).

CUADRO 3: POBREZA E INDIGENCIA SEGÚN REGIÓN 1990-2000
(PORCENTAJE SOBRE LA POBLACIÓN RESPECTIVA)

Región	1990		1994		1998		2000	
	Pobres	Indigentes	Pobres	Indigentes	Pobres	Indigentes	Pobres	Indigentes
I	28.3	6.4	22.3	5.5	16.1	4.1	20.9	4.8
II	34.2	9.7	25.6	5.4	13.2	2.9	13.9	3.3
III	34.2	8.6	32.4	9.5	28.5	5.5	23.6	7.7
IV	45.5	15.8	32.2	9.0	25.1	6.2	25.2	6.2
V	43.0	15.6	26.5	6.6	18.8	4.2	19.2	5.3
VI	41.0	14.8	32.5	8.4	22.7	5.2	20.6	4.5
VII	42.7	15.0	39.6	12.8	29.3	7.0	25.3	6.7
VIII	48.2	17.8	39.6	13.2	32.3	10.0	27.1	8.0
IX	45.1	20.2	33.5	10.5	34.3	11.7	32.7	11.1
X	40.1	13.4	32.4	9.0	29.4	8.7	24.7	6.8
XI	31.0	8.6	28.1	7.7	14.8	1.7	14.3	4.8
XII	30.0	8.7	14.0	2.5	11.8	1.1	10.9	3.6
RM	33.0	9.6	19.8	4.6	15.4	3.5	16.1	4.3
Total	38.6	12.9	27.5	7.6	21.7	5.6	20.6	5.7

Fuente: MIDEPLAN (1999) y MIDEPLAN (2001)



Sin embargo, y pese a lo complejo del panorama económico local, se han logrado algunos avances en materias sociales. Es así como se puede destacar un conjunto de leyes aprobadas en el período que tienen que ver con objetivos sociales. Entre ellas se destacan: la Reforma Laboral, la Reforma Tributaria, la Reforma al Sistema de Fondos de Pensiones, y la incipiente reforma al Sistema de Salud Público.

El principal logro de la reforma laboral ha sido la creación del seguro de desempleo, y con ello cumplir con un anhelo de los trabajadores. En este sentido, ahora cuando un trabajador pierde su puesto de trabajo podrá optar a recibir el seguro de desempleo por un período de hasta cinco meses. Los montos recibidos serán de hasta un 50% de la última remuneración recibida y con un tope máximo de \$125.000 mensuales. Estos serán decrecientes en el tiempo lo cual incentiva a que los trabajadores encuentren un nuevo empleo lo antes posible (MINTRAB, 2002).

El objetivo de la reforma tributaria ha sido reducir los impuestos a las personas e incrementar los impuestos a las empresas. En este sentido los impuestos personales han sido reducidos para todos los grupos de ingreso, entre lo que se destaca el aumento del límite de exención tributaria de 10 a 13.5 UTM mensuales, la reducción de la tasa marginal máxima de 45 a 43%, y la posibilidad de deducir el pago de intereses de la compra de viviendas del ingreso imponible. Por otra parte se aumentó el impuesto a las empresas desde 15 a 17% para el año 2004.

La reforma al sistema de fondos de pensiones crea el sistema de multifondos. Este sistema permite al cotizante (empleado) dividir su ahorro previsional en diferentes instrumentos de inversión. Es así como un trabajador joven puede escoger un fondo de inversión de mayor riesgo, y por supuesto mayor retorno esperado, dado que tiene muchos años por delante para jubilar, y con ello obtener mayores beneficios de largo plazo.

El estado de la salud en Chile es considerada buena entre los países en desarrollo. Según las estadísticas del PNUD (2001) la esperanza de vida al nacer es de 74,9 años, la mortalidad infantil se ha reducido al 1%, los niños menores de cinco años bajo el peso normal es de 1% y bajo la estatura normal de 2%. Además, 97% de la población tiene acceso a servicios higiénicos adecuados. Sin embargo, en el acceso a los servicios de salud existen grandes diferencias entre distintos grupos de usuarios. Es así como una de las principales características del sistema de salud chileno radica en que las cotizaciones de salud pueden dirigirse alternativamente hacia dos sistemas de seguros de salud: los seguros públicos de salud: FONASA, y los seguros privados de salud: ISAPRES. La década de los noventa se caracterizó por un creciente traspaso de cotizantes (usuarios) del sistema público al privado, tendencia que en los últimos años se ha ido revertiendo⁴. Como se puede apreciar en el siguiente cuadro 4 la participación del sector privado varió de 15.1% a comienzos de la década, 24.7% en 1996, disminuyendo en el año 2000 a 19.8%.

CUADRO 4: DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN SISTEMA PREVISIONAL DE SALUD 1990-2000 (PORCENTAJE)

Sistema de Salud	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Público	67,6	62,6	63,4	59,6	61,9	66,5
Privado	15,1	20	23,7	24,7	23	19,8
FFAA	2,5	2,7	2,7	3,1	2,9	3,1
Particular*	12	12,3	8	11	10,9	9,7
Otro **	2,8	2,4	2,2	1,6	1,3	0,9
Total	100	100	100	100	100	100

* : Particular es el que no tiene ningún sistema de previsión y paga todo de su bolsillo.

** : Incluye "Otro sistema" y "No sabe".

Fuente: MIDEPLAN (2002).

Otra características del sistema de salud chileno es la marcada segmentación de la población de acuerdo al nivel de ingreso, y riesgo o gasto espe-

⁴ "El reposicionamiento del sistema público se vincula, por una parte, a los efectos que tuvo en nuestro país la crisis económica internacional y, por otra, a los esfuerzos desarrollados por los gobiernos de la Concertación, concretados en un aumento importante del gasto fiscal en salud, que han mejorado la infraestructura física y la atención en general, haciendo que la población revalorice nuevamente el sistema" (MIDEPLAN, 2002).

CUADRO 5: DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR QUINTIL DE INGRESO SEGÚN SISTEMA PREVISIONAL DE SALUD 1990-2000 (PORCENTAJE)

Años	Quintil 1			Quintil 2			Quintil 3			Quintil 4			Quintil 5		
	Sistema Público	Sistema Privado	Otro												
1990	85,0	2,8	12,2	78,6	6,5	14,9	69,6	11,3	19,1	57,6	21,6	20,8	36,8	41,2	22,0
1992	83,1	5,2	11,7	73,5	11,8	14,7	63,6	17,3	19,1	50,4	28,7	20,9	30,3	46,3	23,4
1994	85,1	6,3	8,6	76,2	13,4	10,4	65,3	21,7	13,0	49,6	33,5	16,9	29,3	52,9	17,8
1996	84,3	5,6	10,1	71,3	14,3	14,4	60,4	22,7	16,9	44,8	34,9	20,3	25,3	55,9	18,8
1998	86,2	4,0	9,8	73,9	13,2	12,9	62,4	21,3	16,3	47,1	33,0	19,9	26,0	55,4	18,6
2000	87,5	3,1	9,4	80,1	7,8	12,1	67,0	17,6	15,4	53,4	29,5	17,1	29,6	54,2	16,2

Fuente: MIDEPLAN (2002), Titelman (2000).

rado. Así en los quintiles de mayor ingreso, la gran mayoría se concentra en el sistema privado, contrario a la situación de los porcentajes de población de menores ingresos que se encuentran afiliada fundamentalmente al sistema público, la misma correlación existe entre personas más jóvenes y menos propensas a enfermedades, y afiliación al sistema.

A lo largo de la década de los noventa, el gasto público y fiscal en salud ha mantenido una senda creciente. En particular entre 1995 y el año 2000, la variación anual fue como promedio 6,8% y 6,7% respectivamente. (Ver cuadro 5)

CUADRO 6: GASTO PÚBLICO Y FISCAL EN SALUD 1995-2000
(MILLONES DE PESOS 2000)

Años	Gasto Público	Variación anual	Gasto Fiscal	Variación anual
2000	1.099.109	8,4%	507.156	5,4%
1999	1.014.263	3,1%	481.177	5,8%
1998	984.081	8,2%	454.842	4,8%
1997	909.711	6,0%	433.936	8,2%
1996	858.208	8,6%	400.909	9,1%
1995	790.037		367.312	

Fuente: MIDEPLAN, 2001.

Como se puede apreciar en el Cuadro 6, el aporte fiscal como parte del gasto público en salud alcanza en promedio un 46,8%. Desde el punto de vista del PIB, la participación del gasto social en salud como promedio alcanzó entre 1995 y 2000 el 2,7%.

El incremento del aporte fiscal al sector salud en la década de los noventa, permitió enfrentar el serio déficit en términos de infraestructura que vivía el sector. El promedio anual de la inversión sectorial en salud en la década de los ochenta fue de \$8.089 millones (pesos 2000), sin embargo, el promedio año de esta misma inversión en la década de los noventa fue de \$ 46.729 millones. Así, en estos diez últimos años, se ha multiplicado prácticamente por seis veces la inversión promedio de la década de los ochenta. Los recursos asignados al Programa de Inversión Sectorial de Salud a partir de 1990, reflejan el considerable esfuerzo realizado en esta materia, en que se ha incrementado la inversión, para enfrentar los déficits más agudos y alcanzar una base, que ha permitido superar las severas restricciones en la oferta pública asistencial y fortalecer el funcionamiento de la red asistencial de los Servicios de Salud a lo largo del país (MINSAL, 2002).

Según la última encuesta CASEN (MIDEPLAN, 2002), existe una percepción generalizada de que el estado de la salud de los chilenos es “bueno o muy bueno” (65.6%). Sin embargo, esta percepción varía enormemente según tramos de edad y quintiles de ingresos. Así, a medida que aumenta el tramo de edad la percepción positiva sobre el estado de la salud disminuye, de hecho, para un tramo de edad de 60 años y más, la percepción de una salud buena o muy buena disminuye a un 38,3%, esto en comparación con un tramo de 20 a 29 años donde la percepción de una salud buena o muy buena aumenta a 82.7%.

Asimismo, la percepción de un estado de salud “bueno o muy bueno” es directamente proporcional al nivel de ingreso. Para el quintil alto de ingresos (quinto quintil), un 79,6% se considera con una salud buena o muy buena, sin embargo, para los sectores más vulnerables, esta percepción disminuye notoriamente a un 57,1% en el primer quintil y a un 61,2% en el segundo quintil.

3. PERSPECTIVAS SECTORIALES

Minería

Chile es reconocido como un país minero, tanto por la importante participación de la minería

en el desarrollo económico del país, como porque constituye una actividad que se desarrolla en gran parte del territorio nacional, aunque predominantemente en la zona Norte del país. En términos del PIB, el sector minero en su conjunto ha mantenido un crecimiento promedio anual cercano al 8%, en particular el Cobre que representa cerca de un 87% del PIB minero. La minería en general, y el cobre en particular ya no tiene el mismo peso en la economía nacional de hace 20 años, sin embargo sigue siendo el sector de recursos naturales que mayores ingresos reporta al país, mostrando incluso signos de incremento de su participación en el PIB nacional en los últimos años.

CUADRO 7: EVOLUCIÓN MINERÍA DEL COBRE EN EL PIB (MILLONES DE PESOS 1996)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
PIB Minería	2.089.442	2.325.065	2.517.712	2.798.092	2.944.431	3.050.727
% Cobre	84%	84%	84%	86%	87%	87%
% PIB Minero/ PIB Nacional	6,7%	6,2%	4,6%	5,8%	7,4%	8,4%

Fuente: Banco Central, 2002.

El Cobre ha experimentado un continuo crecimiento en sus niveles de producción física, situándose con una tasa de crecimiento en torno al 50% entre 1996 y el 2001. El sector privado es quién ha contribuido en mayor parte al incremento de la producción, aumentando sus niveles de producción en cerca de un 50% entre 1996 y 2000. CODELCO, en el mismo período incrementó su producción en un 24%. Este incremento, junto a las nuevas inversiones realizadas en el período, ha conllevado a que la tasa de participación del sector privado en la producción total de Cobre haya aumentado en estos últimos años, de un 61% en 1996 a un 67% en el 2002 (Cochilco, 2002). Sin embargo, lo relevante de analizar es si este incre-

mento en la producción física de Cobre conlleva un aumento en iguales proporciones en términos de ingresos, fundamentalmente por la vía de las exportaciones del sector.(ver cuadro 7)

El precio internacional del cobre ha experimentado una importante baja, acumulando entre 1996 y el 2001 una caída del orden del 30%. Como se puede apreciar en el cuadro N°8, a pesar del incremento de un 15% el 2000 con respecto al año anterior, este venía de 1996 experimentando una baja importante, particularmente el año 1998, donde la caída llegó a cerca de un 30%. El 2001 volvió a sufrir una baja de un 13%, colocándose en similares precios de 1999.

CUADRO 8: VARIACIÓN DEL PRECIO INTERNACIONAL DE COBRE (CENTAVOS DE DÓLAR POR LIBRA)

AÑO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Variación 1996-2001
B.M.L. (1)	103,89	103,22	74,97	71,38	82,29	71,57	-31,1%
Variación % anual		-0,6%	-27,4%	-4,8%	15,3%	-13,0%	

(1): Bolsa de Metales de Londres

Fuente: Cochilco, 2002.



La producción de Cobre está orientada fundamentalmente al mercado externo, en particular constituye el producto minero de mayor relevancia, representando el 90% de las exportaciones de minerales metálicos para el año 2000⁵. es por

ello, que las fluctuaciones de los precios internacionales tienen importantes efectos en los ingresos que el país percibe como consecuencia de las exportaciones.

CUADRO 9: EXPORTACIONES MINERAS (MILLONES DE DÓLARES FOB)

AÑO	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Exportaciones Mineras	7.129,5	7.839,8	6.383,4	7.074,3	8.346,5	7.503,2
Exportaciones Cobre	6.065,0	6.765,3	5.436,5	6.176,9	7.427,8	6.665,8
Variación % anual	11,5%	-19,6%	13,6%	20,3%	-10,3%	

Fuente: Banco Central (2002a).

Como se puede apreciar en el Cuadro 9, las exportaciones de Cobre entre 1996 y 2000 experimentaron un crecimiento del orden del 25%, sin embargo, en 1998 sufrieron una importante caída, explicado tanto por los efectos internacionales de la crisis económicas que azotaban a países desarrollados, como también por la caída de un 27% de los precios internacionales para ese año.

Resulta interesante evaluar que para ese año, CODELCO enfrentó la fuerte caída de los precios internacionales incrementando su producción en un 14%, en cambio el sector privado sólo incrementó su producción en un 6%, la tasa de incremento más baja del período analizado.

Sector Forestal

Chile posee una superficie continental de 75,7 millones de hectáreas, con vastas extensiones del territorio donde se desarrollan bosques naturales y plantaciones forestales. Chile posee un total de cerca de 16 millones de hectáreas de bosques, de las cuales un 13,5% corresponden a cultivos forestales destinados a la producción maderera, y el resto son bosques nativos en distintos niveles de

desarrollo, que en su gran mayoría se encuentran en terrenos privados o públicos bajo protección, por lo que no son usados productivamente.

En términos de su impacto económico en el País, el sector forestal representa cerca de un 3% del PIB. Esta cifra se ha mantenido estable los últimos años (ver cuadro N°10).

CUADRO 10: PIB FORESTAL (MILLONES DE PESOS 1986)

Producto	1997	1998	1999	2000
Interno Bruto				
Nacional	7.845.130	8.153.011	8.059.767	8.493.402
Forestal	226.973	195.792	218.432	233.419
Participación %	3%	2%	3%	3%

Fuente: INFOR, 2002.

El sector Forestal tiene un peso significativo en las exportaciones totales del País, situándose como el segundo sector en importancia, después del Cobre, en la participación del total exportado. El cuadro N°11 muestra la evolución de las exportaciones totales del sector Forestal entre 1996 y 2001, como se puede apreciar estas tuvieron un importante incremento en los años 1999 y 2000, con un crecimiento del 19% y 20% respectivamente.

CUADRO 11: EXPORTACIONES FORESTALES (MILLONES DE DÓLARES FOB)

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Exportación Forestal	1.807,9	1.829,9	1.660,5	1.970,7	2.365,5	2.205,6
Incremento %		1%	-9%	19%	20%	-7%
% Exp. Forestal/ Exp. País	12%	11%	11%	13%	13%	13%

Fuente: INFOR, 2002.

⁵ Cochilco, 2002.



Si bien, las exportaciones sufren un deterioro en el 2001, con una caída del 7%, el sector Forestal sigue manteniendo una alta participación en el total exportado del país, del orden del 13%. Las exportaciones tuvieron como destino final principalmente los mercados de EE.UU., Japón y Bélgica, los que juntos constituyeron cerca del 47% del total exportado en el 2001. En términos de empleo, este se concentra fundamentalmente en el sector industrial con un 54% en el 2000. Le sigue Silvicultura con un 34% y Servicios con un 11%. En los últimos años (1999-2000) se muestra una variación negativa del orden del 5% en el empleo

contratado, concentrando cerca de un 70% de esta pérdida en el subsector de Silvicultura.

Pesca

El sector Pesquero de extracción representó como promedio en los últimos años el 1,3% del PIB total. Para este mismo período el sector mostró un alto dinamismo, con tasas de crecimiento promedio sobre el 7%. Esto se puede apreciar en el Cuadro 12, donde se puede apreciar como en los dos últimos años el sector mostró una tasa de crecimiento en torno al 12%

CUADRO 12: PIB SECTOR PESQUERO (MILLONES DE PESOS 1996)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
PIB Pesca	382.931	419.419	393.492	418.73	471.183	528.547
Participación PIB Total	1,2%	1,3%	1,1%	1,2%	1,3%	1,4%
Variación anual		9,5%	-6,2%	6,4%	12,5%	12,2%

Fuente: Banco Central, 2002.

Tal como se detalla en el capítulo Bienes del Mar y del Borde Pesquero, la evolución del desembarco del total de especies (pescados más moluscos), se puede apreciar una notoria reducción en este mismo período, que va de 7.232.679 ton. en 1996 a 4.663.433 ton. en el 2001, esto significa una caída del 36%. La producción sectorial se orienta fundamentalmente hacia la producción de harina de pescado (75% en el 2001), la cual se destina fundamentalmente al mercado externo.

Las exportaciones del sector pesquero (desembarco mas procesamiento) ha experimentado

en los últimos años un sostenido crecimiento. El Cuadro 13 muestra como la tasa promedio de exportaciones ha crecido en promedio desde 1996 en cerca de 8% anual.

En términos de la composición de las exportaciones, esta se orienta fundamentalmente a la exportación de congelados (51%), fresco refrigerado (22%) y harina (13%). La acuicultura, especialmente la exportación de salmonídeos, se alza como el principal producto de exportación con una participación de 52% del valor total exportado durante el 2001, lo que a su vez representa el 26%

CUADRO 13: EXPORTACIONES SECTOR PESCA⁶ (MILES DE USD FOB)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Variación 1996-2001
Exportaciones Sector Pesca	896.317	1.035.916	1.118.771	1.251.588	1.324.768	1.327.480	
Variación %.		15,6%	8,0%	11,9%	5,8%	0,2%	8,3%

Fuente: PROCHILE (2002).

⁶ Incluye Pesca extractiva y procesamiento.



del volumen total de las exportaciones pesqueras (SUBPESCA 2002).

Los países que encabezan los destinos de las exportaciones pesqueras se han mantenido en los últimos años: Japón con el 34%, EE.UU con el 26%, seguido más atrás por España con el 5%.

Agricultura

El sector agrícola constituye uno de los sectores más relevantes de la economía nacional, sobretudo por el impacto en la economía y empleo regional. En términos macroeconómicos nacionales el sector de Agropecuario representó como promedio entre 1996 y 2001 el 3,6% del PIB nacional, como queda reflejado en el cuadro 14:

CUADRO 14: PIB SECTOR AGRÍCOLA (MILLONES DE PESOS 1996)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
PIB Agrícola*	1.086.920	1.104.969	1.160.029	1.139.204	1.195.968	1.251.876
Participación PIB Total	3,5%	3,3%	3,4%	3,3%	3,4%	3,4%

*: Incluye Agricultura, Fruticultura y Ganadería. Estimación en base a MIP 1996. Banco Central (2001).

Fuente: Banco Central (2002)

Como se desprende del Cuadro 14, el sector agrícola ha mantenido un importante nivel de crecimiento, particularmente los dos últimos años, en los cuáles mantuvo tasas de crecimiento del orden del 5%.

El sector agrícola, particularmente la fruticultura, ha jugado un importante papel en la inserción de la economía chilena en el exterior. Del total de exportaciones del sector agrícola cerca de un 90% corresponde al subsector Fruticultura. (ver cuadro 15)

Industria y Construcción

El sector Industrial⁷ constituye el eje principal de la economía nacional, principalmente por su importante participación en la composición del PIB nacional, como también por que es un sector que genera altos puestos de empleo, y por ende, repercute directamente en el dinamismo económico nacional. Entre 1996 y 2001, el sector Industrial representó como promedio el 17% del PIB nacional, sin embargo, en este mismo período presentó un comportamiento cíclico, con variaciones negativas los años 1998, 1999 y 2001. (ver cuadro 16)

CUADRO 15: EXPORTACIONES SECTOR AGRÍCOLA (MILLONES DE DÓLARES FOB)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Total Sector	1.539	1.485	1.645	1.631	1.613	1.628
Agricultura	161	173	219	212	223	200
Fruticultura	1.353	1.285	1.390	1.393	1.368	1.401
Ganadería	25	27	35	26	22	26

Fuente: Banco Central, (2002a).

CUADRO 16: PIB SECTOR INDUSTRIAL (MILLONES DE PESOS 1996)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Variación 1996-2001
PIB Industrial	5.468.314	5.727.067	5.595.383	5.521.387	5.740.293	5.722.056	
Participación PIB Total	18%	17%	16%	16%	16%	16%	
Variación anual		4,7%	-2,3%	-1,3%	4,0%	-0,3%	4,6%

Fuente: Banco Central (2002)

⁷ Se considera sector Industrial, al sector Manufacturero, que en cuentas nacionales incluye los sectores de: Alimentos, bebidas y tabacos; Textiles; Maderas y muebles; Papel e imprentas; Química y petróleo; Productos minerales no metálicos; Metálica básica; Maquinaria y equipos; otros.

En términos de producción física, los indicadores muestran un crecimiento dispar en los sectores que agrupa el sector. En términos conjuntos, el índice de producción física muestra un incremento en los dos últimos años (2000 y 2001) de 7% y 9% respectivamente con respecto a 1999. Sin em-

bargo, y como se puede apreciar en el cuadro N° 17, a nivel sectorial hay sectores que ni siquiera alcanzan los niveles de producción que tenían para principios de la década, presentando descensos continuos de producción.

CUADRO 17: ÍNDICE DE PRODUCCIÓN FÍSICA INDUSTRIAL (BASE 1990=100)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Matanza de Ganado y Conservación de Carne	192,0	204,9	217,4	214,4	243,7	281,4
Fabricación de Productos Lácteos	149,1	171,0	173,2	172,1	180,2	174,8
Envasado y Conserv. de Frutas y Legumbres	327,0	241,6	250,5	237,5	249,3	314,6
Fab. de Aceite, Grasas Vegetales y Animales	130,0	126,8	80,7	101,7	94,6	100,1
Productos de Molinería	103,0	103,4	104,8	104,2	101,1	125,1
Fab. de Cacao, Chocolate y artículos de Confitería	222,1	247,9	298,7	320,0	312,5	289,1
Industria Vinícola	200,1	219,8	263,8	244,8	275,6	295,7
Bebidas no Alcohólicas y Aguas Gaseosas	206,7	220,8	222,5	222,2	235,0	233,4
Hilado, Tejido y acabado de Textiles	78,1	74,2	62,3	49,9	53,8	48,3
Fabricación de Tejidos de Punto	102,7	111,0	114,0	116,4	112,3	96,5
Fabricación de Pinturas, Barnices y Lacas	169,3	197,6	224,1	217,6	236,7	248,2
Fab. de Productos Farmacéuticos y Medicamentos	69,1	53,4	55,4	36,3	31,7	30,9
Fab. de Jabones, Prod. de Limpieza y Tocado	122,9	133,8	144,6	141,2	162,2	142,9
Industrias de Llantas y Cámaras	136,1	147,8	139,4	146,1	176,9	187,9
Fabricación de Productos de Caucho n.e.p.	114,0	105,0	93,5	86,7	101,0	94,2
Const. de Máquinas y Aparatos Indust. Eléctricos	173,2	238,5	217,6	168,3	192,9	173,6
Const. de Aparatos y Suministros Eléctricos, n.e.p.	140,4	164,9	173,7	148,2	163,3	108,0
Fabricación de Vehículos Automóviles	182,4	228,3	180,9	137,5	187,3	147,9
Total	151,3	157,7	156,6	151,4	161,5	165,3

Fuente: SOFOFA, 2002

En términos de empleo, el sector representaba el 2001 el 15% de la fuerza laboral, con 755.000 personas empleadas. Sin embargo, el sector manufacturero viene experimentando una continua reducción en sus niveles de contratación, ya sea por la sensibilidad que tiene el sector a los efectos externos, como también por la introducción de nuevas tecnologías que desplazan inevitablemente mano de obra. Es así como se aprecia en el cuadro 18, que para casi todos los sectores, con excepción de la Industria de la Bebida, un descenso importante en los índices de empleo.

Finalmente, se puede apreciar en el cuadro 19 la evolución del sector de la construcción, en lo que se aprecia un notorio descenso en la actividad a partir de 1996.

Este capítulo ha tenido como objetivo mostrar la perspectiva socio económica del último bienio. Los fenómenos aquí presentados permiten hacerse una idea del panorama que enfrenta el país y sus presiones sobre los recursos ambientales. Estos y otros aspectos se examinan en profundidad en lo que sigue.

CUADRO 18: ÍNDICE DE EMPLEO INDUSTRIAL (BASE 1997=100)

	1998	1999	2000	2001
Industria Alimenticia	95,9	89,9	87,5	85,2
Industria de la Bebida	104,2	109,8	116,7	110,8
Industria Textil y del Vestuario	91,0	79,4	75,8	74,2
Industria del Cuero y Calzado	90,8	81,7	81,1	69,9
Industria de la Madera y del Mueble	93,0	75,8	72,8	64,3
Industria de la Celulosa, Papel, Imprentas	97,2	87,7	82,3	80,6
Industria Química	96,7	91,0	88,6	94,8
Industria de Minerales no metálicos	95,3	84,3	84,3	83,8
Industria Metálica Básica	95,2	89,7	87,1	86,1
Industria Metalmeccánica	94,8	80,3	77,9	74,8
Otras Industrias	94,0	81,2	73,4	62,8
Total Industria	94,6	81,1	80,6	78,8

Fuente: SOFOFA, 2002.

CUADRO 19: CONSTRUCCIÓN: EDIFICACIÓN APROBADA E INICIADA, TOTAL PAÍS (EN M²)

Año	Edificación Total	Variación Porcentual
1990	6,247,437	-
1991	7,637,163	22,2%
1992	9,454,052	23,8%
1993	10,481,472	10,9%
1994	10,477,514	0,0%
1995	12,771,934	21,9%
1996	13,278,772	4,0%
1997	12,956,380	-2,4%
1998	11,777,720	-9,1%
1999	10,205,339	-13,4%
2000	10,063,478	-1,4%

Fuente: INE (1995, 1999, 2002).

4. PANORAMA AMBIENTAL

El marco socio económico expuesto anteriormente y las tendencias y medidas de gestión ambiental llevadas a cabo últimamente configuran una situación ambiental que se puede resumir en lo siguiente:

a) El crecimiento económico sigue generando conflictos ambientales al presionar por la utilización del patrimonio natural del país, no obstante los esfuerzos realizados para llevar a cabo una mejor gestión ambiental.

b) La modalidad de desarrollo sigue teniendo un alto grado de insustentabilidad, continuando con los altos costos ambientales de las transformaciones derivadas del desarrollo. En este contexto la desaceleración del crecimiento económico de los últimos años debería haber repercutido descomprimiendo las presiones al medio ambiente.

c) Hay una clara diferenciación entre la utilización de los recursos naturales para fines productivos y el combate a la contaminación. En las medidas descontaminantes se ha podido apreciar avances significativos derivados de las sensibilidades de la



población frente al tema de la afectación de la salud humana. La utilización del patrimonio natural no ha tenido el grado de sensibilidad de la opinión pública que le permita transformarse en un factor determinante de una gestión ambiental más eficiente.

d) En el caso de bienes específicos como el agua, la situación es similar a la descrita en el punto anterior. Por una parte, persisten algunos aspectos preocupantes como el crecimiento previsto de la demanda de agua en el futuro cercano, mientras que por otra, se han realizado serios avances en el tratamiento de las aguas servidas.

e) Con relación al bosque nativo, se constata que continúa la acción de sustitución como principal causa de disminución de la superficie de bosques y el floreo como la principal acción de deterioro. Los incendios de 2001-02 han creado una interrogante frente a la capacidad real del país de prevenirlos y combatirlos. Los poderes ejecutivos y legislativos están en deuda ya que no se ha perfeccionado ni legislado en función de un nuevo proyecto de manejo y conservación forestal. Hay serios esfuerzo de constituir áreas protegidas privadas, pero aún no se cuenta con los cuerpos legales para efectivizarlas.

f) La situación de los ecosistemas marinos sigue siendo grave, ya que están sometidos a sistemas de explotación de bajo grado de sustentabilidad. La sobre explotación histórica a que han estado sometidos los componentes de estos ecosistemas no ha sido modificada. Por otra parte, importantes medidas de descontaminación del borde costero se han puesto en práctica saneándose importantes zonas del litoral central. Los esfuerzos de ordenamiento y transparencia del uso del borde costero, se han orientado al manejo de la contaminación y a la regulación del esparcimiento. Obviamente que el país ha tenido que ir poniendo en práctica los convenios internacionales suscritos para enfrentar el problema de la contaminación marina.

g) La gran variedad de suelos del país, insertos la mayoría de ellos en suelos frágiles, han seguido presentando desequilibrios en la relación uso actual uso potencial con áreas de subutilización frente a otras de sobreutilización, derivadas de la estructura de tenencia y de su racionalidad productiva.

La erosión, tanto hídrica como eólica, sigue siendo el principal flagelo de los suelos del país. La desertificación como proceso terminal no ha merado. La intensificación agrícola, absolutamente necesaria, ha tenido en el país un fuerte costo ecológico derivado de la contaminación de suelos por pesticidas. Sin embargo, han aumentado las técnicas ambientalmente sustentables de manejo integrado y racional de plagas y enfermedades, pero aún queda mucho por transitar. Además, la pérdida de suelo agrícola por expansión urbana se ha acrecentado notablemente.

h) La tendencia a la pérdida de la diversidad biológica continúa. Salvo los esfuerzos por un mejor manejo de las áreas protegidas y por la expansión de éstas, no hay en el país acciones para una estrategia efectiva de conservación de la biodiversidad. No hay prioridad de los recursos destinados a la investigación, por lo que es muy difícil saber con exactitud el patrimonio que se pierde. Hay avances en la conservación ex situ.

i) El país puede mostrar avances significativos en las actividades mineras, sobre todo en el combate a la contaminación generada. Sin embargo, persiste la competencia de la minería en recursos escasos de los ecosistemas donde están insertas las minas, especialmente, el agua.

j) Con relación a la energía, aún el país no ha internalizado con fuerza el tema de la minimización de los costos ambientales de la generación eléctrica. Las decisiones de inversiones de generación energética se toman al margen de consideraciones ambientales, aunque ellas aparezcan en estudios anexos a las inversiones. Los avances al respecto han sido mínimos.

k) El país muestra una serie de avances con relación a la introducción de sistemas de producción limpia, tal como se detalla en la tercera parte de este Informe. Unido a ello, se puede consignar progresos en los sistemas de certificación.

l) Continuamente se señalan otros avances institucionales y legales. Como todas las normativas aprobadas y los cambios institucionales llevados a cabo (ver Parte tercera). Estas medidas maduran a mediano y largo plazo, por lo que habrá que esperar para analizar la eficacia de ellas.



BIBLIOGRAFÍA

Banco Central (2001) *Matriz de Insumo Producto de la Economía Chilena 1996*.

Banco Central (2002) *Anuario de Cuentas Nacionales*.

Banco Central (2002b) *Indicadores de Comercio Exterior*, junio.

CEPAL (2001) *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe 2000*.

Cochilco (2001) *Estadísticas del Cobre y otros Metales 1990-2000*.

Cochilco (2002) "Estadísticas del Cobre y otros Metales 2001".

INE (1995) *Compendio Estadístico 1995*.

INE (1999) *Compendio Estadístico 1998*.

INE (2002) *Compendio Estadístico 2001*.

INE (2002) *Resultados Preliminares Población y Vivienda Censo 2002*.

INFOR (2002) Información estadística del sitio web del Instituto Forestal www.infor.cl

MIDEPLAN (1999) «Resultados de la VII Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN): Documento N°1, Pobreza y Distribución del Ingreso en Chile 1990-1998», *Documentos MIDEPLAN*, Julio.

MIDEPLAN (2001) «Pobreza e Indigencia e Impacto del Gasto Social en la Calidad de Vida», *Documentos MIDEPLAN*, Julio.

MIDEPLAN (2002) «Resultados de la VIII Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN 2000)», *Documentos MIDEPLAN*.

MINSAL (2002) Información del sitio web del Ministerio de Salud www.minsal.cl

MINTRAB (2002) Información estadística del sitio web del Ministerio del Trabajo y Previsión Social www.mintrab.cl

PNUD (2001) *Informe sobre Desarrollo Humano 2001*. Publicación de las Naciones Unidas, Marzo.

PNUD (2001) *Desarrollo Humano en Chile 2001*, Publicación de las Naciones Unidas, Marzo.

PROCHILE (2002) *Estadísticas de Comercio Exterior*.

SOFOFA (2002) Información estadística del sitio web de la Sociedad de Fomento Fabril www.sofofa.cl

SUBPESCA (2002) Información estadística del sitio web de la Subsecretaría de Pesca www.subpesca.cl

The World Bank (2001) *World Development Report 2001*, Oxford University Press.

Titelman, D. (2000) "Reforma al Sistema de Salud en Chile: Desafíos Pendientes" *Serie Financiamiento y Desarrollo N°104*, CEPAL.

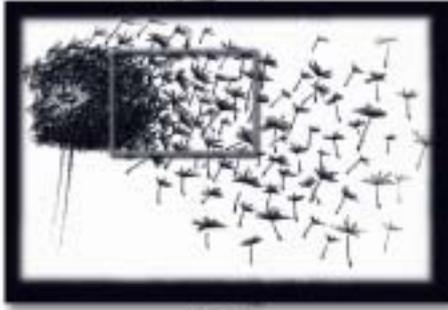
ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE Y
DEL PATRIMONIO NATURAL

AIRE
AGUAS CONTINENTALES
BOSQUES NATIVOS
DIVERSIDAD BIOLÓGICA
SUELOS
ECOSISTEMAS MARINOS Y
DEL BORDE COSTERO
MINERALES E HIDROCARBUROS
ASENTAMIENTOS HUMANOS
ENERGÍA



Informe País Estado del Medio Ambiente 2002

Capítulo 1



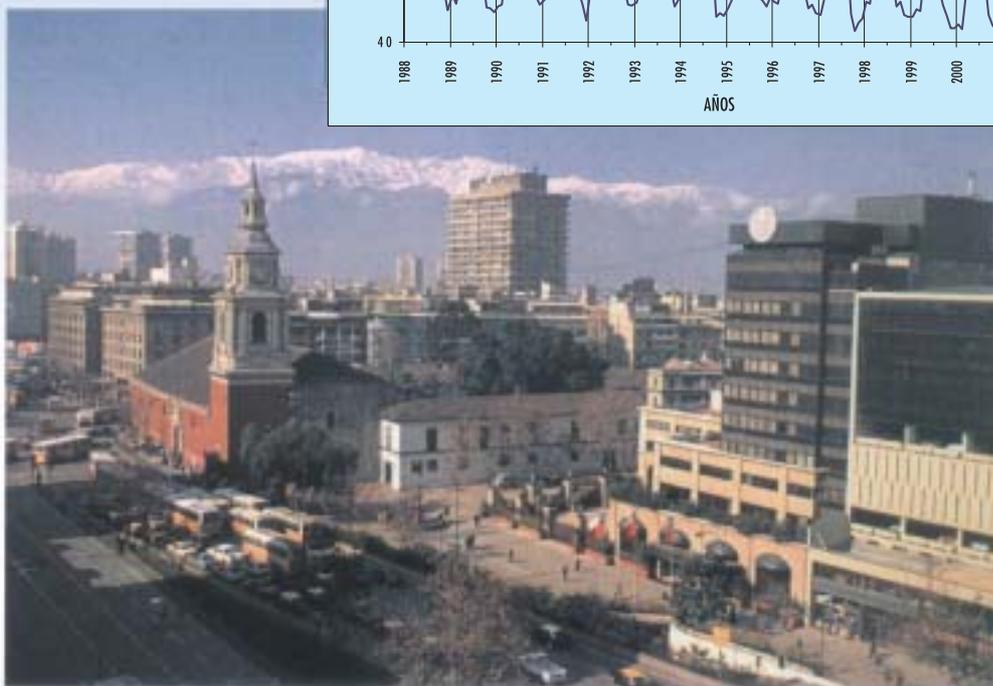
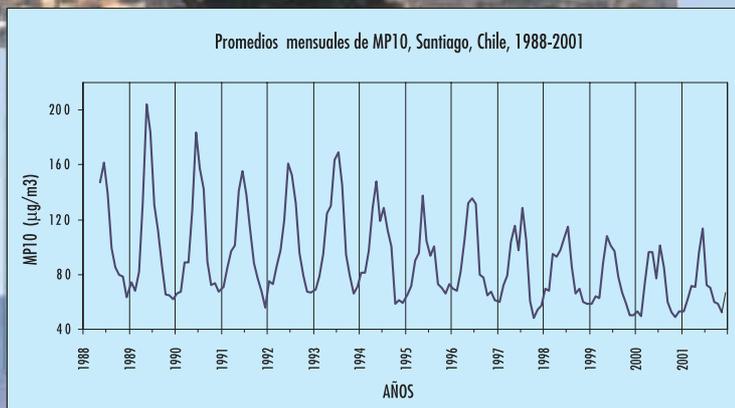
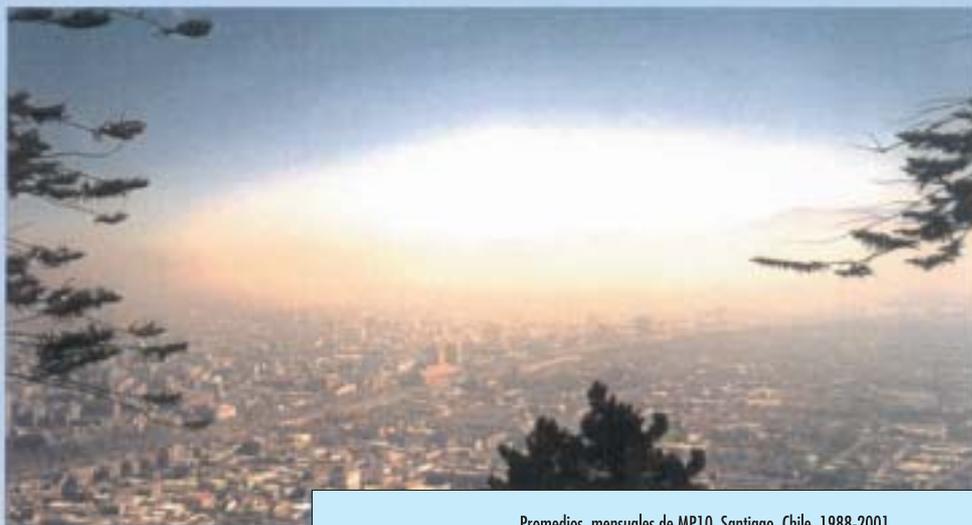
Aire

Informe País Estado del Medio Ambiente

ÍNDICE

■ I AIRE	19
■ I.1 II REGIÓN	25
I.1.1 Calidad del aire en Chuquicamata y Calama	25
I.1.2 Calidad de aire en María Elena y Pedro de Valdivia	26
I.1.3 Calidad del aire en Antofagasta	26
I.1.4 Calidad del aire en otras localidades de la II Región	26
■ I.2 III REGIÓN	27
■ I.3 V REGIÓN	28
I.3.1 Inventario de emisiones	28
I.3.2 Monitoreo de calidad del aire	30
I.3.2.1 Material particulado (MP10)	31
I.3.2.2 Dióxido de azufre (SO ₂)	33
I.3.2.3 Ozono	37
I.3.3 Calidad del aire en Valparaíso y Viña del Mar	38
I.3.3.1 Dióxido de nitrógeno	38
I.3.3.2 Dióxido de azufre	39
I.3.3.3 Ozono	39
I.3.3.4 Material particulado (MP10)	39
I.3.3.5 Compuestos aromáticos (BTEX)	40
I.3.4 Conclusiones para la V Región	40
■ I.4 REGIÓN METROPOLITANA	41
I.4.1 Inventario de emisiones	42
I.4.2 Calidad de aire	42
I.4.2.1 Material particulado	43
I.4.2.2 Ozono	45
I.4.2.3 CO	45
I.4.2.4 SO ₂	46
■ I.5 VI REGIÓN	49
I.5.1 Inventarios de emisiones	49
I.5.2 Calidad de aire en Rancagua	50
I.5.2.1 Dióxido de nitrógeno	50

1.5.2.2 Dióxido de azufre	50
1.5.2.3 Ozono	50
1.5.2.4 Mediciones de BTEX	51
1.5.2.5 Material particulado	51
1.5.2.6 Conclusiones sobre Rancagua	52
1.5.3 Calidad del aire en área de influencia de Caletones	52
1.5.4 Otras mediciones de calidad de aire en la VI Región	53
■ 1.6 VII REGIÓN	53
■ 1.7 VIII REGIÓN	53
1.7.1 Inventarios de emisiones	53
1.7.2 Calidad de aire	54
1.7.2.1 Material particulado (MPI0)	54
1.7.2.2 Dióxido de azufre (SO2)	55
1.7.3 Conclusiones	56
■ 1.8 IX REGIÓN	57
1.8.1 Calidad de aire	57
1.8.1.1 Material particulado	57
1.8.1.2 Dióxido de nitrógeno	60
1.8.1.3 Dióxido de azufre	60
1.8.1.4 Ozono	60
1.8.1.5 Mediciones de BTEX	61
1.8.2 Conclusiones para la IX Región	61



El análisis del estado de la calidad del aire se ha desagregado por regiones y dentro de éstas por unidades o complejos mineros, industriales y técnicos. Dado que en el Informe País 1999 se privilegió la Región Metropolitana, y dados los nuevos estudios regionales, se presentan aquí con mayor énfasis los avances tenidos en la regiones, en especial la V.

1.1 II REGIÓN

1.1.1 Calidad del aire en Chuquicamata y Calama

Las faenas mineras desarrolladas en Chuquicamata y su entorno, y la Fundición de concentrados de cobre de Chuquicamata, producen importantes emisiones de SO₂ y material particulado. La zona está regulada por un Plan de Descontaminación, que fija emisiones máximas a la atmósfera de material particulado, arsénico y SO₂.

La Zona fue declarada saturada por SO₂ y PM10 según D.S. N° 185/91 del Ministerio de Minería. Un Plan de Descontaminación aprobado por D.S. N° 132/93 del Ministerio de Minería, contemplaba

además reducciones de arsénico (1993-1995). La inversión realizada por la empresa alcanzó a 655 millones de US\$ a junio 2000. El plazo de cumplimiento de la Norma de SO₂ y MPI0 era el 31 de diciembre de 1999.

Finalizadas las inversiones y alcanzados los niveles de emisión establecidos en el Plan de Descontaminación, no se dio cumplimiento a la normativa de calidad de aire para ambos contaminantes, por lo que fue necesario reformular el plan. Durante 1999 - 2000 se acordó un nuevo cronograma de reducción de emisiones y plazos para el cumplimiento de la normativa, el que fue aprobado por el Consejo Directivo de CONAMA a fines del 2000. El cumplimiento de la normativa sobre arsénico significará la erradicación del Campamento de Chuquicamata antes del 2003.

La División Chuquicamata de CODELCO opera una red de monitoreo de calidad de aire en el área del campamento de Chuquicamata (3 estaciones) y en Calama (2 estaciones).

El cuadro 1.1 muestra los resultados para dos períodos de monitoreo de SO₂:

CUADRO 1.1 RESULTADOS DE MONITOREO DE SO₂ EN CHUQUICAMATA Y CALAMA (1998, 1999)

Estación	Superación Norma Diaria (N° de veces)		Superación Norma Horaria (N° de veces)	
	jul-dic 1998	jul-dic 1999	jul-dic 1998	jul-dic 1999
Chuquicamata				
Auka Huasi	3	19	36	79
San José	7	9	50	49
John Bradford	10	18	55	76
Calama				
Villa Ayquina	0	0	0	0
Villa Caspana	0	0	0	0

(Fuente: Ambar 2001).

En Chuquicamata se supera la norma anual, diaria y horaria en las tres estaciones monitoras. En Calama no se registran problemas por SO_2 .

Para MP_{10} , se supera la norma en Chuquicamata. Los resultados para Calama se muestran en el cuadro 1.2.

CUADRO 1.2 RESULTADOS DE MONITOREO DE MP_{10} EN CALAMA

Período	Promedio Anual MP_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% Cumplimiento Norma Diaria MP_{10}
1994	79	100
1996	85	97
Ene-jun 1997	84	95

Fuente: Ambar 2001.

El valor de la norma anual de MP_{10} se supera en Calama. La norma diaria se supera en 1996 y 1997. De acuerdo a estas mediciones, la ciudad de Calama presenta una condición de saturación, al menos latente, por MP_{10} .

ducción de María Elena, en 710 ton/año desde 2001 y 180 ton/año desde 2003. Adicionalmente, establece un plan operacional para enfrentar episodios críticos de contaminación por material particulado respirable, que incluye medidas de prevención a la población y detención de procesos cuando se excedan límites predefinidos (CONAMA 2000).

1.1.3 Calidad del aire en Antofagasta

Algunos resultados de monitoreo de material particulado en Antofagasta han sido presentados por Sandoval (1999), para los años 1998 y 1999. La norma anual de MP_{10} se supera el año 1998, quedando en condición latente en 1999. La norma diaria de MP_{10} se supera dos veces el año 1998, y se cumple el año 1999.

De acuerdo a estos resultados, Antofagasta estaría cercana a la condición de latencia por valores promedio anuales de MP_{10} .

En la zona ubicada al suroriente de Antofagasta, por la carretera a unos 20 Km. de la ciudad, se ubican la Fundición Alto Norte, una planta de cemento y otras instalaciones menores. Una estación de monitoreo cercana a la Fundición Alto Norte (estación Sur) supera la norma anual, diaria y horaria de SO_2 . En otra estación ubicada hacia el norte de la fundición (estación La Negra), ha existido superación de la norma horaria de SO_2 (Ambar 2001).

1.1.4 Calidad del aire en otras localidades de la II Región

En Mejillones se han instalado dos empresas de generación termoeléctrica, una con tres unidades a gas natural y otra con dos unidades a carbón y una a gas natural. En el área también se ubica una planta de amoníaco, plantas de procesamiento de pescado y se ha proyectado la construcción de un megapuerto. Las mediciones de calidad del aire no indican excedencia de las normas respectivas.

1.1.2 Calidad del aire en María Elena y Pedro de Valdivia

El D.S. 1.162 del Ministerio de Salud (1993) declaró zona saturada por material particulado respirable a las localidades de María Elena y Pedro de Valdivia. En 1998 se establece un Plan de Descontaminación para esas localidades. En el año 2000, se realiza una revisión del plan.

La población residente en la localidad de María Elena, en el área circundante a la Planta de Producción de María Elena de propiedad de la Sociedad Química y Minera, de Chile S.A, alcanza a aproximadamente 9.000 personas. Actualmente, en la localidad de Pedro de Valdivia no existen asentamientos humanos. A la fecha, en la localidad de María Elena, aún se excede (en numerosas oportunidades) la norma primaria de calidad de aire para material particulado respirable.

El nuevo plan establece límites de emisión máxima de material particulado desde la Planta de Pro-

En la ciudad de Tocopilla se han instalado empresas generadoras termoeléctricas. También se ubican en el área plantas de procesamiento de harina de pescado. De acuerdo a un boletín de la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN 1999), las principales fuentes de contaminación son la Compañía Minera Tocopilla, cuyas instalaciones se encuentran en el mismo centro de la ciudad, y las generadoras eléctricas Electroandina y Norgener, ubicadas en la zona sur.

1.2 III REGIÓN

Los principales problemas de contaminación atmosférica en la III Región están asociados a emisiones provenientes de plantas de beneficio de minerales, de tranques de depósitos de relaves en situación de abandono, de fundiciones de cobre y hierro; a emisiones de proyectos en el área de los no metálicos y a emisiones de industrias de servicios portuarios e industria pesquera.

En el área circundante a la Fundición de Potrerillos, las emisiones y concentraciones ambientales de material particulado, dióxido de azufre y contaminantes peligrosos como el arsénico, superan la normativa nacional o las recomendaciones internacionales, con un riesgo importante para la salud de la población.

En el área circundante a la Fundición de Paipote, las emisiones y concentraciones ambientales de dióxido de azufre superan la normativa nacional.

En el curso medio del río Copiapó, desde el límite sur del área urbana de Tierra Amarilla y el límite oeste del área urbana de Copiapó, existen un conjunto de plantas mineras en operación y abandonadas, cuyas emisiones de material particulado generan concentraciones ambientales, que en algunas ocasiones han superado lo indicado por la normativa nacional.

En el curso inferior del valle del Río Huasco, la Planta de Pellets de la Compañía Minera del Pacífico genera material particulado que se deposita sobre el follaje de los cultivos y vegetación, cons-

tituyendo un problema para la agricultura y ecosistemas aledaños. En la zona de Huasco también funcionan dos centrales termoeléctricas a carbón.

Los relaves provenientes de la planta de concentrados de la División Salvador de CODELCO Chile, se vertieron al mar en la Bahía de Chañaral, desde el año 1929 hasta 1989. En años recientes, se han reportado concentraciones ambientales de material particulado que en algunas ocasiones, han sobrepasado las normas nacionales en áreas poblacionales del área noroeste de la ciudad de Chañaral. (CONAMA Problemas ambientales III Región, www.conama.cl)

En 1997, el área de la Fundición Potrerillos fue declarada zona saturada por SO₂ y material particulado. En 1999, se establece un Plan de Descontaminación para la zona circundante a la Fundición de Potrerillos. Debe cumplir con las normas de calidad de aire de anhídrido sulfuroso y material particulado a partir del año 2003. (ver cuadro 1.3).

CUADRO: 1.3 NORMAS PARA EL SO₂ EN LA FUNDICIÓN POTRERILLOS.

	Anhídrido Sulfuroso (ton/año)	Material Particulado Total (ton/año)	Arsénico (ton/año)
Desde 1999	352.000	6.300	
Desde 2000	100.000	5.500	1.450
Desde 2001	100.000	5.500	800
Desde 2002	100.000	5.500	150 (*)
Desde 2003	Cumplimiento de Normas de Calidad del Aire		

(*) Si ni existieren asentamientos humanos dentro de un radio de 2,5 Km. medidos desde la fuente emisora se mantendrá el nivel máximo establecido para el año 2001.

El área de la Fundición Hernán Videla Lira fue declarada zona saturada por anhídrido sulfuroso en 1993. En 1994 se aprueba un Plan de Descontaminación para la Fundición. (ver cuadro 1.4).

Debe cumplir con las normas de calidad de aire para anhídrido sulfuroso a más tardar el 31 de diciembre de 1999. Contempla además, reducción de emisiones propuestas por la empresa para MPIO y arsénico (1995-2000).

CUADRO: 1.4 NORMA PARA EL SO₂ EN LA FUNDICIÓN VIDELA LIRA

	Azufre (ton/mes)		Material Particulado (ton/año)	Arsénico (ton/año)
	(1)	(2)		
1995	2.200	3.700	1.500	84
1996	2.200	3.700	1.500	84
1997	2.200	3.700	1.500	84
1998	2.200	2.600	1.000	84
1999	1.666	1.666	600	42
2000	Cumplimiento Normas de Calidad del Aire		600	42
Desde 2003				34

(1) Meses de junio, julio, agosto.

(2) Meses de septiembre a mayo inclusive.

Fuente: Decreto que aprueba el Plan de Descontaminación y Norma de Emisión de Arsénico.

Valle del Huasco

En 1993 se estableció una norma de calidad del aire para material particulado sedimentable en la cuenca del Río Huasco III Región (DS /00004/Agric/1992). El Ministerio de Minería desarrolló un “Diagnóstico de la Calidad del Aire de la Tercera Región”, y el Gobierno Regional de Atacama un estudio de “Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Cuenca del Río Huasco”. Se encuentra en etapa final de elaboración, una Norma de Emisión para Material Particulado para la Cuenca del Río Huasco.

Nacional del Medio Ambiente para CONAMA (2002).

El área con antecedentes de monitoreo de calidad de aire en la V Región comprende sectores de la costa y del valle del Aconcagua, donde se ubican fuentes emisoras importantes. No existe monitoreo continuo en ciudades y en otros valles de la Región. En el Gran Valparaíso, CONAMA desarrolla un programa de campañas de mediciones de duración restringida.

1.3.1 Inventario de emisiones

Se presentan de manera separada los inventarios correspondientes a la totalidad de la Región y al principal centro urbano, el Gran Valparaíso. Esta diferencia obedece a las coberturas geográficas de la información usada para estimar emisiones, según el tipo de fuentes. Para emisiones por vehículos, solamente existe información detallada en algunas ciudades, donde se han desarrollado estudios de planificación del transporte urbano. La información de emisiones ha sido elaborada por CENMA. (ver cuadro 1.5 y 1.6).

1.3 V REGIÓN

La información de calidad de aire presentada para la V Región está basada principalmente en el análisis realizado en el estudio “Diagnóstico Integral de la Contaminación Atmosférica en la Macrozona Central de Chile, Año 2001: Diagnóstico Preliminar”, desarrollado por el Centro

CUADRO: 1.5 INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE LA V REGIÓN, AÑO 2000

Sub-grupo	MP [ton/año]	CO [ton/año]	NO _x [ton/año]	COV [ton/año]	SO _x [ton/año]	NH ₃ [ton/año]
Sub-total puntuales (1)	5169	1680	7432	591	58150	579
Sub-total areales	2661	16323	473	14221	18	10772
Sub-total fuentes fugitivas (2)	23713					
Sub-total fuentes móviles (3)	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total inventario	31543	18003	7905	14812	58168	11351

Fuente: CENMA

(1): No incluye las emisiones de la Refinería de Petróleos de Concón.

(2): Las emisiones de polvo resuspendido en calles pavimentadas sólo presentan cobertura para el Gran Valparaíso, por tanto estas emisiones se excluyeron del Inventario Regional.

(3): Las emisiones de fuentes móviles sólo presentan cobertura para el Gran Valparaíso, por tanto estas emisiones se excluyeron del Inventario Regional.

CUADRO 1.6 INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE GRAN VALPARAÍSO, AÑO 2000

Sub-grupo	MP [ton/año]	CO [ton/año]	NO _x [ton/año]	COV [ton/año]	SO _x [ton/año]	NH ₃ [ton/año]
Sub-total puntuales (1)	223	136	425	345	1397	22
Sub-total areales (2)	470	2830	90	4633	3	527
Sub-total fuentes fugitivas (3)	27918					
Sub-total fuentes móviles	178	14246	3812	2354	237	41
Total inventario	28789	17212	4328	7331	1636	590

(1): No incluye las emisiones de la Refinería de Petróleos de Concón.

(2): Para las emisiones provenientes de crianza de animales y aplicación de pesticidas sólo existen valores globales para la Región por tanto éstas no están consideradas para el Gran Valparaíso.

(3): Para las emisiones provenientes de actividades de construcción y preparación de terrenos agrícolas solo existen valores globales para la Región, por tanto, éstas no están consideradas para el Gran Valparaíso.

Fuente: CENMA

CUADRO 1.7 VALORES ESTIMADOS DE EMISIONES DE LA FUNDICIÓN VENTANAS

Año	Meta MP [ton/año]	Meta S [ton/año]	Emisión MP [ton/año]	Emisión S [ton/año]
1993	3400	62000	3301	58649
1994	3400	62000	2746	61526
1995	3400	62000	3327	59218
1996	3400	62000	1837	58661
1997	3400	62000	1231	42689
1998	2000	45000	305	22404
1999	1000	45000	125	15367
2000	1000	45000	89	11379

Fuente: Informe interno de Conama V Región, y reportes de Comisión Conjunta SAG-SS Viña del Mar-Quillota.

CUADRO 1.8 METAS Y EMISIONES DE LA CENTRAL TÉRMICA VENTANAS

Año	Meta MP [ton/año]	Emisión MP [ton/año]
1994	26000	4141
1995	3000	1941
1996	3000	564
1997	3000	445
1998	3000	1168
1999	3000	1313
2000	3000	876
2001	3000	371*

* Emisiones estimadas a partir de la generación reportada por la central. No se incorpora la información de emisiones totales de S, por constituir menos de un 3% de las emisiones del complejo Industrial que incluye a la Fundición Ventanas de Enami.

Fuente: Informe interno de CONAMA V Región, y reportes de Comisión Conjunta SAG-SS Viña del Mar-Quillota.

CUADRO 1.9 METAS Y EMISIONES DE LA FUNDICIÓN CHAGRES

Año	Emisión S [ton/año]
1993	8724
1994	6748
1995	5054
1996	6771
1997	8488
1998	5963
1999	5572

Fuente: Informes de emisiones de Chagres para el Servicio de Salud de San Felipe. No se dispone de antecedentes para material particulado.

En los cuadros 1.7 a 1.9 se presentan los valores estimados de emisiones anuales de azufre (S) y material particulado (MP), para las fuentes puntuales más importantes ubicadas en la zona, sometidas a regulaciones por planes de descontaminación: Fundición Ventanas (ENAMI), Central Térmica Ventanas (Gener) y Fundición Chagres (Compañía Minera Disputada de las Condes). Para las fundiciones que deben cumplir con un plan de reducción de emisiones, se indican las metas anuales en los cuadros 1.7, 1.8 y 1.9.

La Refinería de Petróleos de Concón también constituye una fuente importante de Azufre oxidado, pero no se dispone de antecedentes de la fuente.

1.3.2 Monitoreo de calidad del aire

En la V Región existen seis áreas de monitoreo de calidad de aire asociadas a fuentes emisoras sometidas a regulaciones. Las más importantes, por la magnitud de sus emisiones, corresponden al complejo industrial Ventanas (fundición y refinería de cobre, central termoeléctrica) y a la Fundición

Chagres (Compañía Minera Disputada de las Condes), ambas reguladas por el Decreto 185 (1991). Ventanas cuenta con un Plan de Descontaminación oficial desde 1992 (Decreto 252), y gran parte de las comunas de Quintero y Puchuncaví fueron declaradas como zona saturada por SO₂ y PM₁₀ desde 1993 (Decreto 346). La localidad de Chagres, situada en el entorno de la Fundición de Chagres, comuna de Catemu, fue declarada zona latente por SO₂ en el mismo Decreto 185 de 1991.

A las zonas anteriores se agregan las fuentes reguladas por Resolución de Calificación Ambiental (RCA), que incluyen el área de Limache-Quillota, relacionada con las centrales de generación térmica San Isidro y Nehuenco, el área de Calera relacionada a la planta de Cemento Melón, el área de Campiche relacionada a la planta PACSA y, por Resolución del Servicio Agrícola y Ganadero (RSAG), el área de Concón contigua a la Refinería de Petróleos Concón (RPC).

El cuadro 1.10 indica las mediciones realizadas en las redes de monitoreo asociadas a esas fuentes.

CUADRO: 1.10 REDES DE MONITOREO PERMANENTES DE LA CALIDAD DE AIRE EN LA V REGIÓN (AÑO 2000)

Fuente regulada	Ubicación	Parámetros	Estaciones	Motivo
PACSA	Campiche	SO ₂ , O ₃ , NO, NO ₂	Campiche	RCA
Centrales termoeléctricas (Colbún, Endesa)	Quillota	SO ₂ , MP ₁₀ , NO ₂ , O ₃	Quillota, Sn. Pedro, Limache	RCA
Cementos Melón	Melón	SO ₂ , MP ₁₀ , NO ₂ , O ₃ *	Calera, Hijuelas	RCA
Fundición Chagres (Cía Minera Disputada)	Chagres	SO ₂ , MP ₁₀ **	Catemu, Lo Campo, Romeral, Sta. Margarita	Zona Latente
RPC Refinería Petróleos Concón (ENAP)	Concón	SO ₂ , MP ₁₀	Concón	RSAG

* : O₃ sólo en Hijuelas

** : MP₁₀ sólo en Catemu y Lo Campo

RCA: Resolución de Calificación Ambiental

RSAG: Resolución del Servicio Agrícola y Ganadero

Las zonas urbanas de la V Región no cuentan con redes permanentes de monitoreo de calidad de aire. Los antecedentes existentes para Valparaíso y Viña del Mar están limitados al estudio CO-SUDE (1997) y otras mediciones anteriores.

En términos generales los problemas detectados en la V Región tienen diferentes escalas de tiempo y distribución espacial. El cuadro 1.11 resume en términos globales los problemas de calidad del aire analizados para el año 2000.

CUADRO 1.11 RESUMEN DE PROBLEMAS DE CALIDAD DE AIRE ENCONTRADOS EN LA V REGIÓN EN BASE A INFORMACIÓN DEL AÑO 2000.

Contaminante / Período	Problema	Causa probable
MP10 / anual (50 µg/m ³ promedio)	Valor de la norma anual superado en varias estaciones. Nivel de fondo alto, cercano a la latencia en todo el Valle del Aconcagua.	Formación de aerosoles secundarios, y contribución de múltiples fuentes directas de material particulado.
MP10 / diario (150 µg/m ³ promedio 24 h) (120 µg/m ³ promedio 24 h)*	El valor máximo en estaciones La Greda y Sur de red Ventanas exceden nivel de norma diaria. La Greda muestra impacto sostenido de fuente cercana, es la única estación que alcanza nivel de latencia al comparar el percentil 98 de las concentraciones.	Contaminación de origen local, por arrastre de polvos por viento desde complejo industrial.
SO ₂ / anual (80 µg/m ³ promedio)	Se alcanza el nivel de latencia en tres estaciones: Los Maitenes (Ventanas), Santa Margarita (Chagres) y Concón (RPC).	Impacto directo de grandes fuentes. Eventualmente puede haber superposición de efectos entre fuentes cercanas.
SO ₂ / diario (365 µg/m ³ promedio 24 h) (250 µg/m ³ promedio 24 h)**	Se alcanza el nivel de latencia en Los Maitenes, Sur y Concón. Considerando la nueva norma se alcanza el nivel de saturación.	Impacto de grandes fuentes cercanas.
SO ₂ / horario (1000 µg/m ³ promedio 1 h)	Superación frecuente en redes de Ventanas, Concón y Chagres.	Impacto de grandes fuentes cercanas.
O ₃ (160 µg/m ³ promedio 1 h) (120 µg/m ³ promedio 8 h)**	Se alcanza latencia en Hijuelas. El valor de la norma propuesta es superada en Hijuelas (percentil 98 es 125 µg/m ³), de mantenerse los niveles en 2001 y 2002, se alcanzará nivel de saturación.	Emisión de precursores (NO _x , VOC) desde Termoeléctricas, RPC, centros urbanos y biogénicas (VOC)

*: En caso de que no se promulgue norma para MP2.5 antes del año 2012 / **: Normas en consulta

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la contaminación por SO₂, muestra los efectos más agudos en las estaciones del entorno cercano a grandes fuentes emisoras. Los valores de la norma primaria para 24 horas y la norma secundaria de 1 hora para SO₂, se superan en varias estaciones, y se alcanza el nivel de latencia para la norma anual en estaciones de Ventanas, RPC y Chagres.

Los problemas de mayor alcance espacial y persistencia se encuentran relacionados con material particulado y ozono. La superación de valores anuales de referencia para MP10 en diferentes lugares del valle muestra una condición de carácter regional, que puede estar asociada, entre otras causas, a producción de aerosol secundario por transformaciones de SO_x y NO_x. De manera similar, en el caso del ozono los valores más altos se observan

viento abajo de las fuentes de precursores, principalmente NO_x y compuestos orgánicos volátiles (COV), en las estaciones de Limache e Hijuelas, siendo muy probable que existan niveles aun mayores en lugares más alejados.

A continuación, se incluye un análisis causal de los principales problemas detectados.

1.3.2.1 Material Particulado (MP10)

El valor de la norma para 24 h de MP10 (150 µg/m³) se supera ocasionalmente en dos estaciones de la red de Ventanas (La Greda, Sur). Al comparar con la condición de verificación de la norma (percentil 98%), la estación La Greda alcanza la condición de latencia. (Ver figura 1.1).

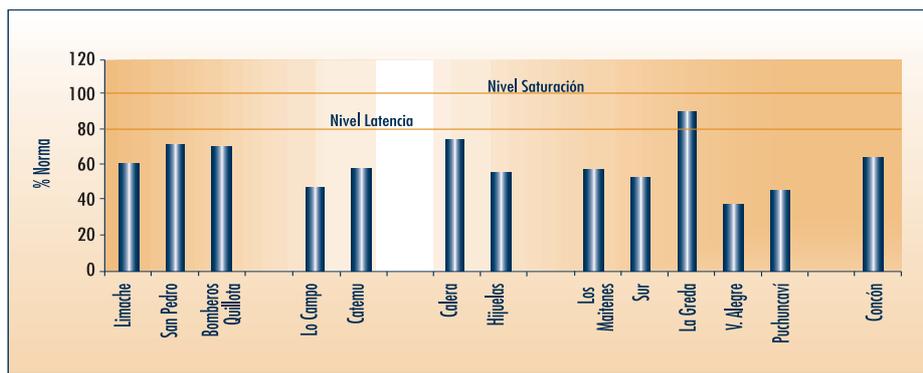


Figura 1.1 Excedencia de nivel de norma de MPIO de 24 hrs en la V Región. (año 2000).

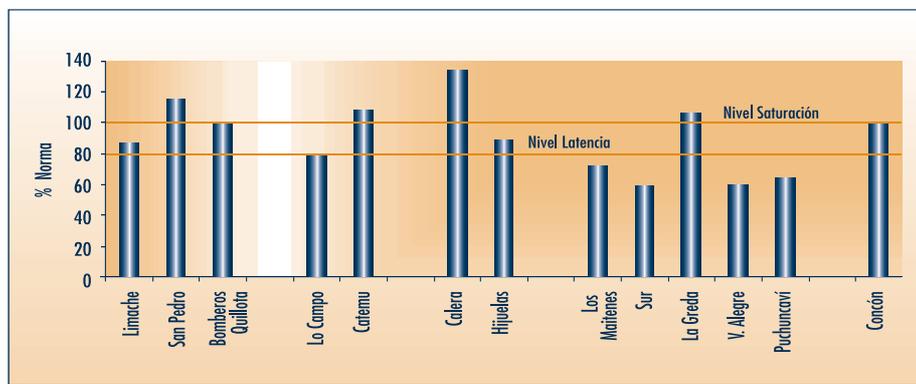
En la estación La Greda, se encuentra una relación entre concentraciones de MPIO diarias y velocidades de viento en la tarde. Se observa una tendencia de aumento de concentraciones con velocidades promedio mayores a 3 m/s. Este comportamiento indica un probable impacto de material particulado levantado por efecto del viento, proveniente desde el sector de la central termoeléctrica del Complejo Industrial Ventanas, cercana a La Greda.

La Greda es probablemente de origen local, por arrastre de material particulado por efecto del viento, desde el sector del complejo industrial Ventanas. Se recomienda realizar una gestión orientada a identificar y controlar las causas que producen ese problema localizado.

Como conclusión de este análisis, se encuentra que la contaminación por MPIO observada en

La Figura 1.2 presenta la situación del promedio anual de todas las estaciones de monitoreo regular de MPIO de la V Región para el año 2000. Se observa la superación de valores anuales para niveles de latencia y de saturación en varios lugares del valle.

Figura 1.2 Excedencia de nivel de norma de MPIO anual en la V Región. (año 2000)



Las estaciones costeras de la red Ventanas muestran los menores valores anuales, a excepción de La Greda, afectada por impacto local. La estación Concón, igualmente ubicada en la costa, presenta un promedio anual alto, que en parte se puede atribuir a la actividad urbana en esa localidad y al aporte de otras fuentes como se verá más adelante.

observa en la estación La Calera, ubicada en el sector urbano, y que puede estar afectada además por material proveniente de las canchas de acopio de la Planta de Cemento Melón.

Las estaciones ubicadas hacia el interior presentan en general valores más altos, correspondientes a condiciones de latencia o excedencia del valor anual. El valor promedio anual más alto se

La condición de superación del valor límite anual de latencia o de saturación para MPIO al interior del valle del Aconcagua, parece corresponder a un problema de escala regional, al que podrían estar contribuyendo múltiples fuentes, incluyendo emisiones de precursores de aerosoles secundarios formados a partir de SO_x, NO_x y COVs.

Lo anterior es consistente con los antecedentes aportados por otros estudios. El estudio para determinación de una línea base de arsénico en material particulado respirable (SMHI 2000), presenta resultados que indican la gran contribución de emisiones antrópicas a la masa de MPI0 en el Gran Valparaíso y Quillota, superior al 60%, basada en estimaciones de aportes de diferentes fuentes usando análisis multivariado de concentraciones de elementos químicos. En Quillota y Viña del Mar se encuentran niveles importantes de As, asociados a emisiones desde fundiciones de cobre. Además, los resultados de modelaciones realizadas para la zona, muestran el aporte de fuentes alejadas sobre los niveles de calidad de aire en el valle del Aconcagua (Gallardo et al. 2000, SMHI 2000).

El análisis de trayectorias realizado en el estudio de CENMA (2002) refuerza estas afirmaciones. Una parcela de aire que sale desde un punto próximo a Ventanas en la tarde, se desplaza de vuelta hacia el océano durante la noche, pasando por el área costera de Concón y Valparaíso. Al iniciarse el período diurno, el flujo desde el SW mueve la masa de aire hacia el continente, pasa sobre la zona del Gran Valparaíso cerca de mediodía y sigue hacia el interior del valle del Aconcagua hasta el fin del día 17, donde alcanza el valle de Catemu. El flujo nocturno que desciende por el estrecho valle mueve la masa de aire hacia la costa y al comenzar el período diurno siguiente, se devuelve nuevamente valle arriba hacia la localidad de San Felipe. Este ejemplo muestra la posibilidad de impacto a gran distancia de las fuentes emisoras de Ventanas, por SO₂ y por formación de aerosol secundario, sobre Concón, el Gran Valparaíso y el interior del Valle del Aconcagua.

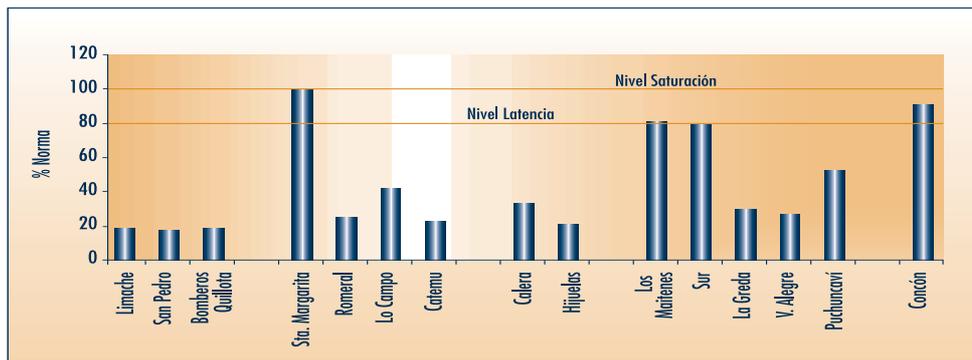
Como conclusiones del análisis de promedios anuales de MPI0, se tiene lo siguiente:

- Se observa un problema generalizado de latencia y excedencia del valor fijado en la norma, hacia el interior del valle del Aconcagua y Concón.
- Los valores observados en el valle del Aconcagua y Concón podrían tener una contribución significativa de aerosoles secundarios.
- Con excepción de Concón, los niveles observados en el sector costero, en el rango de 30 a 35 µg/m³, podrían representar la línea base regional para promedios anuales de MPI0. Esto indica que hay poco espacio para emisiones adicionales de MPI0 en la Región.
- Se recomienda iniciar un plan de gestión ambiental en toda el área del valle del Aconcagua y sectores costeros vecinos, para prevenir la superación de la norma anual de MPI0 fijada en el DS 45, que deberá verificarse con las mediciones disponibles a partir de enero de 2002. Ello implica el control de la fuentes existentes y la revisión exhaustiva de nuevas fuentes que pueden aportar con material particulado directo o con precursores de aerosoles secundarios.

1.3.2.2 Dióxido de Azufre (SO₂)

La norma anual de SO₂ (80 µg/m³) no se supera en los lugares monitoreados, pero se alcanza el nivel de latencia en tres estaciones (Los Maitenes, Santa Margarita, Concón) y una cuarta estación (Sur), está muy cerca de esta condición. El resto de las estaciones muestra valores más bajos, tal como se presenta en la Figura 1.3

Figura 1.3
Excedencias del valor de norma anual de SO₂ en la V Región, año 2000. (Concón, período abril 2000 a marzo 2001)



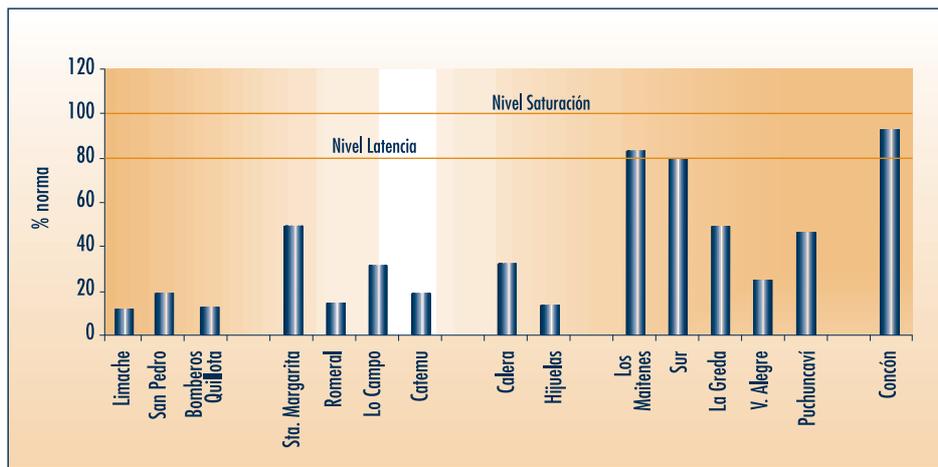


Figura 1.4 Excedencias de norma de SO₂ de 24 hrs. en la V Región, año 2000. (Concón, período abril 2000 a marzo 2001)

La norma diaria vigente para SO₂ (365 µg/m³) alcanza el nivel de latencia en Los Maitenes, Sur y Concón (Figura 1.4).

Si se compara las mediciones de la red del Complejo Industrial Ventanas y de Concón con la norma propuesta para promedios de 24 h, se alcanzaría el nivel de saturación en las mismas

estaciones donde se llega a la latencia con la norma vigente.

La norma secundaria de SO₂ para una hora (1000 µg/m³) se supera en forma frecuente en la Red de Ventanas y en Chagres. También se excede en Concón, sin embargo, de acuerdo al DS 185 en esa localidad no aplica esta regulación (Figura 1.5).

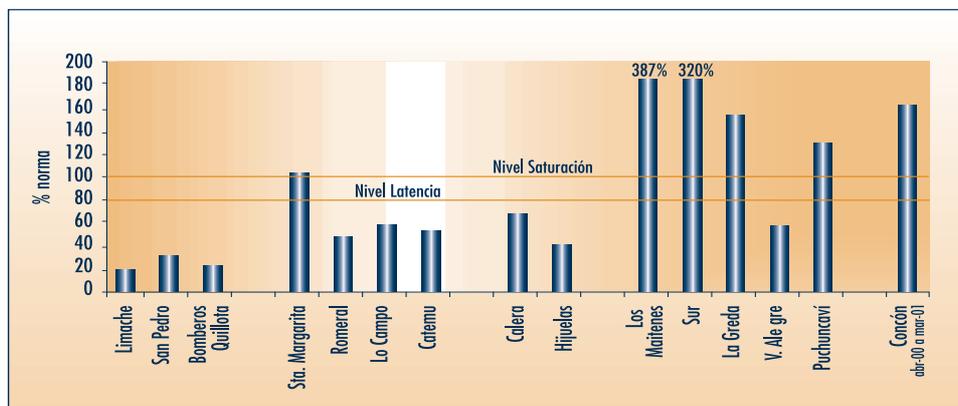


Figura 1.5 Excedencias de norma secundaria de SO₂ para 1 hora en la V Región. (Concón, período abril 2000 a marzo 2001)

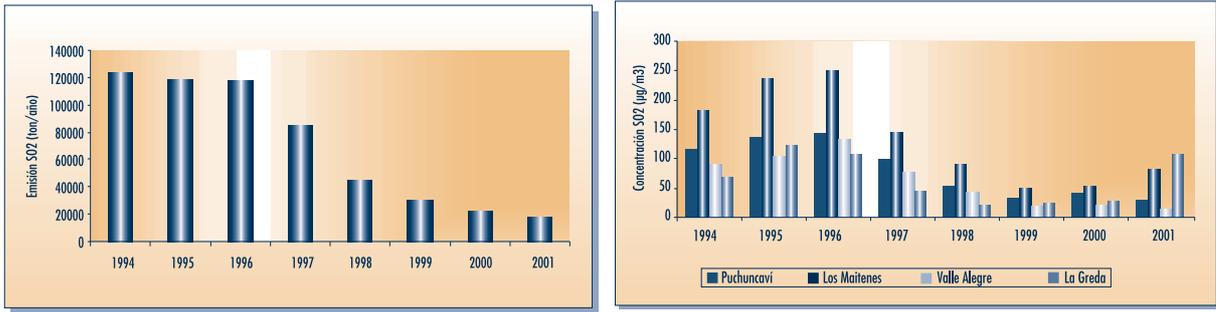
De lo expuesto antes, se observa que las situaciones más complicadas de contaminación atmosférica por SO₂ a nivel anual se encuentran en dos estaciones de la red Ventanas, en la estación Concón y en la estación Santa Margarita de la red Chagres.

Los valores altos de SO₂ observados se pueden asociar directamente a las fuentes cercanas con emisiones importantes de SO_x (RPC, Complejo Ventanas, Chagres). Estos casos son analizados en forma más detallada a continuación.

En Ventanas se observa una correlación positiva entre las tendencias anuales de las emisiones y los niveles ambientales de SO₂, con una sostenida disminución de ambos (Figura 1.6).

No obstante, los niveles ambientales de SO₂ crecen en los últimos años. De no identificar la presencia de nuevas fuentes en el área, se postula la posibilidad de que hayan ocurrido cambios en los procesos del complejo que pueden involucrar mayores emisiones fugitivas (que impactan las estacio-

Figura I.6 Promedios anuales SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el Complejo Industrial Ventanas.



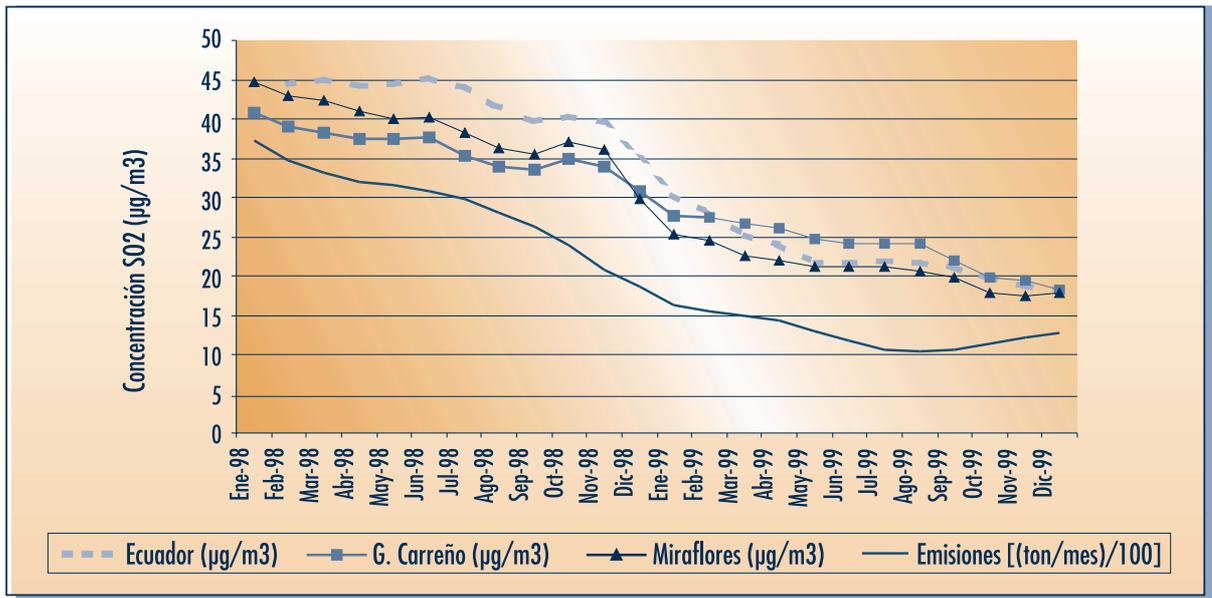
nes más cercanas, Los Maitenes y La Greda), o bien, problemas de calidad en la información reportada.

Las series de datos horarios de SO_2 y viento medidos en la red de Ventanas, muestran que las estaciones de monitoreo están influenciadas directamente por las emisiones de ese complejo industrial. Sin embargo, ello no significa que los impactos de las emisiones de este complejo estén circunscritos a su entorno, más aun, es probable que alcancen zonas densamente pobladas como Concón y

las zonas elevadas del Gran Valparaíso, donde es posible que se presenten eventos de altas concentraciones horarias en la madrugada de algunos días causados por las emisiones del complejo.

Al respecto, existen elementos que permiten argumentar una correlación positiva entre las emisiones de SO_2 en la Fundición Ventanas y las concentraciones observadas en Valparaíso y Viña del Mar entre enero de 1998 y diciembre de 1999 (CONAMA, 2000b) como lo muestra la Figura I.7.

Figura I.7 Comparación de SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de 3 lugares de Valparaíso y Viña del Mar, con Emisiones de SO_2 (miles de Ton/mes) de la Fundición Ventanas (Promedios móviles, enero 1998 a diciembre 1999).



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de Chagres la estación Santa Margarita recibe el impacto más directo de las emisiones de la fundición, hecho que concuerda en las tendencias anuales mostradas en la Figura 1.8. Las otras estaciones no siguen este comportamiento,

registrando niveles más bajos. Al respecto, según muestran los análisis de trayectorias, existe la posibilidad de que reciban impacto eventual de fuentes más lejanas ubicadas en la costa.

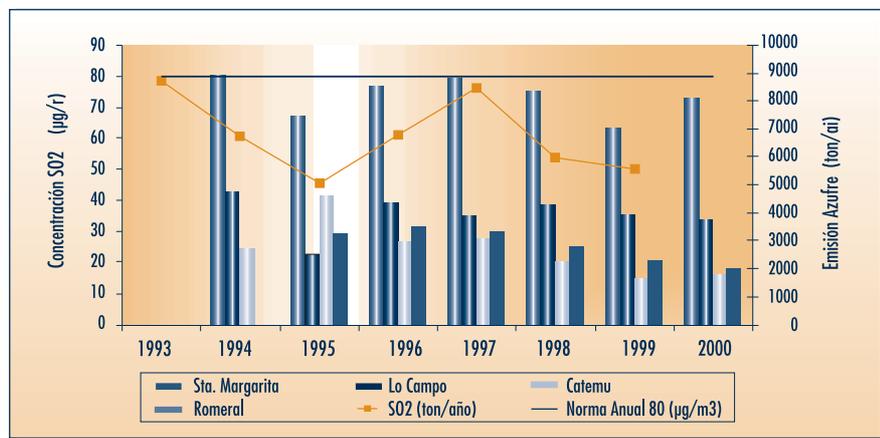


Figura 1.8 Emisiones anuales de Azufre de Chagres y promedios anuales de concentraciones ambientales de SO_2 medido en estaciones de red de monitoreo.

Las concentraciones de SO_2 más altas en Santa Margarita ocurren con dirección de viento SW, en horas de la tarde cuando se ha desarrollado la brisa diurna, que sopla desde el sector de la fundición Chagres.

Los elevados índices de SO_2 registrados en la estación Santa Margarita están relacionados directamente con las emisiones de la Fundición Chagres. Si bien no se descarta una influencia de otras fuentes relevantes de SO_2 en el valle, dadas las distancias y el tiempo transcurrido hasta alcanzar el área, es poco probable que generen impactos tan elevados como para causar superación de la norma secundaria (horaria) registrados en la estación. En consecuencia, se recomienda que la gestión de este problema siga circunscrita a las emisiones de la Fundición Chagres.

En días con contaminación por SO_2 en Concón, se registran valores altos en la noche y en la mañana. El viento muestra un ciclo diario, con flujo diurno del W y NW, después en la transición hacia la noche, flujo desde el N y NE (que antecede el alza de los niveles de SO_2), y durante la condición nocturna, viento principalmente del SE. Los niveles altos de SO_2 observados cerca de la medianoche pueden atribuirse a una masa de aire que proviene desde el mar, desde las direcciones NW, N y NE, previamente contaminada por las emisiones de Ventanas. En las horas siguientes de

la madrugada, los niveles altos de SO_2 pueden provenir desde la refinería de petróleos, ubicada hacia el este, viento arriba del lugar de medición.

Durante la transición al flujo nocturno, se observan máximos de corta duración con viento débil. En las horas siguientes se observan otros máximos, especialmente durante la madrugada y antes de la transición al flujo diurno. La serie de SO_2 muestra posibles efectos de los ciclos de operación de una fuente muy próxima, o la superposición de las plumas de más de una fuente.

Los eventos de alta contaminación registrados en la estación Concón parecen ser distintos a los analizados para las redes de Ventanas y Chagres. En estos últimos, los eventos se encuentran fuertemente asociados a las emisiones cercanas, sin una influencia mayor de otras fuentes. Concón parece estar impactado no sólo por la fuente próxima a la estación de monitoreo, la Refinería de Petróleos Concón, sino que además parece recibir la influencia de una fuente ubicada hacia el norte de la estación de monitoreo que, dada las magnitudes de las concentraciones registradas, sería la Fundición Ventanas. Ello resulta consistente con los análisis de trayectorias de parcelas de aire que salen desde la fundición.

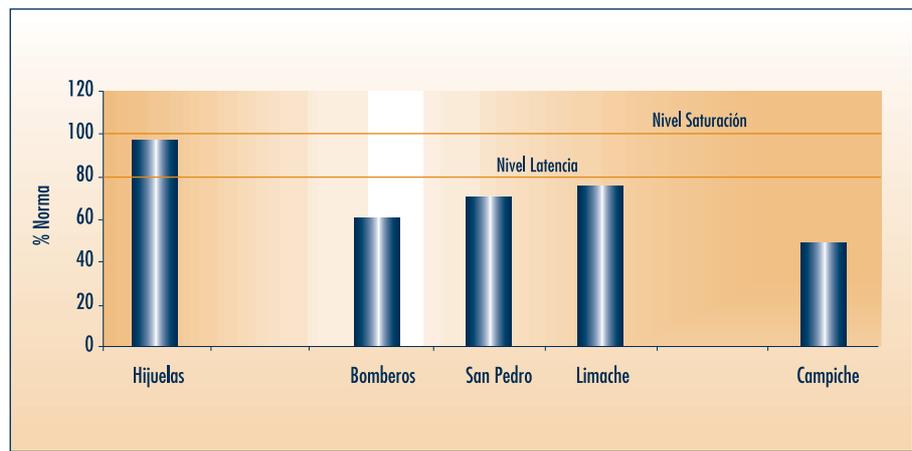
De acuerdo a estos análisis, la solución de los problemas detectados en Concón pasa por el con-

trol tanto de las emisiones de SO_2 provenientes de RPC como del Complejo Industrial Ventanas, lo que agrega una mayor complejidad al tema.

A modo de resumen, las conclusiones generales para SO_2 son:

- Los análisis de flujos de aire y trayectorias, indican que los efectos de las emisiones desde las fuentes más importantes de SO_2 se extienden por grandes distancias, generando zonas de influencia superpuestas con impactos de SO_2 y/o sulfatos, por lo que no es posible separar el efecto de fuentes individuales cuando se considera el problema regional en su conjunto.
- Por otra parte, las estaciones de redes de observación regular están ubicadas en sectores cercanos a las fuentes, privilegiando en los criterios de monitoreo los impactos agudos y la vigilancia de centros poblados, sin entregar información de escala regional y de otros lugares con recursos que requieren de protección. Se recomienda la realización de estudios de prospección para determinar niveles en lugares donde se presume impactos importantes y los efectos a grandes distancias. Tampoco se han medido en forma sistemática los aerosoles secundarios que se originan de las emisiones de SO_x , ni el efecto de neblinas ácidas.
- El problema de contaminación por SO_2 debe ser tratado en forma integrada, definiendo zonas de gestión que apunten al cumplimiento de normas de calidad de aire, la protección de centros poblados y otros recursos que requieren ser vigilados, como reservas naturales y recursos agrícolas. Si bien los problemas generados por SO_2 abarcan zonas amplias, estos se atribuyen a grandes fuentes ya identificadas, por tanto, la gestión recomendada apunta por un lado al control de fuentes específicas que son responsables de un problema de gran extensión, y por otro, a la vigilancia de zonas de mayor extensión.

Figura 1.9 Segundos máximos de ozono de 1 h medidos en estaciones de la V Región (año 2000, expresados como porcentaje de la norma para 1 h.)



1.3.2.3 Ozono

La Figura 1.9 muestra la condición de excedencia de normas de ozono en las estaciones de monitoreo de la V Región.

Durante el año 2000, los valores más altos se registran en Hijuelas, con un máximo de 1 h que alcanza al 98% de la norma (condición de latencia) y en Limache, donde el máximo de 1 h alcanza 77% de la norma. La estación Campiche, ubicada en la costa, presenta los valores más bajos.

Al considerar la norma propuesta para promedios móviles de 8 horas de ozono, y suponer que los niveles registrados durante el año 2000 se mantendrán similares durante los años 2001 y 2002, se encuentra que se excedería el nivel de saturación definido para esa norma en la estación de Hijuelas

Para las estaciones ubicadas en el valle del Aconcagua, se observa que los valores máximos diarios son más altos en la medida que las estaciones se alejan desde la costa hacia el interior del valle, indicando el aumento de niveles de ozono en direc-

ción viento abajo de las centrales termoeléctricas ubicadas en Quillota, que constituyen fuentes importantes de precursores (NO_x) en el área. La estación de Hijuelas registra los valores más altos, no descartando la posibilidad de encontrarse niveles superiores en lugares más alejados.

Los ciclos diarios de ozono muestran un comportamiento típico, con valores máximos que ocurren 2 ó 3 horas después del mediodía, asociados a viento proveniente desde la costa hacia el interior.

Los precursores de ozono, NO_x y COV, son emitidos principalmente desde el Gran Valparaíso y desde instalaciones industriales ubicadas en el valle del Aconcagua, las centrales termoeléctricas de la zona de Limache-Quillota, refinería de petróleo ubicada en el sector de Concón y otras fuentes menores. Durante los meses de verano, los precursores de ozono alcanzarán la zona de Hijuelas en pocas horas. El comportamiento de ozono y óxidos de nitrógeno medidos en la zona de Limache, Quillota e Hijuelas, indica que es posible que ocurran concentraciones más altas de ozono hacia el interior, en la zona de Cuesta Melón, el sector de Ocoa y Llayllay y en el valle de Olmué-La Dormida.

Las trayectorias típicas de masas de aire en el área muestran la influencia de las zonas costeras sobre el interior del valle. Los precursores de ozono provienen de una extensa zona, que incluye el sector costero del Gran Valparaíso y la cuenca del Aconcagua.

De este análisis se puede concluir que es posible que ocurran valores más elevados de ozono en sectores actualmente no prospectados, más alejados de la costa (Olmué-La Dormida, Ocoa-Llayllay, Melón).

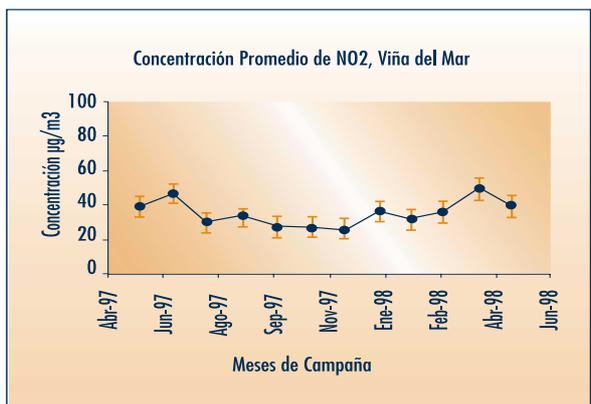
1.3.3 Calidad del aire en Valparaíso y Viña del Mar

La información disponible para estas ciudades corresponde a campañas de monitoreo realizadas entre 1997 y 2000 con tubos pasivos para SO₂, NO₂ y O₃ y material particulado con equipos impactadores Harvard (Proyecto COSUDE, "Estudio de la Calidad del Aire en Regiones Urbano-Industriales de Chile"). En este informe se analizan de preferencia los resultados obtenidos en la última campaña de mediciones realizada el año 2000.

1.3.3.1 Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

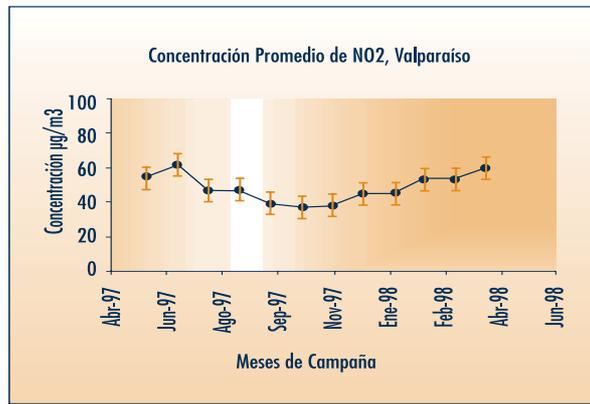
Los promedios mensuales de NO₂, obtenidos de mediciones en varios lugares de Viña del Mar y Valparaíso, muestran valores más elevados en lugares caracterizados por un intenso tráfico automotor. No se registran excedencias de la norma anual definida para este contaminante, obteniendo usualmente promedios anuales cercanos al 50% de la norma. El comportamiento estacional muestra un máximo en el período invernal atribuible a condiciones de dispersión reducidas en esa época del año (ver figuras 1.10 y 1.11).

Figura 1.10 Concentración de NO₂ en Viña del Mar



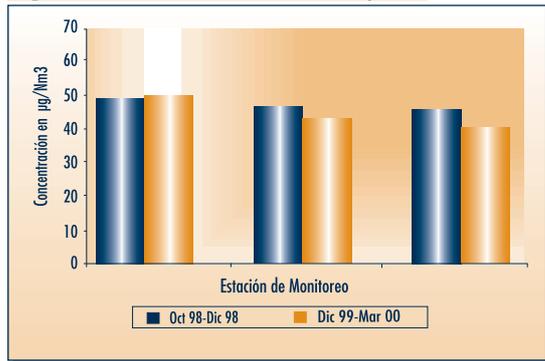
Promedios mensuales Abr-1997 a Jun-1998

Figura 1.11 Concentración de NO₂ en Valparaíso



Promedios mensuales Abr-1997 a Jun-1998

Figura 1.12 Concentración O₃ en Valparaíso



Promedios mensuales / Oct98-Dic98 y Dic99-Mar00

1.3.3.2 Dióxido de Azufre (SO₂)

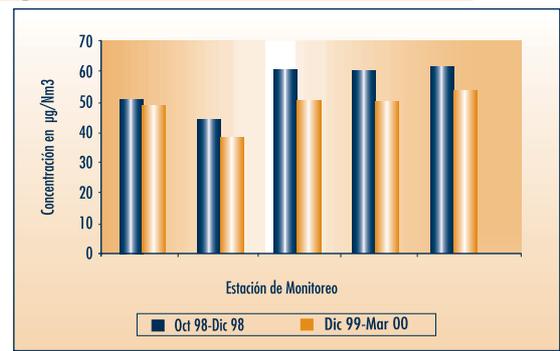
Las mediciones realizadas muestran que los niveles de SO₂ se encuentran por debajo de la norma anual. Sin perjuicio de ello, no es posible asegurar que no existan superaciones de la norma de máximos diarios vigentes o elevadas concentraciones horarias.

Por otro lado, se observa una correlación positiva entre las emisiones de SO₂ en la Fundición Ventana y las concentraciones observadas en Valparaíso y Viña del Mar.

1.3.3.3 Ozono (O₃)

En Valparaíso, este contaminante se mantuvo dentro de los límites de la recomendación de la OMS de 60 µg/m³ para promedio semestral. En Viña del Mar, los valores registrados durante el año 2000 están bajo la recomendación de OMS, mientras que la campaña del año anterior presentó valores levemente superiores a 60 µg/m³ en 3 de 5 lugares de medición (ver figuras 1.12 y 1.13).

Figura 1.13 Concentración de O₃ en Viña del Mar



Promedios mensuales / Oct98-Dic98 y Dic99-Mar00

A nivel promedio, las concentraciones más altas se dan en los lugares ubicados en la parte alta de las ciudades y en el borde costero.

Debido al método de medición, no hay antecedentes para verificar el cumplimiento de la norma diaria.

1.3.3.4 Material Particulado (MP10)

Las mediciones fueron realizadas en cinco lugares (dos en Valparaíso, tres en Viña del Mar) con equipos de tipo impactador, los cuales, aunque no son considerados equipos de referencia, se utilizan en estudios preliminares de determinación de niveles de concentración de material particulado. Las mediciones corresponden a promedios de 24 h, cada 3 ó 4 días.

Los valores no muestran una estacionalidad muy marcada, con valores menores durante el período estival. Las concentraciones más altas corresponden a lugares ubicados muy próximos a vías de alto tráfico vehicular, Sector Brasil en Valparaíso y Ecuador en Viña del Mar, donde se superan los valores máximos permitidos para promedios diarios.

CUADRO 1.12 RESUMEN DE VALORES DE MP10 (µg/m³) MEDIDO EN ESTACIONES BRASIL Y ECUADOR

	Brasil (Valparaíso)			Ecuador (Viña del Mar)		
	Promedio anual	Max día / (excedencias)	Percentil 98	Promedio anual	Max día / (excedencias)	Percentil 98
1998	87	189 (3)	154	67	183	134
1999	90	220 (3)	169	60	121	107
2000	85	172 (2)	152	63	151 (1)	121

(Entre paréntesis se indica el número de días que excede el valor 150 µg/m³ definido como límite para promedios de 24 horas.)

1.3.3.5 Compuestos aromáticos (BTEX)

Se obtuvieron promedios mensuales en cuatro lugares, entre diciembre de 1999 y febrero de 2000. No existe norma de calidad de aire para estos compuestos en Chile, pero se puede comparar benceño con el nivel de referencia de la Unión Europea,

de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Los valores medidos están en el rango de 10% a 25% de esa norma.

La estación El Salto, en Viña del Mar, muestra los valores más altos, que son atribuidos a posibles efectos de industrias químicas ubicadas en el sector. La figura muestra los resultados obtenidos en ese lugar en dos campañas.

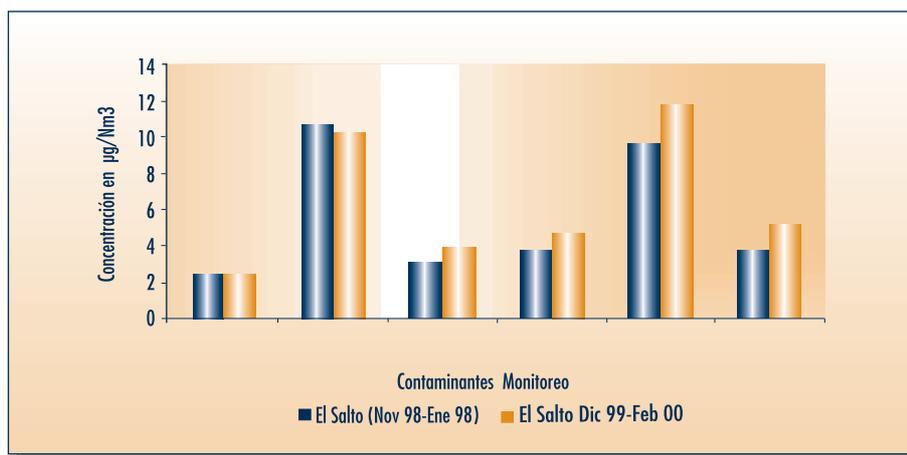


Figura 1.14 Viña del Mar, concentraciones de BTEX en estación El Salto (nov98-ene99 y dic99-feb00).

1.3.4 Conclusiones para la V Región

Los antecedentes recogidos por zonas y contaminantes en la V Región pueden resumirse en:

- Existe un problema generalizado de material particulado MP_{10} para promedios anuales. Ello puede estar relacionado a la formación de aerosoles secundarios por la presencia de grandes fuentes de SO_x y NO_x . Se recomienda estudiar la composición de MP_{10} en distintos lugares de la costa y hacia el interior del valle del Aconcagua para verificar la presencia de aerosoles secundarios como indicadores de la extensión del impacto de las grandes fuentes emisoras de la Región.
- La estación La Greda constituye un caso excepcional de excedencia de norma diaria de MP_{10} . Se presume la existencia de efectos locales que requieren control a esa escala. Ello implica identificar las posibles fuentes locales de material particulado y realizar su caracterización para determinar su origen.
- Los problemas más agudos por SO_2 están relacionados a fuentes cercanas. Sin embargo, las

observaciones y los análisis de trayectorias muestran que los efectos de las emisiones de fuentes importantes, pueden alcanzar grandes distancias, con la posibilidad de generar superposición entre fuentes muy alejadas en la costa y hacia el interior del Valle del Aconcagua. Dentro de las fuentes importantes se considera el Complejo Industrial Ventanas, RPC, Chagres y el núcleo urbano de Valparaíso que incluye la actividad portuaria, de la que no se dispone de antecedentes de emisiones.

- Se presume la existencia de lugares con niveles altos de SO_2 en áreas actualmente no cubiertas por monitoreo. Se recomienda verificar la existencia de niveles importantes de SO_2 en lugares que requieren de protección como centros poblados, recursos agrícolas y reservas naturales.
- Se estima que los problemas observados de ozono son de escala regional, en consideración a la distribución de fuentes de precursores (núcleos urbanos, termoeléctricas y emisores de compuestos orgánicos volátiles), los altos valores observados donde hay monitoreo de O_3

y los patrones de transporte de masas de aire. La gestión de este problema debe apuntar a un manejo a ese nivel. Se recomienda ampliar la cobertura de los inventarios de emisión que incluyen a las fuentes de precursores, NO_x y COV principalmente, y también iniciar campañas que apunten a determinar los niveles donde se advierte la posibilidad de impactos altos y que requieren ser vigilados, como población, recursos agrícolas y reservas naturales.

- Las redes de monitoreo de calidad de aire están concentradas en torno a las fuentes emisoras más importantes. No existe una distribución espacial adecuada para evaluar los problemas de escala regional.

Los antecedentes recogidos indican que se requiere ampliar las zonas de control para atacar los problemas actuales y realizar un manejo más sustentable del recurso aire en función de las perspectivas de desarrollo de la Región.

1.4 REGIÓN METROPOLITANA

La ciudad de Santiago presenta un grave problema de contaminación atmosférica, por material particulado respirable en la época de otoño-invierno, y por contaminación fotoquímica (ozono) en los meses de primavera y verano.

En 1964 se establecieron las primeras estaciones de monitoreo de calidad de aire, según el diseño recomendado por OPS, para determinar índices de ennegrecimiento por material particulado y de acidez por gases. En 1977 se instaló una red de vigilancia de calidad de aire semiautomática, que incluyó mediciones de partículas totales en suspensión mediante muestreadores de alto volumen, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, por métodos químicos húmedos.

En 1988 se instaló una red de monitoreo automático de calidad de aire y meteorología, con mediciones de MP10, CO, SO₂, NO_x y O₃ en cinco estaciones y un sistema central de adquisición de datos. En 1997 la red se amplió a ocho estaciones en línea. Se han realizado mediciones en otros lugares con dos estaciones transportables.

En 1990 se estableció un Plan Maestro de Descontaminación para la Región Metropolitana, que logró avances específicos en la descontaminación del aire en el período 1990-1996. Entre ellos, los siguientes:

En 1996, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Bases del Medio Ambiente, se declaró a la Región Metropolitana zona saturada para MP10, PTS, CO y Ozono, y zona latente para SO₂. En 1998 se aprueba el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA), elaborado en 1997. En el año 2001, se revisa y actualiza el PPDA de la RM.

CUADRO 1.13 INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE LA REGIÓN METROPOLITANA, AÑO 2000

Sub-grupo	MP [ton/año]	CO [ton/año]	Nox [ton/año]	COV [ton/año]	SO _x [ton/año]	NH ₃ [ton/año]
Sub-total puntuales	1043	6505	8174	4128	6600	201
Sub-total areales	862	5210	1703	51233	255	28215
Sub-total fuentes fugitivas	40334					
Sub-total fuentes móviles	2466	175726	47044	24728	3134	933
Total inventario	44705	187441	56920	80089	9989	29348

Fuente: CENMA

1.4.1 Inventario de emisiones

En la Región Metropolitana se ha trabajado en el desarrollo del inventario de emisiones durante varios años, por lo cual presenta un grado de avance muy superior a los inventarios iniciados en otras regiones. La metodología usada para construir los inventarios está documentada en varios informes de CENMA (2001).

El problema más importante de contaminación atmosférica de Santiago corresponde a MPIO. El inventario incluye una proporción importante de emisiones de fuentes fugitivas donde el mayor peso corresponde al polvo levantado por la circulación de vehículos en calles pavimentadas y de tierra. Esas emisiones tienen un grado de incertidumbre significativo, por la información de base que se requiere para estimarlas. Una fracción importante de ese material tiene tamaños cercanos a 10 micrones, con velocidades de sedimentación significativas. Ese efecto explica en parte que la proporción de polvo de suelo en el material particulado

atmosférico MPIO, sea mucho menor que la proporción correspondiente al inventario.

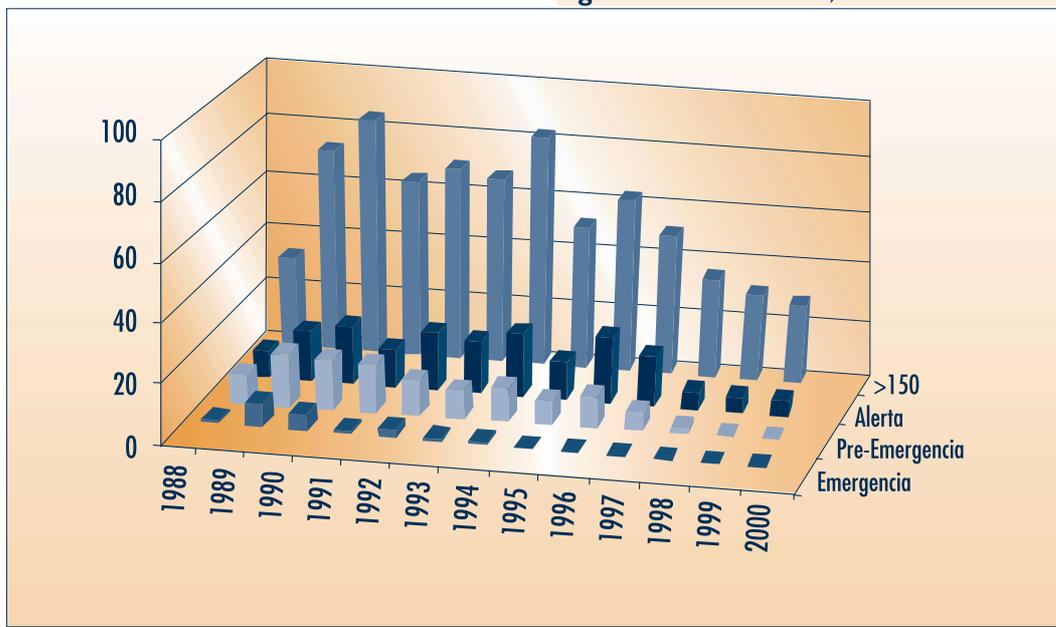
La comparación del inventario para el año 2000, con los inventarios construidos en años anteriores, no es directa y debe hacerse con cuidado, debido a las mejoras introducidas en la metodología de estimación de emisiones y la ampliación de la cobertura, incorporando fuentes que antes no estaban incluidas.

1.4.2 Calidad de aire

El problema más importante de contaminación atmosférica de Santiago es por material particulado respirable MPIO. Las concentraciones promedio de 24 horas exceden frecuentemente el valor límite definido por la norma para MPIO.

La figura 1.15 muestra la excedencia de valores de la norma y de los niveles que definen alerta, pre-emergencia y emergencia, en las estaciones que funcionan desde 1988 (Red MACAMI).

Figura 1.15 DÍAS CON ALERTAS, PRE-EMERGENCIAS Y EMERGENCIAS



Fuente: Elaboración propia a partir de datos SESMA

Los niveles de contaminación por material particulado respirable han disminuido en forma importante, especialmente a partir del año 1993, cuando empiezan a aplicarse medidas de reducción de emi-

siones, cambios de combustibles, incorporación de tecnologías menos contaminantes, mejoramiento del tránsito urbano y otras medidas enfocadas a reducir los niveles de calidad del aire en la ciudad.

1.4.2.1 Material particulado

La red de monitoreo actual incluye varias estaciones adicionales, instaladas en 1997. En algunos de esos lugares se registran niveles de contaminación más altos que los observados en estaciones de la red histórica. La estación de Pudahuel es usual-

mente la que muestra valores más altos en días de episodios de MPIO, por lo cual define la condición relevante para adoptar medidas de control de emisiones y restricciones de algunas actividades. La figura 1.16 muestra la ocurrencia de días que superan los niveles de condiciones de episodio, incluyendo las estaciones nuevas.

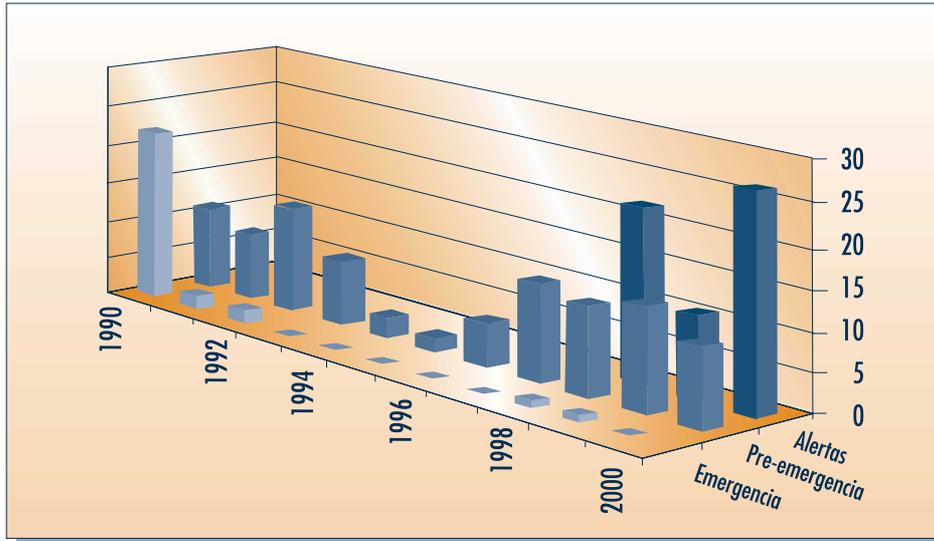


Figura 1.16 Número de episodios anuales por MPIO en Santiago.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SESMA

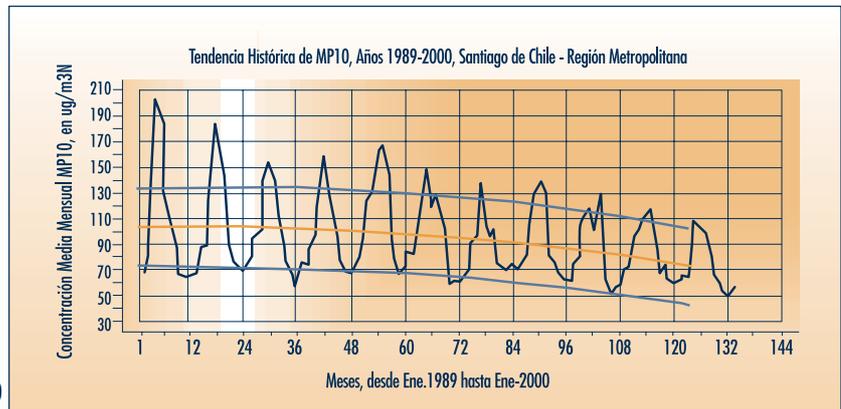
El aumento notable de ocurrencia de preemergencias a partir del año 1997, se produce por la incorporación de las estaciones nuevas, especialmente Pudahuel. La condición de alerta aparece solamente desde 1998.

Las concentraciones de material particulado respirable muestran un ciclo estacional marcado, con valores más altos en otoño-invierno y menores en los meses de primavera y verano. Las figuras 1,17 y

1.18 muestran los promedios mensuales de MPIO y MP2.5 para un período de 11 años, donde se aprecian los valores más altos que ocurren en cada invierno y la tendencia de disminución a lo largo del período. Las diferencias de concentraciones entre invierno y verano se deben a la mayor ventilación y dispersión durante los meses más cálidos, que presentan velocidades de viento altas de mezcla mayores que en la estación fría del año.

Figura 1.17: Tendencia histórica de MPIO, años 1989-200

Fuente: SESMA 2000



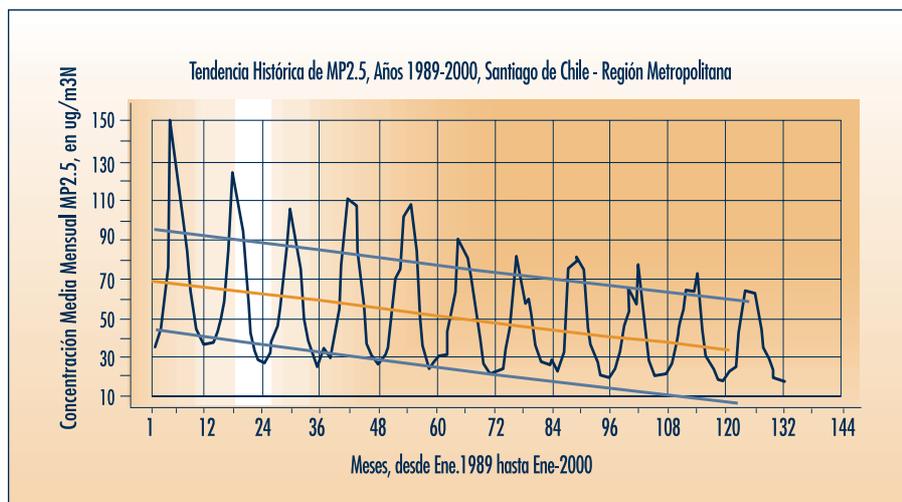


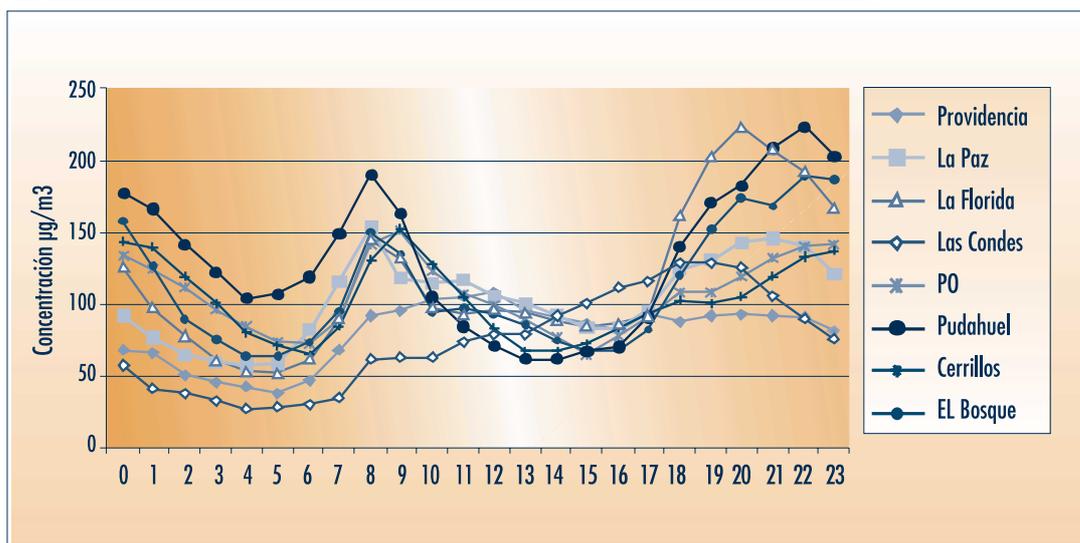
Figura 1.18: Tendencia histórica de MP 2,5 AÑOS 1989 - 2000

Fuente: CESMA, 1999

Las concentraciones de MPI0 presentan variaciones diarias importantes, dadas por los ciclos diarios de emisiones y por las variaciones diarias de las condiciones meteorológicas de viento y tur-

bulencia atmosférica. Las figura 1.19 muestran los ciclos diarios promedio para un mes de invierno, en las estaciones de monitoreo de la red de Santiago.

Figura 1.19: Promedios horarios mensuales de MPI0 TEOM-Estaciones Red MACAM, Julio-1999



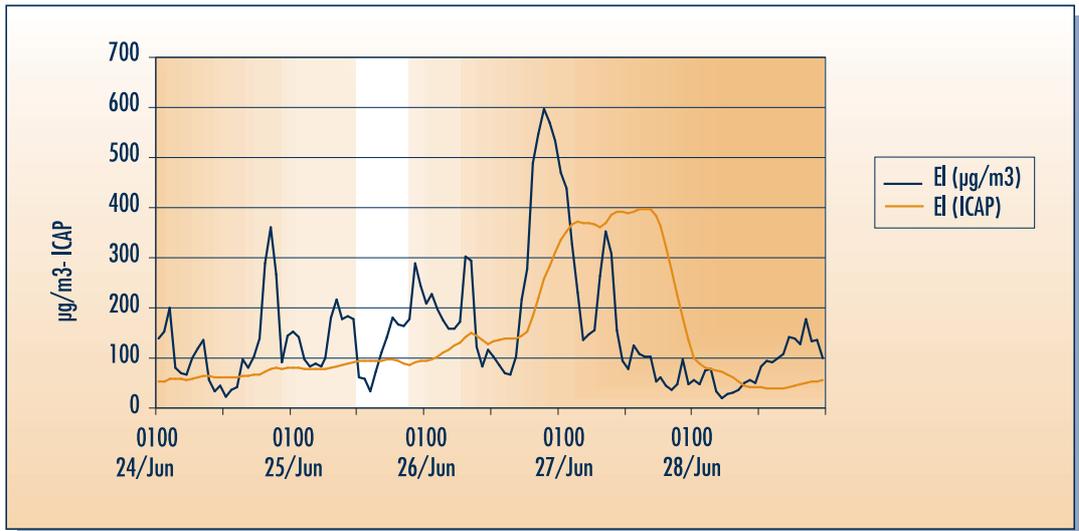
Se observa un máximo en la mañana, entre 7.00 y 10.00 horas, asociado a los viajes de la mañana, y un máximo nocturno, con niveles más altos y de mayor duración, que se extiende desde las 18.00 horas hasta la 1.00 o 2.00 horas en la madrugada. Los valores elevados del máximo nocturno están asociados a un aumento de la estabilidad de capas bajas de la atmósfera, viento reducido y aumento de emisiones asociadas a los viajes de regreso al

final del día. Durante el día, los niveles descienden por el aumento de la velocidad del viento y la mezcla turbulenta asociada al calentamiento del suelo.

En días de alta contaminación, los niveles de MPI0 suelen aumentar en el período nocturno. La figura 1.20 muestra un ejemplo de episodio de contaminación por MPI0 en Pudahuel.

Figura: I.20

Cocentraciones Horarias de MP10 E ICAP en Pudahuel



1.4.2.2 Ozono

Muestra la concentración promedio horaria en Pudahuel, que aumenta en la noche del 26 al 28 de junio de 2001, alcanzando un valor máximo cercano a 600 µg/m³. El promedio móvil de 24 h de las concentraciones, transformado en Índice de Calidad de Aire por Partículas (ICAP), está representado por la curva más suave, y muestra valores máximos cercanos a ICAP 400 durante el día 27, después que ha ocurrido el máximo en la noche anterior.

La norma de calidad de aire para ozono actualmente vigente define un valor máximo para 1 hora de 80 ppb. Ese valor es superado en una gran proporción de los días del año, especialmente en las estaciones monitoras ubicadas hacia el oriente de la ciudad, principalmente Las Condes y también La Florida. El cuadro 1.14 indica el número de días por año con superación de la norma diaria en cada una de las estaciones. No se observa una tendencia definida a disminuir o aumentar el número de días sobre la norma de ozono, en el período 1997-2000.

CUADRO 1.14 NÚMERO DE DÍAS POR AÑO CON EXCEDENCIA DE LA NORMA DE 1 h DE OZONO (80 ppb)

Año	Providencia	La Paz	La Florida	Las Condes	Parque O'Higgins	Pudahuel	Cerrillos	El Bosque
1997	8	38	44	109	35	7	26	20
1998	17	42	73	164	53	14	33	32
1999	3	22	61	144	32	6	17	14
2000	10	31	79	151	53	9	22	21

Fuente: CESMA, 2000.

1.4.2.3 CO

El monóxido de carbono es un contaminante emitido principalmente por vehículos. Tiene norma para valores de 1 h (35 ppm) y para valores promedio de 8 h (9 ppm). La norma de 1 h no se excede en las estaciones de monitoreo.

La norma de 8 h se excede en algunas estaciones, principalmente Parque O'Higgins y Pudahuel. El cuadro 1.15 muestra los días con excedencia de la norma de 8 h para CO en las estaciones de monitoreo de Santiago.

CUADRO: 1.15 NÚMERO DE DÍAS POR AÑO CON EXCEDENCIA DE LA NORMA DE 8 h DE CO (9 ppm)

Año	Providencia	La Paz	La Florida	Las Condes	Parque O'Higgins	Pudahuel	Cerrillos	El Bosque
1997	10	4	0	0	33	18	9	8
1998	2	2	0	0	19	9	2	0
1999	0	0	0	0	14	11	2	2
2000	0	0	0	0	9	12	0	0

Fuente: Compilado de datos de SESMA.

Se observa una tendencia a la disminución del número de días por año con excedencia de la norma de 8 h para CO. Esto concuerda con la aplicación de medidas de reducción de emisiones en diferentes fuentes de combustión, especialmente con la introducción de vehículos con convertidor catalítico.

1.4.2.4 SO₂

Los valores de SO₂ medidos en Santiago están por debajo de las normas de calidad de aire para ese contaminante.

rica de la Región Metropolitana (PPDA), elaborado en 1997. En 2001, se revisa y actualiza el PPDA de la RM.

El documento original del PPDA consideró 139 medidas, desagregadas según se indica a continuación:

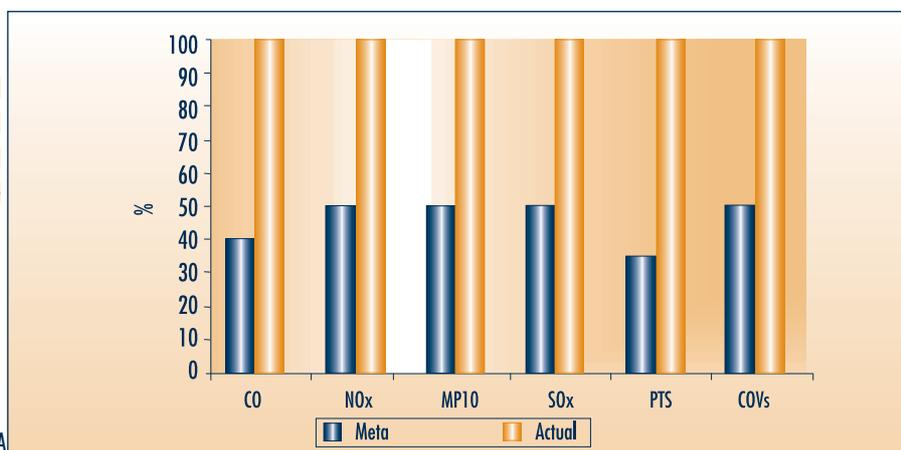
- 104 medidas de reducción directa y permanente de emisiones, orientadas al control de las actividades o fuentes que originan la contaminación, esto es: transporte, industria, comercio, construcción, agricultura y polvo resuspendido.
- 26 medidas de gestión de episodios críticos de contaminación, esto es, aquellas que se implementan en situaciones de alerta, preemergencia o emergencia.
- 9 medidas de reducción indirecta de emisiones, a saber, instrumentos de sensibilización, participación y educación.

La Figura 1.21 muestra las metas globales expresadas como porcentajes de reducción de emisiones por contaminante con respecto a la situación del año 1995.

1.4.3 Plan de Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana

Para reforzar las políticas que estaban enfrentando la grave situación de contaminación del aire de la Región Metropolitana, en 1998 se aprueba el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica

Figura: 1.21
Metas de emisión como % de las emisiones actuales



Fuente: PPDA, CONAMA

Para la estimación de las metas globales de contaminantes primarios (CO y PTS) se ha usado un modelo estadístico sencillo de regresión lineal basado en la suposición de que un porcentaje de reducción en las concentraciones de contaminantes requiere de similar porcentaje de reducción de las emisiones. Este es el caso del monóxido de carbono (CO) y partículas en suspensión (PTS), para los cuales las metas de emisión equivalen al 40% y 35% de las emisiones actuales de la región, respectivamente.

El material particulado respirable MPI0 está constituido por contaminantes de origen natural y de origen antropogénico. Estos últimos corresponden a contaminantes primarios (hollín, polvo natural, metales, entre otros) y a secundarios, los que transportan compuestos orgánicos-COV, metales pesados y compuestos nitrogenados y sulfatos, cuyo origen son las fuentes primarias de NOx y SOx.

Para la reducción del material particulado, es imprescindible controlar también las emisiones de los precursores. Se ha establecido una misma meta de reducción tanto para material particulado respirable, como para los precursores del material particulado secundario (NOx y SOx), de 50% de reducción con respecto a la situación base.

El ozono es un contaminante secundario. Por esta razón las metas de reducción de emisiones deben establecerse para los precursores, NOx y COV. Se ha establecido una meta de reducción de 50% tanto para NOx como para COV. Una estimación más precisa de esta meta de reducción y de su efecto en las concentraciones de ozono requiere de estudios e información adicional, y forma parte del programa de verificación y actualización del PPDA.

El PPDA establece un plazo de 14 años para alcanzar el pleno cumplimiento en la Región Metropolitana de las normas de calidad de aire que dieron lugar a la declaración de Zona Saturada y Latente. Este plazo se ha estimado en función de las reducciones de emisiones asociadas a las medidas que establece el PPDA y de la experiencia de otros países que han emprendido planes en este sentido.

Se han establecido metas parciales de reducción de emisiones, a ser alcanzadas los años 2000 y 2005. Las metas parciales equivalen a un 7,5% y un 25% de reducción de emisiones sobre el escenario actual, respectivamente, extensiva a todos los contaminantes gaseosos materia del PPDA.

Estimaciones realizadas para determinar la meta global de MPI0 indican que es necesaria una reducción del orden de un 25% de las emisiones de este contaminante para que las concentraciones no excedan el nivel de ICAP 300, es decir, para evitar las pre-emergencias. Con este fin, y para además cumplir con el objetivo de reducir la fracción más agresiva de este contaminante en el mediano plazo, se ha definido que al año 2005 las emisiones de polvo natural deberán reducirse en un 25%, y las emisiones de MPI0 provenientes de fuentes de combustión y similares, por ser más agresivas para la salud, deberán reducirse en un 50%.

El plan fue concebido a 14 años plazo, con evaluaciones en los años 2000 y 2005. Así, el año 2000 se elaboraron nuevas medidas que se agregaron al documento original y que entraron en vigencia en abril del 2001 mediante el decreto supremo respectivo.

La evaluación realizada el año 2000 muestra que el avance en la reducción de emisiones es desigual entre diferentes sectores. El sector industrial logró una reducción de las emisiones de material particulado de 66% y en óxidos de nitrógeno (NOx) de 33%. El sector transporte, en cambio, muestra un aumento de 17% en las emisiones de material particulado y un 15% en óxidos de nitrógeno.

La mayor innovación del Plan viene dada por la determinación de una meta global de reducción de las emisiones del sector transporte del 75% para material particulado (MPI0) y de un 40% para el caso de los óxidos de nitrógeno (NOx) que es un precursor de MPI0, la que deberá cumplirse el año 2005.

El sector de transporte público tiene un 21% de participación en la contaminación por MPI0, como se muestra en cuadro 1.16.

CUADRO 1.16 RESPONSABILIDAD ANTROPOGÉNICA EN EL MP 10

Fuente	Participación
Buses	21%
Camiones	13%
Veh. Livianos	14%
Total Móviles	48%
Fijas Combustión	12%
Fijas Procesos	14%
Residenciales	7%
Total Fijas	33%
Quemas, crianza de animales, aguas servidas	19%
Total Aerales	19%

La reformulación del Plan de Descontaminación está basada en la coordinación con las políticas de transporte y desarrollo urbano, expresadas en el Plan de Transporte Urbano para Santiago (PTUS) y en los Planes Reguladores.

El Plan de Transporte Urbano incluye la construcción de 40 Km. de Metro, un conjunto de me-

didias de aplicación inmediata (incorporación de nuevas vías exclusivas para buses, vías segregadas para buses, vías reversibles, medidas de restricción a camiones y taxis y otras de gestión de medios de transporte), la renovación completa del sistema concesionado de buses a partir del año 2003.

Entre las principales medidas que se aplicarán al transporte público se contempla la incorporación de buses de tecnología más limpia (gas natural o licuado, vehículos híbridos, eléctricos u otros) y dispositivos de control de emisiones para buses diesel (del tipo pre y post combustión u otros) a partir del 2004.

El cuadro 1.17 muestra las medidas de alto impacto tecnológico incluidas en el Plan revisado el año 2001.

El Plan también contiene líneas estratégicas permanentes, de un impacto a largo plazo, que incluyen los siguientes programas:

- Programa para el control de la contaminación intramuros.

CUADRO: 1.17 MEDIDAS DE ALTO IMPACTO AL 2001

Tipo de medida	Medidas específicas
Renovación de buses	<ul style="list-style-type: none"> • Retiro de 2.700 buses pre-EPA • Incorporación de 1.000 buses de baja emisión • Incorporación de sistemas de post tratamiento a partir del año 2004
Renovación de camiones	<ul style="list-style-type: none"> • Norma EURO III y EPA98 • Incorporación de sistemas de post tratamiento
Nuevas normas de ingreso vehículos livianos	<ul style="list-style-type: none"> • Norma Tier I y EURO III
Control del polvo	<ul style="list-style-type: none"> • Aspirado de calles • Pavimentado de calles
Mejora de los combustibles	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del diesel de 300 a 50 ppm • Mejora calidad de la gasolina, año 2003 • Mejora calidad de la gasolina, año 2005 • Restricción progresiva quema de leña
Nuevas normas para la industria	<ul style="list-style-type: none"> • Norma de emisión CO en la industria • Norma de emisión de SOx en la industria • Programa de reducción de SOx en mayores emisores procesos industriales
Sistema Integrado de Compensaciones y Permisos de Emisión Transables	<ul style="list-style-type: none"> • Cupos de emisión NOx en la industria • Cupos de emisión MP10 en procesos industriales • Compensación de emisiones 150% para toda nueva actividad (industria y transporte)

- Programa para el control del levantamiento de polvo y generación de áreas verdes.
- Programa para el control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH3).
- Programa de Vigilancia y Fiscalización.
- Programa de fortalecimiento de la gestión ambiental municipal
- Programa de Involucramiento de la población, participación ciudadana y educación ambiental.

Las Metas y Plazos del Plan revisado el año 2001 son las siguientes:

- Fin de las Pre-emergencias ambientales al año 2005.
- Disminución del promedio anual de contaminación por partículas de 77 µg/m³ a 60 µg/m³ al año 2005.
- Mediante la aplicación del sistema de permisos

de emisiones transables, se cumplirán todas las normas de calidad del aire al año 2010.

El Plan debe ser aprobado por el Comité de Ministros de CONAMA y entrará en vigencia una vez publicado en el Diario Oficial.

1.5 VI REGIÓN

1.5.1 Inventarios de emisiones

Se presentan en forma separada los inventarios correspondientes a la totalidad de la VI Región (ver cuadro 1.18) y a la ciudad de Rancagua (ver cuadro 1.19). Esta diferencia se debe a las coberturas geográficas de la información usada para estimar emisiones, según el tipo de fuentes.

CUADRO: 1.18 INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE LA VI REGIÓN
(Año 1999)

Sub-grupo	MP [ton/año]	CO [ton/año]	NO _x [ton/año]	COV [ton/año]	SO _x [ton/año]	NH ₃ [ton/año]
Sub-total puntuales	2654	533	751	11	482861	96
Sub-total areales	3967	24579	409	9262	81	11809
Sub-total fuentes fugitivas (1)	8772					
Sub-total fuentes móviles (2)	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total inventario	15392	25112	1160	9273	482942	11905

(1): Las emisiones de polvo resuspendido de calles pavimentadas sólo presentan una cobertura para la ciudad de Rancagua, por tanto se excluyeron del Inventario Regional.

(2): Las emisiones de fuentes móviles solo presentan una cobertura para Rancagua, por tanto estas emisiones se excluyeron del Inventario Regional.

Fuente: CENMA.

CUADRO: 1.19 INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE RANCAGUA
(Año 1999)

Sub-grupo	MP [ton/año]	CO [ton/año]	NO _x [ton/año]	COV [ton/año]	So _x [ton/año]	NH ₃ [ton/año]
Sub-total puntuales	35	52	82	1	706	12
Sub-total areales (1)	18	67	125	10937	80	122
Sub-total fuentes fugitivas (2)	4956					
Sub-total fuentes móviles	44	7948	1013	965	51	16
Total inventario	5054	8068	1220	11903	837	150

(1): Para las emisiones provenientes de crianza de animales y aplicación de pesticidas solo existen valores globales para la Región, por tanto estas no están consideradas para Rancagua.

(2): Para las emisiones provenientes de actividades de construcción y preparación de terrenos agrícolas solo existen valores globales para la Región, por tanto estas no están consideradas para Rancagua.

Fuente: CENMA.

1.5.2 Calidad de aire en Rancagua

El proyecto COSUDE ha generado información de calidad de aire para esta ciudad y su entorno, en dos períodos, 1997-98 y 1999-2000. El cuadro 1.20 indica el método de medición. El cuadro 1.21 indica los períodos con información disponible y el número de lugares de medición.

CUADRO 1.20 MÉTODOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS EN EL PROYECTO COSUDE

Contaminante	Frecuencia de muestreo	Método de medición
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Mensual	Tubos pasivos
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Mensual	Tubos pasivos
Ozono (O ₃)	Semanal	Tubos Pasivos
Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos (BTEX).	Mensual	Tubos Pasivos
MP10, MP2.5	24 h -c/4 días	Impactador de Harvard de bajo volumen

CUADRO 1.21 MEDICIONES REALIZADAS EN RANCAGUA

Contaminante	Períodos de medición	No. de lugares de medición
SO ₂	Jun97-may98	15
	Ago98-dic98	20
	Ene2000-oct2000	8
NO ₂	Jun97-may98	15
	Ago98-dic98	15
	Nov97-may98	8
O ₃	Oct 98-nov98	6
	Dic99-mar2000	6
	Dic99-feb2000	2
MP	Nov97-dic98	5 MP10, 1 MP2.5
	Ene2000-sep2000	5 MP10, 1 MP2.5

1.5.2.1 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

Los valores promedio anuales medidos en el período 1997-1998 están en el rango de 18 a 57 µg/m³ y no exceden la norma anual para este contaminante. (100 µg/m³). Los valores más altos se

encuentran en calles con alto tránsito vehicular, mientras que los valores más bajos se observan en sectores rurales de la periferia de la ciudad.

1.5.2.2 Dióxido de Azufre (SO₂)

Los promedios anuales para SO₂ no excedieron la normativa chilena vigente en los puntos de medición ubicados en la ciudad.

Tres puntos localizados en el sector rural, al oriente de la ciudad, mostraron valores promedio anuales altos de SO₂, indicando la influencia de las emisiones de SO₂ de la Fundición Caletones. Por la misma razón, los puntos de medición del sector poniente de la ciudad mostraron promedios inferiores a los del sector oriente.

Los promedios mensuales muestran un ciclo estacional, con valores más altos durante el período otoño-invierno y más bajos en verano, de acuerdo con el aumento de las condiciones de dispersión de la atmósfera durante los meses cálidos.

A partir de junio de 98, las concentraciones medidas en los puntos más cercanos a la fundición han disminuido en el tiempo, siguiendo la reducción de emisiones asociada al plan de descontaminación de la fundición. La figura 1.22 muestra la relación entre las mediciones de concentraciones de SO₂ y la reducción de emisiones en la Fundición Caletones.

1.5.2.3 Ozono (O₃)

Los promedios de O₃ medidos en 8 estaciones durante el período de diciembre 97 a mayo 98, están en el rango de 34 a 50 µg/m³, bajo el valor propuesto por OMS de 60 µg/m³ para promedios semestrales.

Durante el período de diciembre 1999 a marzo 2000, los promedios en 6 lugares de medición están en el rango de 52 a 64 µg/m³, superando en 4 lugares el valor semestral propuesto por OMS.

Las mayores concentraciones se registran en las localizaciones más alejadas del centro urbano, y las menores en las estaciones ubicadas dentro del radio urbano. Este comportamiento es típico

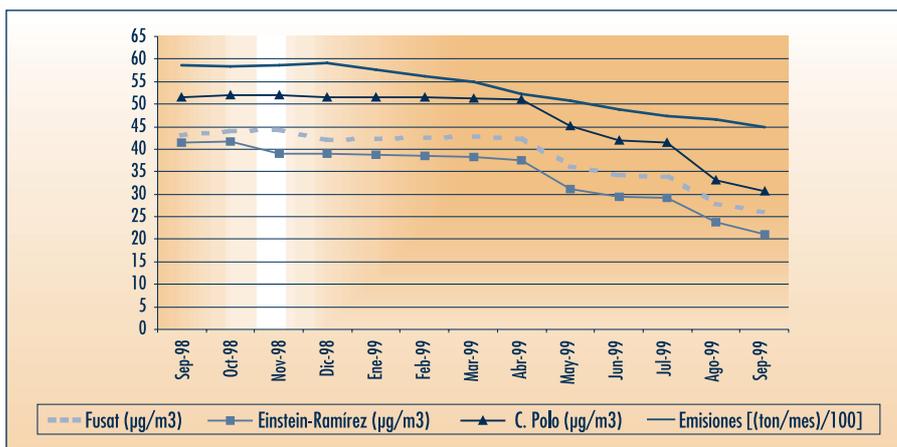


Figura: 1.22 Promedios móviles de 12 meses de concentraciones de SO₂ (µg/m³) en 3 puntos de Rancagua y de emisiones de la Fundición Caletones (ton/mes)/1000

para el ozono, con máximos fuera de las ciudades, en la dirección hacia donde se desplaza el aire con el viento predominante del período diurno.

Para el área de Rancagua, los principales precursores de ozono, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, provienen probablemente de las emisiones de vehículos en la ciudad.

1.5.2.4 Mediciones de BTEX

Se realizó una campaña de mediciones de BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, p-xileno, m-xileno, o-xileno), en 2 puntos, uno en el sector centro y otro en el sector oriente, con dos muestreos mensuales en cada lugar. Las mayores concentraciones se observaron en el área céntrica de la ciudad, probablemente asociadas a las emisiones del tráfico vehicular.

1.5.2.5 Material particulado

En el período de mediciones de noviembre 1997 a diciembre 1998, realizadas en cinco lugares, se sobrepasó el valor de la norma diaria (150 µg/m³) entre 1 y 11 veces. El lugar con mayores excedencias corresponde a un área con calles de tierra.

En las mediciones realizadas en cinco lugares, en el período de enero a septiembre 2000, el valor de la norma se sobrepasó cinco veces en un lugar y tres veces en otro. Ambos lugares son los mismos del anterior período de mediciones.

Las concentraciones promedio mensual más al-

tas se observan en el período invernal, asociadas a mayor estabilidad atmosférica y malas condiciones de dispersión de contaminantes. Los promedios anuales, estimados a partir de las campañas de mediciones, superan el valor de referencia de 50 µg/m³ adoptado en el DS 45 (2001).

Los resultados de las mediciones de MP2.5 realizadas en ambas campañas en un lugar, muestran valores que superan el límite adoptado en EE.UU. (65 µg/m³), varios días en cada campaña.

Los resultados de análisis químicos de filtros de MPI0 y MP2.5, permitieron estimar los aportes de diferentes tipos de fuentes a las composiciones ambientales, en términos de masa y elementos químicos presentes en el material particulado.

Las contribuciones estimadas en MPI0 y MP2.5 son las indicadas en el cuadro 1.22.

CUADRO: 1.22 APORTES DE MP 10 Y MP 2.5 POR FUENTES

Tipo de Fuente	Aporte a MP10 (%)	Aporte a MP2.5 (%)
Suelo	41	2
Quema de leña	23	37
Fundición	22	27
Fuentes móviles	9	30
Industria metalmecánica	5	4

Es notable el aporte del suelo sobre el material particulado respirable MPI0, probablemente por déficit de pavimentación y de áreas verdes en

la ciudad de Rancagua. El suelo tiene un aporte mínimo en la fracción fina (MP2,5).

Los resultados muestran el impacto que provoca la quema de leña sobre los niveles de material particulado (MPI0 y MP2,5) en la ciudad. La quema de biomasa es una práctica habitual en la zona, por actividades agrícolas como el control de heladas en ciertas épocas del año, el manejo y reducción de residuos, y para uso doméstico. En el centro urbano también está masificada la quema de leña tanto a nivel industrial como para consumo doméstico.

Las fundiciones, y entre ellas la más importante, la Fundición de Cobre de Caletones, también tienen una influencia sobre ambas fracciones del material particulado respirable (MPI0 y MP2,5).

Las fuentes móviles son el segundo aporte más importante para el material particulado MP2,5.

1.5.2.6 Conclusiones sobre Rancagua

El análisis de los resultados de mediciones mediante metodología pasiva para gases, indican lo siguiente:

No existe superación de norma anual para NO_2 en los puntos de monitoreo.

Para SO_2 , no existe superación de norma anual. Sin embargo, el método de medición no asegura que se cumplan las normas para períodos más cortos (24 h y 1 h). La evolución de promedios de SO_2 en las estaciones más cercanas a la Fundición Caletones, muestran una tendencia a la disminución, en correspondencia con la disminución de emisiones desde esa fuente.

Los promedios estacionales de Ozono superan el valor límite semestral sugerido por OMS en algunos puntos de medición. El método no permite evaluar el cumplimiento de las normas para valores diarios (máximo de 1 h, promedio de 8 h).

El material particulado respirable MPI0 excede la norma diaria en varios lugares. El valor de referencia anual también se excede. El análisis de composición química de MPI0 muestra una gran

contribución de polvo de suelo, de quema de leña y de fundiciones.

Las mediciones de MP2.5 muestran niveles que superan el valor diario de referencia en EE.UU. El análisis de composición química muestra una gran contribución de quema de leña, vehículos y fundiciones.

Los resultados han sido obtenidos mediante métodos no reconocidos como de referencia para mediciones de calidad de aire. Por lo tanto, es urgente iniciar mediciones con metodología reconocida oficialmente, que permitan establecer planes de descontaminación para esa zona.

1.5.3 Calidad del aire en área de influencia de Caletones

La División El Teniente de CODELCO-Chile ha mantenido en operación una red de monitoreo de calidad de aire, asociada al Plan de Descontaminación que se ejecuta a partir de 1998. La zona ha sido declarada saturada por SO_2 .

El cuadro 1.24 siguiente muestra los resultados de mediciones en lugares de monitoreo ubicados fuera del área industrial.

CUADRO: 1.24. SO_2 EN ÁREA DE INFLUENCIA DE CALETONES
($\mu\text{g}/\text{m}^3$, PROMEDIOS ANUALES)

Lugar	1997	1998	1999	2000
Coya Club	212,0	260,9	210,8	180,2
Coya Población	52,8	67,1	40,4	30,5
Machali	35,7	28,4	0,7	
Cauquenes	55,9			
Cipreses	50,2			
Perdices	37,3			

Las reducciones de emisiones desde la Fundición Caletones han permitido disminuir los promedios anuales y reducir los días de superación de la norma diaria por SO_2 . Un comportamiento similar muestran las excedencias del valor horario definido en la norma secundaria de SO_2 .

1.5.4 Otras mediciones de calidad de aire en la VI Región

Durante la ejecución del estudio de un diagnóstico de la región se realizó una campaña de mediciones con tubos pasivos, de SO₂, NO₂ y Ozono, durante el período de mayo a diciembre 2001. El objetivo principal de esas mediciones fue evaluar puntos de monitoreo para una red regional de calidad de aire. Se realizaron mediciones en tres lugares, correspondientes a los sectores de Rengo, Santa Cruz y San Fernando.

Se obtuvieron promedios mensuales para NO₂ y SO₂ y de una semana para ozono. Las mediciones de ozono se limitaron a dos meses de invierno y dos meses de primavera verano.

Para NO₂, la medición cercana a Santa Cruz muestra los valores más bajos, entre 8 y 10 µg/m³ (promedios mensuales). Las mediciones en Rengo y San Fernando muestran valores más altos en invierno, entre 20 y 25 µg/m³, que disminuyen hacia fines de primavera a valores entre 10 y 15 µg/m³.

Los resultados para ozono muestran promedios en invierno (junio, julio) en el rango de 12 a 32 µg/m³, mientras que en los meses de primavera (octubre, noviembre) se elevan al rango de 40 a 48 µg/m³. Este aumento refleja el efecto de una mayor actividad fotoquímica en esa época del año.

Para SO₂, las mediciones de invierno (junio) muestran valores mensuales en el rango de 1 a 4 µg/m³. En primavera, los valores aumentan a niveles entre 3 y 12 µg/m³. Los valores más altos se observan en Rengo, lugar más próximo a Caletones y dentro del área de influencia de sus emisiones, de acuerdo a los resultados de modelaciones de dispersión a escala regional de óxidos de azufre (Gallardo et al, 2000).

1.6 VII REGIÓN

No se han desarrollado inventarios de emisiones en la región. Se han identificado fuentes emisoras de olores molestos, las plantas de celulosa ubicadas en Constitución y Licantén y criaderos y faenadoras de animales (Ambar 2001).

El estudio de diagnóstico citado (CENMA 2001) incluyó mediciones con tubos pasivos de SO₂, NO₂ y Ozono, en el período de mayo a diciembre 2001, en un lugar cercano a Curicó.

Los valores observados son en general bajos, para NO₂ en el rango de 12 a 22 µg/m³, para Ozono de 11 a 36 µg/m³ y para SO₂ entre 1 y 5 µg/m³. Los niveles son similares a los medidos en sectores rurales de la VI Región, en el mismo estudio.

1.7 VIII REGIÓN

1.7.1 Inventarios de Emisiones

CUADRO 1.25 INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE LA VIII REGIÓN, AÑO 2000 (CENMA)

Sub-grupo	MP 10 [ton/año]	CO [ton/año]	NOx [ton/año]	COV [ton/año]	SOx [ton/año]	NH3 [ton/año]
Sub-total puntuales	10778	33709	9398	2450	26842	3963
Sub-total areales	3640	22569	362	12426	102	73813
Sub-total fuentes fugitivas (1)	16512					
Sub-total fuentes móviles (2)	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total inventario	30930	56277	9760	14875	26943	77776

(1): En relación a las emisiones de polvo resuspendido de calles pavimentadas, solo presentan una cobertura para el Gran Concepción, por tanto estas emisiones se excluyeron del Inventario Regional.

(2): La emisiones de fuentes móviles solo presentan una cobertura que cubre el Gran Concepción, por tanto estas emisiones se excluyeron del Inventario Regional.
Fuente: CENMA.

CUADRO: 1.26 INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DEL GRAN CONCEPCIÓN, AÑO 2000

Sub-grupo	MP 10 [ton/año]	CO [ton/año]	NO _x [ton/año]	COV [ton/año]	SO _x [ton/año]	NH ₃ [ton/año]
Sub-total puntuales	4432	2416	4491	1433	15898	425
Sub-total areales (1)	779	4693	128	3977	48	3552
Sub-total fuentes fugitivas (2)	9925					
Sub-total fuentes móviles	248	16218	5043	2233	293	36
Total inventario	15384	23326	9661	7644	16239	4013

(1): Para las emisiones provenientes de crianza de animales y aplicación de pesticidas solo existen valores globales para la Región, por tanto estas no están consideradas para el Gran Concepción.

(2): Para las emisiones provenientes de actividades de construcción y preparación de terrenos agrícolas solo existen valores globales para la Región, por tanto estas no están consideradas para el Gran Concepción.

Fuente: CENMA.

Las fuentes emisoras individuales más importantes del Gran Concepción corresponden, en Talcahuano, a las instalaciones de Petrox, Siderúrgica Huachipato, Cementos Bío Bío y un conjunto de industrias petroquímicas y pesqueras; en Coronel, Central Térmica Bocamina y un conjunto de empresas pesqueras; en Laraquete, la Planta de Celulosa Arauco; y hacia el interior del curso del Río Bío Bío, las plantas de Celulosa del Pacífico y la industria papelera Inforsa en La Laja.

En relación al tipo de emisiones, los compuestos azufrados se asocian a las petroquímicas, calderas de industrias pesqueras, celulosa y centrales de generación térmica. Por otra parte, al material particulado ambiental contribuyen múltiples fuentes individuales y de los núcleos urbanos y suburbanos. Al igual que en la V Región, la actividad portuaria puede constituir una fuente importante de óxidos de azufre y material particulado fino en la bahía de San Vicente y la bahía de Concepción; sin embargo, no existen antecedentes de estimaciones de esta actividad.

1.7.2 Calidad de aire

La mayor parte de los antecedentes disponibles de calidad de aire para la VIII Región se encuentran circunscritos al área de Talcahuano.

La información incluye las siguientes mediciones:

- Monitoreo continuo de MPI0 desde 1997 en

tres estaciones de la red de la refinería de petróleo Petrox.

- Dos lugares adicionales con muestreos diarios de 24 horas de MPI0 y MP2.5, desde 2000, en el marco del Programa de Recuperación Ambiental de Talcahuano (PRAT).
- Monitoreo continuo de SO₂ en una estación de Petrox y dos estaciones de CONAMA, desde 1998.
- Diversas campañas de mediciones de SO₂, NO₂ y BTEX (un grupo de COV) con métodos pasivos en varios períodos.

Otros sectores con mediciones son:

Coronel, donde a partir del año 2001 se realizan mediciones continuas de SO₂ (horarias) y MPI0 (cada tres días), en lugares donde se hicieron mediciones con métodos pasivos de SO₂ y NO₂ durante el año 2000.

Zona de Lirquén, mediciones con tubos pasivos de SO₂ entre octubre de 1999 y mayo del 2000.

1.7.2.1 Material Particulado (MPI0)

El valor de referencia para promedios anuales (50 µg/m³) se superó en 2 estaciones de la red Petrox durante 1999. El año 2000, con más estaciones, el valor anual se supera en 2 estaciones de CONAMA, y dos estaciones de la red Petrox alcanzan el nivel de latencia (mayor a 40 µg/m³).

CUADRO 1.27 PROMEDIOS ANUALES DE MP10 EN ESTACIONES DE TALCAHUANO

	TEOM 1 µg/m ³	TEOM 2* µg/m ³	TEOM 3* µg/m ³	Libertad# µg/m ³	Consultorio# µg/m ³
1997	5,1				
1998	5,7				
1999	5,6	51,4	34,7		
2000	4,3	42,3	35,0	78,6	55,0

* Mediciones en TEOM2 y TEOM3 comienzan en octubre de 1999.

Mediciones en Libertad y Consultorio desde Junio 2000 a abril 2001.

Fuente: CONAMA VIII Región

Durante 2000, el valor de la norma para 24 h se superó en 2 estaciones de la red Petrox y en la estación Libertad de Talcahuano. En el período marzo a julio del año 2001, se ha superado en 3 ocasiones en la misma red. (Ver cuadro 1.27).

Otros antecedentes aportados por las mediciones en Talcahuano indican la existencia de fuentes locales que impactan a la estación Libertad en forma significativa. En los meses de verano, donde hay más viento, existe buena correspondencia entre la magnitud del viento y el material particulado MP10 medido en la estación Libertad, lo que lleva a suponer efectos de levantamiento de polvo. Además, la comparación de mediciones de MP10 y MP 2.5 muestra que la relación entre fracción gruesa y fracción fina en la estación Libertad es significativamente superior a lo medido en el Consultorio, lo que refuerza un efecto probable de una fuente de levantamiento de polvo muy cercana a la estación Libertad.

De confirmarse la hipótesis anterior y dado el carácter local del impacto, el control de este problema podría realizarse mediante un manejo adecuado del levantamiento de polvo, por lo que no sería recomendable que a partir de las mediciones en la estación Libertad se defina toda la zona de Talcahuano como zona saturada por MP10.

Las mediciones de MP10 realizadas en Coronel desde enero 2001 presentan valores bajo las normas.

1.7.2.2 Dióxido de azufre (SO₂)

El cuadro 1.28 presenta los valores promedios anuales medidos en tres estaciones de Talcahuano, para el período 1998 a 2001. Los promedios anua-

les alcanzan el nivel de latencia en dos estaciones durante el año 2000 (4 Esquinas, Bomberos San Vicente).

CUADRO: 1.28 PROMEDIOS ANUALES DE SO₂ MEDIDOS EN ESTACIONES DE TALCAHUANO.

	Petrox µg/m ³	4 Esquinas µg/m ³	Bomberos/San Vicente µg/m ³
1998	—	61,2	74,5 ¹
1999	53,1	57,5	70,0
2000	55,8	75,0	71,0
2001	48,4	63,4	

¹ período agosto-diciembre

Fuente: CONAMA VIII Región

El análisis de los promedios diarios de SO₂ muestra valores altos en la estación San Vicente durante los meses de verano. El valor de la norma de 24 h (365 µg/m³) se excede un vez por año en la estación San Vicente.

Los resultados de campañas con tubos pasivos realizadas en Talcahuano entre el año 1995 y 2001, muestran promedios anuales más altos en el sector San Vicente. Los promedios anuales han tendido a disminuir a lo largo de ese período. La Figura 1.23 muestra los promedios anuales de SO₂ en Talcahuano para los años 1999 y 2000, con valores que superan el nivel de la norma anual durante 1999 y el nivel de latencia durante 2000.

De las mediciones presentadas en la figura 1.23 se pueden extraer dos conclusiones. Por una parte, los niveles más altos se encuentran circunscritos a un área reducida, lo que indica un probable impacto de fuentes muy próximas a los puntos de monitoreo. Por otra parte, la importante disminución de niveles registrados de un año al siguiente,

Figura: I.23 Promedios anuales MPIO medidos con tubos pasivos en Talcahuano (años 1999 y 2000).



Niveles de SO_2 **Año 1999** (Enero 16, 1999 – Enero 15, 2000) Unidad: mg/m^3

Niveles de SO_2 **Año 2000** (Enero 15, 2000 – Diciembre 30, 2000) Unidad: $\mu g/m^3$.

Fuente: CONAMA VIII Región.

correlaciona positivamente con la reducción de la producción de harina de pescado en la comuna de Talcahuano reportada para el sector pesquero.

El análisis de relaciones entre la ocurrencia de máximos de SO_2 y velocidades y direcciones de viento, medidas en forma continua en la estación monitorea San Vicente, en meses de verano del año 2000, muestra una buena correspondencia entre máximos de SO_2 de corta duración asociados a un rango estrecho de direcciones de viento desde el SW, lo que refuerza la posibilidad de fuentes específicas cercanas al punto de monitoreo.

Considerando lo expuesto, se recomienda estudiar la zona que rodea el sector, especialmente en dirección SW hacia la bahía de San Vicente, para identificar fuentes específicas que impactan el área de monitoreo. De verificarse el supuesto, es posible que el control de dichas fuentes sea una medida muy efectiva para disminuir los niveles de SO_2 en el área donde se exceden los promedios diarios y anuales.

Sin perjuicio de lo anterior, con excepción del

sector de San Vicente, en toda el área de Talcahuano se observa que los niveles promedio anuales tienen valores similares de un año al siguiente. Esto indica la existencia de otras fuentes que funcionan en forma permanente, cuyos efectos se superponen y distribuyen más homogéneamente en el área, que pueden atribuirse a la refinería Petrox y otras instalaciones petroquímicas.

Un antecedente adicional surge del análisis de campos de viento y trayectorias para esa región, que muestra que la zona de Talcahuano también podría estar siendo impactada por emisiones que provienen desde el sector costero al sur de Concepción, y por su parte, las emisiones desde Talcahuano podrían impactar las zonas del entorno, incluyendo Concepción y el litoral que se extiende hacia Tomé (CENMA 2001).

1.7.3 Conclusiones para la VIII Región

Los antecedentes recogidos para esta zona pueden resumirse en lo siguiente:

- Fuera del área de Talcahuano, existe muy poca información que permita constatar problemas de calidad de aire por efecto de las emisiones provenientes de la actividad de importantes núcleos urbanos y de industrias, cuyas emisiones pueden impactar en forma significativa zonas de gran extensión.
- Las mediciones de material particulado y dióxido de azufre realizadas en Talcahuano entregan antecedentes sobre algunos problemas que pueden tener una extensión regional y otros de una escala muy reducida.
- Es muy probable que los problemas más agudos detectados puedan ser resueltos con controles enfocados a determinadas fuentes, más que involucrar amplias zonas en planes de manejo de gran envergadura y costo.
- No hay mediciones disponibles de ozono. El gran desarrollo de Concepción y otros centros urbanos, junto con la presencia de la industria petroquímica, constituyen una motivación para la exploración de posibles problemas de ozono, pues ambos son fuentes de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos que son precursores de ozono.

En virtud de los antecedentes expuestos, las recomendaciones de gestión se orientan en primer término a investigar y resolver los problemas agudos por material particulado y dióxido de azufre, que aparentemente son de una escala muy reducida en el sector de San Vicente, por tanto las medidas de control deben ser acordes a esa dimensión.

Se detectan problemas por SO₂ que pueden ser de una escala mayor, para ello se recomienda explorar esos problemas ampliando las zonas de vigilancia con mediciones prospectivas en el área de Concepción, al interior del curso del río Bío Bío, Penco, Tomé, y San Pedro.

El material particulado fino y el ozono también pueden constituir problemas de gran extensión, en estos casos se recomienda realizar mediciones exploratorias en Concepción, Talcahuano y viento abajo en Penco y Tomé para validar las hipótesis de

transporte de contaminantes por largas distancias (CENMA 2001).

1.8 IX REGIÓN

1.8.1 Calidad de aire

La información sobre calidad de aire medida en la IX Región proviene principalmente del proyecto COSUDE y otros estudios encargados por CONAMA (CENMA 2000, 2001).

CUADRO 1.29 MEDICIONES DE CALIDAD DEL AIRE

Contaminante	Períodos de medición	No. de lugares de medición
SO ₂	Jun97-may98	16
	Ago98-dic98	5
	Ene2000-oct2000	
NO ₂	Jun97-may98	16
	Ago98-dic98	6
O ₃	Nov97-may98	4
	Oct 98-nov98	4
	Dic99-feb2000	4
BTEX	Dic99-feb2000	2
PM	Nov97-dic2000	3 MP10
	Nov97-dic 99	1 MP10
	Nov97-jul2000	1 MP10, 1 MP2.5
	Ago2000-dic2000	1 MP10, 1 MP2.5

Fuente. Proyecto COSUDE.

1.8.1.1 Material Particulado (MP10)

En el período de otoño e invierno se obtienen promedios de 24 h que superan el valor de la norma diaria de MP10 (150 µg/m³), mientras que en primavera y verano los valores son más bajos, debido principalmente a una disminución en el uso de leña y a mejores condiciones de ventilación de la ciudad.

El cuadro 1.30 muestra el número de veces que se observaron valores sobre el nivel de latencia y sobre la norma, para cada lugar en cada año. En todas las estaciones se supera el valor de latencia y de la norma de MP10 para promedios de 24 horas.

CUADRO 1.30 NÚMERO DE DÍAS SOBRE EL NIVEL DE LATENCIA (120 a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) Y SOBRE EL NIVEL DE LA NORMA (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) DE MP10 REGISTRADOS EN TEMUCO

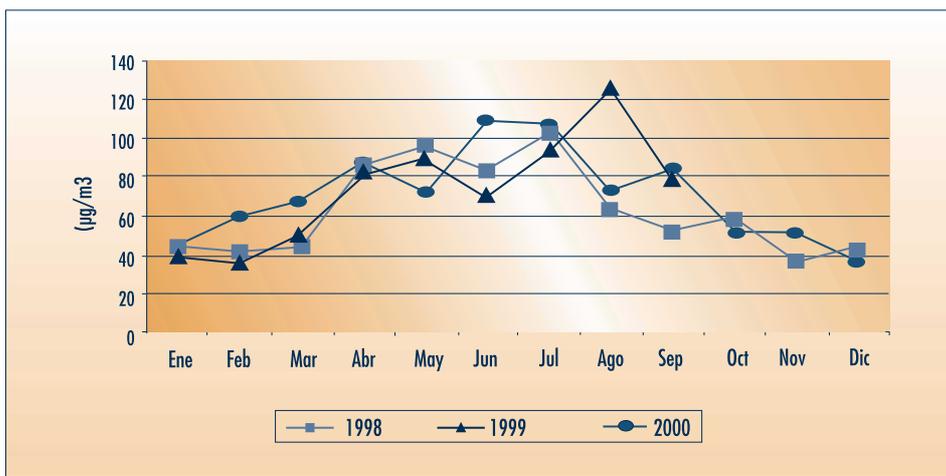
Sector	Entre (120 a 150) $\mu\text{g}/\text{m}^3$			Sobre 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
San Martín	5	5	7 ⁽¹⁾	4	4	7 ⁽¹⁾
Amanecer	6	3	-	8	6	-
Sña Rosa	7	4	6 ⁽¹⁾	3	3	4 ⁽¹⁾
P. Las Casas	3	3	5 ⁽¹⁾	3	4	3 ⁽¹⁾
Centro	2	3	1 ⁽²⁾	2	0	0 ⁽²⁾

Fuente: CENMA 1) Enero a septiembre 2) Enero a julio

La figura 1.24 muestra la variación estacional promedio para los años 1998, 1999 y 2000, representada por promedios mensuales considerando la información obtenida en tres puntos. Los valores promedio mensuales varían en un rango de 40 a 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mostrando que se supera el valor de la norma anual de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

El comportamiento del material particulado MP2.5 medido en el centro de Temuco se muestra en la figura 1.25, donde se presentan los valores diarios medidos entre noviembre 1997 a diciembre 1998. El valor de referencia corresponde a la norma de EE.UU para promedios de 24 h de MP2.5, de 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que es

Figura 1.24
Concentración promedio mensual de MP10 en Temuco y Padre Las Casas 1998, 1999 y 2000.



Fuente: CONAMA 2000.

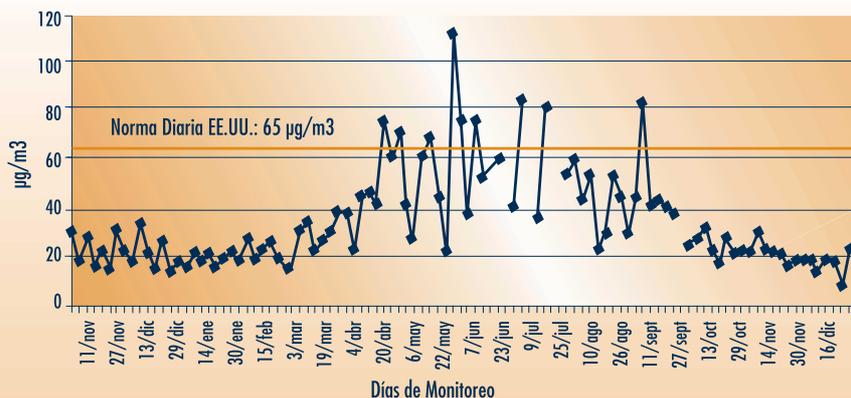


Figura: 1.25 Valores medios MP10 (Noviembre 1997 - Diciembre 1998)

Fuente: CONAMA, 2000

superada nueve veces entre los meses de abril y agosto.

Desde julio 2000 se mide MP10 en forma continua con TEOM en un lugar de Temuco (Estación Las Encinas). Durante un período de cinco meses (jul-nov 2000) también se midió en forma continuo MP2.5 en ese lugar.

En el cuadro 1.31 se muestran las excedencias del valor de la norma de MP10 y de niveles que definen condiciones de alerta, preemergencia y emergencia, en el periodo de julio 2000 a julio 2001.

CUADRO: 1.31

EXCEDENCIAS DEL VALOR DE LA NORMA DE MP10 EN TEMUCO
JUL 2000 - JUL 2001

Rango	Condición	Nº días
MP10 > 150 µg/m³	Sobre Norma	18
150 µg/m³ < MP10 < 195 µg/m³	Pre Alerta	14
195 µg/m³ < MP10 < 240 µg/m³	Alerta	2
240 µg/m³ < MP10 < 330 µg/m³	Pre-emergencia	2
MP10 > 330 µg/m³	Emergencia	0

Fuente: CENMA, 2002

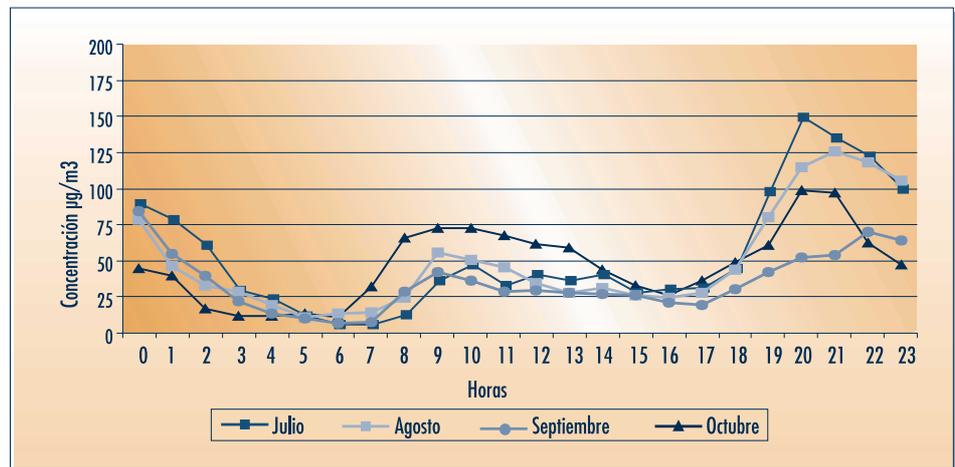
La comparación de mediciones de MP10 y MP2.5 muestra que en una proporción importante de los días, MP 2.5 constituye más del 80% de MP10, lo que se asocia al efecto de emisiones por combustión de leña.

Los ciclos diarios de MP10 y MP 2.5 observados en Temuco en los meses de otoño-invierno, muestran un ciclo diario con dos máximos, uno en la mañana y otro más alto en las primeras horas de la noche. Los valores promedio de 1 hora observados durante algunas noches alcanzan niveles muy altos, dando origen a episodios que duran algunas horas (ver figura 1.26).

Se realizó un análisis químico para determinar la composición del material particulado respirable colectado en filtros, en una muestra de filtros de MP10 y MP2.5 del año 1998.

El aporte del suelo en MP10 es muy importante, seguido de las emisiones de vehículos. Para MP2.5, los mayores aportes son los vehículos y la combustión de leña. Ver cuadro 1.32. En ambos casos, una fracción importante de la masa total no es asignada a ninguna fuente identificada.

Figura: 1.26
Ciclos diarios de MP10 y MP25 en meses de julio a octubre



Fuente: CENMA, 2002

CUADRO 1.32 CONTRIBUCIONES ESTIMADAS EN MP10 Y MP2.5

Tipo de Fuente	Aporte a MP10 (%)	Aporte a MP 2.5 (%)
Vehículos	32,8	41,6
Suelo	36,8	—
Fuente azufre	11,1	19,1
Combustión de leña	19,3	39,3
No asignado	22,9	25,8

Fuente: Kavouras et al. 2001.

1.8.1.2 Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

Para el período de mediciones de junio de 1997 a mayo de 1998, las concentraciones promedio para un año en cada uno de los 16 puntos con mediciones de NO₂ no sobrepasaron el valor de la norma anual para este contaminante (100 µg/m³). Todos los promedios anuales, excepto dos, son inferiores a 40 µg/m³.

Los lugares con concentración promedio anual más alta de NO₂ corresponden a los dos puntos seleccionados por ser representativos de alto tráfico vehicular, uno ubicado en el centro de la ciudad y otro ubicado en la carretera cerca del centro. Los sectores con los niveles más bajos son el Cerro Ñielol y el sector Lanín, teniendo en común, ambos sectores, su mayor altura con respecto al resto de la ciudad.

La variación estacional del NO₂ en la ciudad, muestra valores promedio en primavera y verano cercanos a 20 µg/m³, menores que los medidos en otoño e invierno, cercanos a 35 µg/m³. La estacionalidad se explica en parte por la disminución de calefacción en primavera-verano y por la mayor dispersión atmosférica en esos meses.

1.8.1.3 Dióxido de Azufre (SO₂)

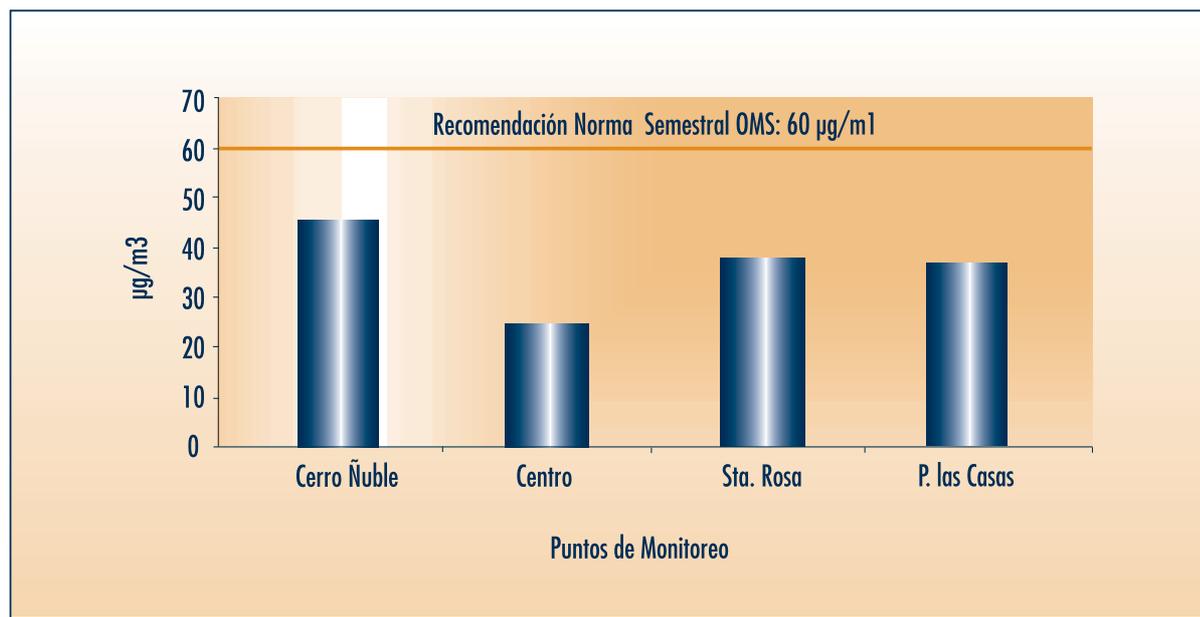
Durante el período de junio de 1997 a mayo de 1998, los promedios anuales de cada uno de los 16 puntos con monitoreo de SO₂ resultaron muy bajos, con respecto a la norma chilena anual vigente para este contaminante (80 µg/m³), presentando el punto de concentraciones más altas sólo 22 µg/m³ como promedio anual. Los puntos con concentración promedio anual más alta de SO₂, corresponden a sectores del centro de la ciudad con alto tráfico vehicular.

Las variaciones estacionales no aparecen muy marcadas, mostrando una tendencia a valores más altos en los meses de otoño-invierno.

1.8.1.4 Ozono

Este contaminante ha sido medido principalmente durante los meses de verano. En la figura siguiente se presentan los promedios para el período de dic 97 - may 98. Los valores se comparan con el nivel sugerido por OMS para promedios semestrales, de 60 µg/m³ (Figura 1.27).

Figura: 1.27: Concentración promedio de Ozono medido en 4 puntos de Temuco, diciembre 1997 a mayo 1998.



El valor promedio de ozono más alto se registra en el Cerro Ñielol, ubicado viento abajo de las emisiones de precursores de ozono (carretera y sector centro), El centro muestra los valores más bajos, indicando el efecto de consumo de ozono por emisiones cercanas de óxidos de nitrógeno.

Mediciones realizadas entre los meses de diciembre 99 y febrero 2000, muestran resultados similares.

1.8.1.5 Mediciones de BTEX

Durante los meses de diciembre de 1999 y febrero de 2000 se realizó una campaña de medición de BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos), mediante tubos pasivos de exposición mensual. Se seleccionaron 2 puntos, el sector centro

de Temuco y el Cerro Ñielol. Los resultados obtenidos mostraron mayores concentraciones en el área céntrica de la ciudad.

1.8.2 Conclusiones para la IX Región

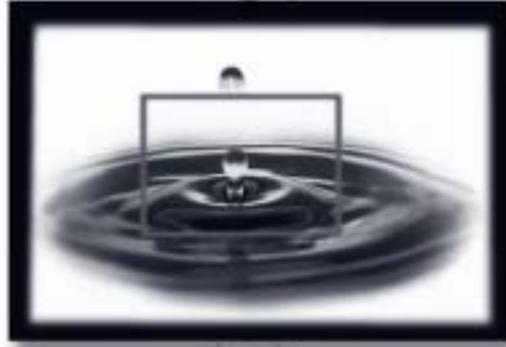
La ciudad presenta un problema de contaminación por material particulado respirable, con niveles más altos durante los meses de otoño-invierno y especialmente en días específicos, con episodios de algunas horas de alta contaminación que ocurren usualmente en la noche.

En las comunas de Temuco y Padre Las Casas se han iniciado acciones específicas para el mejoramiento de la calidad del aire, incluyendo identificación de las principales fuentes emisoras y trabajo en conjunto con empresas e instituciones de la zona.

REFERENCIAS

- Ambar 2001, “Propuesta de Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas”. Informe Final. Estudio desarrollado para CONAMA.
- BCN 1999, “El Medio Ambiente en Regiones de Chile”. Informativo Ambiental N° 1 mayo 1999, Biblioteca del Congreso Nacional, Unidad de Extensión y Publicaciones.
- CENMA 2001, “Caracterización de la contaminación atmosférica por material particulado en ciudades del sur de Chile: Antecedentes para la generación de la norma de calidad primaria de material particulado MP2.5”. Informe Final.
- Centro Nacional del Medio Ambiente, Estudio desarrollado para CONAMA.
- CONAMA 2001: Información ambiental de Regiones, sitio web de CONAMA: <http://www.conama.cl/nuestra-institución/areas-de-trabajos/regiones/regiones/mapa-regiones.htm>
- CONAMA VI REGIÓN, 2001: Informe de seguimiento y control al Plan de Descontaminación del área circundante a la Fundición de Caletones de la División. La Descontaminación al área circundante a la Fundición de Caletones de la División El Teniente, CODELCO Chile. Tercer Cuatrimestre 2000. Septiembre-Diciembre 2000.
- CONAMA 2000b, “Estudio de la Calidad del Aire en Regiones Urbano-Industriales de Chile”. Proyecto COSUDE. Informe de actividades del año 2000. Diciembre de 2000.
- CONAMA 2000a, Anteproyecto de Reformulación del Plan de Descontaminación para la localidad de María Elena y Pedro de Valdivia.
- CONAMA 1999, “Estudio de la Calidad del Aire en Regiones Urbano-Industriales de Chile”. Proyecto COSUDE. Información Final Etapa I, 1999.
- DIARIO OFICIAL, 2001 10 de mayo.
- FONDO MONETARIO INTERNACIONAL, 1999, Estadísticas Financieras Internacionales IMF, EE.UU.
- Gallardo, L., Olivares, G., Aguayo, A., Langner, J., Aarhus, B., Gidhagen, L., 2000 “Regional Dispersión of Oxidized Sulfur over Central Chile Using the HIRLAM – MATCH System”. *Strengthening of the Air Quality Information System (Working área 2): Application of a regional-scale model over the central part of Chile*. Final Report National Commission for the Environment.
- Kavouras I.G., P. Koutrakis, F. Cereceda-Balic, P. Oyola, 2001, “Source Apportionment of Pm 10 and PM2.5 in Five Chilean Cities Using Factor Analysis” *J. Air and Waste Manage Assoc.*, 51:451-464.
- MINISTERIO DE HACIENDA, 2001, Estado de la Hacienda Pública, Exposición del Ministro Nicolás Eyzaguirre, octubre 2001.
- SGS ECOCARE, 2000. Diagnóstico, Evaluación y Proposición de Mejoramiento de Redes de Monitoreo de Agua y Aire, desarrollado por SGS Ecocare para CONAMA.
- SMHI 2000, “Determinación de línea base nacional de contenido de arsénico en material particulado respirable”, Proyecto CONAMA-SMHI.
- Sandoval L., H. 1999, Información de “Estudio científico y técnico de antecedentes para una norma primaria de calidad de aire de plomo en el país”. Desarrollado por Gredis S.A. para CONAMA. Citado en “Estado del Medio Ambiente en Chile”, Universidad de Chile, 2000.
- 1998, Informes del proyecto “Antecedentes para la Revisión de las Normas de Calidad de Aire contenidas en la Resolución N° 1215 del Ministerio de Salud, 1978”, desarrollado por SGA para CONAMA en 1998.
- PRIEN, 2002, “Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero. Energía, procesos Industriales y uso de solventes. Chile 1986–1998, CONAMA. Santiago de Chile.
- PRIEN, 1999, Mitigación de gases invernadero. Chile 1994-2000, CONAMA, Julio 1999.
- Comisión Nacional de Energía, 2002, “Índice de eficiencia energética en Chile. Tendencias en el sector Industrial y minero 1990-1999”, Santiago de Chile, marzo de 2002.

Capítulo 2

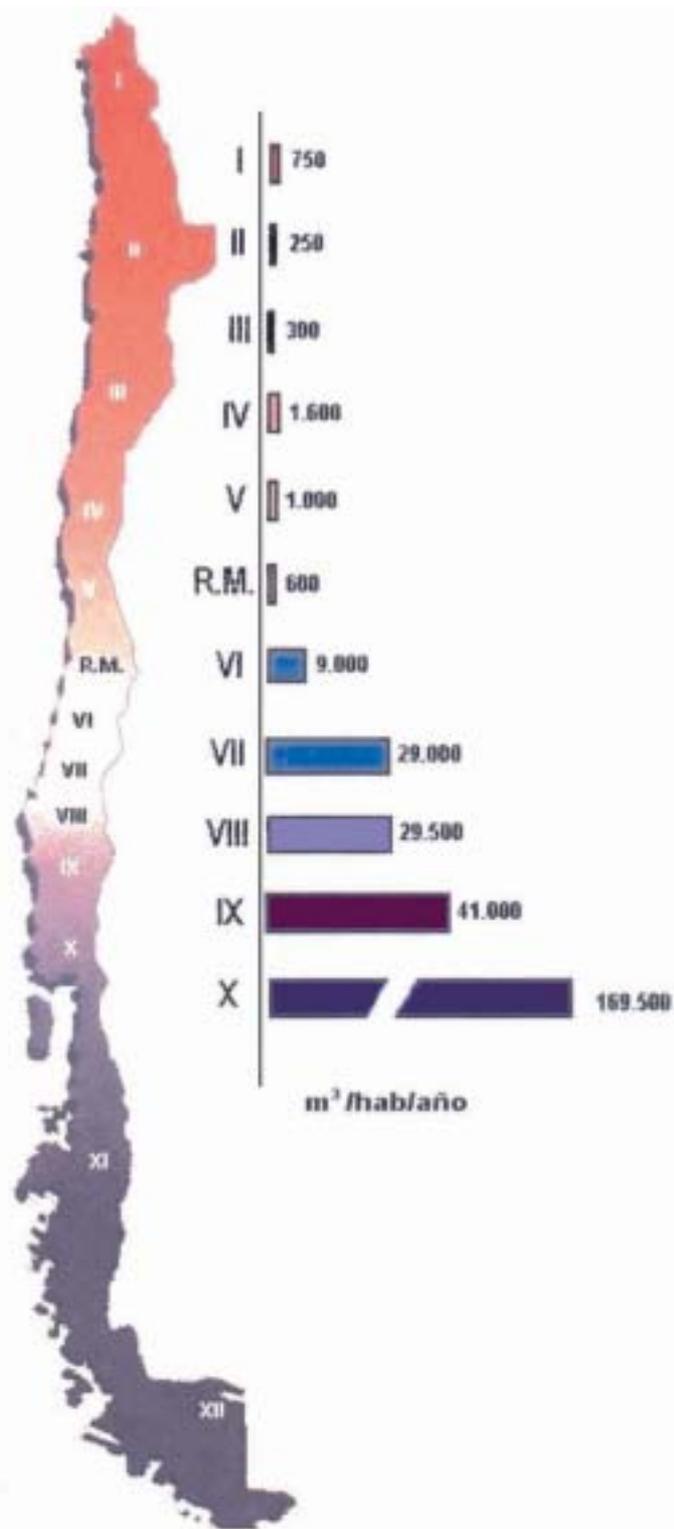
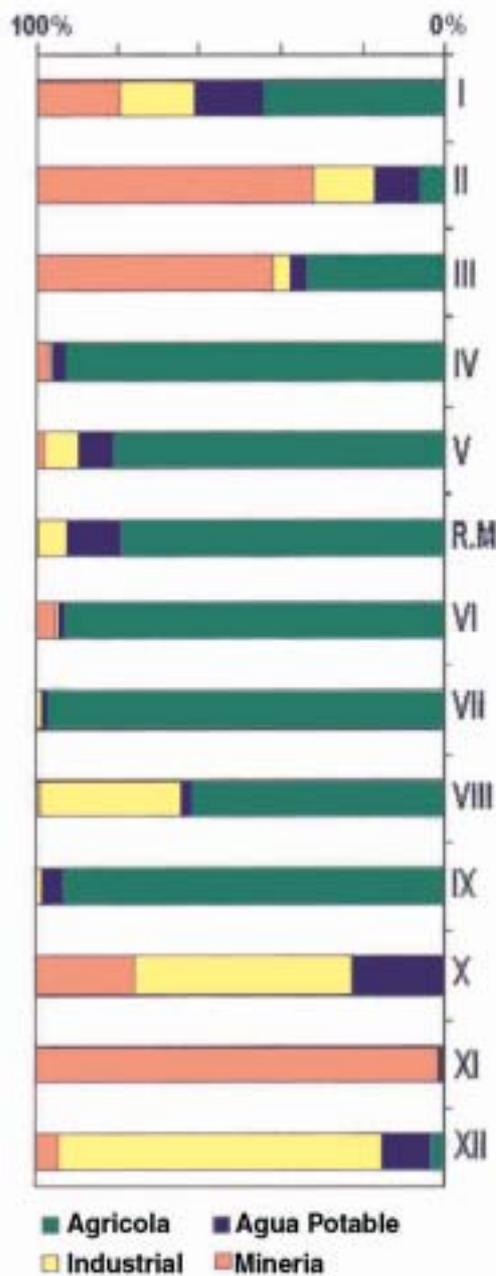


Aguas Continentales

Informe País Estado del Medio Ambiente 2002

ÍNDICE

■ 2. AGUAS CONTINENTALES	69
■ 2.1 ESTADO DE LAS AGUAS CONTINENTALES	69
2.1.1 Disponibilidad de agua	69
2.1.1.1 Cambios hídricos por variabilidad climática	72
2.1.2 Calidad y deterioro de las aguas continentales	73
2.1.2.1 Perfil hidroquímico	73
2.1.2.2 Efluentes y contaminantes	75
2.1.2.3 Calidad de las aguas y contaminantes en cuencas	78
2.1.2.4 Calidad del agua y contaminación en los lagos	80
■ 2.2 CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DE LAS AGUAS CONTINENTALES	80
2.2.1 Uso del agua	80
2.2.1.1 Usos consuntivos del agua	81
2.2.1.2 Usos no consuntivos del agua	88
2.2.2 Descargas de efluentes a ríos y mar	89
■ 2.3 FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS AGUAS CONTINENTALES	90
2.3.1 Sistema de datos del ciclo hidrológico	91
2.3.1.2 Cobertura de servicios sanitarios	94
2.3.1.3 Tratamiento de descargas de efluentes	96
2.3.2 Investigación y desarrollo	97
2.3.3 Contexto jurídico institucional	98
2.3.3.1 Marco institucional	98
2.3.3.2 Institucionalidad estatal	99
2.3.3.3 Normativa legal	101
■ 2.4 CONCLUSIONES	101



El informe sobre recursos hídricos que aquí se presenta, pretende aportar una visión global acerca del agua en Chile, profundizando los aspectos ya discutidos en el año 1999. Así, en una primera etapa se analiza el estado de la situación en torno al agua, desde una perspectiva cuantitativa y cualitativa del recurso; un segundo aspecto que es tratado en el documento, corresponde a la presión que se establece sobre el recurso agua en términos de los diversos usos existentes; el tercer punto de relevancia que aborda este informe, es la respuesta que ha existido de parte del Estado frente a la problemática hídrica, centrandose este análisis preferentemente en el periodo 1990-2002, para finalmente establecer un análisis acerca de las perspectivas que se visualizan en la gestión del recurso, en función de lo ya avanzado y lo que debiesen ser las tareas prioritarias, intentando contribuir en un contexto de perspectivas y de recomendaciones para una actuación futura.

2.1. ESTADO DE LAS AGUAS CONTINENTALES

2.1.1. Disponibilidad de agua

Chile, al igual que otros países, posee una oferta estable de agua en términos generales. La disponibilidad promedio para el año 1992 alcanzaba para el año 1992 a los 5.475 m³/hab/año, no obstante que desde Santiago al norte, la disponibilidad es menor a 1.000 m³/hab/año, lo cual que señala que en esas zonas la no disponibilidad del agua es un freno al proceso de desarrollo, lo cual es más evidente en las regiones áridas y semiáridas. El Balance Hídrico del país a nivel de regiones, desarrollado en 1987 por la Dirección General de Aguas, arroja las cifras que presenta el Cuadro 2.1, del cual se desprende que la distribución del recurso es altamente desigual en términos espaciales. A modo de ejemplo, la Región que más aporte de precipitaciones posee, supera en más de 60 veces a la que recibe el menor aporte.

CUADRO 2.1: BALANCE HÍDRICO NACIONAL A NIVEL DE REGIONES Y PARA UN AÑO PROMEDIO.

Región	Precipitación		Escorrentía		Evapotranspiración real				Evaporación desde lagos y salares		
					Superficie natural		Superficie regada (1)				
	m ³ /s	mm	m ³ /s	mm	m ³ /s	mm	m ³ /s	mm	m ³ /s	mm	
I	157	93,6	11,9	7,09	136	81,1	3,64	2,17	4,73	2,82	(2)
II	182	44,5	0,93	0,23	156	38,2	1,62	0,40	21,8	5,34	(3)
III	205	82,4	1,88	0,76	194	78,0	3,31	1,33	5,17	2,08	(4)
IV	281	222	22,2	17,5	237	187	21,6	17,1	1,67	1,32	(5)
V	211	434	40,7	83,7	149	306	20,1	41,3			(6)
RM	335	650	103	200	186	361	30,5	59,2	1,01	1,96	(7)
VI	508	898	205	32	281	497	15,4	27,2	3,04	5,37	(8)
VII	1347	1377	767	784	536	548	38,4	39,2			(9)
VIII	2467	1766	1638	1173	811	581	26,9	19,3			
IX	1451	2058	1041	1476	406	576			6,00	8,51	
X	6319	2970	5155	2423	1124	528			44,9	21,1	
XI	11763	3263	10134	2818	1537	427			64,6	18,0	
XII	11748	2713	10124	2338	1604	370			24,7	5,71	
Chile	36947	1522	29244	1204	7357	303			178	7,33	

(1) Considera solamente el aumento de evaporación que experimenta una superficie natural cuando se incorpora riego.

(2) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros, estimados en 0,65 m³/s.

(3) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros, estimados en 2,07 m³/s.

(4) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros, estimados en 0,50 m³/s.

(5) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros, estimados en 1,14 m³/s.

(6) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros, estimados en 0,60 m³/s, ni trasvases netos a otras cuencas, de 0,8 m³/s.

(7) No se incluyen consumos netos de uso doméstico, industriales y/o mineros, estimados en 3,00 m³/s, ni aportes netos desde otras cuencas, de 4,7 m³/s.

(8) No se incluyen aportes netos a otras cuencas, de 1,3 m³/s.

(9) No se incluyen aportes netos a otras cuencas, de 4,7 m³/s.

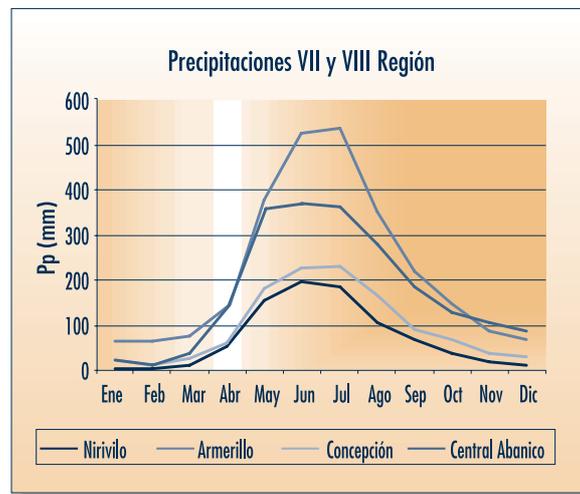
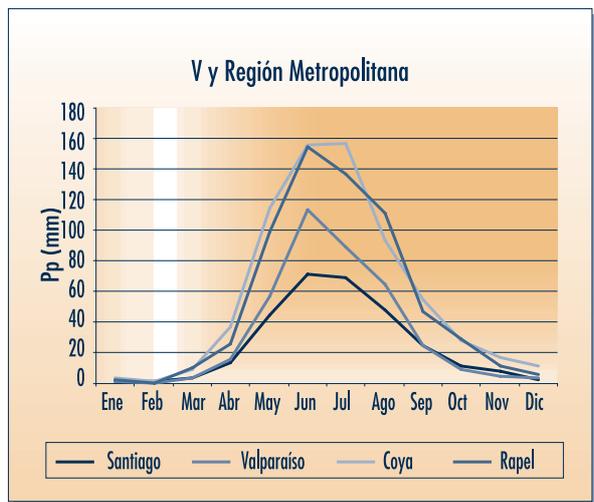
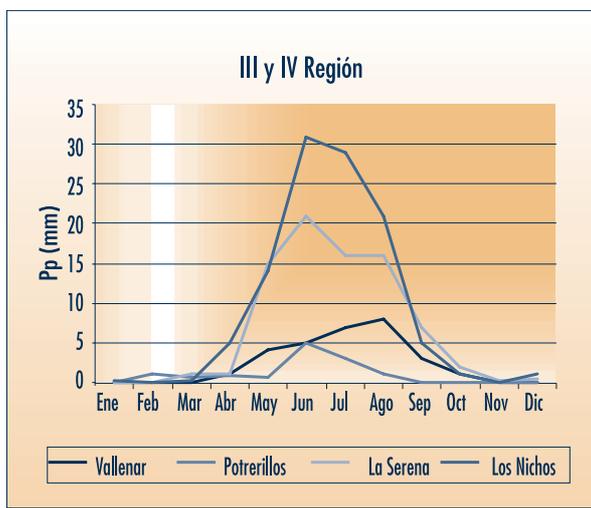
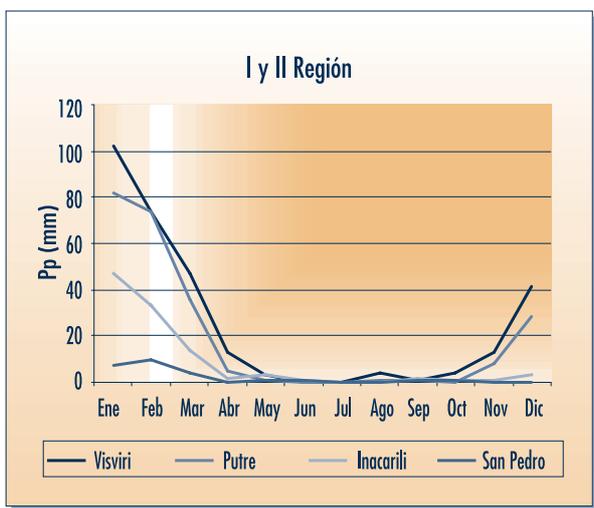
Fuente: Balance hídrico de Chile 1987, Dirección General de Aguas (1987).

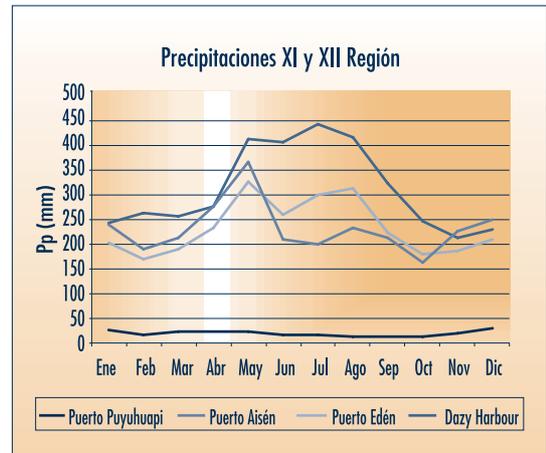
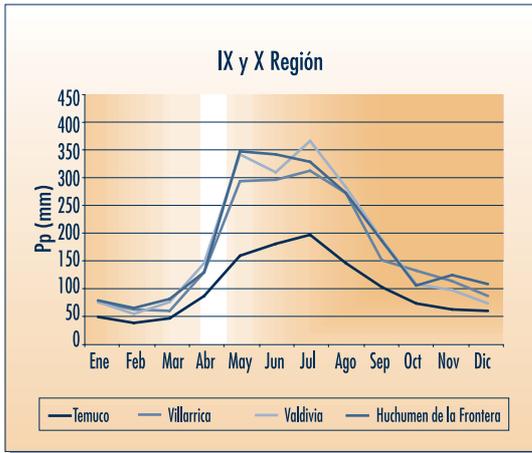
La distribución mensual de precipitaciones se ilustra en los gráficos de la Figura 2.1, constituidos sobre la base de la tabla 2.1 del anexo I de este capítulo. En dichos gráficos, la variabilidad temporal se manifiesta en base a los valores mensuales de lluvia, que se obtienen para un conjunto de estaciones pluviométricas repartidas por el territorio nacional.

En el mismo contexto, es posible realizar un análisis de la distribución espacial de las precipita-

ciones en Chile, estableciendo una gráfica de la precipitación media anual para un conjunto de 24 estaciones, con referencia a su latitud geográfica, como la que se presenta en la Figura 2.2. Así, es posible observar nuevamente la gran variabilidad de las cantidades precipitadas a lo largo del país y cómo se incrementan al moverse de norte a sur en el territorio nacional, a excepción de las latitudes más australes.

Figura 2.1: Distribución Mensual de las Precipitaciones a lo largo del Territorio.

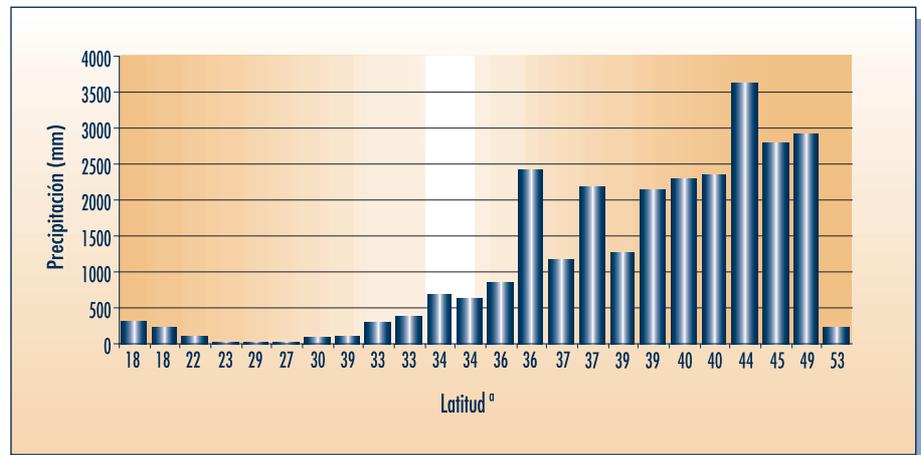




Fuente: Balance Hídrico de Chile (DGA), 1987.

Figura 2.2: Distribución Espacial de las Precipitaciones en función de la Latitud.

Fuente: Balance Hídrico de Chile (DGA), 1987.



Otra forma de analizar la variabilidad de las precipitaciones es estudiar los principales ecosistemas dulceacuícolas, es decir, las principales cuencas o conjuntos de cuencas para cada Región del país que se presentan en la tabla N°2.2. del anexo I. A partir de esta tabla se construyó la gráfica de

la figura 2.3. En ella, el eje de las abscisas representa con números romanos la Región del país de que se trata y el número arábigo, el ecosistema seleccionado de la Región, cuya definición se encuentra en la tabla señalada.

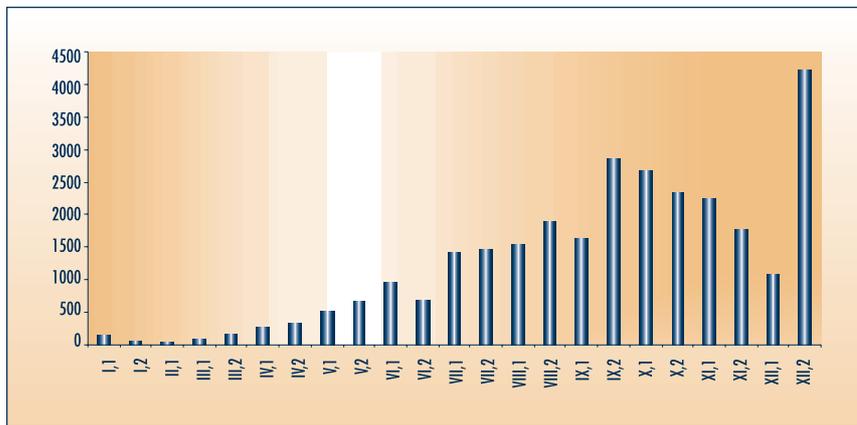


Figura 2.3: Precipitaciones Medias de los principales ecosistemas dulceacuícolas en mm/año.

Fuente: Balance Hídrico de Chile (DGA), 1987.

Con respecto a la disponibilidad de agua por habitante, es manifiesta la diferencia que existe entre las regiones desde Santiago al norte, y desde

Santiago al sur, donde las diferencias en la disponibilidad de agua per cápita superan las 800 veces, como lo muestra el cuadro 2.2.

CUADRO 2.2: DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HABITANTE

Región	Disponibilidad (m ³ /habitante)
I	750
II	250
III	300
IV	1.600
V	1.000
R.M.	600
VI	9.000
VII	29.000
VIII	29.500
IX	41.000
X	169.500

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 1992.

2.1.1.1 Cambios Hídricos por variabilidad climática

Los cambios climáticos, que comenzaron a ser anunciados con preocupación por sectores ambientalistas y del ámbito académico-científico en las últimas décadas del siglo XX, han provocado alarma por los impactos ambientales a que podrían dar lugar. Los recursos hídricos también podrían ser afectados, particularmente su disponibilidad para diferentes usos en el largo plazo. Chile sería particularmente sensible frente a un cambio climático global toda vez que gran parte del país está ubicado en una zona de transición climática.

Se ha observado en el país, específicamente en el Norte Chico y la zona central, donde existen series históricas de más de cien años de precipitaciones promedio, una disminución sostenida del agua caída que comienza a principios del siglo XX, según se ilustra en la figura 2.4, que representa los casos de La Serena y Santiago para el período 1897-

1996. Asimismo, se prevé que, de producirse tal cambio global de clima, consecuencia de la acumulación de gases de efecto invernadero en la alta atmósfera, las ofertas de agua se verían afectadas principalmente en la zona que va desde Santiago a Copiapó (DGA, 1999), hecho que agudizaría los conflictos hídricos y demandaría, con aún mayor fuerza, una adecuada gestión del agua.

Otro efecto esperable de un cambio climático global, es el aumento de la temperatura del aire, dando lugar al ascenso de la línea de nieve y a su derretimiento más acelerado, lo que, a su vez, provocaría el aumento de los caudales en el período invierno-primavera, y su disminución en el período verano-otoño. De ello da cuenta la simulación hecha por la Dirección General de Aguas, que se muestra en la figura 2.5 aunque, como se desprende de la gráfica, los volúmenes de aportación anual no son significativamente distintos.

Estas alteraciones serían más importantes en las cuencas donde existe una mayor presión por el recurso hídrico, aunque no hay una certeza cien-

tífica en relación a la magnitud y ritmo de los eventuales cambios.

Figura N° 2.4. Precipitaciones en La Serena y Santiago (Promedios móviles). 1897-1996.

Fuente Dirección General de Aguas (DGA), 1999.

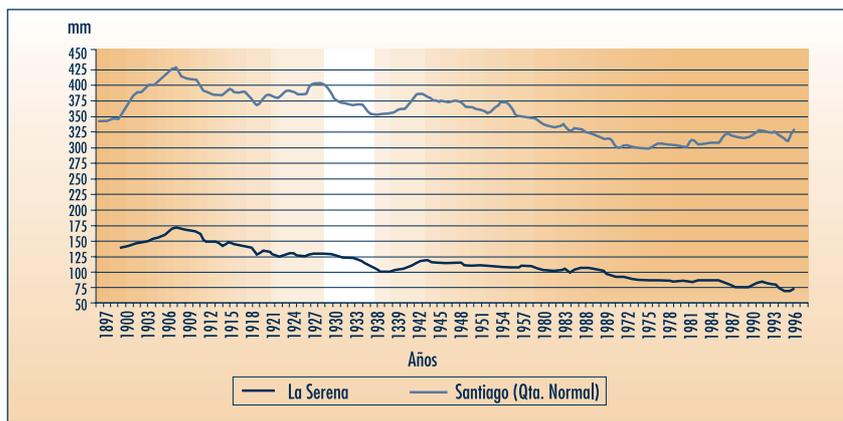
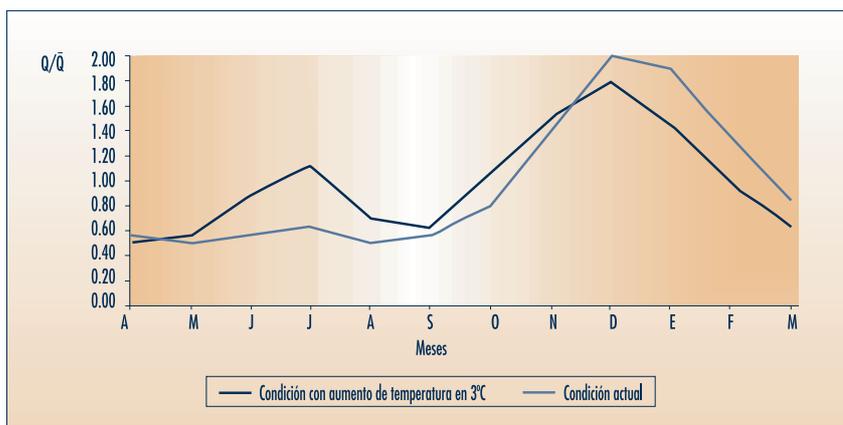


Figura N°2.5. Efectos del calentamiento global sobre el régimen hidrológico del río Maipo (supone incremento de 3°C)

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 1999.



2.1.2 Calidad y deterioro de las aguas continentales

2.1.2.1 Perfil hidroquímico

La figura 2.6 muestra los macroelementos en las principales cuencas del país.

Figura N°2.6. Diagramas de barra normalizados, macroelementos principales cuencas por región.

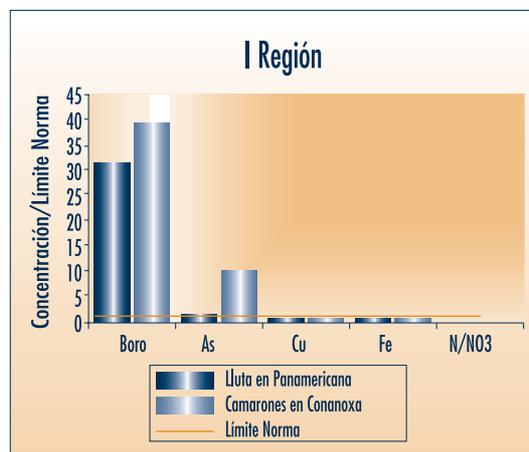


Figura N°2.6.(Continuación)

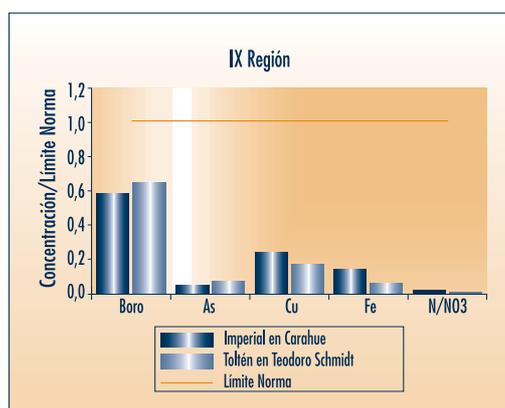
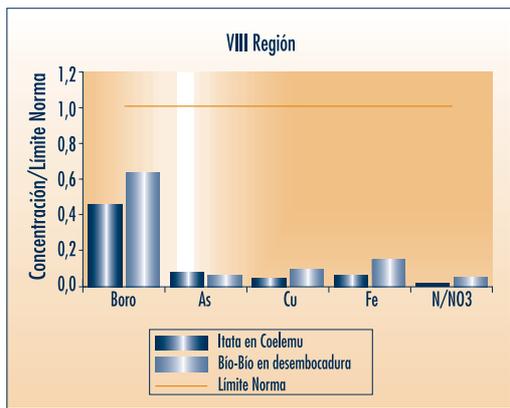
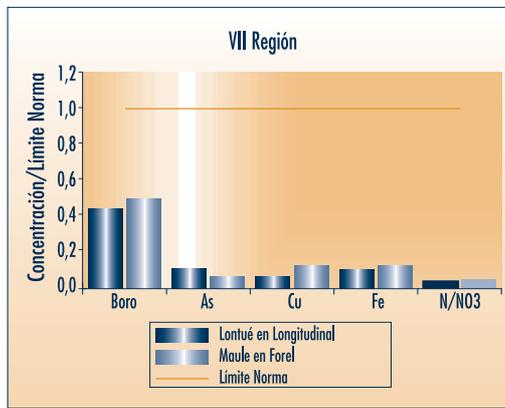
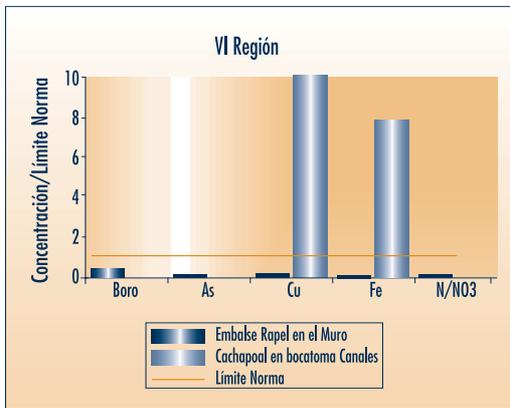
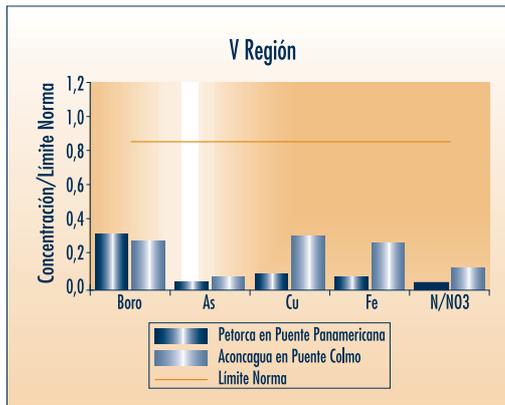
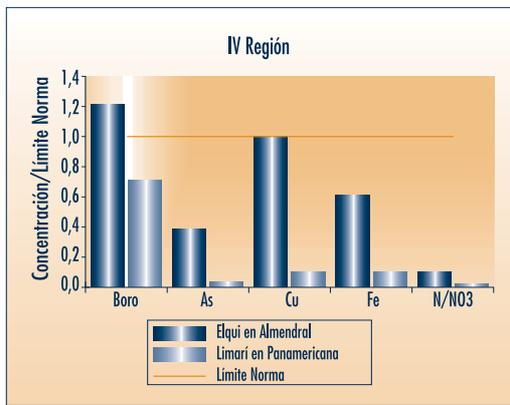
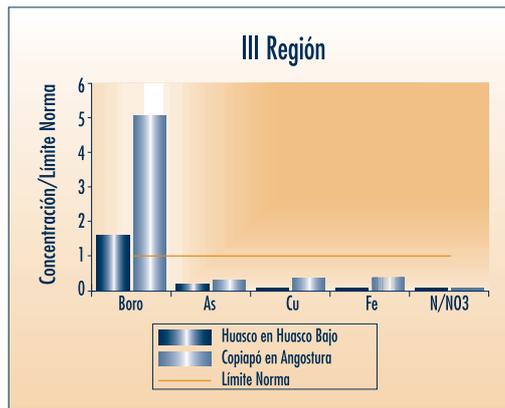
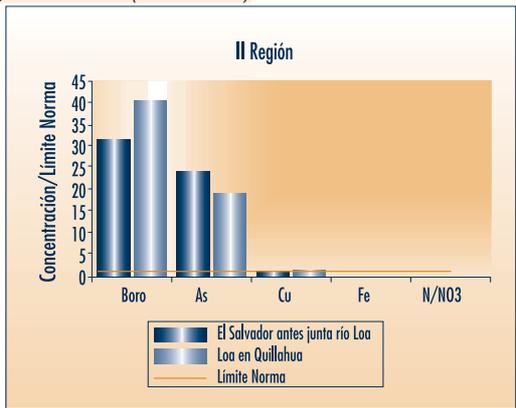
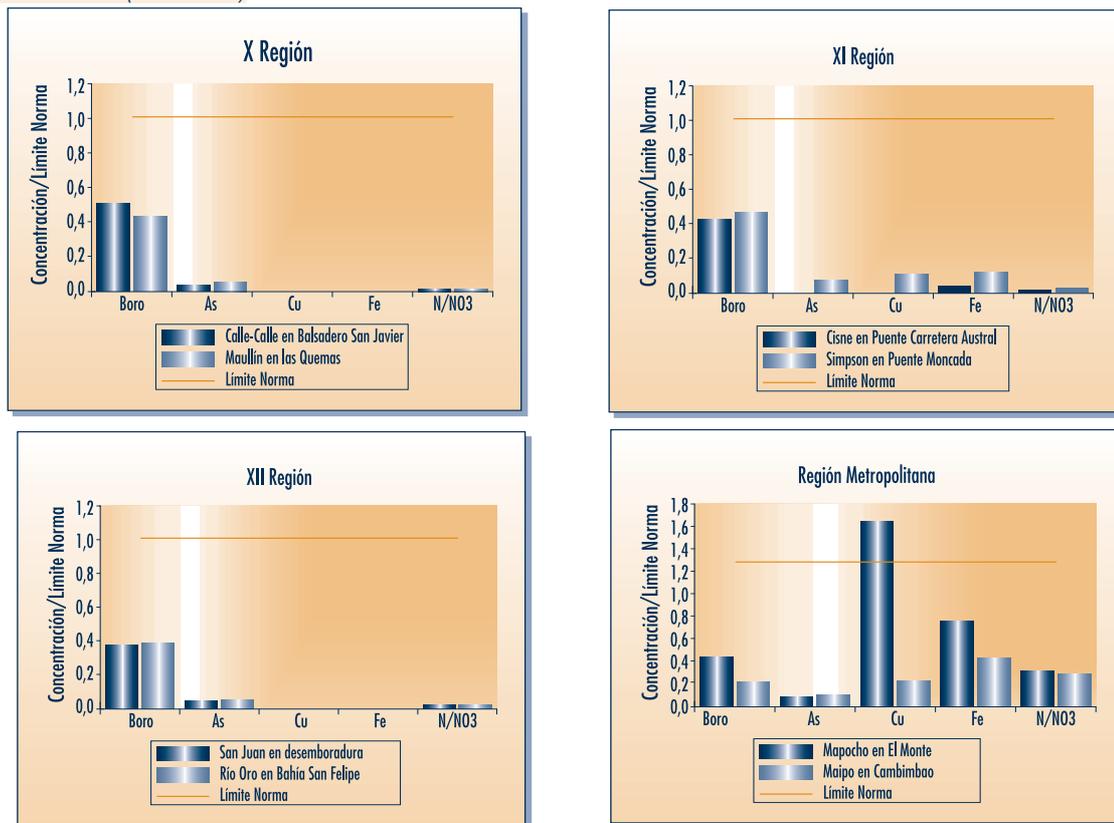


Figura N°2.6. (Continuación)



Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 1996.

2.1.2.2. Efluentes y contaminación

A partir de 1968 se inician monitoreos rutinarios en algunos ríos del país, destinados a conocer la calidad del recurso, principalmente para su uso en riego. Cabe mencionar que en un comienzo la operación de esta red fue irregular, ya sea por el número de estaciones, como por el número de parámetros medidos (D.G.A., 1998).

En 1982, se desarrolla el estudio “Análisis crítico de la red de calidad de aguas”, cuyo objetivo final fue diseñar una red para la generación de información general. A partir de este estudio se establecen claramente los puntos de muestreo, frecuencia y parámetros que serán estudiados (D.G.A., 1998).

Un aspecto importante del proceso de deterioro de la calidad de las aguas, está determinado por la contaminación de cuerpos continentales de agua, principalmente lagos naturales y artificiales. Así, las figuras 2.7 a 2.9 muestran la evolu-

ción de la cantidad de fósforo total, del oxígeno disuelto y del nitrógeno total en los principales lagos del país. Según datos de la D.G.A., la descarga de contaminantes en los cuerpos de agua, en general, ha sido creciente (D.G.A., 1998). Esta tendencia debería frenarse en los cuerpos de agua más cercanos a áreas urbanas de importancia, por la construcción de las plantas de tratamiento de aguas servidas,

Adicionalmente, se puede señalar que, en 1990, de un total de 395 servicios de agua potable, entre las regiones I y XII, se detectaron problemas con la calidad del agua subterránea en 102 localidades. De ellas, 45 presentaron compuestos nitrogenados (nitrato, nitrito). Asimismo, se encontró un total de 37 localidades que mostraron presencia de hierro, en la mayoría de los casos en conjunto con manganeso. Por último, 17 localidades presentaron sustancias diversas, por lo general de sólidos disueltos, cloruro y magnesio, de todo lo cual da cuenta el cuadro 2.3.

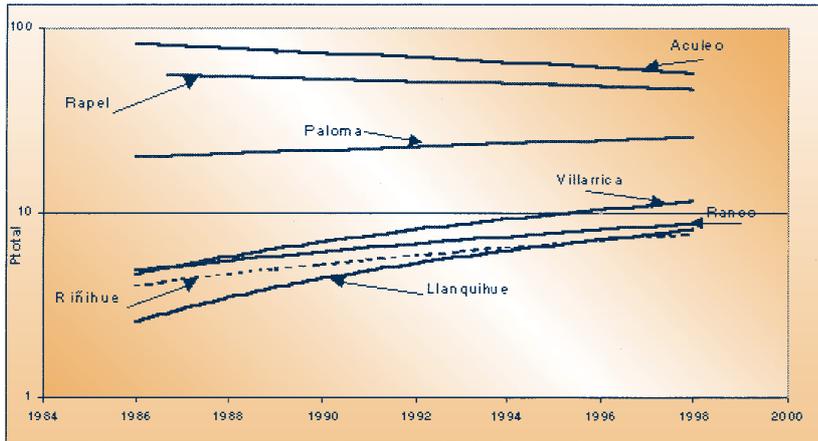


Figura 2.7. Evolución del Fósforo Total en los principales lagos del País.

Fuente: Salazar y Soto, 1999.

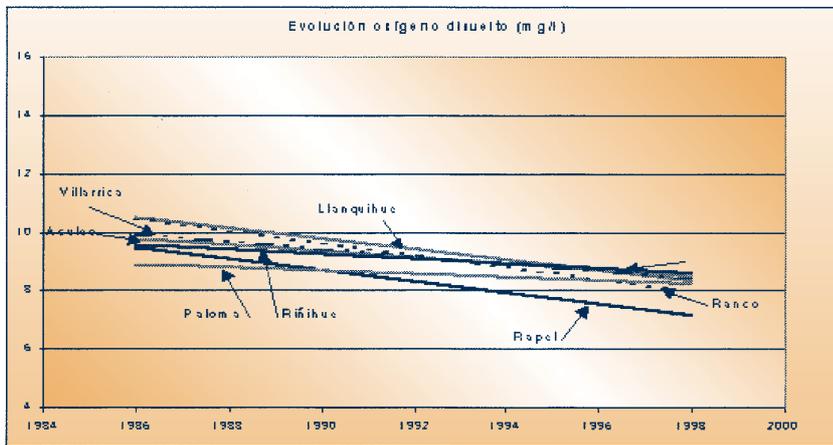


Figura 2.8. Evolución del Oxígeno Disuelto en los principales lagos del País.

Fuente: Salazar y Soto, 1999.

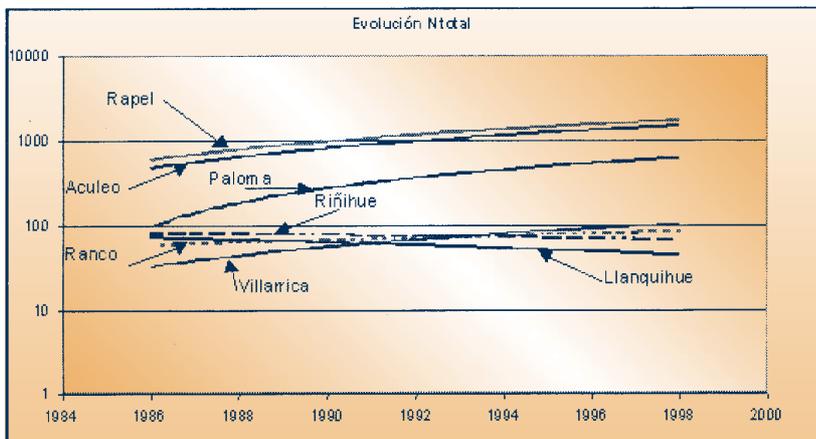


Figura 2.9. Evolución del Nitrógeno Total en los principales lagos del País.

Fuente: Salazar y Soto, 1999.

CUADRO 2.3: SUSTANCIAS CONTAMINANTES EN CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS PARA AGUA POTABLE, 1990.

Región	Nº Localidades con problemas	Tipo de problema
I	1	Sólidos disueltos
III	4	Sólidos disueltos, Cl, Mg
	1	Nitrógeno amoniacal
	4	Nitrato, nitrito
IV	4	Hierro
	3	Sólidos disueltos, Cl, Mg
	1	Nitrato
V	2	Fe
	7	Nitritos
R.M.	9	Sólidos disueltos, SO ₄ , Mg
	3	Fe, Mn
	8	Nitrito
VI	7	Fe, Mn
	1	Hg
	15	Nitrito
VII	6	Fe, Mn
	7	Nitrito
VIII	8	Fe
	4	Fe, Mn
IX	1	Nitrato
	1	Nitrito
X	3	Fe, Mn

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, citado por Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica, 1990.

No obstante lo anterior, surge como un elemento de alta relevancia el que la calidad del agua potable ha mostrado incrementos significativos entre el año 1997 y 2000, como lo muestra el cuadro 2.4.

CUADRO 2.4: VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE 1997 Y 2000.

	1997	1998	1999	2000	2001
Cumplimiento Calidad Bacteriológica (%)	99.0	99.4	99.9	100.0	99.7
Cumplimiento Desinfección (%)	99.7	99.9	99.9	100.0	99.8
Cumplimiento Parámetros Físicos (%)	95.5	96.5	96.0	96.9	97.6
Cumplimiento Parámetros Químicos (%)	98.7	98.8	99.1	98.7	98.8

Fuente : Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2002.

Por otra parte, Cabrera, N., citada en el Perfil Ambiental de Chile (CONAMA, 1994), estableció, para 1992, la descarga de materia orgánica en 28 ríos y esteros del país, correspondientes a 10 regiones y el área metropolitana (no incluyó las regiones I y XII), estimándola a partir de la población servida por diversas empresas sanitarias. Para cada río o estero, el cuadro 2.5, entrega la población urbana total, la población servida por las sanitarias y la descarga de materia orgánica en términos de demanda biológica de oxígeno (DBO).

CUADRO 2.5: ESTIMACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN RÍOS DEL PAÍS.

Región	Población Urbana	Cobertura	Población Servida	DBO ₅ (ton/año)
II Región				
Río Loa	100.533	67%	67.601	1.332
III Región				
Río Copiapó	104.912	85%	88.663	1.747
Río Salado	10.086	32%	3.227	63
Río Huasco	46.104	87%	39.877	786
IV Región				
Río Elqui	8.046	80%	6.437	127
Río Limarí	61.848	92%	56.911	1.121
Río Choapa	28.302	74%	20.992	414
V Región				
Río La Ligua	27.639	69%	19.116	377

Continuación de Cuadro 2.5. Estimación de Materia Orgánica en Ríos del País.

Río Aconcagua	285.897	79%	226.502	4.463
Est. Marga Marga	177.955	83%	147.219	2.900
Est. Casablanca	9.801	71%	6.949	137
VI Región				
Río Rapel	407.609	78%	316.164	6.229
Est. Nilahue	1.677	48%	800	16
VII Región				
Río Mataquito	125.681	88%	110.201	2.171
Río Maule	326.688	89%	289.306	5.698
Río Lanco	2.254	19%	437	9
VIII Región				
Río Itata	218.853	78%	171.160	3.372
Río Andalién	3.203	8%	256	5
Río Biobío	558.936	74%	413.249	8.142
Río Lebu	53.083	44%	23.161	456
Río Paicaví	16.714	45%	7.493	148
IX Región				
Río Imperial	303.504	79%	240.854	4.744
Río Toltén	56.208	52%	28.964	571
X Región				
Río Calle Calle	153.919	2%	28.938	570
Río Bueno	175.601	85%	149.405	2.943
Río Maullín	27.890	83%	23.126	455
XI Región				
Río Aisén	49.463	71%	35.137	692
Total sin R.M.	3.339.815	76%	2.521.688	49.678
R. Metropolitana				
Río Maipo (EMOS)	4.986.782	95%	4.072.341	80.225
E. de Agua Potable	4.986.782	95%	4.734.076	93.261

Fuente: CONAMA, 1994.

2.1.2.3. Calidad de las aguas y contaminación en cuencas

En 1989 y 1991 fueron realizados dos estudios exploratorios para la D.G.A., que concluyen en un diagnóstico, básicamente de carácter cualitativo, sobre el nivel y tipo de contaminación esperada por cuenca o segmentos de cuenca para todo el país. Los resultados, que se resumen en el cuadro 2.6, representan una primera aproximación a la identificación de las amenazas de con-

taminación del agua, actual y potencial, a lo largo del territorio nacional.

Para la zona norte, las principales fuentes contaminantes estaban constituidas por el riego y la actividad minera, sumadas a las descargas de aguas servidas de algunos importantes centros urbanos. Se observa que un caso extremo lo constituyen las cuencas entre el Río Limarí y el Río Cogotí en la entrada del embalse Cogotí (IV Región), las que presentaban un alto grado de contaminación actual y esperada.

CUADRO 2.6: EVALUACIÓN DEL GRADO Y TIPO DE CONTAMINACIÓN POR CUENCAS

	Grado de contaminación		Tipo de contaminación	
	Actual	Potencial	Actual	Potencial
I Región, cuenca Río San José antes B.T. Azapa.	Nula a escasa	Nula a escasa	-	-
I Región, cuenca entre la Pampa del Tamarugal y Quebrada de Cahuisa.	Nula a escasa	Baja	-	Bacteriológica
II Región, cuenca del Río Loa después juntar San Salvador	Media	Alta	Química y Bacteriológica	Química y Bacteriológica
III Región, cuenca entre Río Copiapó y quebrada Paipote	Baja	Media	Bacteriológica	Bacteriológica y Química
III Región, cuenca entre Río Huasco y Río Carmen en Ramadilla	Baja	Media	Química y Bacteriológica	Química y Bacteriológica
IV Región, cuenca entre Río Limarí y Río Cogoñí en entrada emb. Cogoñí	Alta	Alta	Bacteriológica y Química	Bacteriológica, Química y Física
IV Región, Cuenca del Río Choapa y estero La Canela	Nula a escasa	Nula a escasa	-	-
V Región, cuenca entre Río Aconcagua y Río Aconcagua en Chacabuquito	Media	Alta	Química, Física y Bacteriológica	Química, Física y Bacteriológica
V Región, cuenca entre Río Maipo y Estero Arrayán en la Montosa	Mala	Mala	Bacteriológica y Química	Bacteriológica y Química
VI Región, cuenca entre Río Rapel y est. Alhué en Quilamuta	Mala	Mala	Bacteriológica	Bacteriológica y Química
VII Región, cuenca entre Río Mataquito y est. Upeo en Upeo	Mala	Mala	Bacteriológica	Bacteriológica
VII Región, cuenca costera entre Río Mataquito y Río Maule – Río Putagán en Hierbas	Buenas	Buena	Buena	- -
VIII Región, cuenca entre Río Itata y Río Itata en Nueva Aldea	Regular	Regular	Bacteriológica	Bacteriológica
VIII Región, cuenca entre Río Bío-Bío y Río Malleco en Collipulli	Regular	Regular	Bacteriológica	Bacteriológica
IX Región, cuenca entre Río Imperial y Río Cholchol en Cholchol	Buena	Buena	-	-
IX Región, cuenca entre Río Toltén y Río Donguil en Gorbea	Buena	Buena	-	-
X Región, cuenca entre Río Valdivia y Río San Pedro en desagüe lago Rihuehue	Regular	Regular	Bacteriológica	Bacteriológica
X Región, cuenca entre Río Bueno y Río Pilmaiquén en San Pablo	Regular	Regular	Bacteriológica	Bacteriológica
XI Región, cuenca entre Río Aysén y Río Blanco después junta Río Riesco	Buena	Buena	-	-
XI Región, cuenca entre Río Baker y Río Baker bajo junta Río Colonia	Buena	Buena	-	-
XII Región, cuenca entre Río Serrano y Río Serrano antes junta con Grey	Buena	Buena	-	-
XII Región, Islas entre límite regional canal Ancho y Estrecho de la Concepción e islas entre Estrecho de la Concepción, Canal Sarmiento y Estrecho de Magallanes	Buena	Buena	-	-

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 1989 y 1991.

En la zona central, en gran parte de las cuencas o grupos de cuencas analizados, se observaban grados de contaminación actuales y potenciales moderados y buenos, siendo no obstante, las principales fuentes de contaminación, las actividades industriales, las áreas de riego y los sistemas de descargas de alcantarillado.

En la zona sur, en cambio, la situación se vislumbraba como mucho más favorable ya que, en general, el grado de contaminación actual como el grado de contaminación esperado se presentaba bajo. Las principales fuentes de contaminación por su parte, correspondían a descargas de aguas servidas, de la industria alimenticia y la industria de la celulosa, la agroindustria y, hacia el extremo sur, la industria petroquímica.

2.1.2.4. Calidad del agua y contaminación en los lagos

Los estudios financiados por el Fondo de Investigación Pesquera, FIP, más los aportes de otros fondos estatales, han demostrado científicamente que el nivel trófico de los lagos araucanos y nortpatagónicos, está aumentando a niveles acelerados. Diversos cuerpos de agua presentan ya estados mesotróficos, entre los que se cuentan los lagos Villarrica, Calafquén, Riñihue y Llanquihue. Aunque, estos lagos, en una escala de tiempo geológica, están destinados a sufrir procesos de eutrofización, la tasa de eutrofización ha sido significativamente acelerada. Las actividades económicas que aportan nutrientes a estos lagos presentan graves externalidades negativas, entre las que se puede destacar la devaluación del valor futuro, la degradación del hábitat con la consecuente pérdida de diversidad biológica, la imposibilidad de seguir siendo usados como fuentes superficiales de agua potable, pérdida de la belleza escénica y disminución del turismo (Brown, A. 1998).

Sin embargo y con respecto a los métodos de determinación del estado trófico de los lagos, un estudio desarrollado para Chile (Rojas, 1999), señala que la aplicabilidad de los sistemas de clasificación es función de la metodología utilizada, la cual va desde modelos cualitativos, hasta modelos

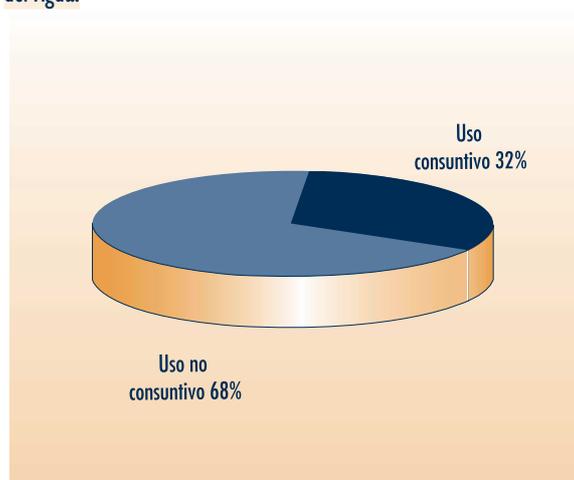
cuantitativos, que incorporan aspectos estadísticos. Así por ejemplo, está la clasificación de Vollenweider, la clasificación de la O.C.D.E., la clasificación propuesta por Dobson, la clasificación propuesta por Parra, etc., y en general, se puede decir que no todas son coincidentes en sus resultados.

2.2. CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DE LAS AGUAS CONTINENTALES

2.2.1 Uso del agua

El uso del agua en el país alcanza a un valor aproximado a los 2.300 m³/s de caudal continuo, de los cuales el 67,8 por ciento corresponde a usos hidroeléctricos, es decir, a usos no consuntivos, y el 32,2 por ciento corresponde a usos consuntivos. El gráfico de la figura 2.10 ilustra la relación entre usos consuntivos y no consuntivos.

Figura 2.10: Relación entre Usos Consuntivos y no Consuntivos del Agua.



Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 1992.

Según la Dirección General de Aguas, los volúmenes correspondientes a los diversos tipos de aprovechamiento del agua en Chile son los más altos de América Latina, con un valor promedio para 1992, según la Dirección General

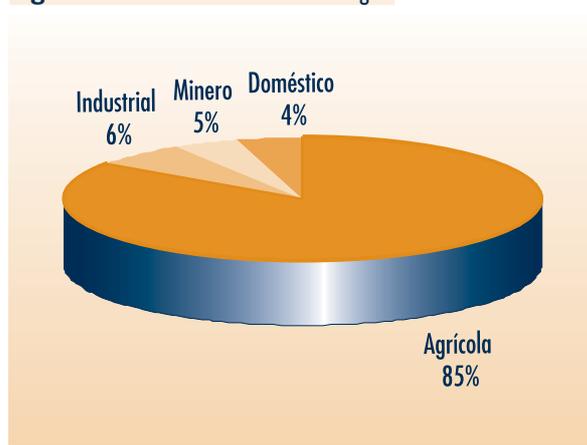
de Aguas, de 15.000 l/hab/día, los cuales se desglosan en 10.200 para uso hidroeléctrico, 4.060 para agricultura, 310 para uso industrial, 220 para uso minero y 210 para uso doméstico.

De igual forma, lo más probable es que estas cifras se hayan incrementado en los últimos 10 años, producto del desarrollo económico del país, aunque no existen cifras oficiales al respecto.

2.2.1.1 Usos consuntivos del agua

Entre los usos consuntivos, el riego presenta el 84,5 por ciento a nivel nacional, con un caudal medio de 546 m³/s, aplicado al riego de unos 2 millones de hectáreas. El uso doméstico equivale al 4,4 por ciento de los usos consuntivos, con unos 35 m³/s, y es utilizado para dar abastecimiento al 98 por ciento de la población urbana, y aproximadamente al 80 por ciento de la población rural concentrada. Los usos mineros e industriales representan el 11 por ciento del uso consuntivo total. La figura 2.11 ilustra esta distribución.

Figura 2.11: Usos Consuntivos del Agua.



Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 1992.

La demanda por agua ha crecido significativamente como producto del incremento de la población, del crecimiento económico y de las nuevas demandas surgidas por la variación de la calidad de vida. Los gráficos de la figura 2.12 muestran la evolución del consumo de agua por sectores productivos para cada región del país, en los

años 1990, 1993, 1999 y 2002; estimada sobre la base de proyecciones de la DGA. Es importante advertir que la proyección de la demanda por agua para generación de energía no considera los cambios a los que podría dar lugar la entrada de gas natural como nueva fuente para la generación de energía.

De la Región Metropolitana al norte, se advierte que las demandas superan al caudal disponible, lo cual se explica por el uso reiterado que se hace del recurso. Asimismo, y para esta zona en épocas de sequía, se da la situación que los caudales que llegan al mar son prácticamente nulos, hecho que se verifica hasta la hoya hidrográfica del Río Rapel.

Por otra parte, desde la Región Metropolitana al sur, las demandas son en general satisfechas por la oferta, situación que se hace más favorable en las regiones con alta pluviometría, como son la IX, X y XI.

Figura 2.12: Evolución Consumo Sectorial de Agua por Regiones. 1990-2002, (m³/s).

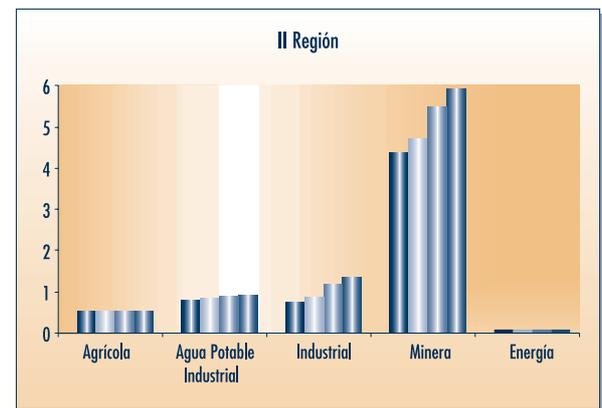
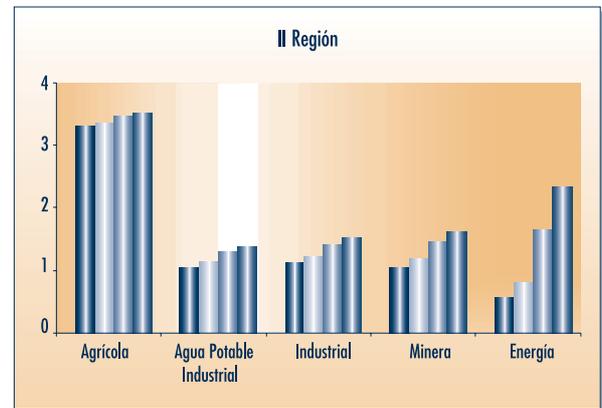
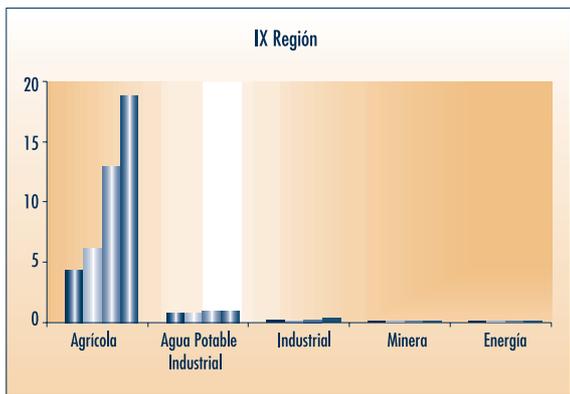
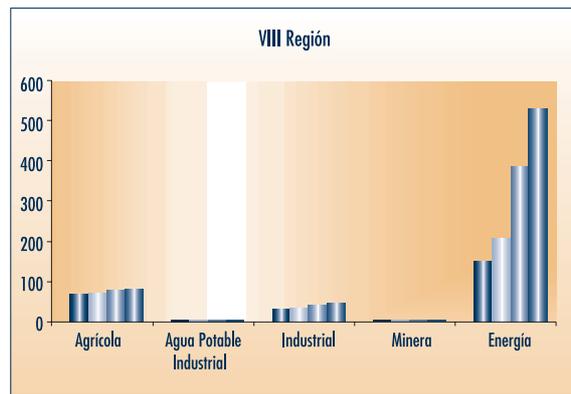
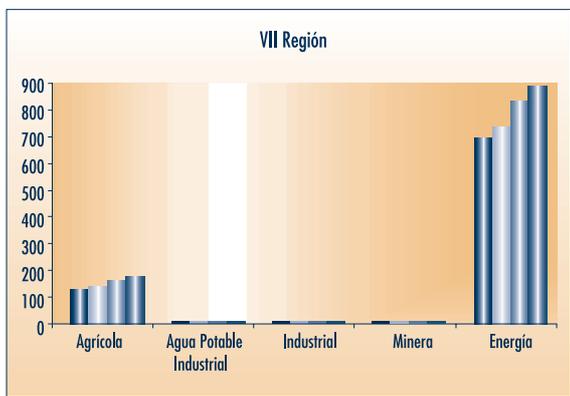
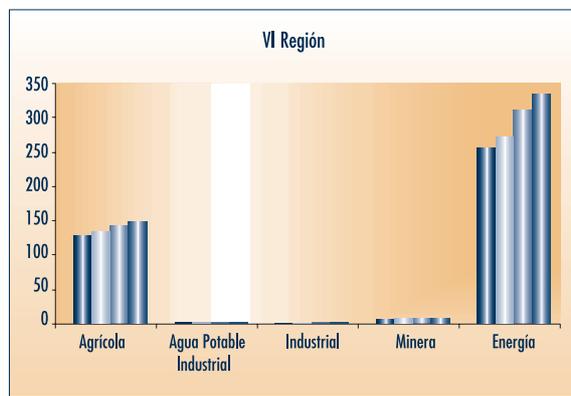
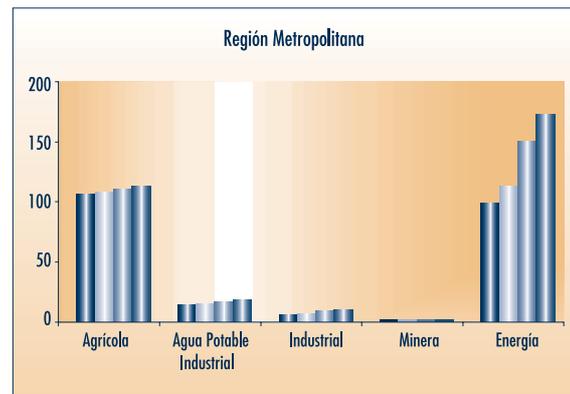
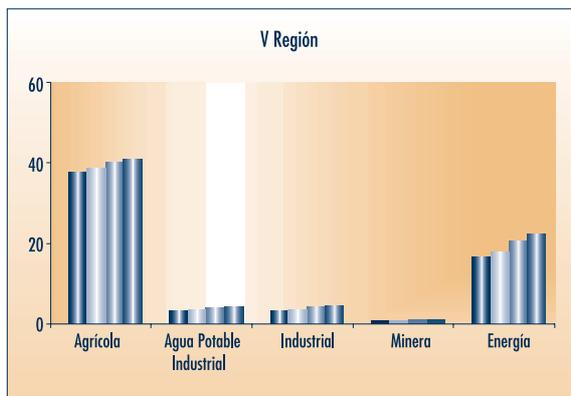
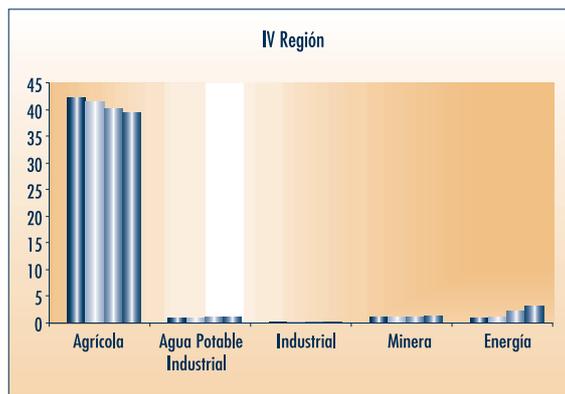
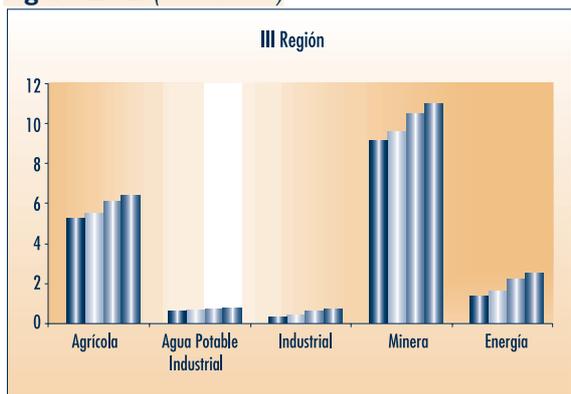
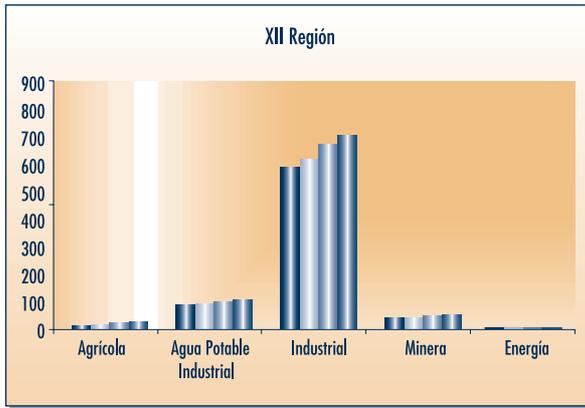
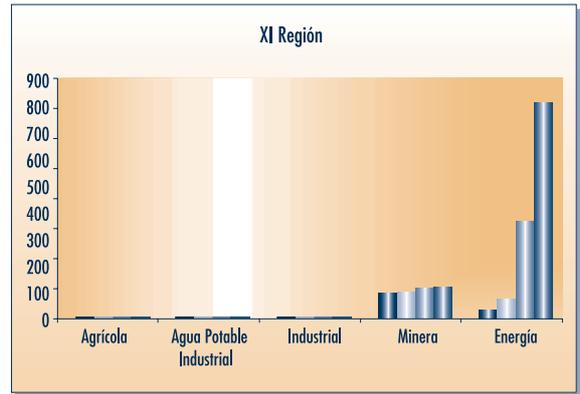
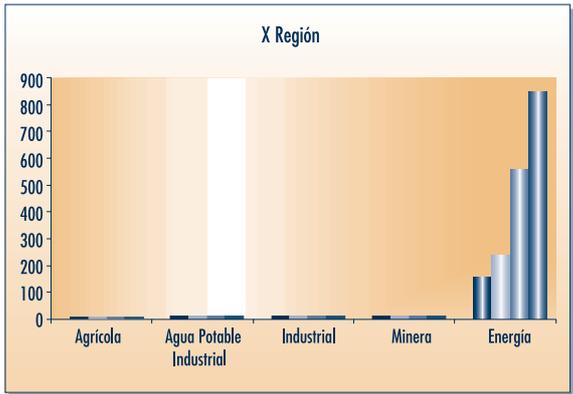


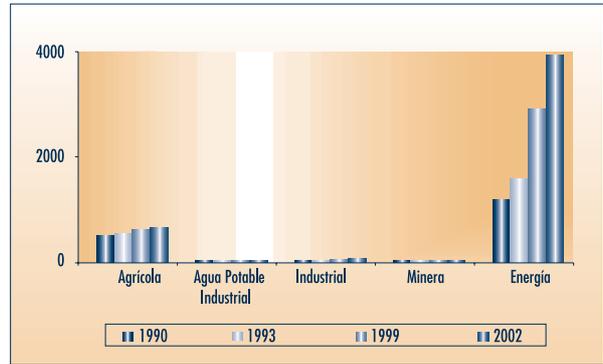
Figura 2.12 (Continuación)





Fuente: Estimación según información proporcionada por la Dirección General de Aguas (DGA), 1999.

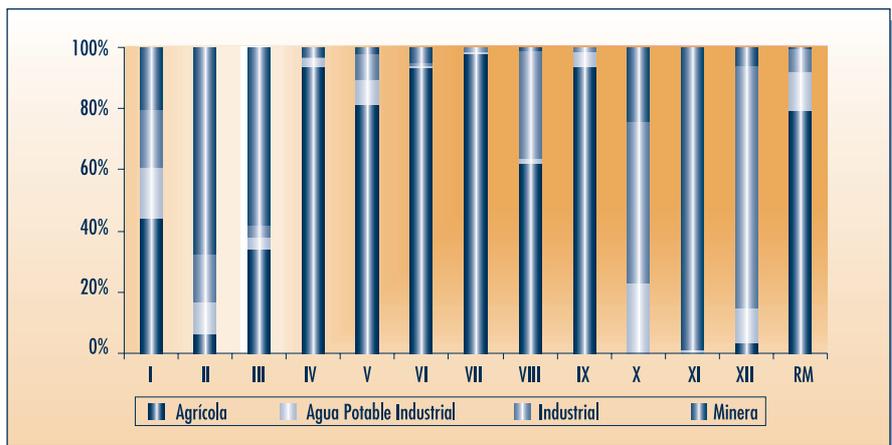
Figura 2.13: Consumo de Agua por Sectores, Total país, años 1990,1993,1999 y 2002 (m3/s).



Fuente: Estimación según información proporcionada por la Dirección General de Aguas (DGA), 1999.

Figura 2.14: Distribución del Agua en Regiones según Usos Consuntivos 2002.

Fuente: Estimación según información proporcionada por la Dirección General de Aguas (DGA), 2002.



En los distintos sectores productivos, el uso consuntivo del agua es variable según el tipo de ecosistema de que se trate, dado que en algunas regiones del país es la minería la demandante

casi absoluta de agua, en tanto que en otras lo es el riego. Esta situación se ve reflejada en la gráfica de la figura 2.14.

Como se aprecia, el riego es el destino consuntivo del agua más importante entre las regiones IV y IX. En las zonas extremas, las regiones II, III, XI y XII, la minería adquiere especial relevancia como consumidora de agua.

El consumo de agua por los distintos sectores productivos ha experimentado un crecimiento importante, del orden del 100 por ciento, entre los años 1990 y 1999, y 160 por ciento entre el 1990 y el 2002, lo cual habla por sí solo del nivel de presión a que está sometido el recurso (véase el cuadro 2.7). De igual forma, no cabe duda que el desarrollo socioeconómico que se prevé para Chile se traducirá en aún mayores demandas por agua, para los distintos usos y en las diferentes regiones del país, lo que sólo podrá ser compensado por mejoramientos en la gestión y uso del recurso, y por la aplicación de instrumentos destinados a mejorar las asignaciones de éste entre sus diferentes usos. Por otra parte, las consideraciones ambientales en torno al uso y conservación del agua, introducirán una restricción adicional al sistema. Por lo mismo, resulta difícil predecir cuál será la evolución del consumo del agua por sectores, aunque todo indica que éste se incrementará significativamente. La perspectiva ambiental influirá de manera determinante, en el corto plazo, en el modo de gestión de los recursos naturales, y en particular sobre los recursos hídricos.

CUADRO 2.7: CRECIMIENTO ESPERADO DEL CONSUMO POR SECTORES 1990-2002.

SECTOR	Demandas en m ³ /s		
	1990	1999	2002
AGRÍCOLA	515,8	611,4	647,0
AGUA POTABLE	27,4	34,1	36,7
INDUSTRIAL	47,1	68,2	77,2
MINERÍA	43,2	50,5	53,2
ENERGÍA*	847,2	5739,0	10858,8
TOTAL	1418,7	6503,2	11672,9

Fuente: Elaboración propia, a partir de información proporcionada por la Dirección General de Aguas (DGA), 2002.

(*) Las demandas correspondientes al sector energético se calcularon sin considerar la entrada del gas natural.

En función de lo expuesto en el párrafo anterior, es interesante realizar un análisis somero acerca del nivel de presión que se ejerce sobre el agua, en los distintos sectores productivos. Así por ejemplo, y según lo planteado por Brown (1997), si se considera una proyección de la población total del país para el año 2010, de 16,7 millones de habitantes, se obtiene una necesidad anual de agua para consumo doméstico, de 1.524 millones de m³, que equivale a un caudal continuo de 48,3 m³/s. Este valor no es significativo, frente a la disponibilidad actual y futura de agua a nivel de país. Sin embargo, en el ámbito local la situación puede tornarse crítica.

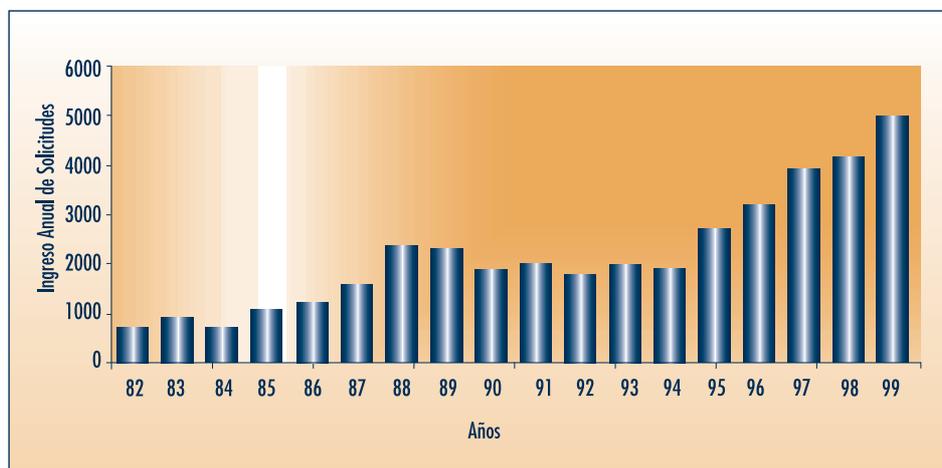


Figura 2.15 Ingreso Anual de Solicitudes de Aguas Subterráneas a la DGA.

Fuente : Dirección General de Aguas (DGA), 1999.

Se observa en la figura 2.15, un incremento sostenido en el número de solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas a la DGA, bordeando las 5.000 solicitudes al año 1999. Este crecimiento vertiginoso comenzó a contar de la fecha de dictación del actual código de aguas, ele­vándose sustancialmente a partir del año 1995.

Adicionalmente, es importante destacar que la DGA no está otorgando nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en distintas áreas geográficas del país, incluyendo las zonas que van de la I Región a la Región Metro­politana, como se advierte en el cuadro 2.8.

CUADRO 2.8. CONDICIÓN PARA EL OTORGAMIENTO DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN RELACIÓN A LA DISPONIBILIDAD.

Región	Área geográfica	Condición
I	Acuífero de Azapa	Declaración de zona de prohibición
	Acuífero de la Pampa del Tamarugal	Disponibilidad copada
	Salar de Lamara	Disponibilidad copada
	Salar de Coposa	Disponibilidad copada
	Salar Sur Viejo	Disponibilidad copada
II	Acuífero de Sierra Gorda	Disponibilidad copada
	Acuífero de Agua Verde, Taltal	Disponibilidad copada
	Salar de Punta Negra	Disponibilidad copada
	Salar de Atacama	Disponibilidad copada
	Cuenca de Aguas Blancas	Disponibilidad copada
III	Valle de Copiapó	Declaración de zona de prohibición
	Acuífero de Culebrón	Disponibilidad copada
IV	Acuífero de Lagunillas	Disponibilidad copada
	Acuífero de Cuncumén – Choapa	Disponibilidad copada
V	Cuenca del Valle de Petorca	Declaración de zona de prohibición
	Cuenca del Valle de La Ligua	Disponibilidad copada
	Cuenca del Valle de Casablanca	Disponibilidad copada
	Cuenca Estero El Membrillo	Declaración de zona de prohibición
	Cuenca del Estero San Jerónimo	Disponibilidad copada
R.M.	Acuífero río Mapocho 1ª Sección	Disponibilidad copada
	Acuífero de Chicureo	Disponibilidad copada
	Santiago Norte	Disponibilidad copada
	Colina Sur	Disponibilidad copada
	Colina Inferior	Disponibilidad copada
	Lampa	Disponibilidad copada

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 1999.

La inversión pública para el consumo doméstico de agua, ha evolucionado en la segunda mitad de la década del noventa, advirtiéndose una disminución de dicha inversión en los años 1999 y 2000, según cifras entregadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2001, tal como puede apreciarse en el cuadro 2.9.

CUADRO 2.9. EVOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN PÚBLICA EN EL SECTOR DOMÉSTICO (MILES DE MILLONES DE PESOS).

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Gobierno Central	9.9	11.9	15.5	22.5	22.0	20.7
Gobierno Regional	8.5	12.9	11.6	7.1	6.4	5.8
Empresas	90.6	86.4	106.3	124.4	86.0	53.9
Total	109.0	111.3	133.5	153.9	114.4	80.4

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2002.

Con relación a la industria, se han realizado algunas estimaciones que indican que en Chile se usan cerca de 30 m³/s (caudal medio anual) en usos industriales y mineros, lo que implica un caudal de captación del orden de 67 m³/hab/año. En Estados Unidos y en términos comparativos, los requerimientos para estos fines son de 153 m³/hab/año (Brown, 1997). Las expectativas son, en consecuencia, de un fuerte crecimiento de la demanda por agua en el sector industrial.

Según Figueroa, citado por Brown (1997), existen unos 2,5 millones de hectáreas económicamente regables hasta la IX Región. De esta cifra sólo 1,2

millones de hectáreas cuentan con riego permanente, mientras que 600 mil hectáreas tendrían riego eventual. La habilitación de algunos embalses, canales de regadío y otras obras destinadas a favorecer el riego, han permitido aumentar estas superficies e incorporar otras que no contaban con esta posibilidad. No obstante, aunque se ha construido una gran cantidad de obras, éstas todavía no son suficientes para cubrir las demandas del sector agrícola por agua para riego.

El cuadro 2.10 muestra la distribución y capacidad de los principales embalses del país, así como su capacidad en promedio histórico de almacenamiento.

CUADRO 2.10. PRINCIPALES EMBALSES Y CAPACIDAD HISTÓRICA PROMEDIO.

Región	Cuenca	Capacidad (mill. m3)	Promedio Histórico (mill. m3)	Junio 2002 (mill. m3)	Junio 2001 (mill. m3)
Conchi	II	Loa	22.0	18.0	18.0
Sta. Juana	III	Huasco	160.0	101.0	146.0
Lautaro	III	Copiapó	35.0	12.0	13.0
Puclaro	IV	Elqui	200.0	0.0	83.0
La Paloma	IV	Limarí	748.0	394.0	687.0
Cogotí	IV	Limarí	150.0	80.0	131.0
Culimo	IV	Choapa	10.0	5.0	7.1
Corrales	IV	Illapel	50.0	0.0	42.0
La Laguna	IV	Elqui	40.0	23.0	27.0
Recoleta	IV	Limarí	100.0	64.0	97.0
Peñuelas	V	Peñuelas	95.0	28.0	60.0
Rapel	VI	Rapel	695.0	526.0	429.0
Colbún	VII	Maule	1.544.0	1.212.0	1.169.0
Laguna Maule	VII	Maule	1.420.0	930.0	1.166.0
Bullileo	VII	Maule	60.0	48.0	20.0
Digua	VII	Maule	220.0	162.0	116.0
Tutuvén	VII	Maule	15.0	10.0	10.0
Coihueco	VIII	Itata	29.0	14.0	13.0
Lago Laja	VIII	Bío-Bío	5.582.0	3.373.0	2.605.0
El Yeso	R.M.	Maipo	257.0	174.0	229.0
Rungue	R.M.	Maipo	2.2	1.4	2.2

Fuente : Dirección General de Aguas (DGA) , 2002.

No existen estadísticas adecuadas que permitan relacionar población (proporción), con el tipo de uso que se hace de los recursos hídricos. En este marco, sí se puede afirmar que el sector rie-

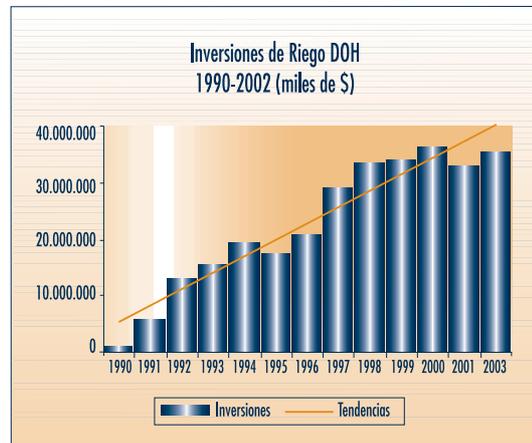
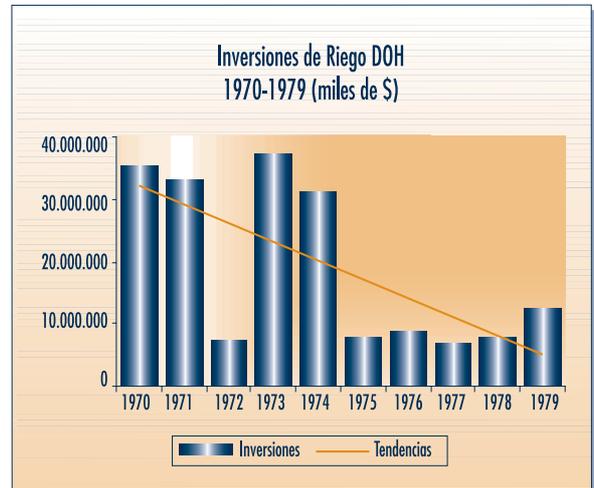
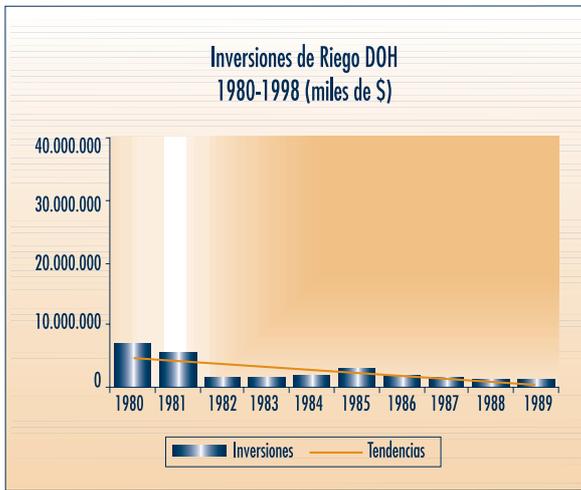
go ha tenido en la última década un crecimiento que ha revertido la tendencia histórica de los años 70 y los años 80, asegurando una mayor disponibilidad de agua para la agricultura, incorporando

nuevas hectáreas a la producción y permitiendo una mayor generación y calidad del empleo agrícola para el sector riego. La figura 2.16, por su parte, presenta las gráficas de la inversión histórica para las décadas del 70, 80 y 90 respectivamente, donde se observa que sólo en la década del 90 la inversión en riego ha experimentado crecimiento.

No obstante, la inversión en obras de riego, así como el riego propiamente tal, pueden dar origen a impactos ambientales negativos de significación; constituyen una presión sobre la calidad y disponibilidad del agua, como también una presión so-

bre otros recursos naturales, principalmente el suelo. Efectivamente, el riego, además de ser uno de los usos que demanda una gran cantidad de agua, produce aumentos en las concentraciones de sales en las capas superficiales del suelo e incorpora una serie de elementos químicos al ciclo hidrológico, derivado de la incorporación masiva de fertilizantes y pesticidas, tanto a las aguas superficiales como a las aguas subterráneas. Prácticas no adecuadas de riego producen, además de salinización, encharcamiento y erosión, mientras que las obras de riego dan lugar a alteraciones geomorfológicas significativas.

Figura 2.16. Evolución de la Inversión del MOP en Obras de Riego. Décadas 1970-1980, 1980-1990, 1990-1999 (Miles de pesos 1998).



Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), 2002.

Otro punto importante, relacionado con la presión que se ejerce para el uso del agua, lo constituye la degradación de la calidad del recurso hídrico. Hasta hace poco, lo determinante en la planificación, asignación y gestión de los recursos hídricos, era la disponibilidad y demanda cuantitativa del recurso. Ahora, junto con la consideración de una demanda ecológica por agua, pesan los aspectos cualitativos; estos factores tendrán un peso creciente en las decisiones futuras relativas al recurso.

Asimismo, no cabe duda que la actividad minera es una de las más importantes en el desarrollo económico y social del país; sin embargo, las técnicas de extracción y procesamiento de los minerales generan una gran cantidad de residuos cuyo tratamiento y/o disposición es un problema no menor.

2.2.1.2. Usos no consuntivos del agua

Como se estableció anteriormente, la generación de electricidad constituye el principal uso no consuntivo del agua.

En el año 1997, Chile tenía un parque generador de 3.917 MW de potencia instalada, del que 3.080 MW corresponden a centrales hidroeléctricas (cerca de un 80 por ciento), en lo que es el sistema interconectado central, que abarca desde Tal-Tal por el norte, hasta la isla Grande de Chiloé por el sur. En el sistema interconectado del Norte Grande, la generación de energía se hace principalmente a través de centrales térmicas que queman combustibles fósiles. Por otro lado, en Chiloé continental y hacia el sur, no existe un sistema interconectado y los abastecimientos locales se obtienen a través de generaciones también locales, en algunos casos por medio de pequeñas centrales hidroeléctricas.

Según la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, S.E.C., al año 2002 el sistema interconectado central, que abastece a más del 90% de la población del país, tiene una capacidad instalada de 6.617 MW, en que el 60% de ellas corresponde a centrales hidroeléctricas. El cuadro 2.11 muestra la variación de capacidad instalada entre los años 1997 y 2000.

CUADRO 2.11. VARIACIÓN CAPACIDAD INSTALADA SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL, 1997-2000.

Tipo de Central	1997		2000	
	MW	%	MW	%
Hidráulica	3.080	78,6	4.026	59,9
Termoeléctrica	837	21,4	2.691	40,1
Capacidad instalada	3.917		6.717	

Fuente: Superintendencia de electricidad y combustibles

En el cuadro 2.12 se presenta un listado de las principales centrales hidroeléctricas del país con su gasto anual y potencia instalada.

CUADRO 2.12. PRINCIPALES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS.

Nombre Central	Año Puesta en Servicio	Tipo de Central	Gasto central m ³ /s	Potencia Total MW
Abanico	1948-59	Pasada	106,8	136
Aconcagua	1993-94	Pasada	20,2	72,9
Alfalfal	1991	Pasada	30,0	160
Antuco	1981	Embalse	190,0	300
Canutillar	1990	Embalse	75,5	145
Capullo	1995	Pasada	8,0	10,7
Carbomet	1944-86	Pasada		10,9
Cipreses	1955	Embalse	36,4	101,4
Colbún	1985	Embalse	280,0	400
Curillinque	1993	Pasada	84,0	85
El Toro	1973	Embalse	97,3	400
Florida	1909-93	Pasada	30,0	28
Isla	1963-64	Pasada	84,0	68
Loma Alta	1997	Pasada	84,0	38
Los Molles	1952	Pasada	1,9	16
Los Quilos	1943-89	Pasada	22,0	39,3
Machicura	1985	Embalse	280,0	90
Maitenes	1923-89	Pasada	11,3	30,8
Mampil	2000	Pasada	45,0	49
Pangué	1996	Embalse	500,0	467
Pehuenche	1991	Embalse	300,0	500
Peuchén	2000	Pasada	36,0	77
Pilmaiquén	1944-59	Pasada	150,0	39
Pullinque	1962	Pasada	120,0	48,6
Puntilla	1997	Pasada	20,0	14,7
Queltehues	1928	Pasada	28,1	41,1
Rapel	1968	Embalse	535,1	350

CUADRO 2.12 (CONTINUACIÓN)

Rucúe	1998	Pasada	65	170
S. Andes	1909	Pasada	20,0	1,1
San Ignacio	1996	Pasada	194,0	37
Sauzal	1948	Pasada	73,5	76,8
Sauzalito	1959	Pasada	45,0	9,5
Volcán	1944	Pasada	9,1	13

Fuente: Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC), 2002.

Dos hechos relevantes ocurridos en el pasado próximo deben tenerse en cuenta hoy día para efectuar proyecciones sobre la forma en que el país buscará satisfacer sus demandas de energía eléctrica en el futuro: el primero, es el representado por la ocurrencia de sequías que pusieron en jaque al parque generador con su capacidad de generación relativamente copada y vulnerable frente a la ocurrencia del fenómeno; el segundo, ha sido el desarrollo de proyectos de importación de gas natural que viabilizan la posibilidad de centrales termoeléctricas en el futuro inmediato, usando un combustible de menos costo y menos contaminante que otros combustibles fósiles.

El sector hidroeléctrico es el más importante usuario de agua en términos de caudales aprovechados. En muchos de los casos, el uso del agua se hace por medio de centrales de pasada sin regulación, por lo que los caudales disponibles en el río, aguas abajo de la planta generadora, no sufren grandes alteraciones y quedan disponibles para otros usos.

2.2.2. Descargas de efluentes a ríos y mar

El 65% de las aguas de origen industrial es vertido al alcantarillado. El resto es vertido a aguas superficiales y al litoral. De este modo, las zonas más afectadas son la Bahía de Valparaíso y Concepción. A la fecha, los ríos Maipo, Aconcagua, Maule, Andalién y Bío-Bío han comenzado a mejorar debido, en parte, a la entrada en vigencia de algunos de los instrumentos de gestión ambiental establecidos en la Ley de Bases del Medio Ambiente, como son el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (que ha sensibilizado a los titulares de aquellos proyectos que fueron evaluados ambientalmente en la necesidad de tratar las aguas residuales resultantes de sus operaciones); el procedimiento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; y los procedimientos para Establecer Planes de Prevención y de Descontaminación.

Por otra parte, información actualizada de la SISS al año 2002, demuestra que las principales descargas industriales del país van hacia los cursos superficiales, lo cual pone de manifiesto la importancia de efectuar un adecuado tratamiento de las aguas servidas. El cuadro 2.13 da cuenta de lo anterior.

CUADRO 2.13. DESCARGAS INDUSTRIALES POR REGIÓN.

N° de Industrias por Región	Alcantarillado	Tipo de Descarga				Otro	Total
		Curso o masa de agua Superficial y/o Subterránea					
		Curso Superficial	Sistema de Infiltración	Riego	Tratamiento por Tercero		
I	1	0	0	0	0	0	1
II	2	0	0	0	0	0	2
III	0	0	3	0	0	0	3
IV	2	1	0	1	0	0	4
V	8	7	2	7	0	0	24
VI	2	8	0	9	0	0	19
VII	5	7	0	4	0	0	16
VIII	11	9	0	1	1	0	22
IX	3	3	0	0	0	0	6
X	11	19	0	2	0	0	32
XI	1	0	0	0	0	0	1
XII	4	1	1	0	0	0	6
RM	111	30	7	24	2	3	177
TOTAL	161	85	13	48	3	3	313

Fuente : Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2002.

2.3. FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS AGUAS CONTINENTALES

2.3.1. Sistema de datos del ciclo hidrológico

Una primera respuesta de la sociedad orientada a la gestión del recurso hídrico con miras a minimizar conflictos y racionalizar su utilización, es la relacionada con la ampliación del conocimiento sobre el comportamiento de los sistemas hidrológicos a través de la captura de datos hidrometeorológicos (Información climatológica, fluvio-métrica y de calidad de aguas).

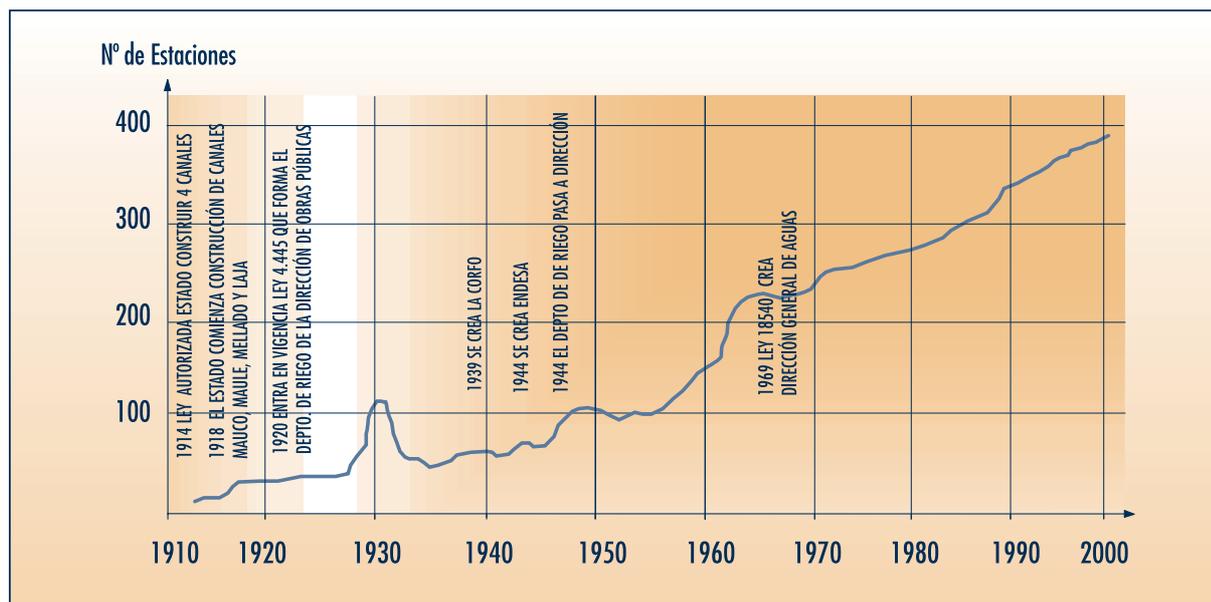
La captura de la información es realizada principalmente por la Dirección General de Aguas (DGA), organismo dependiente del Ministerio de Obras Públicas, encargado por ley de evaluar cuantitativa y cualitativamente el recurso hídrico, y la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), dependiente del Ministerio de Defensa. Estos dos organismos poseen las redes más importantes del país en términos del tipo de instrumentos y de cobertura geográfica. No obstante, existen otras insti-

tuciones del Estado que recogen información relacionada, como es el caso del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA); y los organismos dependientes del Ministerio de Agricultura: el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), la Corporación Nacional Forestal (CONAF), y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

La DGA posee la red más extensa y numerosa. En el período 1990 - 2002 ha implementado mejoras en las tecnologías utilizadas, alcanzando un alto nivel de calidad y automatización, así como también en la capacidad del personal dedicado a la captura de datos.

No obstante, aún persisten ciertas deficiencias en el número de estaciones. La figura 2.17 ilustra respecto a la dotación actual de estaciones fluvio-métricas, para los años 1996 y 2001 y su relación con el número mínimo requerido de estaciones para alcanzar un nivel aceptable de información hidrológica. Asimismo, en la Figura 2.18 se puede observar cómo evolucionó el número de estaciones de aforo, que comenzaron a ser instaladas a partir de la segunda década del siglo XX, hasta completar las 392 unidades existentes al año 2001.

Figura 2.17. Evolución de estaciones fluvio-métricas



Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2001.

Adicionalmente a lo expuesto, en el año 2002 se está materializando el traspaso de estaciones a la DGA por parte de ENDESA S.A., y ello por medio de un convenio entre ambas instituciones, por lo cual la gestión de operación de la DGA se verá incrementada. Así, durante el año 2001, 52 estaciones han pasado a formar parte de la red fluviométrica de la DGA, manteniéndose 9 en proceso de incorporación (cuadro 2.14).

CUADRO 2.14: NÚMERO DE ESTACIONES ACTUALMENTE EN TRASPASO DESDE ENDESA S.A. A DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA).

Periodo	Número de estaciones	Situación
2000 – 2001	12 estaciones	Trasadas
2001 – 2002	40 estaciones	Trasadas
2002 – 2003	9 estaciones	Traspaso en trámite
Total de estaciones : 61		

Fuente : Dirección General de Aguas (DGA), 2002.

Por otra parte, la DGA presenta un importante incremento del número y tipo de estaciones entre los años 1990 y 2001, como lo muestra el cuadro 2.15.

CUADRO 2.15. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE ESTACIONES DGA.

Tipo de estación	Año		
	1990	1999	2001
Fluviométrica	315	374	392
Sedimentométricas	53	60	67
Meteorológicas (I y II orden)	98	127	149
Pluviométricas	266	346	352
Nivométricas	44	44	14

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2002.

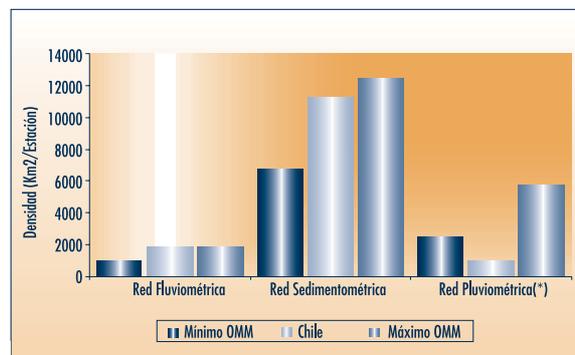
Otro antecedente institucional importante, es que la densidad de estaciones fluviométricas y sedimentométricas se enmarca en los estándares que entrega la Organización Mundial de Meteorología (OMM), lo cual no ocurre con la red de estaciones pluviométricas, como lo muestra el cuadro 2.16 y la figura 2.17.

CUADRO 2.16. DENSIDAD DE LAS REDES DE MONITOREO DGA.

Tipo de Red	Densidad en Chile (Km ² /estación)	Densidad propuesta por OMM (Km ² /estación)	
		Mínimo	Máximo
Red Fluviométrica	1.900	1.000	1.875
Red Sedimentométrica	11.200	6.700	12.500
Red Pluviométrica (*)	1.000	2.500	5.750

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2002.

Figura 2.17. Densidad de las redes de monitoreo DGA.



Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2002.

A partir de 1985, la DGA ha instaurado un sistema de medición de la calidad de aguas para un conjunto de lagos y embalses, integrado por un número variable de puntos de monitoreo. En el cuadro 2.17 se identifican los cuerpos de agua continentales que operan bajo la Red Nacional Mínima de Control de Lagos. En el cuadro 2.18 los parámetros medidos en esta red minera y en el cuadro 2.19 se especifican los parámetros que son analizados por el Laboratorio Ambiental de la DGA.

De igual forma, la DGA presenta también un importante número de estaciones de monitoreo continuo de calidad de aguas superficiales, las que se presentan en el cuadro 2.20. Asimismo, en las figuras 2.19 y 2.20 se muestra el número de estaciones de calidad de aguas superficiales y subterráneas del país.

CUADRO N°2.17: CUERPOS DE AGUA BAJO LA RED NACIONAL MÍNIMA DE CONTROL DE LAGOS.

Región	Lago o Embalse	N° de Estaciones
IV	Embalse la Paloma	3 estaciones
R.M.	Laguna Aculeo	3 estaciones
VI	Embalse Rapel	3 estaciones
VIII	Laguna San Pedro	3 estaciones
	Lago Lanalhue	4 estaciones
	Laguna de la Laja (*)	5 estaciones
IX	Lago Villarrica	4 estaciones
	Lago Calafquén	5 estaciones
	Lago Caburga (*)	4 estaciones
X	Lago Panguipulli (*)	5 estaciones
	Lago Ririñhue	3 estaciones
	Lago Ranco	3 estaciones
	Lago Llanquihue	4 estaciones
	Maihue (*)	5 estaciones
	Chapo (*)	3 estaciones

(*) : Cuerpos de Agua incorporados a la red, con posterioridad a 1998.

Fuente: Dirección General de Aguas, 2002.

CUADRO N°2.18. PARÁMETROS MEDIDOS EN LA RED MÍNIMA DE CONTROL DE LAGOS.

Parámetros Medidos en Terreno	Temperatura
	PH
	Conductividad
	Oxígeno disuelto
	Transparencia
	Turbiedad
	Temperatura ambiental
	Humedad relativa
	Presión atmosférica
	Velocidad del viento
Parámetros Medidos en Laboratorio Ambiental D.G.A.	Estado del tiempo
	N/NO3
	N/NO2
	N/NH3
	P/PO4
Parámetros Medidos en Laboratorio de Universidades	SiO2
	DQO
	N Kjerdahl
	P total
	Clorofila a
	Coliformes fecales (Calafquén-Panguipulli)
	Coliformes totales (Calafquén-Panguipulli)

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2002.

CUADRO 2.19. PARÁMETROS ANALIZADOS POR EL LABORATORIO AMBIENTAL DE LA DGA.

Metales	Macroelementos	Nutrientes	Otros
Aluminio	Bicarbonato	N-Amoníaco	Cianuro
Arsénico	Calcio	N-Nitratos	Clorofila a
Boro	Carbonatos	N-Nitritos	PH
Cadmio	Cloruro	P-Fosfatos	Conductividad
Mercurio (DQO)	Manganeso	P-Total	Demanda química de oxígeno
Molibdeno	Magnesio		
Plata	Potasio		
Cobalto	Sodio		
Cobre	Sulfatos		
Cromo			
Hierro			
Plomo			
Selenio			
Zinc			

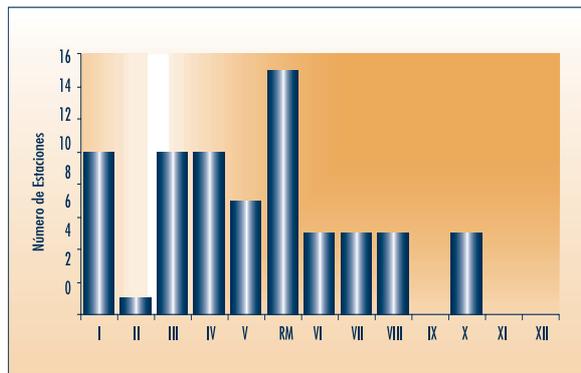
Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2001.

CUADRO 2.20. ESTACIONES DE MONITOREO CONTINUO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DGA.

Región	Estación	Transmisión Satelital
I	Río Lluta en Alcérreca	Sí
IV	Río El Toro	No
IV	Estero Pupio	Sí
V	Río Aconcagua en Chacabuquillo	Sí
R.M.	Río Maipo en el Manzano	Sí
VII	Río Maule en Longitudinal	Sí
VII	Río Longaví en Quiriquina	Sí
VII	Río Achibueno en la Recova	Sí
VII	Río Claro en Talca	Sí
VII	Río Loncomilla en las Brisas	Sí
X	Río Cruces en Rucaco	No

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2001.

Figura 2.19. Estaciones de calidad de aguas superficiales, por región.



Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2001.

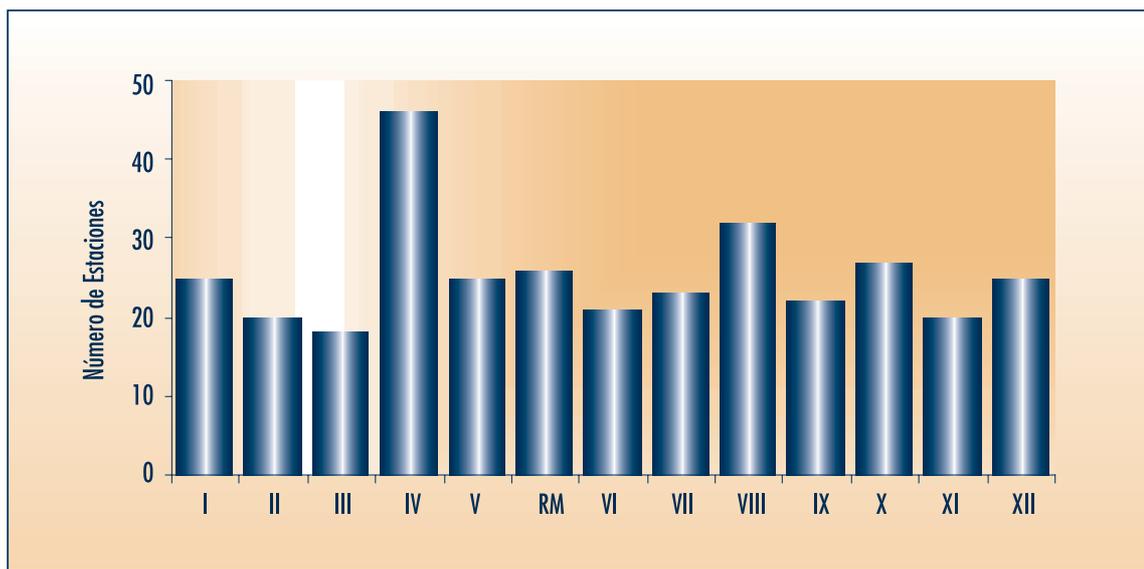


Figura 2.20. Estaciones de calidad de aguas subterráneas, por región.

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2001.

Finalmente, corresponde destacar que la DGA ha formulado un programa de modernización de la red hidrométrica nacional, el cual está en plena realización y plantea como objetivos la obtención de datos en tiempo real, la mejora en la calidad y continuidad de los datos hidrométricos, la optimización de los procedimientos de tratamiento de dicha información y una mayor agilidad en la obtención y procesamiento de la información, mejo-

rando la accesibilidad a ella, y la generación de economías presupuestarias en el funcionamiento de las estaciones de medición, en donde se aprecia el comportamiento del Río Maule en la estación Forrel, a tiempo real y en base a percepción remota.

Los tablas I.10 a I.15 del anexo I ofrecen informaciones adicionales sobre la red hidrométrica nacional.

2.3.1.2 Cobertura de Servicios Sanitarios.

Con relación a la cobertura de agua potable, Chile ha mostrado una tendencia creciente en la

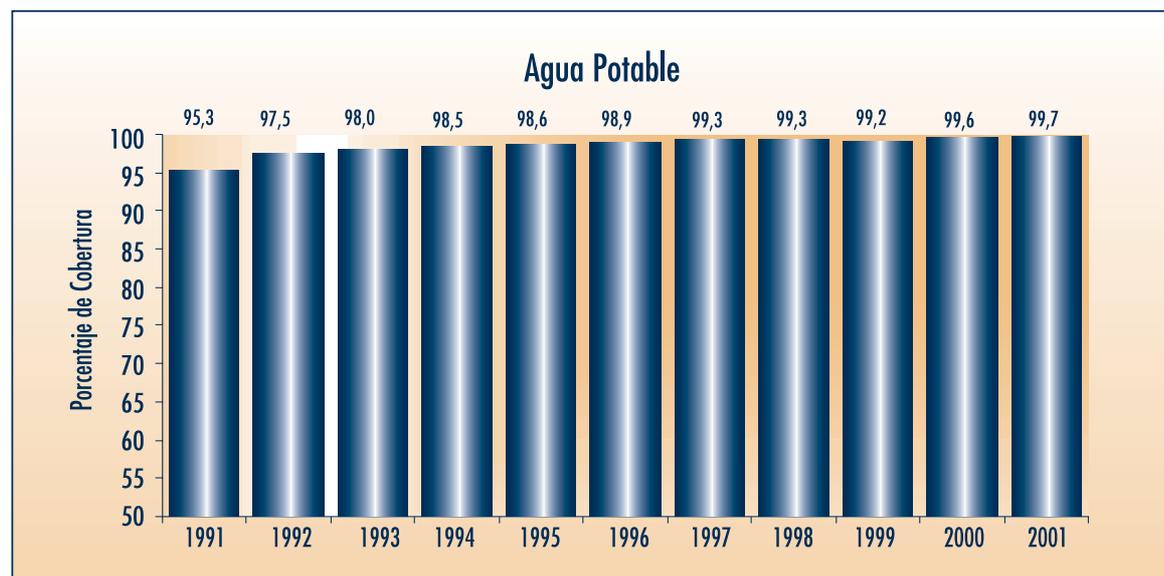
población servida, que al año 2001 alcanzaba al 99,7 por ciento de la población urbana del país. Esta información se desprende del cuadro 2.21 y de la figura 2.21.

CUADRO N°2.21. COBERTURA DE AGUA POTABLE POR REGIONES. 1998 Y 2001.

Región	1998			2001		
	Población Urbana	Población Abastecida	% cobertura	Población Urbana	Población Abastecida	% cobertura
I	354.557	353.870	99,8	402.366	401.963	99,9
II	418.701	416.532	99,5	446.716	446.479	99,9
III	225.871	219.757	97,3	236.962	234.731	99,1
IV	429.235	426.042	99,3	510.890	510.158	99,9
V	1.360.273	1.308.852	96,2	1.405.411	1.391.066	99,0
R.M.	5.896.412	5.895.511	100,0	6.455.306	6.453.998	100,0
VI	527.843	517.925	98,1	522.022	517.687	99,2
VII	564.786	561.394	99,4	603.945	601.235	99,6
VIII	1.470.228	1.458.056	99,2	1.564.726	1.554.179	99,3
IX	533.575	531.128	99,5	568.263	567.821	99,9
X	630.316	628.421	99,7	646.093	646.089	100,0
XI	67.360	67.360	100,0	67.926	67.881	99,9
XII	141.091	140.813	99,8	145.742	145.658	99,9
Total	12.620.248	12.525.661	99,3	13.576.368	13.538.945	99,7

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2002.

Figura 2.21. Evolución de la Cobertura de Agua potable, última década.



Fuente : Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2002.

En relación con servicios de alcantarillado, la población servida alcanza a una cobertura promedio del 93,8 por ciento de la población urbana al año 2001, contrastando con el 91,6 por ciento del año 1998. Así también, para el año 1998, la Sexta Región era la única que se encontraba por debajo del 80 por ciento de cobertura, situación que cambia para el año 2001 ya que alcanza al

80,2 por ciento. La Región con mayor cobertura de alcantarillado urbano al año 1998 era la I Región con un 97,5 por ciento, seguida por la Metropolitana con un 97,4 por ciento. Al año 2001 la situación se invirtió, ya que la Región Metropolitana presenta una cobertura del 98 por ciento, en tanto que la I Región manifiesta un 97,7 por ciento (SISS, 2002).

CUADRO N°2.22: COBERTURA DE ALCANTARILLADO URBANO. 1998 Y 2001.

Región	1998			2001		
	Pob. Urbana	Pob. Saneada	% cobertura	Pob. Urbana	Pob. Saneada	% cobertura
I	354.557	345.866	97,5	402.366	393.039	97,7
II	418.701	398.378	95,1	446.716	434.060	97,2
III	225.871	197.892	87,6	236.962	219.971	92,8
IV	429.235	385.648	89,8	510.890	481.269	94,2
V	1.360.273	1.171.568	86,1	1.405.411	1.257.506	89,5
R.M	5.896.412	5.744.117	97,4	6.455.306	6.323.406	98,0
VI	527.843	414.354	78,5	522.022	418.462	80,2
VII	564.786	519.430	92,0	603.945	565.001	93,6
VIII	1.470.228	1.215.676	82,7	1.564.726	1.358.948	86,8
IX	533.575	461.110	86,4	568.263	511.742	90,1
X	630.316	518.118	82,2	646.093	567.405	87,8
XI	67.360	57.516	85,4	67.926	61.640	90,7
XII	141.091	136.733	96,9	145.742	144.113	98,9
Total	12.620.248	11.566.406	91,6	3.576.368	12.736.562	93,8

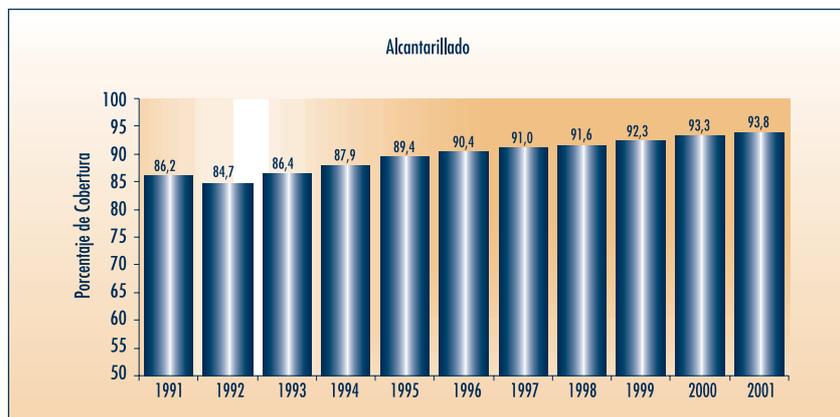
Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2002.

En el cuadro 2.22 se ilustra respecto a la relación por regiones, entre la población servida y la población urbana total, mientras que la figura 2.22 muestra cómo ha evolucionado, a nivel nacional, la proporción de la población servida con alcantari-

llado. Así, se puede observar una tendencia creciente de dicha proporción, llegando a fines de 2001, a superar en más de 8,8 por ciento la proporción observada a inicios de la década del 90.

Figura 2.22. Evolución de la cobertura de alcantarillado en la última década.

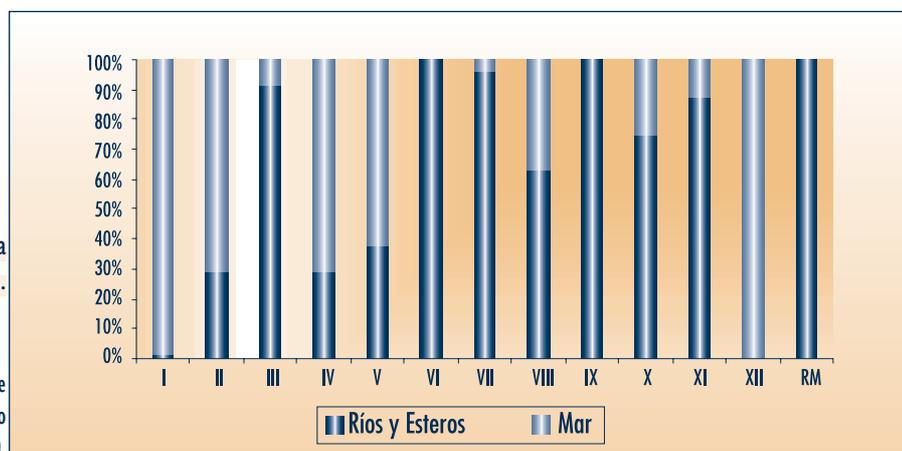
Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2002.



Según datos del Instituto de Ingenieros de Chile, para el año 1990, la descarga de los alcantarillados en las distintas regiones del país, no era uniforme en

el punto de destino, ya que algunas zonas drenan mayoritariamente al mar mientras otras lo hacen en ríos y esteros, como lo muestra la figura 2.23.

Figura N°2.23. Destino de descarga de los alcantarillados por Regiones.



Fuente: Elaboración propia a partir de información entregada por el Instituto de Ingenieros de Chile, 1990.

La misma fuente estimaba que, a 1990, la población servida por sistemas que descargaban en ríos y esteros llegaba a poco más de 6,6 millones de habitantes, y a 1,7 millones la población servida por sistemas que descargaban al mar. La tabla 2.16 del anexo I ilustra respecto a esta distribución en el ámbito regional.

Los sistemas de tratamiento de aguas servidas varían en sus componentes caso a caso y pueden incluir plantas de tratamiento, lagunas de estabilización, lagunas aireadas, fosas sépticas, zanjas de oxidación, lodos activados y emisarios costeros y marinos. A partir del 2000 se incorporaron las plantas físico-químicas y hasta un centro experimental de aguas servidas.

CUADRO 2.23. TOTALES DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y NÚMERO EN OPERACIÓN

Año	Número de sistemas de tratamiento	Número de sistemas de tratamiento puestos en operación
1998	90	-
1999	108	18
2000	122	14
2001	134	12

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la SISS, 2002.

Por otra parte, el sistema de evaluación de impacto ambiental coordinado por CONAMA, ha presentado un incremento manifiesto de las declaraciones y estudios de impacto ambiental, relacionados con proyectos de saneamiento ambiental entre el año 1998 y 2002, aunque debe señalarse que las declaraciones presentaron su máximo durante el año 2001, como se muestra en el cuadro 2.24.

2.3.1.3 Tratamientos de descargas de efluentes

Desde el año 1998 a la fecha, en el sector saneamiento ambiental se ha realizado un salto cuantitativo relevante, restando aún ejecutar una serie de proyectos que al año 2010 consideran alcanzar una cobertura de tratamiento de las aguas servidas superior al 98%.

Del total de la población urbana al año 2001 (13.576.370 habitantes), el año 1998 sólo un 9,3% de ella trataba sus aguas servidas. El año 2001 esta cifra aumentó a un 39,4% y está proyectado alcanzar niveles de cobertura del 44,4% (fines del 2002), 83,6% (2005) y 98,7% al año 2010. Lo anterior ha significado inversiones del orden de los MMUS\$150 restando aún en los futuros proyectos para el 2010 una cifra de MMUS\$841 aproximadamente, sólo en construcción de plantas de tratamiento de aguas servidas.

CUADRO 2.24. PROYECTOS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EVALUADOS A TRAVÉS DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL COORDINADO POR CONAMA.

Periodo Calendario	Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA)	Estudios de Impacto Ambiental (EIA)	Montos MMUS\$
Anterior al 03.04.1997		8	385,5
04.04.1997 al 31.12.1997	29	5	182,1
1998	113	1	419,7
1999	249	3	374,0
2000	163	4	889,8
2001	197	5	682,3
2002 (al 31.07.2002)	71	2	2457,0
TOTAL	822	28	5390,4

Fuente: CONAMA, 2002.
(Incluye todas las inversiones realizadas tanto en plantas de tratamiento de aguas servidas como de aguas industriales)

CUADRO 2.25. INVERSIONES TOTALES PROYECTADAS EN SANEAMIENTO AMBIENTAL PARA EL PERIODO 2002 – 2010 POR TIPO DE INVERSIÓN.

Inversiones Proyectadas	Monto MMUS\$
Agua potable	422,1
Alcantarillado	250,6
Plantas de Tratamiento Aguas Servidas	841,5
Otras	64,7
Total	1578,9

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2001.

2.3.2. Investigación y Desarrollo

El Comité Nacional para el Programa Hidrológico Internacional de UNESCO, CONAPHI-Chile, desde 1999 está desarrollando un trabajo que pretende sistematizar información sobre investigación e identificar en las distintas áreas a los grupos investigadores más importantes del país.

Una forma de aproximarse a las investigaciones que se llevan a cabo en el país es a través de las actas de congresos científicos ligados a estas materias. En el Anexo 2, se entrega una apretada presentación de los estudios realizados en diversos ámbitos institucionales y académicos nacionales y se extraen antecedentes relevantes de las actas XIV y XV Congresos Chilenos de Ingeniería Hidráulica, que se realizaron en octubre de 1999 y noviembre de 2001 respectivamente, abarcando áreas temáticas de hidrología subterránea y superficial, análisis de sistemas ambientales, obras hidráulicas, e hidráulica fluvial y marítima.

En la promoción de investigaciones relativas al recurso hídrico, el Programa Hidrológico Internacional (PHI) actúa a través de las jornadas que realiza el Comité Chileno. Así, se destacan los trabajos presentados en las VI y VII Jornadas de Trabajo correspondientes al año 1999 y 2001, los que fueron agrupados en cuatro grandes áreas: evaluación y monitoreo de recursos hídricos, agua y medio ambiente, aspectos legales y económicos de la gestión de los recursos hídricos, y educación y recursos hídricos.

Además, existen variados centros de investigación y grupos de trabajo que, constantemente, están desarrollando investigaciones ligadas a los recursos hídricos. Por ejemplo: la Universidad de Chile; la Universidad Católica de Chile; la Universidad de Talca; la Universidad Austral de Chile y el Centro EULA-Chile, dependiente de la Universidad de Concepción.

El organismo público que ha desarrollado más estudios e investigaciones en el plano de los recursos hídricos, ha sido la DGA, sin perjuicio de proyectos de inversión de importancia que han permitido la realización de investigaciones específicas como ha sido el caso de las centrales hidroeléctricas, o de proyectos de investigación encargados por otros organismos del Estado. La principal fuente de financiamiento de investigación científica, el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, sólo en el año 1999 incorporó como área de financiamiento la disciplina de hidrología, lo que demuestra que históricamente no ha existi-

do una política de investigación en torno al tema. Se observa en los listados de proyectos aprobados por Fondecyt, que las disciplinas ligadas al agua más favorecidas, son Ingeniería Hidráulica, y Meteorología y Climatología. Otras disciplinas que desde hace algún tiempo no tienen acceso a financiamiento, son Hidrogeología (14 años), la Limnología (7 años) y particularmente, Ingeniería Sanitaria (9 años). Asimismo, una disciplina que presenta un escaso nivel de actividad en el país es la hidrogeología, lo cual demuestra la necesidad de fomentar las acciones ligadas a una investigación de este tipo, especialmente porque el uso de las aguas subterráneas es cada vez más creciente e intensivo.

Aparte de los organismos citados, existen otras instancias de nivel público que realizan tareas de investigación y desarrollo, como es, por ejemplo, la Subsecretaría de Pesca, mediante su unidad encargada de medio ambiente. Así, se han establecido objetivos de investigación, los que han sido propuestos al Fondo de Investigación Pesquera y al Banco Integrado de Proyectos.

Por último, en el campo de la hidrogeología, cabe destacar que, durante los últimos años, el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNA-GEOMIN), ha fortalecido su línea de trabajo con el fin de incrementar el conocimiento de los factores que rigen o condicionan la presencia del agua subterránea en determinados ambientes geológicos, los volúmenes almacenados, las propiedades fisicoquímicas de las aguas, el rendimiento de las obras de captación, el comportamiento frente a las extracciones y la vulnerabilidad a la contaminación.

2.3.3. Contexto jurídico institucional

2.3.3.1. Marco institucional

El marco jurídico relevante para la gestión de los recursos hídricos está definido principalmente por el Código de Aguas, vigente desde 1981, y por un conjunto de otros textos legales entre los que

se destacan la ley sobre vertidos, la ley de fomento al riego, el conjunto de instrumentos asociados al sector energía, etc. La dimensión ambiental se incorporó explícitamente a partir de la promulgación de la Ley de Bases del Medio Ambiente en 1994. Los roles de los órganos del Estado y las obligaciones y derechos de los individuos se desprenden de ese conjunto de textos legales.

Las siguientes son algunas de las premisas básicas que se derivan del código de aguas y que son determinantes en la forma como se manejan los recursos hídricos del país.

a) El agua es un bien nacional de uso público; es decir, su dominio pertenece a toda la nación.

b) Es posible conceder derechos de aprovechamiento a los particulares; el titular de un derecho de aprovechamiento puede usar, gozar y disponer de el y, como cualquier otro bien susceptible de apropiación privada, tiene protección jurídica similar.

c) Dicho derecho de aprovechamiento es un bien principal, no es accesorio a la tierra o industria para la cual hubiera estado destinada. En consecuencia se puede transferir o transar libremente.

d) El Estado desempeña un rol subsidiario en el sentido que no realiza aquellas tareas que puede desarrollar el sector privado. En este ámbito, el Estado orienta su acción a las tareas normativas y reguladoras, cumple una función de promoción de la equidad social y también de fomento y desarrollo.

Las siguientes son las características principales de la institucionalidad estatal vigente, en cuanto a la gestión de los recursos hídricos:

a) Concentración en una sola institución de las funciones de medición, investigación y de administración de recursos hídricos que competen al Estado, orientando la evaluación de los recursos hídricos hacia las necesidades más urgentes, por parte de la autoridad y de los usuarios.

b) Independencia frente a los organismos de Gobierno que atienden a un sector usuario es-

pecífico, tanto de las tareas de regulación y en lo que respecta al recurso hídrico, como desde un punto de vista ambiental.

c) Clara separación institucional de las distintas funciones que desarrolla el Estado.

Sin embargo, una de las limitaciones más importantes que es posible identificar en esta institucionalidad, es la ausencia de instancias de coordinación intersectorial, de carácter público y privado, exceptuando el tema ambiental, donde la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) juega un rol fundamental de coordinación y articulación de las instituciones.

2.3.3.2. Institucionalidad Estatal

En Chile existen distintas instituciones ligadas a la gestión y uso del recurso hídrico. Cabe destacar el papel que desempeñan, entre otras instituciones, la Dirección General de Aguas y la Dirección de Obras Hidráulicas, ambos organismos dependientes del Ministerio de Obras Públicas; la Corporación Nacional Forestal y el Servicio Agrícola y Ganadero, dependientes del Ministerio de Agricultura; la Dirección General del Territorio Marítimo y de la Marina Mercante y el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, dependientes de la Armada de Chile; la Dirección Meteorológica de Chile, dependiente de la Fuerza Aérea de Chile; la Superintendencia de Servicios Sanitarios; y la Comisión Nacional de Riego.

Las funciones que posee la *Dirección General de Aguas*, las confiere el Código de Aguas, D.F.L. N° 1122 de 1981, y entre éstas destacan:

- Planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento.
 - Investigar y medir el recurso agua y mantener y operar el Servicio Hidrométrico Nacional y el Banco Nacional de Aguas.
 - Ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público, impidiendo que éstos se intervengan sin la autorización correspondiente.
 - Ocuparse de la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas.
 - Supervigilar el funcionamiento de las juntas de vigilancia y organizaciones de usuarios de acuerdo con lo dispuesto en el Código de Aguas.
- La *Dirección de Obras Hidráulicas*, por su parte, posee como principales funciones las de:
- Estudiar, proyectar, construir, reparar y explotar las obras de riego que se realicen con fondos fiscales.
 - Supervisar las obras de saneamiento y recuperación de terrenos que se ejecuten con fondos fiscales.
 - Estudiar, proyectar, construir y reparar el abovedamiento de los canales de regadío que corren por los sectores urbanos de las poblaciones.
 - Proponer la condonación total o parcial de las deudas por saneamiento o recuperación de terrenos indígenas, la que deberá concederse por decreto supremo fundado.
 - Desarrollar para las ciudades y centros poblados, planes maestros de sistemas de evacuación y drenajes de aguas lluvias, teniendo presente la situación de las cuencas hidrográficas y tomando las acciones necesarias para evitar la erosión y deforestación.
 - Incentivar en los agricultores y campesinos la realización de proyectos de riego y drenaje intra prediales, que optimicen la utilización de recursos hídricos y suelos, para que postulen a subsidios hasta de un 75 por ciento del costo total del proyecto.
- Así mismo, la Corporación Nacional Forestal, presenta una propuesta de Política Institucional para la ordenación de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos. Dicha propuesta, centra sus lineamientos generales en el objetivo de velar por la conservación y protección del recurso hídrico, teniendo en cuenta que en el manejo integral de cuencas, la relación suelo-agua-vegetación, constituye un elemento fundamental del accionar de todo ecosistema.

En cuanto al recurso hídrico, el papel del Servicio Agrícola y Ganadero, tiene relación con la fiscalización de la ejecución de obras. Además, realiza monitoreos de calidad de aguas. Asimismo, el Servicio actualmente postula una política de reutilización de las aguas residuales en la agricultura, en el marco de ciertos cultivos en que es posible llevar a cabo esta estrategia.

La Dirección general del Territorio Marítimo y de la Marina Mercante DIRECTEMAR es responsable de velar y promover los intereses marítimos de Chile, y entre otros roles, cumple el de la evaluación del impacto ambiental, la observación del ambiente litoral, y la educación y difusión de medidas para la protección del medio ambiente acuático; además está ejecutando el Plan Nacional de Investigación, Vigilancia y Control de la Contaminación Acuática.

Por otra parte, existe el POAL, Programa de Observación del Medio Ambiente Litoral, el cual posee por objetivo determinar los niveles de concentración de los principales agentes contaminantes presentes en el agua, en los organismos y en los sedimentos de 25 cuerpos de agua distribuidos a lo largo del territorio nacional.

El Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, tiene las funciones de planear, preparar, ejecutar y controlar los trabajos hidrográficos que se realizan en las zonas de jurisdicción nacional; man-

tener actualizado un Plan Hidrográfico que considere las necesidades nacionales; mantener un archivo de datos oceanográficos y controlar la investigación científica marina que se realice en aguas jurisdiccionales.

La Dirección Meteorológica de Chile se ocupa de capturar y procesar información meteorológica, con el fin de apoyar a la aeronáutica; monitorear corrientes marinas, ligadas por ejemplo al fenómeno del Niño; monitorear los regímenes de precipitación, y entregar cuadros sinópticos y pronósticos climáticos a nivel de todo el país.

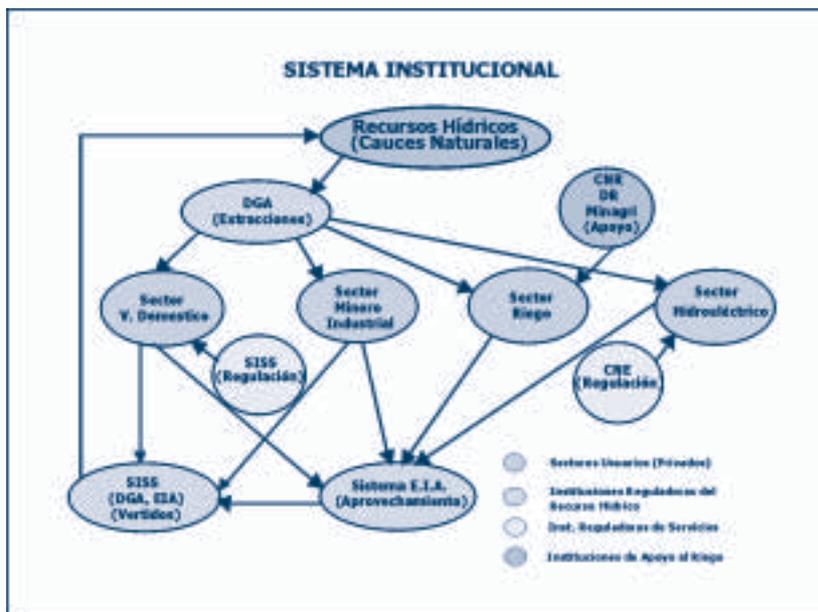
La Superintendencia de Servicios Sanitarios posee como misión garantizar a la población abastecida de los servicios ligados al agua, y a aquella que desea ser abastecida por empresas concesionarias de servicios de agua potable y saneamiento, que el suministro del recurso, así como la cantidad, la calidad y el precio corresponda al ofrecido, de tal forma que éste sea justo y posible de sostener en el largo plazo. Además debe velar porque el agua, una vez utilizada, sea tratada para ser devuelta a la naturaleza de forma compatible con un desarrollo sustentable en el largo plazo.

Otra institución vinculada fuertemente a la gestión y aprovechamiento del recurso hídrico es la Comisión Nacional de Riego; para esta institución, el recurso hídrico es el elemento base de su accio-

Figura 2.24. Sistema institucional para la gestión del agua *.

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 1999.

* : La presente es una visión limitada del sistema por lo que omite ciertas funciones y entidades, entre éstas la CONAMA y la DIRECTEMAR que cumplen roles importantes en la gestión del agua.



nar, definido en su misión de coordinar la formulación y la materialización de la política nacional de riego, para el óptimo aprovechamiento de los recursos hídricos del país.

En la figura 2.24 se muestra el esquema institucional relacionado con el recurso hídrico.

2.3.3.3. Normativa Legal

Con el fin de detener la creciente alteración que han sufrido las aguas de ríos, lagos y mares al recibir descargas de aguas servidas domésticas, es que desde el año 1995 la CONAMA dio inicio a la elaboración de Normas de Emisión y Normas de Calidad Ambiental Primarias y Secundarias.

Lo anterior ha traído como resultado la puesta en vigencia de la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado (Decreto Supremo N°609/98 del Ministerio de Obras Públicas, en vigencia desde julio de 1998 y su modificación, Decreto Supremo N°3592/2000 del Ministerio de Obras Públicas), que regula las cantidades máximas de contaminantes que las industrias pueden descargar a las redes públicas de alcantarillado con el objeto de proteger y preservar las redes de alcantarillado de las empresas de recolección y disposición de aguas servidas, como también de las futuras plantas de tratamiento de aguas servidas, con el fin de disminuir eventuales riesgos para la población si los residuos líquidos son vertidos al ambiente como producto de accidentes.

Otro logro es la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (Decreto Supremo N°90/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, en vigencia desde el 3 de septiembre del 2001), y cuyo ámbito es prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales en todo el territorio nacional. Se aplica a todos los establecimientos emisores (tanto industriales como sanitarios) que descarguen sus residuos líquidos a cuerpos o masas de aguas superficiales (ríos, lagos y mar). Sin perjuicio de lo

anterior y acorde con el principio de gradualidad de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, los establecimientos que a la fecha de promulgación de esta norma estaban funcionando, tienen plazo hasta el 3 de septiembre del 2006 para obligatoriamente actuar según ella.

En cuanto al resto de la normativa ambiental cuyo fin es la protección del recurso hídrico, aún se encuentra en elaboración:

- Norma de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales, la cual será una norma mixta (primaria y secundaria). La primaria regulará la calidad de las aguas para recreación con contacto directo y el riego de frutas y hortalizas que se desarrollan a ras del suelo; y la secundaria regulará usos tales como: riego, acuicultura, fuentes de agua potable, pesca deportiva, bebida para animales y protección de comunidades acuáticas.
- Norma de Calidad Ambiental en Aguas Marinas, tendrá como objetivo proteger las aguas marinas y estuarinas de las amenazas de contaminación.
- Norma de Emisión de Residuos Industriales Líquidos a Cursos y Masas de Aguas Subterráneas.

2.4. CONCLUSIONES

Se destaca, a continuación, un conjunto de aspectos relevantes para la gestión, que determinan los desafíos que el país deberá enfrentar en un horizonte de corto-mediano plazo.

En primer lugar, es necesario enfatizar que la situación actual de las redes para la obtención de información básica, es notoriamente más eficiente que la situación que se observaba en el pasado, con un cambio que ha sido sustancial a partir de la década del 90. Así por ejemplo, la capacitación de los operadores de estaciones de todo tipo, la incorporación de estaciones automáticas y de alta confiabilidad en la obtención de datos, la disposición de un banco nacional de aguas que permite la obtención de información confiable y centralizada, etc., son aspectos que hablan por sí solos del nivel que po-

see la gestión del recurso hídrico en Chile, en comparación con otros países de América Latina.

Un segundo aspecto importante de destacar es el constituido por la incorporación explícita de la dimensión ambiental a la gestión del agua, lo que puede ser atribuido, básicamente, a la política ambiental que comienza a delinearse al inicio de la década de los noventa y que culmina con la promulgación de la Ley de Bases del Medio Ambiente y las normativas y actuaciones que de ésta se derivan. Las instancias asociadas a la CONAMA obligan y/o favorecen la convergencia de los diversos organismos que desempeñan algún rol en la gestión del agua como, entre otras entidades, la DGA, la DOH, la DIRECTEMAR, la SISS y la propia CONAMA, lo que permite establecer enfoques interinstitucionales de trabajo.

Un tercer aspecto relevante, se establece en el marco de actuación sanitaria del Estado, lo cual ha permitido un excelente nivel de cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado. De igual forma, en el corto plazo, se observa el gran potencial, en el corto plazo, para la expansión de servicios de tratamiento de aguas servidas como lo demuestran las cifras entregadas en este mismo documento.

Otro aspecto fundamental que se debe destacar -el cuarto en este listado-, es el cúmulo de investigaciones y de grupos de trabajo que se han establecido en el país en torno al agua; de este modo, a pesar de que aún no se alcanzan niveles satisfactorios en cantidad y orientación de la in-

vestigación básica y aplicada, el país presenta líneas de trabajo en diversos ámbitos como lo son la hidráulica, la hidrología de superficie, la limnología, la meteorología, etc. Todo lo anterior permite percibir que, de mantenerse la actual política de investigación, incorporando a ella rectificaciones que permitan la obtención de marcos sinérgicos de trabajo, la investigación se debería convertir en un elemento que entregue mayores fortalezas que las que ya aporta a la acción del Estado.

Un quinto aspecto, fundamental al evaluar la situación actual del recurso, tiene que ver con los variados procesos de contaminación de los cuerpos de agua continentales y costeros que son motivo de preocupación creciente en el ámbito de las instituciones del Estado y organismos de investigación. Cabe reiterar aquí lo ya expuesto antes en este informe en cuanto a la importancia, para la gestión adecuada de los recursos hídricos, de la investigación y de las redes de monitoreo de la calidad de aguas.

Como sexto elemento que se debe mencionar está el problema de una demanda creciente de agua frente a una oferta fija o, por lo menos, bastante inelástica. La proyección de la demanda por agua, para sus distintos usos en los próximos 15 años, demuestra que las situaciones de desbalance observadas se van a agudizar en el futuro, particularmente al norte de la Región Metropolitana. Esta situación plantea un desafío de proporciones respecto al cual no se han delineado estrategias de largo alcance que comprometan a todos los sectores.

BIBLIOGRAFÍA

- Arreguín-Cortés, F. (1994). Efficient use of water in cities and industry. En *Efficient water use*. UNESCO-ROS-TLAC. Uruguay, pp. 63-91.
- Brown, A. (1998). *Lineamientos de la investigación en medio ambiente*. Documento de trabajo interno. Departamento de Pesquería, Unidad Ambiental, Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Valparaíso, Chile.
- Brown, E. (1997). Disponibilidad de recursos hídricos en Chile en una perspectiva de largo plazo. En: *Sustentabilidad ambiental del crecimiento económico chileno*. Programa de desarrollo Sustentable, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. pp. 191-213.
- Cabrera, N. (1994). Estado de las Aguas Continentales y Marinas de Chile. En *Perfil ambiental de Chile*. Comisión Nacional del Medio Ambiente, pp. 173-195.
- CAPP (1998). *Taller Concertación institucional*. Centro de análisis de Políticas públicas, Chile.
- Celedón, E. (1997). El derecho a la sed. En *Revista Veriente*. N° 2, pp. 30-35.
- Conama (1994). *Perfil ambiental de Chile*. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile.
- De Miguel, C. (1998). *Los recursos hídricos en el desarrollo sustentable en Chile*. Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile, Chile.
- Dirección General de Aguas (1987). *Balance Hídrico de Chile*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dirección General de Aguas (1989). *Contaminación de aguas naturales, inventario de contaminación, regiones I a la V*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dirección General de Aguas (1991). *Contaminación de aguas naturales, inventario de contaminación, regiones Metropolitana a la XII*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dirección General de Aguas (1996). *Mapa Hidroquímico Nacional*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dirección General de Aguas (1998). *Reunión anual de directores regionales*. Ministerio de Obras Públicas. Chile, pp. 140.
- Dirección General de Aguas (1999). *Política nacional de recursos hídricos*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dirección General de Aguas (1999). *Balance de la labor desarrollada durante 1998 y planes para 1999*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dirección General de Aguas (1999). *Organización y funciones M.O.P.* Ministerio de Obras Públicas. <http://www.mop.cl/organización/funciones.htm>
- Dirección General de Aguas (2000). *Memoria Anual DGA*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dirección General de Aguas (2000). *Normas y procedimientos para la gestión de recursos hídricos*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dirección General de Aguas (2001). *Memoria Anual DGA*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dirección General de Aguas (2002). *Resumen Estado de Embalses*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile. <http://www.dga.cl>
- Dirección General de Aguas (s/a). *Manejo y levantamiento de aguas subterráneas*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dirección General de Aguas (s/a). *Programa de Manejo de Recursos Hídricos*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dirección de Obras Hidráulicas (2002). *Inversión histórica dirección de obras hidráulicas (s/a)*.
- Fernández-Jáuregui, C. (1999). El agua como fuente de conflictos: Repaso de los focos de conflictos en el mundo. *Agua y Desarrollo, Revista CIDOB D'Afers Internacionals*. N° 45-46, pp. 179-194.

- Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDEF (2002). *Proyectos área agua y energía*. En: <http://www.fondef.cl>
- Garduño, H. (1994). Efficient water use: a multi-dimensional approach. En *Efficient water use*. UNESCO-ROSTLAC. Uruguay, pp. 17-39.
- Instituto de Ingenieros de Chile (1990). Situación actual de la contaminación por aguas servidas domésticas. *Contaminación en Chile*. Instituto de Ingenieros de Chile. Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Estadísticas (1998). *Estadísticas del medio ambiente 1990-1997*. Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago, Chile.
- IUFRO (1998) *El manejo sustentable de los recursos forestales, desafío del siglo XXI*, Primer Congreso Latinoamericano IUFRO. Corporación Nacional Forestal, Valdivia, Chile.
- López, F. et al. (1995) El papel del bosque en la gestión de cuencas hidrográficas. Documento técnico N°93, Revista Chile Forestal N°232. Santiago, Chile.
- Ministerio de Medio Ambiente (1998). *Libro blanco del agua en España*. Centro de estudios de experimentación de Obras Públicas. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España.
- Ministerio de Obras Públicas Transportes y Telecomunicaciones (2002). *Proyectos concesionados*. Portal Ministerio de Obras Públicas transportes y telecomunicaciones. Chile. <http://www.moptt.gov.cl>
- Parra, O. (1996). *El Río Biobío*. Universidad de Concepción, Chile, pp. 83.
- Parra, O. *Significado ambiental de los canales de riego sobre la fauna de peces de sistemas fluviales*. EULA-Universidad de Concepción, Chile, pp. 14.
- Peña, H. (1997). *Discurso Sr. Humberto Peña Torrealba*. IV Convención Nacional de Usuarios del Agua. Arica, Chile.
- Peña, H. et al. (1990). El Problema de la contaminación de las aguas subterráneas en Chile. *Revista de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica*, Vol. 5. N° 3, pp. 25-42.
- Pizarro, R. (1997). *Plan de desarrollo forestal ambiental IV Región de Coquimbo*. Ministerio de Agricultura, Chile.
- Pizarro, R. (1999). Análisis de la gestión del agua en zonas áridas y semiáridas: una propuesta de actuación. *Agua y Desarrollo, Revista CIDOB D'Afers Internacionals*. Barcelona, España, N° 45-46, pp. 11-33.
- Postel, S. (1994). Implications for public policy. En *Efficient water use*. UNESCO-ROSTLAC. Uruguay, pp. 121-139.
- Rojas, R. (1999). *Aplicación de Wast5 a la parametrización del estado trófico del lago Lanahue*. Tesis de título de Ingeniería Civil en Geografía, Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago, Chile. pp. 233.
- Salazar, C. y Soto, M. (1999). Caracterización y monitoreo de sistemas lacustres en Chile. En *VI Jornadas del CONAFI-CHILE*. Santiago, Chile.
- Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica (1999). *Memorias del XIV Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica, Agua y medio ambiente*. Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica, Universidad de Chile.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (1999). *Informe anual de coberturas de servicios sanitarios al 31 de diciembre de 1998*. Superintendencia de servicios sanitarios. Santiago, Chile.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (1998). *Informe de gestión del sector sanitario*. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Santiago, Chile.
- Superintendencia de Servicios Sanitario (2002). *Informe anual de coberturas de servicios sanitarios al 31 de diciembre de 2001*. Superintendencia de servicios sanitarios. Santiago, Chile.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (2001). *Informe de gestión del sector sanitario 2000*. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Santiago, Chile.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (2002). *Informe de gestión del sector sanitario 2001*. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Santiago, Chile.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (2002). *Diagnóstico de los Residuos Industriales Líquidos en Chile, 1999*. Superintendencia de Servicios Sanitarios. <http://www.siss.cl>
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (2002). *Descargas de Riles de Industrias Según Cuerpo Receptor*. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Santiago, Chile. <http://www.siss.cl>
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (2002). *Descargas Industriales por región*. Superintendencia de Servicios Sanitarios. <http://www.siss.cl>

Tohá, J. (1999). *Discurso inaugural del Ministro de Obras Públicas Sr. Jaime Tohá González*. Seminario sobre política nacional de recursos hídricos. Sede FAO, Santiago, Chile.

UNESCO (1999). Messages to initiate consultation for the world water vision. World commission on water for the 21st century. World water vision proyect. Paris Francia, pp. 34.

UNESCO (1999). *Conferencia internacional, Recursos Hídricos de América Latina en el umbral del siglo XXI*. VI Jornadas del Comité para el Programa Hidrológico Internacional (PHI). Santiago, Chile.

UNESCO (1986). *Agua, vida y desarrollo*. UNESCO-ROSLAC. Montevideo, Uruguay.

Valdovinos, C. et al. (s/a). *Clasificación de la calidad del agua de cinco sistemas lacustres de Chile central sometidos a distintos grados de intervención humana*. EULA-Universidad de Concepción, Chile, pp. 21.

CUADROS ESTADÍSTICOS

TABLA 1.1: DISTRIBUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES A LO LARGO DEL PAÍS (mm).

Región	Estaciones	Ene	Feb	Marz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
I	Visviri	102	74	47	13	3	0,4	0	4	1	4	13	41	302,4
	Putre	82	74	36	5	0,6	0	0,1	0,9	0,8	0,2	8	28	235,6
II	Inacaliri	47	33	14	2	3	1	0,4	0,3	2	0,7	1	3	107,4
	San Pedro	7	10	4	0,3	1	1	0	0,1	1	1	0	0,2	25,6
III	Vallenar	0	0	0	1	4	5	7	8	3	1	0	0	29
	Potrillo	0	1	0,7	0,9	0,7	5	3	1	0,1	0	0	0	12,4
IV	La Serena	0,1	0	1	1	15	21	16	16	7	2	0,3	0,5	79,9
	Los Nichos	0,3	0,1	0,3	5	14	31	29	21	5	1	0,1	1	107,8
V y RM	Santiago	0,6	1	3	13	45	71	69	48	24	11	8	2	295,6
	Valparaíso	1	0	3	16	57	113	89	65	25	9	4	3	385
VI	Coya	3	1	9	37	114	156	157	93	55	28	17	11	681
	Rapel	2	0,4	10	26	99	155	137	111	47	29	11	6	633,4
VII	Nirivilo	4,4	4,1	12,3	52,1	153	194,5	184,7	104,3	68,5	37,9	19,9	9,9	845,6
	Armerillo	22	13	36	132	366	515	523	341	207	134	75	57	2421
VIII	Concepción	23	15	26	62	183	226	231	166	91	67	38	30	1158
	Central Abanico	52	52	64	142	358	369	362	281	184	129	104	86	2183
IX	Temuco	48	37	46	90	171	196	214	158	108	75	62	60	1265
	Villarica	80	62	61	139	323	327	344	300	164	142	120	91	2153
X	Valdivia	78	53	79	157	379	340	406	312	204	115	103	76	2302
	Huahum en la Frontera	82	67	86	138	385	378	362	300	202	112	133	114	2359
XI	Puerto Puyuhuapi	240	189	212	278	413	408	443	417	325	246	215	229	3615
	Puerto Aisén	204	170	191	232	327	260	300	314	222	181	187	210	2798
XII	Puerto Edén	244	265	256	276	368	209	201	232	213	164	228	251	2907
	Dazy Harbour	28	18	24	22	22	17	16	15	12	14	20	30	238

Fuente: Balance Hídrico de Chile 1987, Dirección General de Aguas, MOP.

TABLA 1.2: PRINCIPALES ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS

Región	Cuenca	Superficie (Km ²)	Precipitación media m ³ /s mm/año	
I	Río San José antes B.T. Azapa	3070	5,84	156
	Entre Pampa del Tamarugal y Quebrada de Cahuisa	18.005	27,3	47,9
II	Río Loa – Río Loa Después Juntar San Salvador	33.865	42,6	39,6
III	Entre Río Copiapo y Quebrada Paipote	18.800	56,1	94,1
	Entre Río Huasco y Río Carmen Enramadilla	9.857	54,8	175
IV	Entre Río Limarí y Río Cogotí en entrada emb. Cogotí	11.760	102	274
	Entre Río Choapa y Estero la Canela	7.600	78,6	326
V	Entre Río Aconcagua y Río Aconcagua en Chacabuquito	7.575	127	529
	Entre Río Maipo y Estero Arrayán en la Montosa	15.157	319	663
VI	Entre Río Rapel y Est. Alhué en Quilamuta	13.710	417	960
	Costera entre Río Rapel y límite regional, y costera entre límite regional y Río Mataquito	4.130	90,5	691
VII	Entre Río Mataquito y Est. Upeo en Upeo	6.312	283	1.413
	Costera entre Río Mataquito y Río Maule – Río Putagán en Yerbas Buenas	20.865	973	1471
VIII	Entre Río Itata y Río Itata en Nueva Aldea	11.385	568	1.550
	Entre Río Bío Bío y Río Malleco en Collipilli	27.782	1.486	1.891
IX	Entre Río Imperial y Río Cholchol en Cholchol	12.085	628	1.638
	Entre Río Toltén y Río Donguil en Gorbea	8.040	732	2.870
X	Entre Río Valdivia y Río San Pedro en desagüe lago Riñigüe	11.320	960	2.674
	Entre Río Bueno y Río Pilmaiquén en San Pablo	15.297	1.137	2.344
XI	Entre Río Aysén y Río Blanco después juntar Río Riesco	11.427	813	2.244
	Entre Río Baker y Río Baker Bajo junta Río Colonia	26.726	1.491	1.759
XII	Entre Río Serrano y Río Serrano antes junta con Grey	8.511	293	1.086
	Islas entre límite regional Canal Ancho y Estrecho de la Concepción e islas entre Estrecho de la Concepción Canal Sarmiento y Estrecho de Magallanes	21.663	2.895	4.214

Fuente: Balance Hídrico de Chile, 1987.

Tabla 1.3. CONCENTRACIÓN DE MACROELEMENTOS PRINCIPALES CUENCAS.

Región	Estación	Concentración macroelemento				
		As (mg/l)	Boro (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	N/NO3 (mg/l)
I	Lluta en Panamericana	0,129	23,67	0,04	2,15	0,323
I	Camarones en Conanoxa	0,953	29,39	0,04	1,06	0,031
II	San Salvador antes junta río Loa	2,314	23,29	0,03	0,13	0,064
II	Loa en Quillagüe	1,94	30,61	0,04	0,18	0,095
III	Huasco en Huasco Bajo	0,006	1,1	0,01	0,27	0,218
III	Copiapó en Angostura	0,035	3,78	0,09	2,55	0,296
IV	Elqui en Almendral	0,039	0,91	0,2	3,09	1,001
IV	Limarí en Panamericana	0,004	0,53	0,02	0,5	0,259
V	Petorca en Puente Panamericana	0,004	0,28	0,02	0,3	0,314
V	Aconcagua en Puente Colmo	0,007	0,25	0,07	1,63	1,577
R.M.	Mapocho en el Monte	0,009	0,32	0,33	3,69	3,255
R.M.	Maipo en Cabimbao	0,01	0,14	0,04	2,17	2,966
VI	Embalse Rapel en el Muro	0,009	0,28	0,03	0,39	0,663
VI	Cachapoal en bocatoma Canales	50	39			
VII	Lontué en Longitudinal	0,009	0,28	0,01	0,39	0,161
VII	Maule en Forel	0,005	0,31	0,02	0,5	0,273
VIII	Itata en Coelemu	0,008	0,35	0,01	0,3	0,19
VIII	Bío-Bío en desembocadura	0,007	0,48	0,02	0,72	0,482
IX	Imperial en Carahue	0,005	0,43	0,05	0,58	0,226
IX	Toltén en Teodoro Schmidt	0,008	0,49	0,03	0,34	0,091
X	Calle-Calle en balsadero San Javier	0,005	0,37	0,065		
X	Mauñin en las Quemadas	0,007	0,32	0,107		
XI	Cisne en Puente Carretera Austral	0,32	0,17	0,079		
XI	Simpson en Puente Mondaca	0,007	0,36	0,02	0,59	0,148
XII	San Juan en desembocadura	0,007	0,28	0,13		
XII	Río Oro en Bahía San Felipe	0,008	0,29	0,175		

Fuente: Dirección General de Aguas, 1996.

Tabla 1.4. CONSUMOS SECTORIALES POR REGIÓN (m³/s)

Sector	I REGIÓN				Sector	II REGIÓN			
	1990	1993	1999	2002		1990	1993	1999	2002
Agrícola	3,3	3,3	3,5	3,5	Agrícola	0,5	0,5	0,5	0,5
Agua potable	1,0	1,1	1,3	1,4	Agua potable	0,8	0,8	0,9	0,9
Industrial	1,1	1,2	1,4	1,5	Industrial	0,7	0,9	1,2	1,4
Minería	1,0	1,2	1,5	1,6	Minería	4,4	4,7	5,5	5,9
Energía	0,6	0,8	1,6	2,3	Energía	0,0	0,0	0,0	0,0

III REGIÓN

Sector	1990	1993	1999	2002
Agrícola	5,2	5,5	6,1	6,4
Agua potable	0,6	0,6	0,7	0,8
Industrial	0,3	0,4	0,6	0,7
Minería	9,2	9,6	10,5	10,9
Energía	1,4	1,6	2,2	2,5

IV REGIÓN

Sector	1990	1993	1999	2002
Agrícola	42,3	41,6	40,2	39,5
Agua potable	0,8	0,9	1,0	1,1
Industrial	0,1	0,2	0,2	0,3
Minería	1,1	1,1	1,2	1,3
Energía	0,9	1,2	2,3	3,1

V REGIÓN

Sector	1990	1993	1999	2002
Agrícola	37,7	38,5	40,1	40,9
Agua potable	3,0	3,3	3,9	4,2
Industrial	3,1	3,4	4,0	4,4
Minería	0,8	0,8	0,9	0,9
Energía	16,3	17,6	20,5	22,1

REGIÓN METROPOLITANA

Sector	1990	1993	1999	2002
Agrícola	106,1	107,7	111,0	112,7
Agua potable	13,8	14,9	17,2	18,5
Industrial	6,4	7,2	9,3	10,6
Minería	0,3	0,3	0,4	0,4
Energía	98,6	113,5	150,5	173,2

VI REGIÓN

Sector	1990	1993	1999	2002
Agrícola	128,6	133,2	143,1	148,3
Agua potable	1,3	1,4	1,6	1,8
Industrial	0,6	0,7	1,0	1,2
Minería	7,0	7,2	7,7	7,9
Energía	255,0	272,6	311,4	332,9

VII REGIÓN

Sector	1990	1993	1999	2002
Agrícola	127,3	137,9	161,9	175,4
Agua potable	1,3	1,4	1,6	1,7
Industrial	1,7	1,9	2,5	2,9
Minería	0,0	0,0	0,0	0,0
Energía	694,9	738,3	833,6	885,7

VIII REGIÓN

Sector	1990	1993	1999	2002
Agrícola	68,3	71,3	77,8	81,3
Agua potable	2,2	2,4	2,8	3,1
Industrial	29,1	32,7	41,3	46,5
Minería	1,1	1,1	1,1	1,2
Energía	150,7	206,0	385,1	526,6

IX REGIÓN

Sector	1990	1993	1999	2002
Agrícola	4,3	6,2	12,9	18,7
Agua potable	0,8	0,8	0,9	1,0
Industrial	0,1	0,2	0,3	0,3
Minería	0,0	0,0	0,0	0,0
Energía	0,0	0,0	0,0	0,0

X REGIÓN

Sector	1990	1993	1999	2002
Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0
Agua potable	1,2	1,3	1,5	1,6
Industrial	1,5	1,9	2,9	3,6
Minería	1,4	1,5	1,6	1,7
Energía	156,3	238,4	554,1	844,8

XI REGIÓN

Sector	1990	1993	1999	2002
Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0
Agua potable	0,2	0,2	0,2	0,2
Industrial	0,0	0,0	0,0	0,1
Minería	16,8	17,8	19,9	21,0
Energía	5,8	13,0	64,6	143,8

XII REGIÓN					TOTAL NACIONAL				
Sector	1990	1993	1999	2002	Sector	1990	1993	1999	2002
Agrícola	0,1	0,1	0,1	0,1	Agrícola	515,8	545,9	611,4	647,0
Agua potable	0,4	0,4	0,4	0,5	Agua potable	27,4	29,5	34,1	36,7
Industrial	2,6	2,7	3,0	3,1	Industrial	47,1	53,3	68,2	77,2
Minería	0,2	0,2	0,2	0,2	Minería	43,2	45,5	50,5	53,2
Energía	0,0	0,0	0,0	0,0	Energía	1188,9	1603,1	2914,2	3929,2

Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por la DGA.

Los valores de los años 1990, 1999 y 2002 fueron extrapolados o interpolados, suponiendo tasas de decremento e incremento constantes a partir de los datos de la DGA estimados para los

años 1992 y 2015. Las demandas proyectadas para el sector energético se estimaron sin considerar la entrada del gas natural como alternativa para la generación termoeléctrica.

Tabla 1.5. DISTRIBUCIÓN DEL USO CONSUNTIVO EN EL NIVEL REGIONAL.

Región	Uso consuntivo			
	Agrícola	Agua potable	Industrial	Minería
I	3,5	1,4	1,5	1,6
II	0,5	0,9	1,4	5,9
III	6,4	0,8	0,7	10,9
IV	39,5	1,1	0,3	1,3
V	40,9	4,2	4,4	0,9
R.M.	112,7	18,5	10,6	0,4
VI	148,3	1,8	1,2	7,9
VII	175,4	1,7	2,9	0,0
VIII	81,3	3,1	46,5	1,2
IX	18,7	1,0	0,3	0,0
X	0,0	1,6	3,6	1,7
XI	0,0	0,2	0,1	21,0
XII	0,1	0,5	3,1	0,2

Fuente: Estimación según información proporcionada por la Dirección General de Aguas, 2002.

Tabla 1.6. NÚMERO DE SOLICITUDES RESUELTAS DGA., AÑOS 1993-2001.

Año	Número de resoluciones resueltas
1993	1.576
1994	1.482
1995	2.204
1996	2.200
1997	3.024
1998	3.300
1999	3.411
2000	4.187
2001	4.147

Fuente: Dirección General de Aguas, 2001.

TABLA 1.7. NÚMERO DE SOLICITUDES RESUELTAS DGA POR REGIÓN, 2001.

Región	Solicitudes Resueltas
I	185
II	167
III	134
IV	149
V	544
R.M.	539
VI	272
VII	341
VIII	437
IX	591
X	642
XI	104
XII	42

Fuente: Dirección General de Aguas, 2001.

TABLA 1.9. DERECHOS DE AGUAS OTORGADOS POR LA DGA DURANTE EL 2001 (l/s).

Región	Subterráneas	Superficiales	
		Consuntivos	No consuntivos
I	458	2.587	0
II	48	4	0
III	1.675	1	0
IV	1.067	148	0
V	3.709	52.243	1.604
R.M.	3.590	1	142.083
VI	2.952	475	0
VII	3.133	1.665	0
VIII	1.275	3.965	5.826
IX	278	12.932	15.610
X	1.525	17.561	28.068
XI	0	3.694	5.728
XII	6	6.477	3.573
Total	19.716	101.753	202.492

Fuente: Dirección General de Aguas, 2001.

TABLA 1.8. DESGLOSE DE SOLICITUDES RESUELTAS POR LA DGA, AÑO 2001.

Tipo de Solicitud	Proporción (%)
Derechos de Aprovechamiento de aguas	51
Regulaciones de Derechos de Aprovechamiento de aguas	10
Autorizaciones para explorar aguas subterráneas	4
Traslados - Cambio punto de captación	3
Otros	32

Fuente: Dirección General de Aguas, 2001.

TABLA 1.10. ESTACIONES DE MEDICIÓN DE LA DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE.

Tipo de Estación	Número de Estaciones		
	1989	1999	2002
Pluviométrica	179	140	148
Termopluviométrica	32	36	38
Sinópticas	11	6	4
Aeronáuticas	4	3	4
Sinópticas/ Aeronáuticas	35	32	32
Climatológicas	22	12	12
Agrometeorológicas	6	54	69
Plataformas Automáticas	0	3	29
TOTAL	289	271	336

Fuente : Elaboración propia, a partir de información proporcionada por la Dirección Meteorológica de Chile, 2002.

TABLA 1.11. DENSIDAD DE LAS REDES DE MONITOREO

Tipo de Red	Densidad en Chile (Km ² /estación)	Densidad propuesta por OMM (Km ² /estación)	
		Mínimo	Máximo
Red Fluviométrica	1.900	1.000	1.875
Red Sedimentométrica	11.200	6.700	12.500
Red Pluviométrica (*)	1.000	2.500	5.750

(*) Incluye estaciones de otras instituciones.

Fuente : Dirección General de Aguas, 2002.

Tabla 1.12. ESTACIONES DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS POR REGIÓN.

Región	Superficiales		Subterráneas	
	Número de estaciones	Frecuencia de Muestreo	Número de estaciones	Frecuencia de Muestreo
I	25	3	10	3
II	20	3	1	3
III	18	4	10	4
IV	46	4	10	4
V	25	4	7	4
R.M.	26	4	15	4
VI	21	4	5	4
VII	23	3	5	5
VIII	32	4	5	4
IX	22	4	-	
X	27	4	5	4
XI	20	3	-	
XII	25	3	-	

Fuente : Dirección General de Aguas, 2002.

Tabla 1.13. ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS DE LA DGA POR REGIÓN. 1990 Y 1999.

REGION	ESTACION FLUVIOMÉTRICA									
	Con Limnómetro		Con Limnógrafo		Con Data-logger		Con Plataforma Colectora de Datos Vía Satelital		Con Control de Sedimentos	
	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99
I	26	33	24	28	-	1	-	1	-	1
II	20	33	15	19	-	1	-	-	3	3
III	25	28	25	25	-	-	-	2	3	3
IV	39	46	33	35	-	24	-	3	7	8
V	20	21	14	14	-	7	-	3	6	6
VI	10	10	9	9	-	8	-	3	2	1
VII	32	34	32	27	-	19	-	11	5	5
VIII	36	43	22	37	-	4	-	2	9	10
IX	31	35	24	28	-	24	-	2	9	9
X	16	21	10	15	-	21	-	-	-	1
XI	20	29	18	27	-	15	-	-	-	-
XII	21	21	20	19	-	21	-	2	3	7
R.M.	19	20	19	19	-	11	-	2	6	6

Fuente: Elaboración propia, a partir de información proporcionada por la D.G.A.,1999.

Nota: Data-logger, Instrumento electrónico que acumula datos en forma digital. La información que almacena depende del o de los sensores que se conecten al instrumento. En la primera fase sólo se han conectado sensores de presión, lo que lo transforma en un limnógrafo digital o registrador de alturas de nivel de aguas.

TABLA 1.14. ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA DGA, POR REGIÓN, 1990 Y 1999

TIPO ESTACION	Meteorológica 1° Orden		Termopluvio- evaporimétrica		Pluvio- evaporimétrica		Pluviográfica		Pluviométrica		Nivométrica con DCP		Ruta de Nieve	
	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99
I	4	6	5	5	1	1	1	1	29	30	-	-	-	-
II	5	4	17	11	3	-	2	-	9	18	-	-	-	-
III	3	8	3	3	1	-	1	-	11	13	2	3	-	-
IV	4	4	10	10	-	-	3	3	30	32	7	6	2	3
V	2	2	4	4	-	-	2	2	25	35	1	1	-	1
VI	2	2	-	-	4	4	2	3	9	9	3	3	-	1
VII	5	5	2	2	4	4	2	3	14	29	2	1	-	1
VIII	1	1	5	5	5	5	1	1	20	32	1	1	-	6
IX	2	2	10	12	-	-	3	3	23	30	-	-	-	-
X	1	2	-	1	6	10	-	6	1	20	-	-	-	-
XI	-	7	-	4	-	6	-	-	12	8	-	-	-	-
XII*	3	4	1	14	-	-	-	-	16	12	-	-	-	1
R.M.	5	5	4	4	-	-	3	3	23	23	4	3	-	7

Fuente: Elaboración propia, a partir de información proporcionada por la D.G.A., 1999.

(*) Esta Región cuenta con 2 estaciones del tipo termopluviométricas c/DCP al 27 / 08 / 99 incorporadas recientemente.

Nota: Con DCP: con plataforma colectora de datos vía satelital.

Tabla 1.15. ESTACIONES DE CALIDAD DE AGUAS DGA, POR REGIÓN. 1990 Y 1999.

TIPO DE ESTACIÓN	Calidad de Agua		Calidad de Agua c/Sonda Solomat		Agua-Calc		Pozos c/C.A.		Pozos	
	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99	31/12/90	27/08/99
I	-	-	-	35	-	2	85	82	-	1
II	18	-	-	20	-	2	8	15	-	1
III	15	-	-	17	-	2	83	81	16	10
IV	39	-	-	48	-	3	123	122	-	10
V	24	-	-	32	-	1	103	127	-	7
VI	4	1	-	-	-	1	80	72	1	5
VII	18	-	-	22	-	2	-	-	-	5
VIII	20	38	-	19	-	3	-	5	-	5
IX	22	-	-	21	-	2	-	-	-	-
X	-	-	-	25	-	2	-	-	-	5
XI	20	-	-	20	-	2	-	-	-	-
XII	20	-	-	25	-	2	-	-	-	-
R.M.	25	-	-	25	-	1	94	94	15	15

Fuente: Elaboración propia, a partir de información proporcionada por la D.G.A., 1999.

Nota: Sonda Solomat: instrumento electrónico de última generación que sirve para medir en terreno diversos parámetros de calidad de agua, entre ellos Ph, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, etc.

Aqua Calc: instrumento electrónico que conectado con molinetes tradicionales, permite almacenar y calcular en forma digital las mediciones de caudal o aforos.

C/C.A. : Con calidad de agua

Tabla 1.16. POBLACIÓN SERVIDA SEGÚN DESTINO DESCARGAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO 1990.

Región	Número de Habitantes por Lugar de Descarga	
	Ríos y Esteros	Mar
I	4.212	271.260
II	73.157	179.632
III	1.664.492	15.832
IV	73.932	177.464
V	356.531	5.858.888
VI	249.328	0
VII	321.119	14.388
VIII	428.892	251.926
IX	261.448	0
X	194.577	65.768
XI	25.826	3.786
XII	0	129.411
R.M.	4.483.520	0
Total	6.639.034	1.695.355

Fuente: Instituto de Ingeniero de Chile.

Tabla 1.17 EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA DE AGUA POTABLE EN LA DÉCADA (PORCENTAJE DE COBERTURA).

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Cobertura	97,4	95,3	97,5	98,0	98,5	98,6	98,9	99,3	99,3	99,2	99,6	99,7

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2002.

Tabla 1.18 EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA DE ALCANTARILLADO EN LA DÉCADA (PORCENTAJE DE COBERTURA).

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Cobertura	82,6	86,2	84,7	86,4	87,9	89,4	90,4	91,0	91,6	92,3	93,3	93,8

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2002.

Tabla 1.19. COBERTURA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS Y PROYECCIONES, REFERIDAS A PORCENTAJE DE POBLACIÓN FAVORECIDA (TOTAL NACIONAL).

Año	1998	1999	2000	2001	2002	2005	2010
Cobertura	16,7	22,6	20,9	39,4	44,4	83,6	98,7

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2002.

Tabla 1.20. NUEVAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS SERVIDAS Y FECHA ENTRADA EN OPERACIÓN ENTRE LOS AÑOS 1990-1998. (NÚMERO DE PLANTAS QUE SIRVEN MÁS DE 1000 HABITANTES)

Año de inicio de operación	Número de plantas
1990	0
1991	10
1992	13
1993	2
1994	3
1995	10
1996	14
1997	8
1998	30

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 1999.

Tabla 1.21. PRESUPUESTO INVERSIÓN D.G.A. (MILES \$ AÑO 1999)

Año	Presupuesto
1990	811.517
1991	909.936
1992	1.088.060
1993	1.359.497
1994	1.977.257
1995	2.168.852
1996	2.506.830
1997	2.676.691
1998	2.569.352
1999	1.486.416

Fuente: Dirección General de Aguas.

Tabla 1.22. INVERSIONES TOTALES PROYECTADAS EN U.F. PARA EL PERIODO 2002-2010, POR TIPO DE INVERSIÓN.

Inversiones Proyectadas	Monto (UF)	Porcentaje
Agua potable	18,075,543	26.7
Alcantarillado	10,733,774	15.9
Disposición y tratamiento de AS.	36,039,548	53.3
Otras	2,772,668	4.1
Total	67,621,533	100.0

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2002.

Tabla 1.23. DEMANDAS SECTORIALES DE AGUA POR REGIÓN Y NACIONAL. 1993 y 2015 (m³/s).

I REGIÓN			II REGIÓN		
SECTOR	1993	2015	SECTOR	1993	2015
AGRÍCOLA	40,1	45,3	AGRÍCOLA	6,4	6,4
AGUA POTABLE	13,4	22,1	AGUA POTABLE	9,9	13,6
INDUSTRIAL	14,4	25,2	INDUSTRIAL	10,3	32,0
MINERÍA	14,0	31,3	MINERÍA	56,6	97,9
ENERGÍA	9,7	129,4	ENERGÍA	0,0	0,4

III REGIÓN			IV REGIÓN		
SECTOR	1993	2015	SECTOR	1993	2015
AGRÍCOLA	65,9	94,8	AGRÍCOLA	499,2	438,7
AGUA POTABLE	7,7	11,7	AGUA POTABLE	10,5	19,4
INDUSTRIAL	4,6	20,7	INDUSTRIAL	1,8	7,7
MINERÍA	114,8	159,0	MINERÍA	13,8	18,6
ENERGÍA	19,5	58,5	ENERGÍA	14,4	150,0

V REGIÓN			REGIÓN METROPOLITANA		
SECTOR	1993	2015	SECTOR	1993	2015
AGRÍCOLA	461,9	535,8	AGRÍCOLA	1292,7	1444,0
AGUA POTABLE	39,5	70,7	AGUA POTABLE	178,6	304,7
INDUSTRIAL	40,4	76,8	INDUSTRIAL	86,7	222,0
MINERÍA	9,6	14,5	MINERÍA	3,9	5,1
ENERGÍA	211,4	367,1	ENERGÍA	1362,1	3828,2

VI REGIÓN			VII REGIÓN		
SECTOR	1993	2015	SECTOR	1993	2015
AGRÍCOLA	1599,0	2076,9	AGRÍCOLA	1654,9	2980,4
AGUA POTABLE	16,8	29,7	AGUA POTABLE	17,0	28,1
INDUSTRIAL	8,2	35,5	INDUSTRIAL	22,8	62,1
MINERÍA	86,5	108,1	MINERÍA	0,0	0,0
ENERGÍA	3270,7	5331,3	ENERGÍA	8860,0	13823,1

VIII REGIÓN			IX REGIÓN		
SECTOR	1993	2015	SECTOR	1993	2015
AGRÍCOLA	855,7	1177,7	AGRÍCOLA	74,2	1113,2
AGUA POTABLE	28,8	52,9	AGUA POTABLE	9,6	15,3
INDUSTRIAL	392,5	926,8	INDUSTRIAL	2,0	9,5
MINERÍA	13,2	15,1	MINERÍA	0,0	0,0
ENERGÍA	2472,1	24512,8	ENERGÍA	0,0	5395,2

X REGIÓN

SECTOR	1993	2015
AGRÍCOLA	0,0	0,0
AGUA POTABLE	15,2	26,3
INDUSTRIAL	22,3	115,6
MINERÍA	18,0	24,7
ENERGÍA	2860,5	63040,1

XI REGIÓN

SECTOR	1993	2015
AGRÍCOLA	0,0	7,2
AGUA POTABLE	2,5	2,4
INDUSTRIAL	0,5	1,0
MINERÍA	213,4	321,0
ENERGÍA	156,1	55502,2

XII REGIÓN

SECTOR	1993	2015
AGRÍCOLA	0,8	3,4
AGUA POTABLE	4,8	6,8
INDUSTRIAL	32,7	45,3
MINERÍA	2,2	3,9
ENERGÍA	0,0	0,0

RESUMEN A NIVEL NACIONAL

SECTOR	1993	2015
AGRÍCOLA	6550,7	9925,4
AGUA POTABLE	354	603,6
INDUSTRIAL	639,6	1580,4
MINERÍA	546	799,2
ENERGÍA	19236,6	172138

Fuente : Dirección General de Aguas, 1999.

INVESTIGACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS REALIZADA EN CHILE

Actuaciones de investigación y desarrollo

En relación a las actuaciones de investigación y desarrollo, llevadas a cabo en el país, se puede destacar que ellas se han efectuado en gran número y en diversos ámbitos, que van desde la ingeniería civil, la ingeniería forestal y la agronomía, hasta la hidrobiología y los estudios ambientales. Desgraciadamente, no existe una sistematización de los trabajos desarrollados, lo cual determina que no se cuente con grandes líneas referenciales acerca de las investigaciones ejecutadas. Así mismo, esta situación se reproduce desde proyectos de gran envergadura, hasta investigaciones puntuales, como suelen ser las tesis de pregrado.

En función de lo anterior y habiéndose detectado este problema ya hace algunos años, existe preocupación en el ámbito de los recursos hídricos por intentar sistematizar la información diseminada, por lo menos en lo que respecta a la última década. Es así como el Comité Nacional para el Programa Hidrológico Internacional de UNESCO, CONAPHI-Chile, está desarrollando un trabajo que pretende por una parte, sistematizar información y, por otra, identificar a los grupos investigadores más relevantes del país en distintas áreas. Este trabajo se inició en el año 1999 y prontamente mostrará significativos avances.

Una forma de identificar el amplio abanico de investigaciones que se llevan a cabo en el país, lo constituye el análisis de las actas de congresos y jornadas científicas ligadas a recursos hídricos, dado que las principales instituciones e investigadores

acuden a estos eventos con el fin de presentar y discutir sus trabajos. De esta manera, si se realiza un análisis de las actas del XIV y XV Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica, que se realizaron en Santiago y Concepción en 1999 y 2001 respectivamente, se encuentran los siguientes temas, entre otros :

En el área de la Hidrología Subterránea existen múltiples investigaciones; del congreso de 1999 se pueden mencionar: “Atenuación natural de contaminantes en aguas subterráneas”, de Carlos Espinoza (Universidad de Chile); “Análisis comparativo del flujo unidimensional y bidimensional en un medio poroso no saturado”, de Carlos Espinoza y Paulo Herrera (Universidad de Chile); “Evaluación de cinco funciones de relaciones hídricas”, de Carlos Bonilla (Pontificia Universidad Católica); “Análisis experimental y modelación numérica de la lixiviación ácida de aglomerados de relave”, de Paulina Rodríguez y José Muñoz (Pontificia Universidad Católica de Chile). Del congreso de 2001, cabe destacar “Modelación del impacto de prácticas de manejo agrícola en las aguas subterráneas”, de José Luis Arumi, Derrel Martín y Darrell Watts (Universidad de Concepción); “Atenuación natural de líquidos percolados en aguas subterráneas”, de Emilio Fernández, Carlos Espinoza, María Pía Mena y Alfredo Rihm (Universidad de Chile), y “Modelación del flujo de agua subterránea bajo la dependencia de la densidad: Aplicación en el Salar de Atacama”, de Ignacio Tejeda y José Muñoz (Pontificia Universidad Católica).

Por otro lado, en el área de la Hidrología Superficial, algunos de los estudios realizados y presentados en el congreso de 1999 son: “Incorporación de la incertidumbre en la determinación del riesgo hidrológico de falla de obras hidráulicas”, de Fernando Harambour y Ximena Vargas; “Pronóstico de las precipitaciones invernales sobre la cordillera de la zona centro-sur de Chile”, de José Vergara; “Uso de redes neuronales para la simulación de caudales en cuencas pluviales”, de Ximena Vargas y Pablo Anguita (Universidad de Chile); “Lluvias de diseño de sistemas de aguas lluvias en Chile”, de Carlos Stappung; y “Períodos de retorno de diseño de sistemas de aguas lluvias en Chile”, de Carlos Stappung (Dirección de Obras Hidráulicas, del Ministerio de Obras Públicas); “Propuesta de un modelo matemático para la generación de leyes regionales precipitación-escorrentía”, de Roberto Pizarro e Ignacio López (Universidad de Talca y Universidad Politécnica de Madrid, respectivamente). En el congreso de 2001, se destacan «Distribución de la precipitación anual en Concepción derivada de las características de la secuencia de tormentas», Geri Pranzini y Claudio Meier (Universidad de Concepción); «Modelo de simulación hidrológica superficial SsuRH», de José Vargas, Carlos Salazar, Mauricio Zambrano, Oscar Link, Ana María Gangas y Damaris Orphanopoulos (Universidad de Concepción y Dirección General de Aguas); «Condiciones antecedentes de humedad en tormentas chilenas», de Marco Antonio Barrientos y Ludwing Stowhas (Universidad Técnica Federico Santa María); «Pronóstico en tiempo real de alturas de escurrimiento en la desembocadura del río Biobío: Uso de redes neuronales», de Ricardo Gonzalez y Ximena Vargas (Universidad de Chile); “Análisis comparativo de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) en seis estaciones pluviográficas distribuidas en la VII Región del Maule, Chile”, de Roberto Pizarro, Alejandro Abarza y César Farías (Universidad de Talca), y «Aportes al balance hídrico de la cuenca del Laja», de José Vargas y Belfor Alarcón (Universidad de Concepción).

En el área de Calidad de Ambientes Acuáticos, de los trabajos presentados en el congreso de 1999

se pueden destacar: “Simulación Monte Carlo y ecuaciones estocásticas en la modelación de la calidad de agua”, de Andres López (Universidad de Concepción); “Simulación de calidad de aguas del lago Villarrica”, de José Vargas y Carlos Pérez (Universidad de Concepción); “Estimación del coeficiente de reaireación y dispersión longitudinal”, de Oscar Link, José Vargas y Claudio Alarcón (Universidad de Concepción): En el congreso de 2001, entre otros es conveniente mencionar: “Aplicación del modelo WASP5 al análisis del estado trófico del lago Lanalhue, VIII Región”, de Rodrigo Rojas, Carlos Salazar y Jaime Pizarro (Dirección General de Aguas); “Efecto de las zonas de almacenamiento transitorio en la modelación de la demanda bioquímica de oxígeno: Aplicación al río Chillán, Chile”, de Wernher Brevis, José Vargas, Patrick Debels y Oscar Link (Universidad de Concepción); “Caudales mínimos aconsejables o ecológicos en la cuenca del río Liucura, IX Región”, de Carlos Espinoza, Mónica Pardo y Cristián Núñez (Universidad de Chile); “Comparación de métodos para estimar el coeficiente de dispersión longitudinal en el río Chillán, Chile” de Wernher Brevis, Patrick Debels, José Vargas y Oscar Link (Universidad de Concepción), y “Modelación de la estructura térmica del embalse Rapel” de Alberto de la Fuente y Yarko Niño (Universidad de Chile).

En tanto, en las áreas de Obras Hidráulicas, como Hidráulica Fluvial y Marítima, algunos de los estudios realizados y presentados en el congreso de 1999 son: “Análisis hidrodinámico de la desembocadura del río Mataquito mediante el modelo Mike-21”, de Felipe Collado y Juan Hernández; “Caracterización mecánica fluvial del río Mapocho rural”, de Luis Estellé (Instituto Nacional de Hidráulica); “Metodología para el análisis de riesgo en estructuras hidráulicas”, de José Arumí (Universidad de Concepción); y “Estimación del caudal útil de extracción de bocatomas de cauces de régimen pluvial”, de Ludwig Stowhas y José Hormaechea (Universidad Técnica Federico Santa María). En el congreso de 2001, cabe destacar: “Confluencia del colector de aguas lluvias Grecia-Quilín con el Zanjón de la Aguada”, de Horacio Mery, Max Borchert y Alejandro López (Instituto Nacional de

Hidráulica”; “Diseño de chimeneas de equilibrio cerradas en centrales hidroeléctricas: Aplicación a un caso práctico”, de Leonardo Chamorro y Jorge Guarda (Ingendesa); y “Socavación en torno a espigones: Métodos de cálculo y verificación experimental”, de Jorge Molina y Alejandro López (Instituto Nacional de Hidráulica).

Otro agente importante que promueve la presentación de investigaciones relativas al agua, es el Programa Hidrológico Internacional (PHI), a través de las jornadas que realiza el Comité Chileno. Así, se pueden destacar los trabajos presentados en las VI Jornadas de Trabajo correspondientes al año 1999 realizadas en Santiago y en las VII realizadas en Valparaíso. Los trabajos presentados en ambas ocasiones fueron agrupados en cuatro grandes áreas, relacionados con: Evaluación y monitoreo de recursos hídricos; Agua y Medio ambiente; Gestión de los recursos hídricos: Aspectos legales y económicos, y, Educación y recursos hídricos.

En el área de Evaluación y Monitoreo de los Recursos Hídricos, se pueden destacar en el año 1999, entre otras, las siguientes investigaciones: “Clasificación hidrogeoquímica de las aguas fluviales y subterráneas de la cuenca hidrográfica del Río Claro, del cuadrángulo Yumbel, VIII Región del Bío Bío, Chile”, de L. González y A. Silva (Universidad de Concepción); “Macroinvertebrados Bentónicos como indicadores de Calidad de Agua”, de R. Figueroa, E. Araya, O. Parra y C. Valdovinos (EULA y Universidad de Concepción); “Calidad de aguas en tres microcuencas de la IX Región de Chile”, de M. Diez (Universidad de la Frontera); “Monitoreo y cuantificación de los procesos hídricos en una cuenca andina de la IX Región de Chile”, de A. Iroumé, A. Huber, C. Salazar y A. Arriagada (Universidad Austral y DGA); “Indicadores biológicos de ecosistemas marinos en los programas de monitoreo ambiental”, de E. Soto y G. Leighton (Universidad de Valparaíso). Por su parte, de las jornadas de 2001 merecen especial mención: «Evaluación de tres modelos precipitación-escurritía a nivel anual, en la cuenca del Río Purapel, VII Región de Chile», de Roberto Pizarro y Marcelo Tobar (Universidad de Talca); «Efecto de variaciones climáticas en la escurritía superficial.

Diseño de embalses de riego», de Ximena Vargas y Jimena Ledermann (Universidad de Chile); «El ciclo hidrológico en la región de Coquimbo: Estudio conducente a su comprensión y a la obtención y deducción de medidas de optimización de consumo», de Melita Fiebig et al. (Universidad de La Serena)

Del mismo modo, en el área Agua y Medio Ambiente, se pueden destacar de las jornadas de 1999, los siguientes artículos: “Consecuencias de las plantaciones forestales sobre la disponibilidad del recurso hídrico en suelos rojos arcillosos de la zona de Collipulli, IX Región, Chile”, de A. Huber y R. Trecaman (Universidad Austral de Chile); “Evaluación cuantitativa de la erosión hídrica superficial en los suelos desnudos de la precordillera andina y valle Central de la VII Región”, de R. Pizarro y H. Cuitiño (Universidad de Talca); “Recuperación de aguas servidas mediante el tratamiento Suelo-Acuífero”, de E. Brown, M. Pía Mena, C. Espinoza y G. Castillo (Universidad de Chile); “Metodología incremental para la asignación de caudales mínimos aconsejables, IFIM”, de C. Espinoza, X. Vargas y M. Pardo (Universidad de Chile y DGA); “Contaminación de los recursos hídricos en la zona Central de Chile”, de J. Cancino, C. Bonilla y G. Donoso (Pontificia Universidad Católica de Chile); y “Tramas tróficas y su importancia en estudios hidrológicos integrales. Aplicación al río Polcura”, de M. López, A. Vargas y G. Lobos (Universidad de Chile). De las de 2001 se destacan: «Modelación de indicadores de contaminación orgánica en el río Chillán», de José Vargas et al. (Universidad de Concepción); «Caudales mínimos aconsejables y biodiversidad», de Carlos Espinoza et al. (Universidad de Chile y DGA); y «Un aproximación ecosistémica para el estudio de los caudales ecológicos», de Manuel Contreras et al. (Universidad de Chile).

Por otro lado, en el área de Gestión de los Recursos Hídricos; Aspectos legales y económicos, se pueden destacar, de las jornadas de 1999, los siguientes títulos: “Bases para el análisis del Mercado y Derechos de Aprovechamiento de Aguas en la Cuenca del río Maipo”, de M. Alicera, E. Brown y J. Doña (Universidad de Chile); “Merca-

do de Derechos de Aprovechamiento de Aguas y Producción de Agua Potable para Santiago”, de A. Grilli (Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias S.A.); “Cuentas Ambientales del Recurso Agua: Una Aplicación Piloto”, de A. Zuñiga. (Pontificia Universidad Católica de Chile); y “Conservación de la Biodiversidad Acuática por el Servicio Nacional de Pesca”, de D. Garland, B. Ramírez y C. Orrego (Servicio Nacional de Pesca). De la jornada de 2001, merecen especial mención las siguientes exposiciones: «Uso sustentable de los recursos hídricos en Chile. Ventajas y limitaciones del sistema institucional vigente» de Humberto Peña (DGA); y «Aguas subterráneas. La gestión sustentable», de Jaime Muñoz (DGA).

En tanto, en la línea de Educación y Recursos Hídricos, entre los principales estudios llevados a cabo destacan, de la jornada de 1999: “Inicio de la Asignatura de Hidrología en el Aula Virtual”, de O. Link, J. Vargas y V. Cerón (Universidad de Concepción); y “Educación en Internet, Implementación Básica de un Sitio”, de M. Contreras y X. Vargas (Universidad de Chile). De la de 2001 destaca la presentación: «Aportes del CONAPHI - CHILE al mejoramiento de la enseñanza del recurso hídrico en la enseñanza media», de José Vargas (Universidad de Concepción).

Otra instancia de presentación de investigaciones relativas al agua son los congresos chilenos de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de los cuales se realizó la XIV versión en Santiago el 2001 y hay trabajos relacionados con recursos hídricos en las líneas de: agua potable, aguas servidas, gestión ambiental y recursos hídricos.

De la revisión realizada, se vislumbra una actividad interesante de investigación en las diversas áreas del conocimiento que se relaciona con los recursos hídricos. La Universidad de Chile, la Universidad de Concepción y la Pontificia Universidad Católica, presentan una actividad de investigación sostenida en Hidrología Superficial, Hidrología Subterránea, Sistemas Ambientales, etc., a través de diferentes grupos de investigación bastante activos. La Universidad de Talca se destaca particularmente por su investigación en Hidrología

Forestal e Hidrología Superficial. De menor envergadura, tienen investigaciones interesantes que mostrar la Universidad Federico Santa María, la Universidad de La Serena, la Universidad de Valparaíso y la Universidad Austral. Por su parte, los organismos gubernamentales proporcionan trabajos importantes en sus áreas de competencia, donde destaca nítidamente la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, como también la Dirección de Obras Hidráulicas del mismo Ministerio, el Instituto Nacional de Hidráulica, la CONAF, etc.

Por otra parte, a nivel nacional existen variados centros de investigación y grupos de trabajo, que constantemente están desarrollando investigaciones ligadas a los recursos hídricos. Así, y a modo de ejemplo, el Centro EULA-Chile, dependiente de la Universidad de Concepción, ha realizado una serie de estudios relacionados principalmente con la VIII Región del país, entre los cuales destacan “El Río Bío Bío”, en el cual se describe la importancia que juega dicho río en el desarrollo económico y social de la Región; “Significado ambiental de los canales de riego sobre la fauna de peces de sistemas fluviales”, en el que se describen los efectos ecológicos de la construcción y operación de canales de riego y se formulan propuestas tendientes a disminuir los impactos negativos; “Biodiversidad fitoplanctónica en el sistema de lagos araucanos en el sur de Chile”, en el cual identifica los principales factores que influyen en el desarrollo de las comunidades fitoplanctónicas de este sistema de lagos; “Clasificación de la calidad del agua de cinco sistemas lacustres de Chile central sometidos a distintos grados de intervención humana”, en el cual se realiza una evaluación cuantitativa del grado de contaminación de los cuerpos de agua; “Diagnóstico de la calidad del agua del río Damas, aplicación del modelo de calidad de agua QUAL2E, uso del suelo y producción hídrica”; y “Una aproximación para la evaluación de la contaminación difusa en el río Damas, X Región, Chile”.

Otros importantes grupos de estudio, por citar algunos, están formados por investigadores de la U. de Chile, en materias referidas a agricultura y cambio climático; climatología y física de nubes; y

caudales ecológicos. En la Universidad de Talca destacan estudios en hidrología de superficie, hidrología forestal y regadíos. En la Universidad Católica de Chile, destacan grupos de investigadores ligados a la hidráulica fluvial y la hidrología estadística y estocástica. En la Universidad Austral de Chile, se posee una importante experiencia en limnología, constituyendo un centro de investigación de primer nivel en el país en estas materias; etc.

También dependiente del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT), está el Fondo para el Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), que en relación a recursos hídricos financia proyectos en una de sus 10 áreas prioritarias, que corresponde a “Agua y Energía”. Este fondo creado, en 1991, ha colaborado en el financiamiento entre otros, de los proyectos de la tabla 1.21.

Tabla 1.21 PROYECTOS FONDEF, ÁREA AGUA Y ENERGÍA.

AÑO CONCURSO	NOMBRE PROYECTO	INSTITUCIÓN EJECUTORA
1991	Programa de desarrollo tecnológico, extensión y asistencia técnica en uso y manejo del agua	Universidad de Concepción
1996	Mejoramiento de los sistemas de tratamiento de agua e implementación de una planta de alimentos	Fundación Chile
1997	Investigación y desarrollo para la producción de la langosta de agua dulce australiana marrón	Universidad Católica del Norte
1999	Módulos interconectados de medición de cantidad y calidad de agua para la gestión de un sistema	Universidad de La Serena
1999	Descontaminación del RIL de agua de descarga de industrias pesqueras, mediante tecnología de flotación	Universidad Arturo Prat
2000	Modulo demostrativo de cultivo de la langosta de agua dulce marrón (<i>cherax tenuimanus</i>)	Universidad Católica del Norte
2000	Desarrollo de un modelo de calidad del agua en ríos para la evaluación de los efectos de los efluentes y de las modificaciones de caudal	Universidad de Concepción

Fuente: www.conicyt.cl

De la tabla anterior se denota la diversidad de temas cofinanciados por Fondef, que van desde la gestión de los recursos hídricos a las soluciones tecnológicas para problemas específicos.

Tal como se insinúa en párrafos anteriores, el principal organismo público que ha desarrollado investigaciones en el plano de los recursos hídricos, ha sido la Dirección General de Aguas, no obstante que han existido proyectos de importancia que han determinado la realización de investigaciones específicas (como ha sido el caso de las centrales hidroeléctricas), u otros proyectos de investigación encargados por otros organismos del Estado.

En la tabla 2.2 presenta sucintamente el número de publicaciones ligadas a proyectos de investigación aplicada, que ha llevado a cabo la Dirección General de Aguas. Este cuadro, y su figura

2.1, denotan el impulso que ha dado el Estado a las actuaciones de investigación de la D.G.A. en la década del 90.

Tabla 2.2 ACTUACIONES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

Período	Nº de publicaciones
1960-1969	2
1970-1979	68
1980-1989	43
1990-1999	166

Fuente: Elaboración propia, a partir de información proporcionada por la Dirección General de Aguas.

Por otra parte, la D.G.A. ha revertido una tendencia de inversión presupuestaria que duró hasta 1990, con lo cual ha permitido una implementación de mayor cantidad y calidad para la recolec-

Figura 2.1. Número de investigaciones realizadas por D.G.A. 1960-1999.



Fuente: Dirección General de Aguas.

ción de los datos estadísticos, además de hacer más eficiente la gestión de los recursos humanos de la institución, que son prácticamente los mismos en número, que los que habían en la década anterior.

Figura 2.2. Evolución de la inversión D.G.A. 1990-1999.



Fuente: Dirección General de Aguas.

Si se acepta el supuesto de que el presupuesto de inversión del servicio -que incluye la inversión en la red hidrometeorológica de la DGA- es un indicador razonable del gasto en investigación y desarrollo, se podría concluir que el esfuerzo en estas partidas ha crecido sostenidamente entre 1990 y 1997, para disminuir levemente en 1998 y

drásticamente en 1999 según se puede observar en el gráfico de la figura 2.2. Hasta 1997 el presupuesto de inversión ha permitido la implementación de gran cantidad de estaciones, con tecnologías cada vez mejores, para la recolección de datos estadísticos además de hacer más eficiente la gestión de los recursos humanos de la institución cuya dotación es, prácticamente, la misma para todo el periodo.

Aparte de los organismos citados, existen otras instancias de nivel público que realizan tareas de investigación y desarrollo, como es por ejemplo, la Subsecretaría de Pesca. En este contexto, la unidad encargada de medio ambiente de la Subsecretaría, Asuntos ambientales, ha establecido dentro de su ámbito de acción sectorial, lineamientos de acción en cinco actividades productivas, para disminuir, prevenir y/o remediar efectos indeseables y atentatorios para la conservación de los recursos naturales. Estos son los procesos eutrofizantes de los cuerpos de aguas continentales de la IX a la XI Región; el efecto ambiental de la acuicultura; la pesca deportiva y sus siembras de repoblamiento; la introducción y transporte transzonal de especies hidrobiológicas y el establecimiento de parques y reservas marinas. De forma coherente con lo anterior, se han establecido objetivos de investigación, los que en calidad de proyectos, han sido propuestos al Fondo de Investigación Pesquera (FIP) y Banco Integrado de Proyectos (BIP).

Los siguientes cuadros muestran la ejecución en el tiempo de algunos proyectos de importancia, que han sido generados en los últimos años.

Estos estudios financiados por el FIP (cuadro N°2.4), más los aportes de otros fondos estatales, han demostrado científicamente que el nivel trófico de estos lagos está aumentando a niveles acelerados. Diversos cuerpos de agua presentan ya estados mesotróficos, entre los que se cuentan los lagos Villarrica, Calafquén, Riñihue y Llanquihue. Aunque estos lagos, en una escala de tiempo geológica, están destinados a sufrir procesos de eutrofización, la tasa de eutrofización ha sido significativamente acelerada. Las actividades económicas que aportan nutrientes a estos lagos pre-

sentan graves externalidades negativas, entre las que se puede destacar la devaluación del valor futuro, la degradación del hábitat con la consecuente pérdida de diversidad biológica, la imposibilidad de seguir siendo usados como fuentes superficiales de agua potable, pérdida de la belleza escénica y disminución del turismo (Brown, A. 1998).

Sin embargo y con respecto a los métodos de determinación del estado trófico de los lagos, un estudio desarrollado para Chile (Rojas,

1999), señala que la aplicabilidad de los sistemas de clasificación es función de la metodología utilizada, las cuales van desde modelos cualitativos hasta modelos cuantitativos, que incorporan aspectos estadísticos. Así por ejemplo, está la clasificación de Vollenweider; la clasificación de la O.C.D.E., la clasificación propuesta por Dobson, la clasificación propuesta por Parra, etc., y en general se puede decir que no todas son coincidentes en sus resultados.

Tabla 2.3. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA Y SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE.

Nombre del Proyecto	Año de realización
Evaluación de los sistemas de tratamiento de agua en cultivos de ambiente controlado.	1994
Evaluación del efecto de mitigación del aporte de nutrientes al medio, al desarrollar policultivos de especies salmonídeas, moluscos y algas.	1994
Evaluación de impacto ambiental del fósforo proveniente de los alimentos utilizados en salmonicultura.	1994
Evaluación de filtros para tratamiento de efluentes de pisciculturas en Chile.	1994
Normas para el diseño y manejo de una unidad de cuarentena.	1995
Evaluación de salmónidos de vida libre existentes en las aguas interiores de las regiones X y XI.	1995
Caracterización de la reproducción de salmónidos y de los principales impactos ecosistémicos en cuatro cuencas hidrológicas del sur de Chile.	1997
Estudio del ciclo reproductivo de las principales especies objetivo de la pesca deportiva en la XI Región.	2000
Determinación de la capacidad de carga de las zonas estuarinas de los ríos Valdivia y Bueno, X Región.	2000
Formulación de bases para el establecimiento de un sistema de concesiones de aguas continentales para uso de la pesca deportiva en Chile,	2002
Diagnóstico económico y social de la acuicultura en Chile.	2002

Fuente: Subsecretaría de Pesca, 2002.

Tabla 2.4: ESTUDIOS DE CAPACIDAD DE CARGA Y DE BALANCE DE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN LAGOS ARAUCANOS Y NORPATAGÓNICOS.

Cuerpo de Agua	Año
Lago Rupanco	1993
Lago Riñihue	1996
Lago Natri	1996
Lago Huillinco	1996
Lago Tarahuín	1996
Lago Tepuhueico	1996
Lago Cucao	1996
Lago Riesco	1997
Lago Los Palos	1997
Laguna Escondida	1997
Lago Calafquén	1997
Laguna San Antonio	1997
Lago Chapo	1997
Lago Popetan	1997
Lago Yelcho	1997

Fuente: Subsecretaría de Pesca, 1998.

Capítulo 3



Bosques Nativos

Corne País Estado del Medio Ambiente

ÍNDICE

■ 3. BOSQUES NATIVOS	133
■ 3.1 ESTADO DE LOS BOSQUES NATIVOS	133
■ 3.2 CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DEL BOSQUE NATIVO	138
3.2.1 Presión productiva	138
3.2.1.1 Consumo de madera para astillas y otros productos	138
3.2.1.2 Consumo de leña	140
3.2.1.3 Comparación de consumo industrial y leña	140
3.2.2 Destrucción y deterioro derivados de las presiones de utilización del bosque y de los incendios	143
3.2.2.1 Sustitución, habilitación y floreo	143
3.2.2.2 Incendios	144
■ 3.3 FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS BOSQUES NATIVOS	147
3.3.1 La protección de los bosques en el SNASPE	147
3.3.1.1 Red de áreas protegidas privadas (RAPP) a 2002	147
3.3.2 Avances e iniciativas de silvicultura y conservación de los Bosques Nativos	148
3.3.3 Certificación forestal en Chile	149
3.3.3.1 CERTFOR Chile	149
3.3.3.2 FSC-Chile	150
3.3.3.3 FSC	150
3.3.3.4 ISO 14001	151
3.3.4 Avances en la definición de una política forestal explícita	152
3.3.5 Legislación forestal, avances en los proyectos de Ley en discusión.	153
3.3.5.1 Proyecto de Ley “Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal”	153
3.3.5.2 Proyecto de Ley “Nueva Institucionalidad Forestal”	154
3.3.6 Evidencias de política forestal	154
■ 3.4 CONCLUSIONES	158



Bosque quemado de araucarias



Bosque manejado de rauli



Bosque de alerce incendiándose



Parque Nacional Alerce Andino

Los bosques nativos de Chile son percibidos en forma creciente por diversos grupos de la sociedad como uno de los componentes más importantes del patrimonio natural de Chile, desde al menos tres puntos de vista. Primero, por la producción directa de bienes, incluyendo la madera y productos forestales no maderables (frutos, hongos, colihues, etc.) Segundo, por sus importantes servicios ecosistémicos, tales como producción de agua, turismo, recreación, pesca deportiva, acuicultura y otros. Por último, por el valor de estos ecosistemas para la conservación de una gran diversidad de especies de flora y fauna nativas que en una proporción importante son endémicas de estos bosques.

El valor de los bosques nativos y la importancia de su conservación también ha empezado a llamar cada vez más la atención de la comunidad internacional. Los bosques naturales situados entre las regiones VII y XI (35°-48° S) y áreas adyacentes de Argentina, han sido definidos como constituyentes de la Eco-región del Bosque Lluvioso Valdiviano, la cual ha sido recientemente incluida por la iniciativa Global 2000 de la WWF y del Banco Mundial (Dinerstein et al., 1995), entre las eco-regiones prioritarias para la conservación a nivel mundial). Los hábitats de las especies de coníferas de esta eco-región, así como otras áreas con una alta concentración de endemismos, han sido reconocidos como “sitios críticos” (*hot spots*) para la conservación de la diversidad biológica a nivel internacional por la UICN y otros organismos internacionales (Farjon y Page, 1999).

Desde un punto de vista económico, social, cultural y ambiental, la importancia de los bosques nativos señala la urgencia de desarrollar esquemas de manejo sustentable que permitan suplir la demanda creciente de madera y al mismo tiempo

mantener e incrementar los servicios ecosistémicos que ofrecen, y mantener su diversidad biológica total. Esto implica ciertamente el gran desafío de corregir la actual situación del bosque nativo, en el que existe un manejo incipiente frente a la destrucción y deterioro resultantes de diversos procesos (incendios, sustitución por plantaciones, intervención sin sistemas silviculturales adecuados, etc.)

Este capítulo ha sido construido a partir de aquel que fuera preparado para el Informe País de 1999, centrando el esfuerzos en analizar la evolución de la situación de los bosques nativos entre los años 1999 y 2002. Para ello, se han actualizado las cifras en la medida que éstas estén disponibles y se ha analizado en forma cualitativa las principales tendencias y avances logrados, así como los problemas que aún persisten en el mencionado período. La sección relativa a plantaciones con especies exóticas incluida en el informe anterior ha sido eliminada a sugerencia de los editores de este Informe, por considerarse que su actualización no es pertinente al tema del bosque nativo sobre el cual trata este capítulo y se da detalle en el capítulo sobre suelos.

3.1 ESTADO DE LOS BOSQUES NATIVOS

En 1990 el Instituto Forestal (INFOR) estimó la superficie de bosque nativo en 7,5 millones de Ha., correspondiente a todos aquellos bosques potencialmente productivos con existencias volumétricas superiores a 30 m³/Ha. Por su parte, el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, realizado por CONAF y otras instituciones en 1997, considera bosque nativo a aquellas formaciones vegetacionales con un estrato arbóreo constituido por especies nativas que tie-

ne una altura igual o mayor a 2 m y una cobertura de copas mayor o igual a 25 por ciento. La superficie estimada de acuerdo a esta definición es de 13,4 millones de Ha. (CONAF et al., 1999).

En el cuadro 3.1 se compara la superficie total de bosque nativo estimada en 1990 por INFOR (INFOR, 1992) y CONAF en 1997 (CONAF et al., 1999). Se puede observar que existe una diferencia de 5,9 millones de ha. la que se explicaría por los distintos criterios utilizados para definir el concepto de bosque: INFOR emplea una definición desde un punto de vista productivo (maderero); en cambio CONAF et al. (1999) considera una definición más amplia que incluye todas las formaciones que corresponden a bosque nativo.

Con el fin de entender las diferencias entre los resultados obtenidos por los estudios antes men-

cionados, en el cuadro 3.1 se puede apreciar que a medida que se restringe el criterio de clasificación de bosque a una condición más productiva, la superficie total de bosque nativo estimada por CONAF et al. (1999) disminuye notablemente. De este modo, el primer escenario considera las estructuras de bosque adulto, adulto-renoval y renoval mayores a 12 m, las que alcanzan a 5,7 millones de Ha., lo que representa un 43 por ciento de la superficie total. Ahora, si se considera el segundo criterio productivo maderero más exigente, que incluya solamente a los renovales mayores de 12 m y los bosques adultos y adulto-renoval mayores de 20 m, la superficie se reduce a sólo 2,1 millones de Ha., lo que representa un 16 por ciento de la superficie total de bosque nativo.

CUADRO 3.1 SUPERFICIE DE BOSQUE NATIVO SEGÚN CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN A 1990 Y 1997.

CATEGORÍA	AÑO DE ESTIMACIÓN	FUENTE	millones de Ha.	porcentaje del total
Bosque nativo productivo ⁽¹⁾	1990	Infor, 1992	7,5	-
Bosque adulto, adulto-renoval y Renoval > 12 m	1997	Conaf, 1999	5,7	43%
Bosque adulto y adulto-renoval > 20 m y Renoval > 12 m	1997	Conaf, 1999	2,1	16%

(1): Corresponde a la superficie de bosque potencialmente productivo con existencias volumétricas superiores a 30 m³/ha.

(2): Corresponde a formaciones vegetales con estrato arbóreo constituido por especies nativas que tienen una altura mayor o igual a 2 m y una cobertura de copas mayor o igual a 25%.

En cuanto a la distribución regional de los bosques nativos (cuadro 3.2), la superficie de bosques potencialmente productivos a 1990 se distribuía casi en un 100 por ciento entre la Región Metropolitana y la XII Región del país. Desde la X hasta la XII Región se concentraba el 84,6 por ciento de la superficie boscosa total nacional, siendo la X Región la más importante al poseer un 47,9 por ciento del total de ella (INFOR, 1992).

La superficie total de bosques naturales estimada en 1997 alcanzó a 13,4 millones de Ha., la que se concentra en un 82,3 por ciento entre la X y XII regiones del país (cuadro 3.2). Del total nacional, un 35,9 por ciento se concentra sólo en la XI Región, lo que la convierte en la zona más importante del país en ese contexto. En extensión, le

siguen la X Región con un 26,9 por ciento y, finalmente, con un 19,5 por ciento la XII Región (CONAF et al., 1999a). En general, la mayor concentración de bosque nativo se encuentra entre las VIII y XII regiones, las que poseen aproximadamente el 95 por ciento de la extensión total.

Con respecto a las características estructurales del bosque nativo (figura 3.1) estimado para 1997 por CONAF et al. (1999a), se estableció que la superficie de bosque adulto es la más importante, debido a que representa un 45 por ciento de la superficie boscosa nacional. Le siguen en importancia los renovales con el 27 por ciento, los bosques achaparrados con un 22 por ciento, y finalmente, el bosque adulto-renoval con un 6 por ciento.

CUADRO 3.2 SUPERFICIE DE BOSQUE NATIVO A 1990 Y 1997 (MILES DE Ha.)

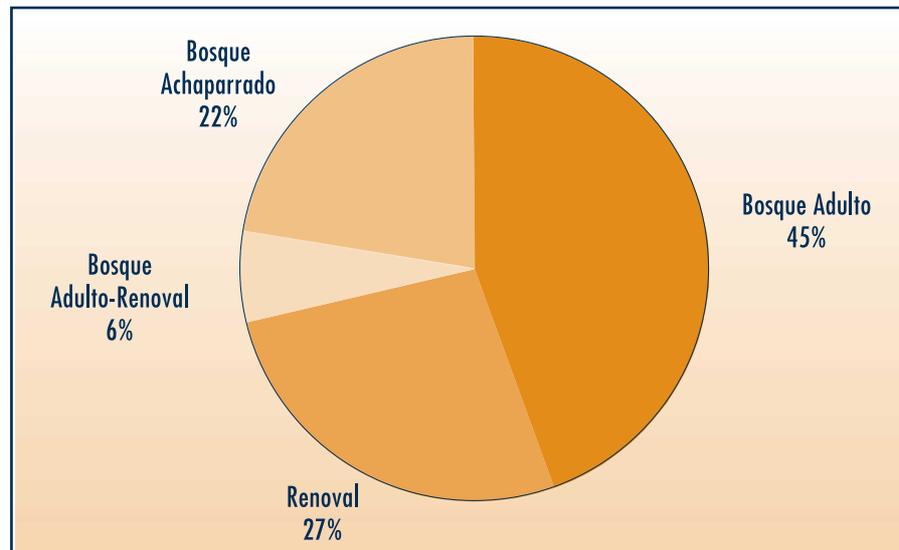
REGIÓN	1990 ⁽¹⁾	1997 ⁽²⁾ (miles de Ha)		TOTAL
	(miles de Ha)	Bosque adulto y adulto-renoval > 20 m y Renoval > 12 m	Bosque adulto, adulto-renoval y Renoval > 12 m	
I	4	-	-	7
II	-	-	-	-
III	-	-	-	-
IV	-	-	-	2
V	-	-	-	95
RM	3	-	-	93
VI	41	6	8	118
VII	196	97	121	370
VIII	402	267	350	786
IX	510	359	541	909
X	3.593	1.037	2.077	3.609
XI	1.686	265	1.948	4.816
XII	1.059	28	651	2.625
TOTAL	7.493	2.060	5.697	13.431

⁽¹⁾: INFOR, 1992. Corresponde a la superficie de bosque potencialmente productivo con existencias volumétricas superiores a 30 m³/Ha.

⁽²⁾: CONAF et al., 1999. Corresponde a formaciones vegetales con estrato arbóreo constituido por especies nativas que tienen una altura mayor o igual a 2 m y una cobertura de copas mayor o igual a 25%.

Figura 3.1 Distribución porcentual de bosque nativo total según estructura a 1997.

Fuente: CONAF et al. (1999).



De la figura 3.2 se desprende que entre la V y la IX Región la estructura predominante es el renoval; entre la X y XI Región las estructuras más

importantes son bosque adulto y renoval; y en la XII destacan el bosque adulto y bosque achaparrado.

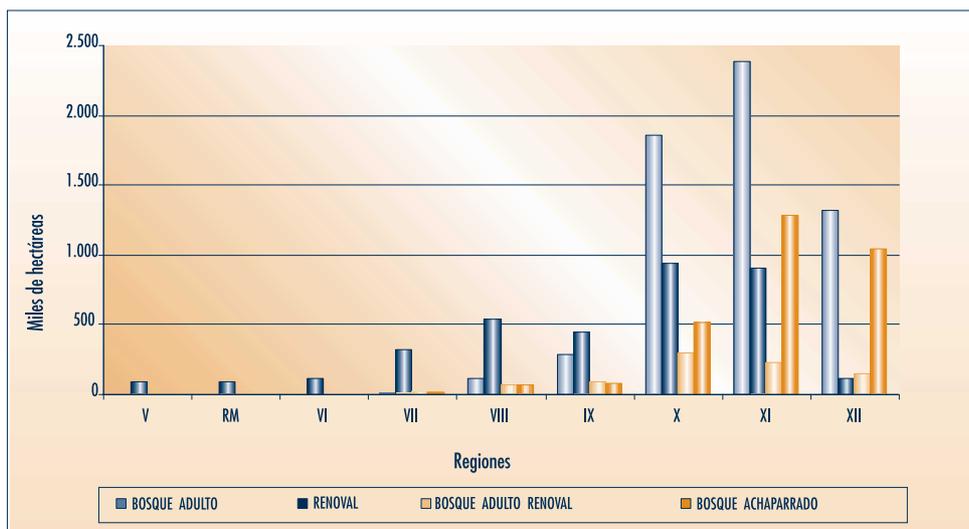


Figura 3.2 Distribución regional de bosque nativo por estructura a 1997.

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF *et al.* (1999).

A nivel nacional, los tipos forestales predominantes son el Siempreverde, con un 30,9 por ciento, y la Lenga con un 25,3 por ciento, los que en conjunto ocupan más de la mitad de la superficie total de bosque nativo del país (cuadro 3.3). A diferencia de estos, los tipos forestales Ciprés de

la Cordillera, Roble - Hualo, Araucaria y Alerce, en conjunto abarcan sólo el 5,6 por ciento de la superficie total de los bosques nativos de Chile. En dicho Cuadro no aparece el tipo forestal Palma Chilena, ya que el pequeño tamaño de los bosques no permitió su cartografía a escala 1: 50.000.

CUADRO 3.3. SUPERFICIE DE BOSQUE NATIVO POR TIPO FORESTAL A 1997

TIPO FORESTAL	SUPERFICIE (miles de Ha)	PORCENTAJE DEL TOTAL (%)
Alerce	263	2,0
Ciprés de las Guaitecas	970	7,2
Araucaria	261	1,9
Ciprés de la Cordillera	45	0,3
Lenga	3.392	25,3
Coihue de Magallanes	1.793	13,4
Roble - Hualo	188	1,4
Roble - Raulí - Coihue	1.461	10,9
Coihue - Raulí - Tepa	564	4,2
Esclerófilo	345	2,6
Siempreverde	4.149	30,9
TOTAL	13.431	100,0

Fuente: CONAF *et al.* 1999.

El Cuadro 3.4 muestra sólo la superficie regional de bosque nativo visitada en terreno con y sin intervención para las estructuras de bosque adulto, adulto-renoval y renoval estimados por CONAF *et al.* (1999a). Los bosques intervenidos incluyen rodales afectados principalmente por incendios y floures. Del total visitado en terreno, un 51,2 por ciento

de estas estructuras de bosque nativo tienen algún grado de intervención antrópica, siendo la tendencia general disminuir de norte a sur (figura 3.3). Es así como en la V Región un 98,1 por ciento se encuentra intervenido; en la VIII, un 58,1 por ciento, y en la XII, un 33,3 por ciento de la superficie regional (CONAF *et al.*, 1999a).

Superficie de bosque nativo (Bosque Adulto, Adulto-Renovo y Renovo) descrita en terreno con y sin intervención. Año 1997.

Nota: La superficie descrita en terreno corresponde a un 60,7 por ciento de la superficie total de bosque nativo del país (13,4 millones de Ha.)
* incluye bosques nativos afectados en diferentes intensidades, principalmente por incendios y floeos.

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF et al. (1999).

CUADRO 3.4. SUPERFICIE DE BOSQUE NATIVO⁽¹⁾ DESCRITA EN TERRENO CON Y SIN INTERVENCIÓN⁽²⁾

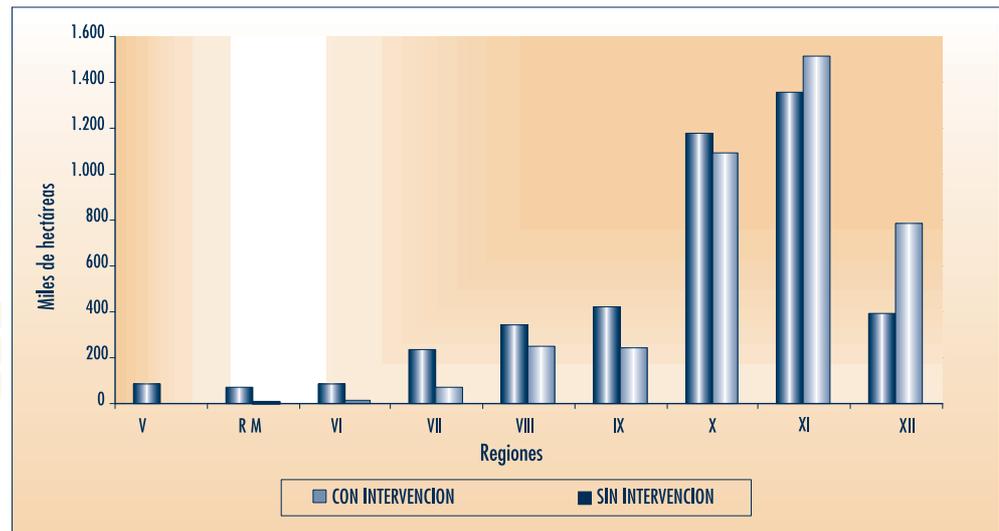
REGIÓN	CON INTERVENCIÓN *		SIN INTERVENCIÓN		TOTAL
	miles de Ha	% de la Región	miles de ha	% de la Región	
V	82,2	98,1	1,6	1,9	83,8
RM	70,6	89,3	8,5	10,7	79,1
VI	84,7	82,6	17,8	17,4	102,5
VII	235,0	76,5	72,3	23,5	307,3
VIII	343,2	58,1	247,8	41,9	591,0
IX	424,7	63,6	243,4	36,4	668,1
X	1.181,9	52,0	1.093,1	48,0	2.275,1
XI	1.358,0	47,3	1.513,5	52,7	2.871,5
XII	391,3	33,3	782,3	66,7	1.173,6
TOTAL	4.171,6	51,2	3.980,3	48,8	8.151,9

⁽¹⁾: Incluye Bosque Adulto, Adulto-Renovo y Renovo. La superficie de bosque adulto, adulto-renovo y renovo descrita en terreno corresponde a un 60,7 por ciento de la superficie total de bosque nativo del país (13,4 millones de Ha.).

⁽²⁾: Con intervención incluye bosques nativos afectados en diferentes intensidades, principalmente por incendios y floeos.

Figura 3.3.
Distribución regional de bosque adulto, adulto-renovo y renovo descrito en terreno con y sin intervención⁽¹⁾.

Fuente: CONAF et al. (1999)



⁽¹⁾ La superficie total de bosque adulto, adulto-renovo y renovo visitada en terreno corresponde a 8,2 millones de Ha. Con intervención incluye bosques nativos afectados en diferentes intensidades principalmente por incendios y floeos.

Una vez terminado el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile en 1997 (CONAF et al., 1999), no se han desarrollado estudios completos de cobertura nacional para estimar la superficie actual de bosque nativo. Por lo tanto, la fuente más confiable sigue siendo el

Catastro realizado por CONAF et al., (1999), estudio basado en un detallado levantamiento cartográfico incorporado a un sistema de información geográfico. Las actualizaciones realizadas por CONAF para algunas regiones se discuten en el punto 3.2.2.

3.2 CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DE LOS BOSQUES NATIVOS

3.2.1 Presión productiva

3.2.1.1 Consumo de madera para astillas y otros productos

La figura 3.4 y cuadro 3.5 muestran la evolución del consumo industrial de maderas de especies nativas para el período 1985 a 2000. Se han actualizado las cifras del Informe país anterior sobre la base de las estadísticas del Instituto Forestal. En la figura 3.4 se observa un rápido aumento del consumo industrial de madera a partir de 1988, con 0,9 mi-

llones de m³, para alcanzar un máximo de 4 millones de m³ en 1995. A partir de 1996, comienza la disminución del consumo industrial de maderas nativas, hasta alcanzar 1,56 millones de m³ el año 2000. No obstante la disminución, el volumen consumido aumentó en un 80% entre 1988 y 2000. En la X Región, que es la principal región productora de madera de especies nativas, la tendencia difiere un poco del patrón a nivel nacional, destacándose el incremento neto desde 450.000 m³ en 1985 a 950.000 m³ el año 2000 (figura 3.5).

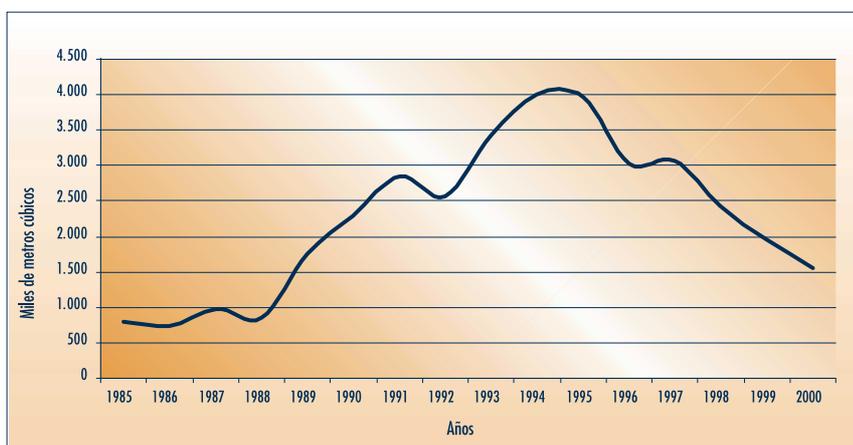


Figura 3.4. Evolución del consumo industrial de especies nativas a nivel nacional entre 1985 y 2000.

Fuente: Estadísticas Forestales INFOR, Lara *et al.*, (1995) a partir de Estadísticas de INFOR.

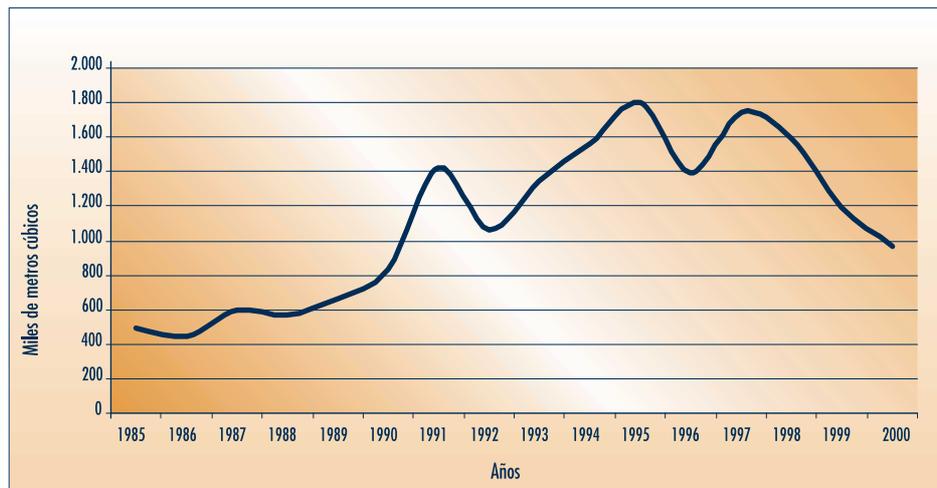
CUADRO 3.5. CONSUMO INDUSTRIAL Y DE LEÑA DE ESPECIES NATIVAS PARA EL PERÍODO 1985-2000.

Año	Consumo Industrial		Consumo Leña		Consumo Total
	metros cúbicos	% del total	metros cúbicos	% del total	
1985	789.380	13,92	4.880.735	86,08	5.670.115
1986	735.319	12,63	5.086.936	87,37	5.822.255
1987	972.081	15,47	5.311.065	84,53	6.283.146
1988	865.423	13,60	5.500.222	86,40	6.365.645
1989	1.762.099	24,15	5.535.691	75,85	7.297.790
1990	2.280.688	27,75	5.937.894	72,25	8.218.582
1991	2.848.540	30,29	6.555.761	69,71	9.404.301
1992	2.572.349	26,24	7.231.927	73,76	9.804.276
1993	3.419.878	31,47	7.445.898	68,53	10.865.776
1994	3.992.922	34,18	7.689.888	65,82	11.682.810
1995	3.967.050	33,27	7.956.197	66,73	11.923.247
1996	3.017.734	27,82	7.830.265	72,18	10.847.999
1997	3.075.943	28,01	7.906.305	71,99	10.982.248
1998	2.423.021	23,29	7.982.346	76,71	10.405.367
1999	1.959.528	19,56	8.058.386	80,44	10.017.914
2000	1.560.930	16,10	8.134.426	83,90	9.695.356

Fuente: Elaboración propia a partir de Lara *et al.* (1995) a partir de Estadísticas de INFOR para el período 1985-1995, y estimación derivada del consumo per cápita según Lara *et al.* (1995) y Ávalos (1997), censo poblacional de 1996-2001 (INE, 2002) para el período 1996-2001 y Estadísticas Forestales INFOR.

Figura 3.5. Evolución del consumo industrial de especies nativas en la X Región entre 1985 y 2000.

Fuente: Estadísticas Forestales INFOR, Lara *et al.* (1995) a partir de Estadísticas de INFOR.

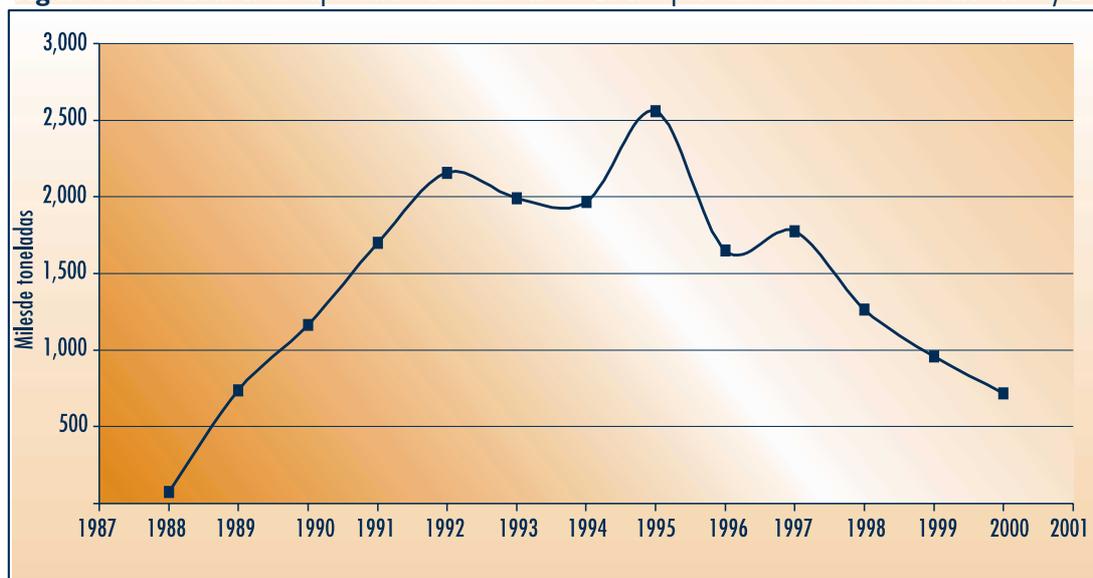


Las astillas de exportación siguen siendo el principal producto industrial del bosque nativo, las que forman el 66,5% del consumo industrial de maderas nativas a nivel nacional para el período 1995-2000. El comportamiento de dicho consumo está principalmente condicionado por la evolución que ha tenido la exportación de estas astillas, las cuales aumentaron en el período 1988-1995, para disminuir posteriormente entre 1995 y 2000 de 2,6 a 0,84 millones de m³ (figura 3.6). La gran importancia relativa del consumo de madera nativa destinado a la producción de astillas, comparada con el que se destina a aserrín, tableros y chapas, pue-

de verse en la figura 3.7. Es interesante advertir que la fuerte disminución de un 71% experimentada en el consumo industrial para la producción de astillas a nivel nacional entre 1995 y 2000, no fue tan drástica en la X Región, donde la reducción fue de un 47% en dicho período (Estadísticas Forestales INFOR).

Las exportaciones de astillas a nivel nacional siguen la tendencia descrita para el consumo de madera destinado a este producto (figura 3.6). A partir de 1996 ocurre un descenso constante en el volumen exportado disminuyendo de 2,5 a 0,75 millones de toneladas anuales entre 1995 y 2000.

Figura 3.6. Evolución de las exportaciones de astillas sin corteza de especies nativas a nivel nacional entre 1988 y 2000



Fuente: Estadísticas Forestales INFOR.

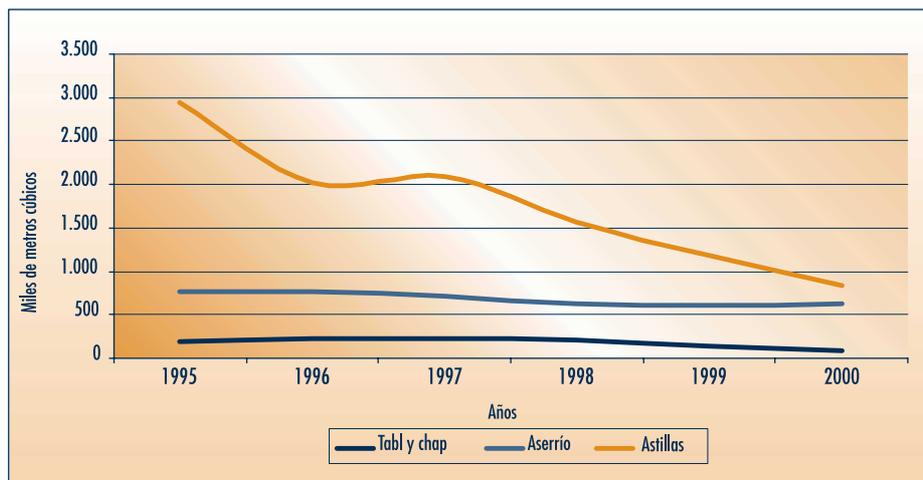


Figura 3.7. Evolución del consumo industrial de especies nativas por tipo de producto a nivel nacional entre 1995 y 2001.

Fuente: Estadísticas Forestales INFOR.

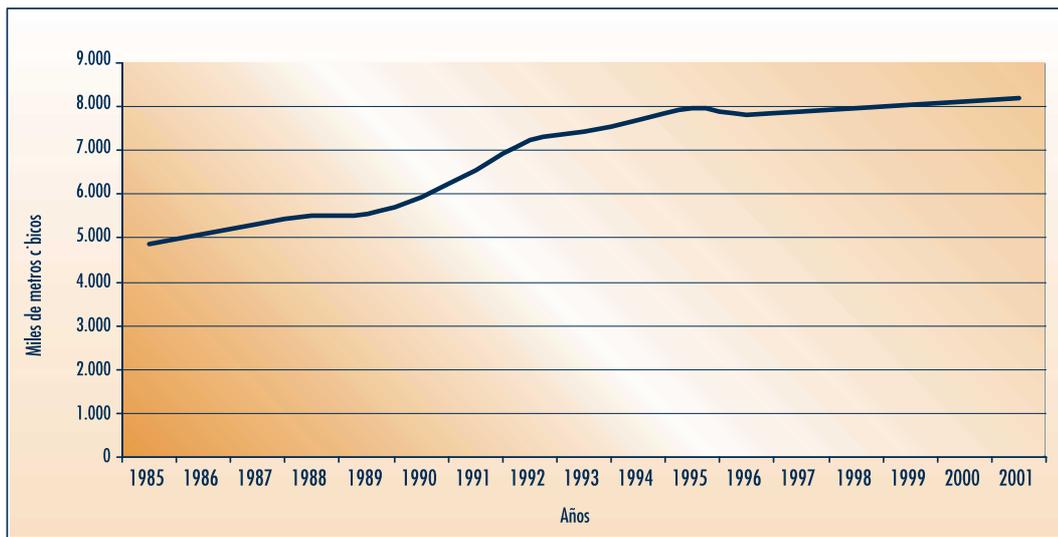
3.2.1.2 Consumo de Leña

La figura 3.8 muestra el incremento sostenido del consumo de leña en el período 1985 a 2001, aunque con una menor tasa de aumento a partir de 1996 (cuadro 3.5). La región con un consumo más alto de leña para el período 1996-2001 es la X, con un promedio de 4,1 millones de m³ al año, seguida de la VIII y la IX con 1,9 millones y 1,0 millones respectivamente (figura 3.9). La estimación para la X Región para 1996 es consistente con aquella efectuada por la Comisión Nacional de Energía (CNE, 1997), de un total de 4377 millones de m³ incluyendo especies nativas y exóticas. Aplicando el porcentaje que ocupa el consumo de especies nativas en el consumo de leña de la X Región, que es de un 97,1% estimado por Ávalos (1997), se obtiene un consumo de 4,25 millones de m³ para 1996, valor superior al estimado por nosotros. Ávalos (1997) estimó en 1,0 millones de m³ el consumo para 1992 en la IX Región, cifra muy similar a la estimada por nosotros como promedio anual entre 1996-2001, estimando en 2,2 millones dicha cifra para la X Región, lo cual es muy inferior a las dos estimaciones ya discutidas. Para la VIII Región no se tienen antecedentes que permitan calcular el porcentaje de leña que proviene de especies nativas, pero el consumo total de leña estimado por la CNE (1997) es de 3,140 millones de m³ para 1996, cifra muy superior a los 1,9 millones de m³ que los autores calcularon como promedio anual para el período 1996-2001.

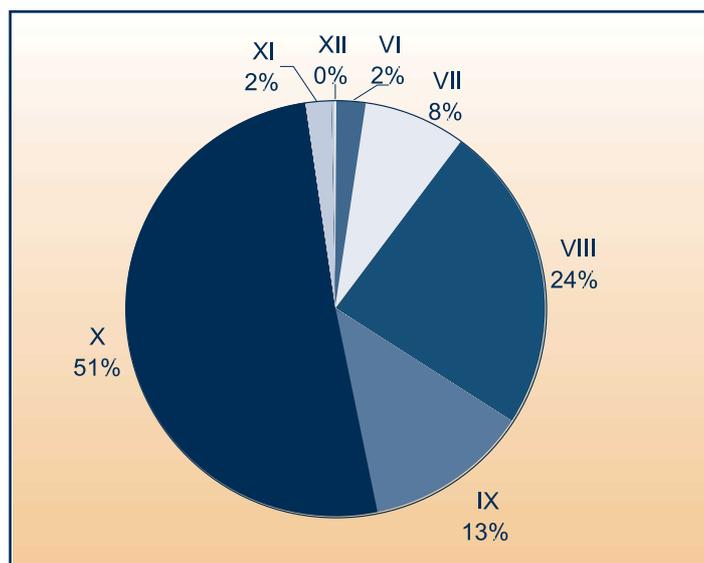
La actualización de las cifras de consumo de madera para la producción de leña de especies nativas a partir del período 1985-1995 considerado en el Informe País anterior, se encontró con la dificultad de no contar con estudios actualizados sobre el tema que cubrieran las diferentes regiones. Para superar esta dificultad, el consumo total de madera para leña se estimó a partir de los consumos per cápita de las diferentes regiones utilizados para el año 1995 en el Informe País 1999, y a la población determinada preliminarmente por el Censo de Población y Vivienda 2002. La población de las regiones para los años 1996-2001 se calculó al interpolar linealmente a partir de las cifras de 1995 y 2002. De esta manera, toda la variación en el consumo de madera para leña, se atribuye al crecimiento poblacional. Los valores para las regiones VI a XII fueron sumados para la estimación del consumo total.

3.2.1.3 Comparación de consumo industrial y leña

Al comparar la evolución del volumen de madera nativa destinado a consumo industrial y a producción de leña en el período 1985-2000, se observan patrones interesantes (figura 3.10, cuadro 3.5). La participación porcentual del volumen destinado a la producción de leña disminuyó entre 1985 y 1994 desde un 86,1% hasta un 66%, mientras que la participación del consumo indus-

Figura 3.8. Evolución del consumo de leña entre la VI y XII regiones para el período 1985-2001.

Fuente: Elaboración propia a partir de Lara et al, (1995) para el período 1985-1995, y estimación a partir del consumo per cápita según Lara et al. (1995) y Ávalos (1997) y censo poblacional de 1996-2001 (INE, 2002) para el período 1996-2001.

Figura 3.9. Distribución regional del consumo de leña de especies nativas entre 1996 y 2001.

Fuente: Elaboración propia a partir de Lara et al (1995) para el período 1985-1995, y estimación a partir del consumo per cápita según Lara et al (1995) y Ávalos (1997) y censo poblacional de 1996-2001 (INE, 2002) para el período 1996-2001.

trial aumentó de un 13% a un 34% (figura 3.11, cuadro 3.5). A partir de 1996, con la fuerte disminución del consumo industrial de madera nativa y el ligero aumento en el consumo de leña, esta tendencia se revierte. De esta forma, entre 1996 y 2000 la participación porcentual de la leña aumentó de un 72% a un 84%, mientras que el consumo industrial disminuyó de un 28% a un 16% del total.

Al analizar el consumo total, que integra las tendencias del uso de madera para fines industriales (principalmente astillas) y leña, a nivel nacional, se observa un aumento sostenido de 5,7 a 11,9 millones de m³ entre 1985 y 1995; es decir, más que se duplicó el consumo total, para posteriormente disminuir en un 18%, llegando a 9,7 millones de m³ en el año 2000 (cuadro 3.5 y figura 3.12).

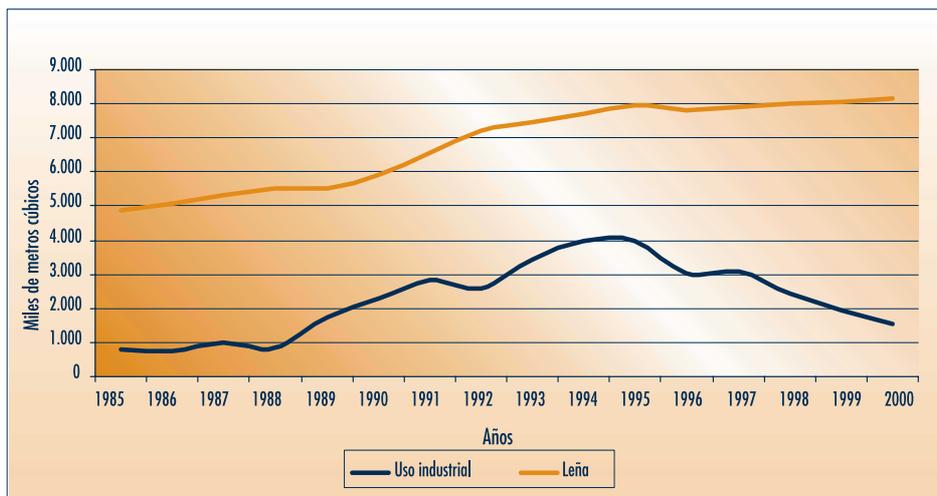


Figura 3.10. Evolución del consumo de leña y uso industrial de especies nativas entre 1985 y 2000.

Fuente: Elaboración propia a partir de Lara et al. (1995) para el período 1985-1995, y estimación a partir del consumo per cápita según Lara et al. (1995) y Ávalos (1997), censo poblacional de 1996-2001 (INE, 2002) para el período 1996-2001 y Estadísticas Forestales INFOR.

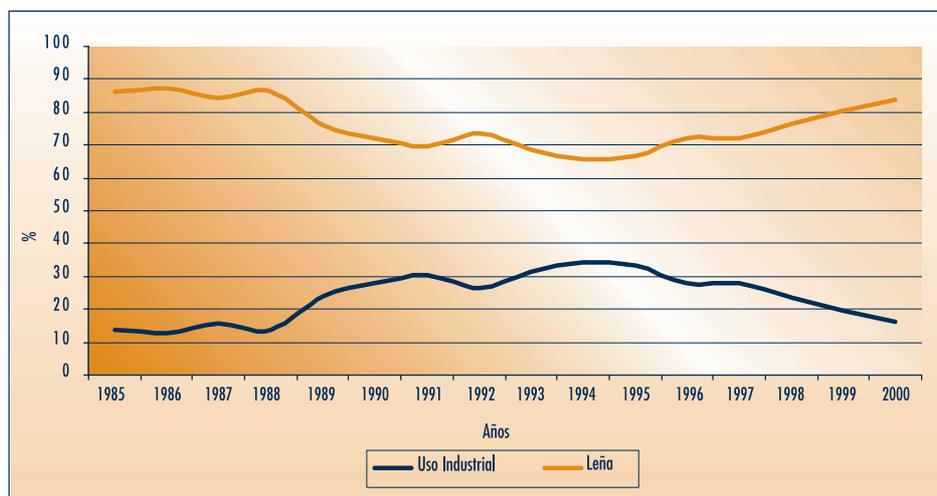


Figura 3.11. Evolución del consumo industrial y de leña como porcentaje del consumo total de especies nativas a nivel nacional entre 1985 y 2000.

Fuente: Elaboración propia a partir de Lara et al. (1995) para el período 1985-1995, y estimación a partir del consumo per cápita según Lara et al. (1995) y Ávalos (1997), censo poblacional de 1996-2001 (INE, 2002) para el período 1996-2001 y Estadísticas Forestales INFOR.

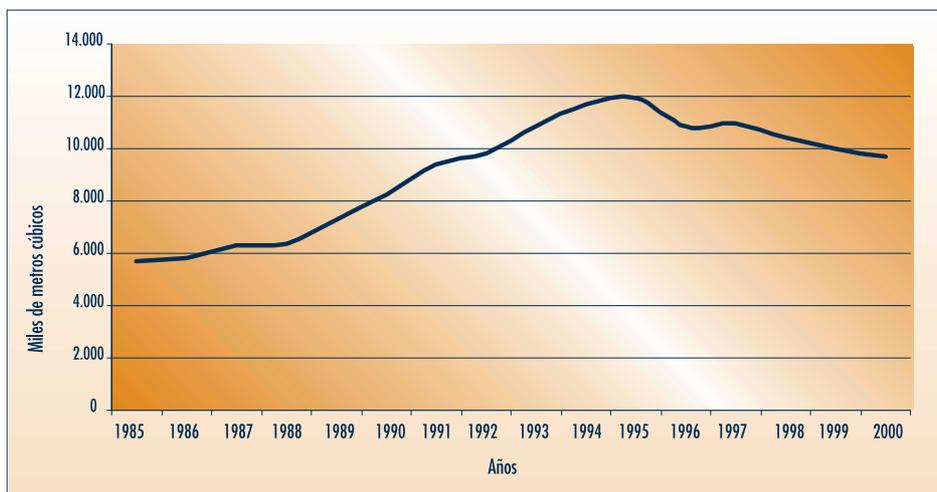


Figura 3.12. Evolución del consumo total (industrial más leña) a nivel nacional para el período 1985-2000.

Fuente: Elaboración propia a partir de Lara et al. (1995) para el período 1985-1995, estimación a partir del consumo per cápita según Lara et al. (1995) y Ávalos (1997), censo poblacional de 1996-2001 (INE, 2002) para el período 1996-2000 y Estadísticas Forestales INFOR.

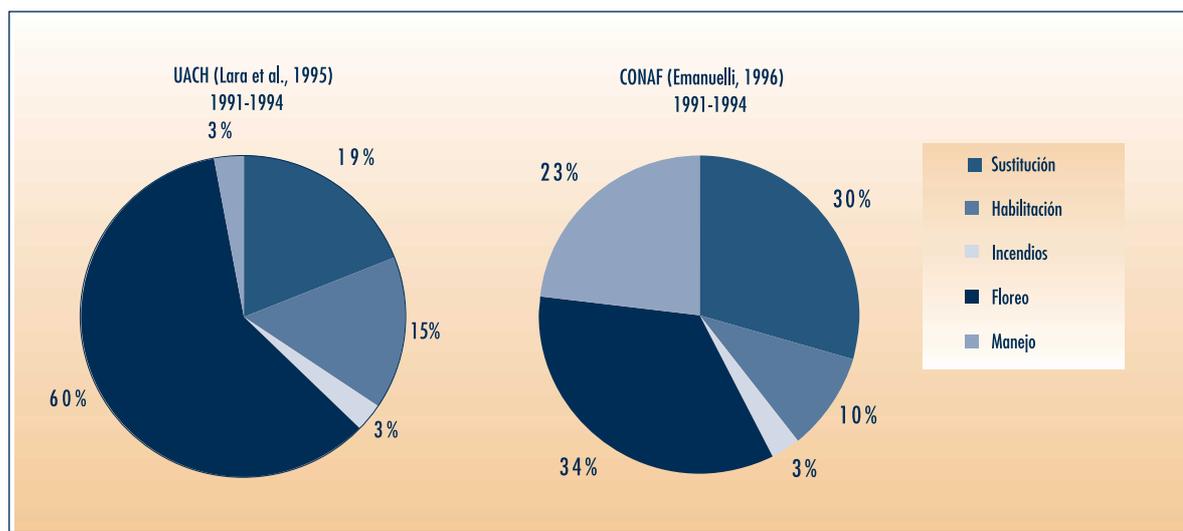
3.2.2 Destrucción y deterioro derivados de las presiones de utilización del bosque y de los incendios

3.2.2.1 Sustitución, habilitación y floreo

Las cifras disponibles a nivel nacional para estimar la superficie de sustitución por plantaciones, habilitación agropecuaria y floreo (degradación por intervención inadecuada), corresponden al periodo 1985-1994. Estas estimaciones fueron efectuadas por dos estudios: uno realizado por la Universidad Austral de Chile para el Banco Central en 1995 (Lara et al., 1995) y el otro realizado por CONAF (Emanuelli, 1996).

Según ambos estudios, las principales acciones sobre el bosque nativo corresponden a aquellas que implican su destrucción o deterioro (entre un 77 y un 97 por ciento del total), siendo minoritaria la superficie manejada adecuadamente (figura 3.13). Sin embargo, la estimación de la superficie intervenida anualmente en promedio difiere en forma importante entre ambas fuentes. Lara et al. (1995) estimaron dicha superficie en 133.314 Ha. anuales, mientras que Emanuelli (1996) la estimó en 46.063 Ha. Estas diferencias se producen debido, principalmente, a que en el primer estudio se estimaron menores volúmenes promedio de extracción por hectárea, de tal manera que el abastecimiento de un determinado volumen para uso industrial o leña requeriría de una mayor superficie intervenida.

Figura 3.13. Superficie promedio de bosque nativo intervenida anualmente entre 1991-1994, según Lara et al. (1995) y Emanuelli (1996).



Fuente: Elaboración propia a partir de informe presentado por UACH a Banco Central en 1995 y estimaciones realizadas por P. Emanuelli (CONAF) en 1996.

La sustitución es señalada por ambos estudios como la principal causa de destrucción y disminución de la superficie cubierta por bosque nativo, estimando que representaba un 19% y 30% del total intervenido (Lara et al., 1995, Emanuelli, 1996, respectivamente) (figura 3.13). Las otras causas de destrucción del bosque nativo son la habilitación agropecuaria y los incendios, las que representan respectivamente un 15% y un 3%, según Lara et al. (1995), y un 10% y 3% según Emanuelli (1996). Las tres acciones que implican reducción de superficie de bosque nativo representan un 43%, en el

caso del estudio de Emanuelli (1996), y un 37% según el estudio de Lara et al. (1995).

En cuanto a las acciones que no involucran variación en la superficie, sino que degradación de los bosques, el estudio de Lara et al. (1995) establece que el floreo representa la principal acción sobre el bosque nativo, con un 60% de la superficie total intervenida, cifra que es estimada por Emanuelli (1996) en un 34%. Respecto a la superficie de manejo de bosque nativo, el estudio de Emanuelli estima un 23%, y Lara et al. (1995) un 3%. Estas diferencias se pueden explicar debido a

que Emanuelli (1996) utiliza una definición de manejo más amplia, considerando todas aquellas superficies intervenidas en cumplimiento a planes de manejo aprobados por CONAF, mientras que Lara *et al.* (1995) usó una definición de acuerdo a estándares técnicos más exigentes.

En los años 1999 y 2000 CONAF publicó los resultados de las actualizaciones de las cifras del Catastro para las regiones VII, VIII y para las provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue en la X Región (CONAF *et al.*, 1999 b; CONAF y UACH, 2000). Estos estudios se basaron en fotografías aéreas en las regiones VII y VIII y en imágenes satelitales Landsat TM en la X Región, y estimaron la superficie de disminución de bosque nativo por sustitución por plantaciones, habilitación agropecuaria e incendios forestales, no incluyendo la degradación de bosques por floreo. La disminución de superficie afectada por incendios forestales se

analiza en la sección 3.1.2.2, sobre la base de las estadísticas anuales de incendios generadas por CONAF, ya que se consideran más precisas y adecuadas. El cuadro 3.6 muestra que la disminución de superficie por sustitución sigue siendo una de las principales causas de pérdida de bosque nativo, al menos en las regiones estudiadas, manteniéndose la situación analizada para el periodo 1985-1994. Si bien las superficies de sustitución estimadas por estos estudios de actualización son menores que aquellas propuestas por Lara *et al.*, 1995, y Emanuelli, 1996, la pérdida de 8.282 hectáreas en la VII Región es particularmente grave si se considera la escasa superficie de bosque nativo existente en dicha región, el mal estado de conservación de especies y ecosistemas de los tipos forestales roble-hualo y esclerófilo, y la escasa protección en el SNASPE (cuadros 3.3 y 3.4, ver sección 3.3.1).

CUADRO 3.6. ESTIMACIÓN PARCIAL DE LA DISMINUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE BOSQUE NATIVO POR SUSTITUCIÓN Y HABILITACIÓN.

Región	Período	Disminución de superficie por				Total Disminución (Ha)
		Sustitución (Ha)	(%)	Habilitación (Ha)	(%)	
VII (1)	1994-1999	8.282	76	2.550	24	10.832
VIII (2)	1994-1998	7.571	80	1.922	20	9.493
X (2)(3)	1994-1998	6.678	52	6.125	48	12.803
TOTAL		22.531	68	10.597	32	33.128

(1): Fuente: CONAF y UACH. (2000). Monitoreo y Actualización de la información de uso actual del suelo en la VII Región.

(2): Fuente: CONAF *et al.* (1999 b). Monitoreo y Actualización de la información de uso actual del suelo en las regiones VIII y X Norte.

(3): X Región incluye sólo las provincias de Valdivia, Osorno y Chiloé.

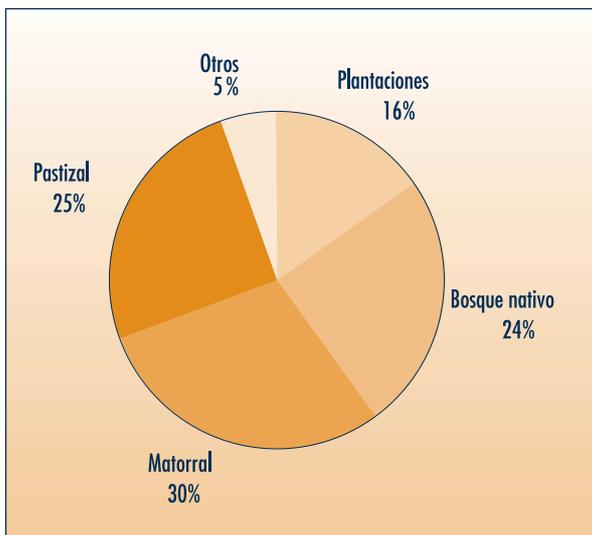
3.2.2.2 Incendios

Una de las causas importantes de destrucción de los bosques nativos son los incendios. En el período comprendido entre las temporadas 1976-77 y 2001-02, los bosques nativos representaron el 24% de las formaciones vegetacionales afectadas por incendios a nivel nacional, mientras que las plantaciones forestales explican el 16% y los matorrales el 30% (figura 3.14).

Durante el mismo período, se quemaron anualmente en promedio 12.468 Ha. de bosque nativo en el país, con una gran variabilidad año a año (CONAF 2002, figura 3.15). Es así como, en la temporada 1997-98 se quemaron 61 mil Ha. de bosque

nativo, comparado con sólo 691 Ha. en la temporada 2000-01, y con sobre 30 mil Ha. en 2001-02. La Región de Los Lagos posee también una tendencia irregular en la ocurrencia de incendios en bosque naturales; registrándose su máximo en la temporada 1997-98 con casi 40.000 Ha. y otras cuatro temporadas alta ocurrencia con sobre 14.000 ha.: 1978-79, 1982-83, 1987-88 y 1995-96 (figura 3.16). La IX Región de La Araucanía posee un comportamiento también irregular con tres temporadas de alta incidencia en 1978-79, 1986-87 y 2001-02 (figura 3.17). Esta gran variabilidad interanual y falta de coincidencia en las temporadas de alta ocurrencia entre la IX y X Región está dada por tres factores relevantes: la variabilidad

Figura 3.14. Distribución porcentual de formaciones vegetales afectadas por incendios entre las temporadas 1976-77 y 2001-02.



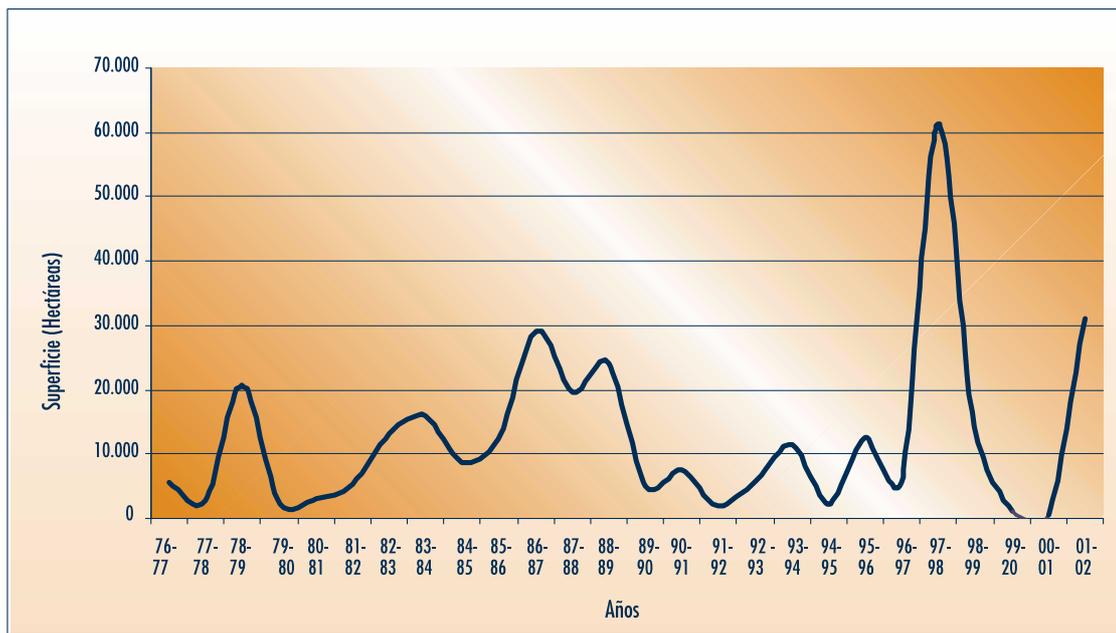
Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema de estadísticas de CONAF.

climática asociada a los eventos El Niño que determina veranos secos en el sur de Chile; la ignición variable ya que los incendios en su mayoría son de origen antrópico; y las diferencias en la efec-

tividad en el combate de los incendios forestales.

La extensa superficie de bosques afectada por incendios en la IX Región en la temporada 2001-02, que afectó a casi 19 mil hectáreas, resulta ser especialmente desfavorable para la conservación si se considera que un 76%, equivalente a 14.312 Ha., afectó a varias Áreas Silvestres Protegidas del Estado (CONAF, 2002). En orden descendente, se vieron afectadas las siguientes unidades: Reserva Malleco con 8.382 Ha., Parque Tolhuaca con 4.220 Ha., Parque Conguillío con 1.633 Ha., Parque Huerquehue con 70 Ha., Reserva Villarrica con 5 Ha. y Reserva Nalcas con 2 Ha. En estas áreas protegidas el 96% de la superficie correspondió a bosques nativos (13.695 Ha.) y un 23% a bosques del tipo forestal Araucaria con 3.298 Ha. (cuadro 3.7). Adicionalmente se quemaron 2.108 Ha. de bosques de Araucaria en terrenos de propiedad particular (CONAF, 2002). Estos incendios extensivos causaron la preocupación de diferentes medios de comunicación e instituciones de investigación a nivel nacional e internacional, dada la importancia ecológica y cultural de la Araucaria (Echeverría, 2002).

Figura 3.15. Superficie de bosque nativo afectada por incendios forestales a nivel nacional entre las temporadas 1976-77 y 2001-02



Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema de estadísticas de CONAF.

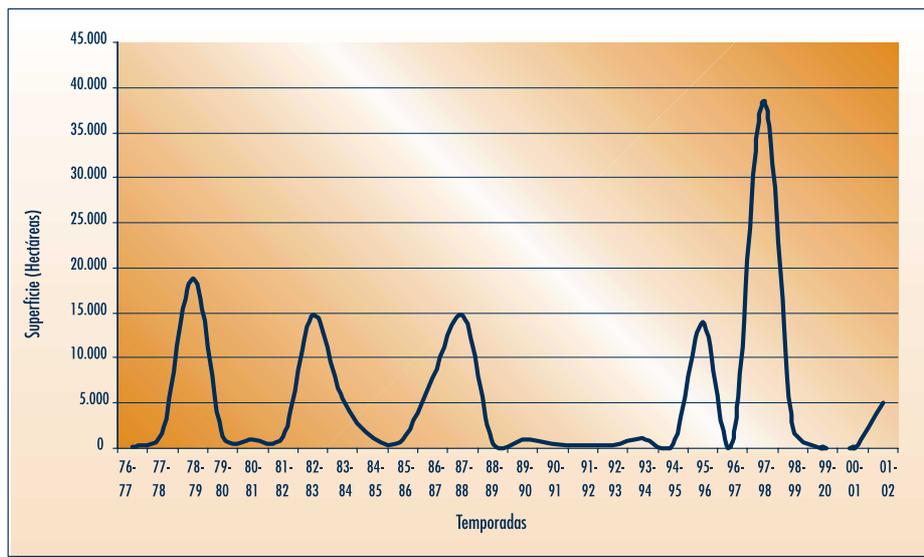


Figura 3.16. Superficie de bosque nativo afectada por incendios forestales en la X Región entre las temporadas 1976-77 y 2001-02.

Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema de estadísticas de CONAF.

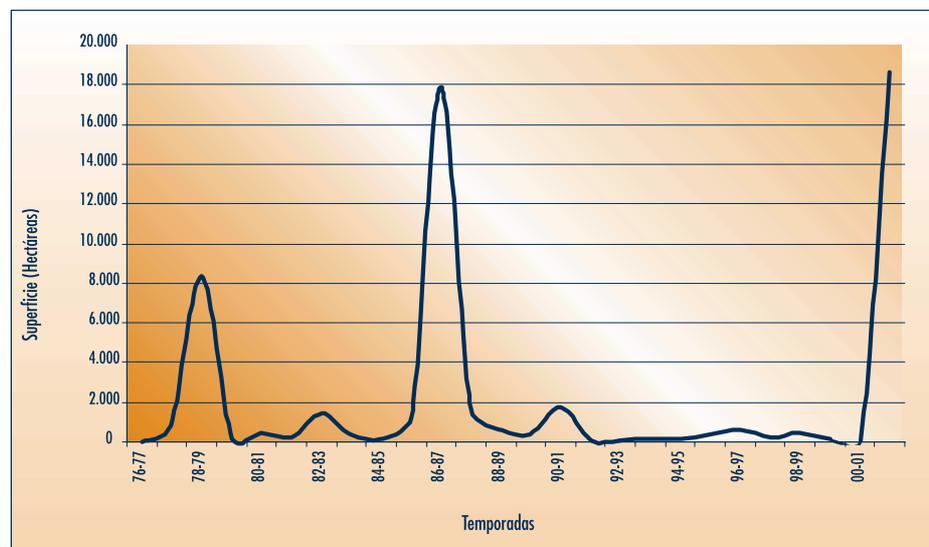


Figura 3.17. Superficie de bosque nativo afectada por incendios forestales en la IX Región entre las temporadas 1976-77 y 2001-02.

Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema de estadísticas de CONAF.

CUADRO 3.7. SUPERFICIE AFECTADA POR INCENDIOS FORESTALES EN SNASPE DE LA IX REGIÓN.

USO DEL SUELO	SUPERFICIE AFECTADA	
	HA	%
Tipo Forestal Araucaria	3.298	23
Otros Tipos Forestales	10.397	73
Subtotal Bosque Nativo	13.695	9
Otros Usos de la Tierra	617	4
TOTAL	14.312	100

Fuente: CONAF (2002). Antecedentes sobre el impacto de incendios forestales en la IX Región.

3.3 FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL BOSQUE NATIVO

3.3.1 La protección de los bosques en el SNASPE

La información del Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos indica que la superficie total de bosque nativo protegido dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado

(SNASPE) es de 3,9 millones de Ha., lo cual representa un 29% del total (cuadro 3.8). La distribución de los bosques protegidos se concentra en las regiones X a XII, las cuales contienen un 93,4 % de la superficie total protegida. El grado de protección de los bosques en las regiones V a VIII es relativamente bajo, con valores entre 0,7 y 3,7% del total regional, en contraste con las regiones IX, XI y XII con valores entre 23,9 y 43,4%. En la X Región, un 11,6% de los bosques están protegidos dentro del SNASPE (cuadro 3.8).

CUADRO 3.8. SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE BOSQUE NATIVO PROTEGIDO EN SNASPE A 1997.

REGIÓN	SUPERFICIE BOSQUE NATIVO (miles de Ha)		BOSQUES PROTEGIDOS	BOSQUES PROTEGIDOS
	TOTAL	DENTRO DEL SNASPE	DEL PAÍS (%)	EN LA REGIÓN (%)
V	95,3	3,5	0,1	3,7
RM	93,5	3,3	0,1	3,6
VI	118,0	0,8	0,0	0,7
VII (1)	370,3	5,5	0,1	1,5
VIII	786,2	25,4	0,7	3,2
IX	908,5	216,8	5,6	23,9
X	3.608,9	417,6	10,7	11,6
XI	4.815,5	2.091,4	53,6	43,4
XII	2.625,5	1.136,5	29,1	43,3
TOTAL	13.421,7	3.900,8	100	29,1

Fuente: CONAF et al. (1999).

Con posterioridad a la ejecución del Catastro de Bosque Nativo, se han incorporado nuevas áreas protegidas al SNASPE, no incluidas en el Cuadro 3.9. La VII Región fue la que concentró el mayor número de nuevas unidades de SNASPE, con Los Bellotos del Melado, Los Queules, Altos de Lircay, Radal Siete Tazas, las cuales incluyen casi 6.000 nuevas hectáreas de bosque nativo. En la VIII Región se agregó la Reserva Los Huemules de Niblinto con una superficie de formaciones arborescentes de 1.456 Ha. En la X Región se creó la Reserva Futaleufú con 6.403 Ha. de bosques nativos. También en esta región se crearon los Monumentos Naturales Islotes de Puñihuil de 9 Ha., sin formaciones boscosas, y Lahuén Ñadi de 200 Ha., donde sobre un 90% del área está cubierta por bosques naturales. El primer monumento está destinado a la conser-

vación de hábitat marino, y el segundo a la conservación de bosques de Alerce (*Fitzroya cupressoides*) de la depresión intermedia.

La incorporación de más de 14.000 Ha. de bosque nativo dentro de las nuevas siete áreas del SNASPE representa un claro avance en la protección de este patrimonio ocurrido en los últimos años.

3.3.1.1 Red de áreas protegidas privadas (RAPP) a 2002

Actualmente, existen alrededor de 150 áreas protegidas privadas entre la V y XII Región que cubren una superficie total aproximada de 386.000 Ha. de diferentes tipos de hábitat. Cada año existen más propietarios interesados en acogerse a la RAPP con el fin de proteger la biodiversidad y, de

esta manera, conservar los distintos tipos de hábitat de los ecosistemas de Chile. Estas áreas se concentran en la X Región con un 81% del total, que corresponde principalmente al Parque Pumalín de la XI Región. Aunque no se dispone de la estimación de la superficie de bosque nativo presente en las áreas de la RAPP, se puede estimar que más de un 60% corresponde a bosque nativo.

3.2.2 Avances e iniciativas de silvicultura y conservación de los bosques nativos

Frecuentemente se señala la falta de información adecuada respecto al manejo y potencialidad del bosque como una causa importante de su destrucción y deterioro. Para enfrentar esta limitación de información se han establecido una serie de ensayos permanentes de largo plazo para evaluar la respuesta de los bosques a diversos tratamientos silviculturales. Además, se han hecho estudios de corto y mediano plazo, desarrollado tecnologías y transferido conocimientos, con el fin de ir superando paulatinamente las deficiencias de información antes mencionadas.

El manejo sustentable de los bosques incorpora el uso de la silvicultura como herramienta destinada a la producción de madera en armonía con el entorno natural. La única forma en que se puede conocer con certeza el cumplimiento de un manejo sustentable es a través de la implementación y ejecución de ensayos permanentes, los que permiten verificar el límite de extracción de un producto determinado del bosque y las posibilidades de aplicación de un método silvicultural, manteniendo las funciones ambientales.

En Chile se han documentado los resultados de ensayos silviculturales (Del Fierro y Pancel, 1998; Donoso y Lara, 1999; Lara *et al.*, 2000) realizados en diferentes tipos de bosques, desde el centro al sur del país. Estos ensayos contribuyen concretamente al apoyo de profesionales del área con una perspectiva de uso sustentable de los recursos nativos. También entregan información seria, basada en investigación académica, que puede ser utili-

zada para el desarrollo de aproximaciones legales y de gestión de recursos forestales de Chile.

Es importante mencionar el proyecto CONAF-Universidad Austral, que desde 1982 ha generado parte importante del conocimiento existente en torno a los bosques nativos. Este proyecto consta de tres grandes áreas: a) semillas, técnicas de vivero y plantaciones; b) ecología y silvicultura de los bosques nativos de la X Región; y c) el alerce. Estos estudios han fundado la base sobre la cual se han construido una serie de líneas de investigación y desarrollo, y formado una gran cantidad de profesionales del área forestal, influyendo en la legislación y las políticas públicas del sector. Además, es la única iniciativa basada en ensayos de largo plazo que ha perdurado a través del tiempo.

Desde una perspectiva de corto y mediano plazo, los proyectos de investigación, desarrollo, transferencia y conservación, tanto desde el Gobierno como a partir de las ONG's u organismos internacionales, han sido la norma. Estos proyectos están divididos en gubernamentales, no gubernamentales e internacionales, dependiendo del origen de los fondos que administran los distintos programas. Es importante aclarar que la búsqueda se concentró en las fuentes de financiamiento más relevantes, debido a la dificultad de abarcar su totalidad, sobre todo en aquellas de origen internacional.

El financiamiento gubernamental entregado a proyectos relacionados con el quehacer forestal aumentó fuertemente con la gestación de la Iniciativa Científica Milenio, creada por MIDEPLAN en el año 2000. Desde un poco más de 1700 millones de pesos en 1999, creció a más de 2000 millones de pesos los años 2000 y 2001. Esta tendencia positiva es más clara aún en programas como FONDEF, que prácticamente ha duplicado el monto de inversión en proyectos del área forestal en los últimos tres años. Esta situación es muy relevante, pues ha permitido el desarrollo de múltiples actividades de investigación, desarrollo y transferencia en torno a los recursos forestales.

El financiamiento no gubernamental entregado durante los últimos tres años equivale al 6% de lo invertido en igual periodo por el Estado. Si bien es

una proporción muy pequeña del financiamiento total existente en el sector forestal, es vital para las comunidades campesinas del centro-sur de Chile. Los casi 400 millones de pesos involucrados han permitido crear una extensa red de ONG's que trabajan con comunidades indígenas y campesinas, fortaleciendo las organizaciones comunales, y apoyándolas en el manejo de sus recursos naturales. En este sentido, tanto el Fondo de las Américas como el Fondo Bosque Templado han hecho una importante labor como gestores y administradores de fondos concursables.

Con respecto al financiamiento internacional, destaca fuertemente el Global Environmental Fund, GEF, por la magnitud de las inversiones realizadas. En ese contexto es importante mencionar al Programa de Pequeños Subsidios del PNUD, orientado a la forestería comunitaria, y a otra serie de proyectos GEF medianos que se están ejecutando en el país, como el GEF-CIPMA, cuyo objetivo es promover la conservación de la biodiversidad en la X Región, a través de la cooperación público-privada.

Si bien es muy positivo que el financiamiento gubernamental a proyectos de investigación, desarrollo y transferencia vaya en aumento, no lo es el hecho de que se le asigne tan escasa prioridad a actividades en torno al bosque nativo. Como ejemplo se puede mencionar que sólo un 20% de los fondos invertidos por FONDEF durante los últimos tres años han estado orientados a los bosques naturales; en otros casos este porcentaje es aun menor. El país no ha tenido la suficiente claridad para priorizar actividades en torno a las más de 3,5 millones de hectáreas de renovals que existen en Chile, considerando su enorme potencial para el desarrollo del sector forestal durante las próximas décadas. Se ha mantenido la tendencia subsidiaria de invertir gran parte de los fondos en actividades ligadas a la gran industria forestal basada en plantaciones de especies introducidas.

A través del Fondo de Protección Ambiental, CONAMA también ha hecho un importante aporte al sector forestal. Además, a través de convenios de cooperación con universidades y otras instituciones, está promoviendo iniciativas de conservación relevantes como la definición de sitios

prioritarios para la conservación de la biodiversidad en Chile.

3.3.3 Certificación forestal en Chile

En los últimos años la certificación forestal independiente ha tomado gran auge en el sector forestal chileno. Esto dio origen al compromiso de algunas empresas con el manejo sustentable de los recursos forestales del país, en el que, además, se cautelan los aspectos sociales y ambientales. Cada año se incorporan nuevas empresas e industrias del sector forestal a los sistemas de certificación, como respuesta a una creciente demanda, por parte de los consumidores internacionales, por productos elaborados con responsabilidad ambiental. Este proceso ha inducido a las empresas a diseñar un sistema de gestión ambiental destinado a controlar y cautelar los impactos negativos de las actividades en el ambiente. A continuación se exponen las actuales iniciativas de certificación en Chile.

3.3.3.1 CERTFOR CHILE

Tras la necesidad de las empresas forestales de tener un sello que respaldara sus productos, el año 2000 nació esta iniciativa cuyo principal objetivo es desarrollar un estándar nacional de certificación de manejo forestal sustentable para las plantaciones de especies exóticas y bosques de lenga y renovals. Fue el resultado del trabajo desarrollado anteriormente por el INFOR, en el que ahora además participaron la Fundación Chile y la Corporación Chilena de la Madera.

Para CERTFOR lo importante es facilitar el intercambio comercial de productos forestales mediante la apertura de nuevos mercados o fortaleciendo los ya existentes. Sus objetivos específicos son:

- Establecer un Consejo Superior de Certificación que represente los intereses asociados al sector forestal nacional, y un Consejo Nacional de Certificación formado por destacadas personalidades del mundo empresarial, ambiental y académico.

- Elaborar un primer Borrador del Estándar Nacional de Certificación Forestal.
- Implementar experiencias piloto para la validación del estándar nacional.
- Realizar un análisis del impacto económico directo de la implementación de los estándares en grandes, pequeñas y medianas empresas.
- Convalidar el estándar nacional con iniciativas de certificación internacional.
- Acreditar certificadores independientes de reconocida capacidad.

3.3.3.2 FSC-CHILE

En 1998 un grupo de personas de distintos ámbitos del sector forestal dio inicio a FSC-Chile, cuyo objetivo era dar comienzo a la certificación bajo FSC. Luego, en el 2002 este grupo constituyó la Iniciativa Chilena de Certificación Forestal Independiente (ICEFI), compuesta por más de 50 miembros entre empresas, organizaciones no gubernamentales y universidades, cuyo objetivo es desarrollar los estándares nacionales de certificación basados en los principios y criterios del Consejo de Manejo Forestal (*Forest Stewardship Council*- FSC) para los bosques nativos y plantaciones comerciales. ICEFI también tiene como meta promover el sistema de certificación por FSC y evaluar la aplicación de sus estándares.

ICEFI se caracteriza por ser participativo, aceptando a todo grupo o persona interesada en certificarse bajo los estándares del FSC. También busca representar a todos los sectores de la sociedad y mantener una rigurosidad en cuanto a los fundamentos técnicos que se aplican en el manejo forestal. EL grupo de trabajo (GT) toma decisiones por consenso sobre aquellos temas sustantivos. El GT está estructurado en base a una Asamblea General compuesta por 51 miembros en pleno y 4 observadores. Cada miembro pertenece a una cámara social, ambiental y económica. El trabajo de definición de estándares está a cargo de los Comités Técnicos:

Plantaciones, Bosque Nativo y Comunicación y Promoción, los que establecen reuniones periódicas para elaborar propuestas para la definición y evaluación periódica de estándares en los ámbitos que les correspondan, además de proponer al directorio consultorías y estudios en el contexto del proceso de elaboración de los estándares.

3.3.3.3 FSC

Actualmente existen casi 29 millones de hectáreas certificadas en el mundo bajo los estándares del FSC. En Latinoamérica, ciertos países como Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica y México, ya cuentan con varios miles de hectáreas certificadas. En Chile, este organismo de certificación comenzó a operar a comienzos del 2001, cuando Forestal y Agrícola Monte Aguila certificó sus plantaciones y bosque nativo bajo FSC. Actualmente, la superficie certificada de manejo forestal en el país alcanza a 249 mil hectáreas, de las cuales 190 mil hectáreas corresponden a plantaciones, y 58 mil a bosque nativo (cuadro 3.8). Además, existen otras 10 empresas que se han acogido a la certificación de cadena de custodia en el 2001 y 2002. Hoy, un total de 8 empresas están en proceso de obtener su sello para manejo forestal y cadena de custodia. En caso de que estas empresas obtengan la certificación del manejo forestal, la superficie total de bosque nativo certificado ascendería a 63 mil hectáreas, y la de plantaciones a 197 mil hectáreas (cuadro 3.8).

Las empresas certificadas bajo FSC en Chile se han comprometido a cumplir con cada uno de los principios de manejo forestal que este sistema establece. Específicamente, las empresas deben cumplir con: observación de las leyes y los principios del FSC, derechos y responsabilidades de tenencia y uso, derechos de los pueblos indígenas, relaciones comunales y derechos de los trabajadores, beneficios del bosque, impacto ambiental, plan de manejo, monitoreo y evaluación, mantenimiento de bosques con alto valor de conservación y manejo de plantaciones.

CUADRO 3.8. LISTADO DE EMPRESAS CERTIFICADAS Y EN PROCESO DE CERTIFICACIÓN BAJO FSC EN CHILE.

Empresas	Tipo de certificación	Fecha	Plantaciones (Ha)	Bosque nativo (Ha).
Empresa certificadas				
1 Forestal y Agrícola Monte Aguila	Manejo Forestal	Enero 2001	43.800	14.900
2 Sociedad Forestal Millalemu SA	Manejo Forestal	Abril 2001	78.336	41.902
3 Forestal Berango Ltda.	Manejo Forestal	Octubre 2001	2.014	
4 Forestal Bío Bío S. A.	Manejo Forestal	Marzo 2002	66.555	
5 Sociedad Agrícola Cobquecura Ltda.	Manejo Forestal	jun-02		1.658
Subtotal			190.705	58.460
6 For. y Agr. Monte Aguila S.A.	Cadena de custodia	Enero 2001		
7 Sociedad Agrícola y Forestal Pozo y Reyes Ltda.	Cadena de custodia	Abril 2001		
8 Andinos S.A. Soc. For. Millalemu	Cadena de custodia	Mayo 2001		
9 Fibra Mold Puertas Soc. For. Millalemu	Cadena de custodia	Mayo 2001		
10 Inversiones Forestales C.C.A.S.S.	Cadena de custodia	Mayo 2001		
11 Inber S.A.	Cadena de custodia	Octubre 2001		
12 Agr. y For. Bagaro (Aserradero)	Cadena de custodia	Octubre 2001		
13 Norwood S.A.	Cadena de custodia	Diciembre 2001		
14 Forestal Bío Bío S. A.	Cadena de custodia	Marzo 2002		
15 Aserraderos Unidos Ltda.	Cadena de custodia	s.i.		
Empresas en proceso de certificación				
16 Forestal Río Cruces	Manejo en grupos			3.150
17 Silvacoop	Manejo en grupos			2.000
18 Compañía Agrícola y Forestal El Alamo Ltda.	Manejo forestal		s.i.	
19 Procer	Manejo en grupos		s.i.	
20 Forestal Diguillín	Cadena de Custodia			
21 Forestal Probosque	Manejo forestal		6.000	
22 Coala Industrial	Cadena de custodia			
23 Novaland	Cadena de Custodia			

Fuente: ICEFI

s.i: sin información

3.3.3.4 ISO 14001

Actualmente, son 13 las empresas del sector forestal chileno que han sido certificadas por ISO 14.001 desde 1997 (cuadro 3.9). A la fecha, la mayoría de las empresas iniciadoras del proceso de certificación por ISO 14.001 se han re-certificado, acogiéndose nuevamente a este mismo organismo. Durante 2001, un total de 6 empresas fueron certificadas por ISO 14.001 y en

lo que va transcurrido del presente año, dos son las empresas que se han acogido a este organismo de certificación. Hoy en Chile existe un total de 1,7 millones de hectáreas de patrimonio certificadas por ISO 14.001, de las cuales 1,1 millones de hectáreas corresponden a plantaciones forestales (cuadro 3.9). Esta cifra revela que sobre el 60% de las plantaciones de país se encuentran certificadas por ISO 14.001.

CUADRO 3.13. EMPRESAS FORESTALES CERTIFICADAS POR ISO 14001 EN CHILE A LA FECHA.

Empresa	Fecha	Patrimonio: (Ha)	Plantaciones (Ha)
1 CMPC Celulosa, Planta Santa Fe S.A.	Mayo 1997 (1)	-	-
2 Forestal y Agrícola Monteágüila S.A.	Mayo 1997 (1)	60.000	35.000
3 Sociedad Forestal Millalemu S.A.	Octubre 1997 (1)	121.000	80.000
4 Licancel S.A. Forestal e Industrial	Septiembre 1998	-	-
5 Bosques de Chile S.A.	Octubre 2000	25.000	8.000
6 Papeles Cordillera	Julio 2001	-	-
7 Forestal Arauco S.A.	Diciembre 2001	-	-
8 Forestal Celco S.A.	Diciembre 2001	-	-
9 Bosques Arauco S.A.	Diciembre 2001	906.033	595.584
10 Forestal Cholguán S.A.	Diciembre 2001	-	-
11 Forestal Valdivia S.A.	Diciembre 2001	-	-
12 Forestal Mininco S.A.	Enero 2002	574.000	391.000
13 Forestal Quilpolemu S.A.	Julio 2002	12.000	10.000
TOTAL		1.698.033	1.119.584

Fuente: Grupo Gestión Empresas Forestales CORMA.

(1): recertificada

3.3.4 Avances en la definición de una política forestal explícita

En los últimos tres años ha habido avances en materia de definición de políticas forestales, tanto al interior del Gobierno, como desde distintos sectores políticos y ciudadanos (ONG's). Algunas de estas propuestas representan la culminación de procesos de negociación complejos y dificultosos, y otras, el aporte de grupos individuales de la sociedad civil. Diversas instituciones han formulado propuestas de política, las que se resumen en el cuadro 3.14.

En 1999, año en que fue preparada la versión anterior del Informe País, Chile se encontraba en pleno proceso electoral. Esto dio pie a que se esbozaran una serie de principios, objetivos y compromisos que más tarde han dado origen a elementos de política forestal, influyendo sobre los proyectos de ley de bosque nativo e institucionalidad forestal, aún en discusión.

En julio del 2000, el Gobierno publicó el documento "Una Política de Estado para la Agricultura Chilena. Periodo 2000-2010", el cual fue discutido en la Mesa Agrícola, donde se incluyó al sector forestal. El fruto de esta actividad fue

la firma de una serie de acuerdos que a fines del 2000 dieron origen a un documento de política agrícola. Los ejes estratégicos planteados para el sector forestal en aquel momento fueron los siguientes (Ministerio de Agricultura, Chile, 2000):

a) Por una parte, dar respuesta a la demanda ciudadana y de la comunidad internacional, minimizando el deterioro de los ecosistemas forestales y recuperando el patrimonio natural de Chile, permitiendo con ello una mayor equidad y calidad de vida para nuestra población urbana y rural, y, a la vez, asegurando la competitividad internacional de las exportaciones forestales chilenas.

b) Por otra parte, favorecer el desarrollo de la pequeña, mediana y gran explotación forestal, integración de la silvicultura en los sistemas de producción agropecuarios y articulación del componente forestal con los circuitos de comercialización e industrialización que permitan maximizar el valor agregado. El desafío de los próximos años es consolidar a las empresas forestales, así como lograr introducir la silvicultura (plantaciones exóticas o bosque nativo) en explotaciones agrícolas pequeñas y medianas,

procurando al mismo tiempo generar productos de mayor valor agregado.

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), por su parte, ha estado trabajando a partir de la “Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable” (CONAMA, 1998), aprobada por el Consejo Directivo de Ministros en enero de 1998. Tanto la política forestal esbozada por el Ministerio de Agricultura a partir de la mesa agrícola, como las políticas y líneas de acción propuestas por la CONAMA, representan un avance importante en pro de definir una política forestal explícita para el país.

Sin embargo, al analizar los documentos y procesos llevados a cabo por ambas instancias gubernamentales, destacan dos elementos muy negativos. El primero, la gran descoordinación existente entre el Ministerio de Agricultura y CONAMA, donde el primero plantea las políticas para el sector forestal desde una perspectiva fuertemente productiva, y el segundo desde una perspectiva netamente ambiental, siendo que en la realidad los bosques naturales y plantaciones coexisten en un entorno rural donde los componentes sociales, económicos y ambientales se integran a cabalidad. Esta descoordinación ha propiciado, incluso, la exclusión de CONAMA de la mesa forestal, a pesar de la opinión de ONG's y académicos. El segundo elemento es la falta de participación de la comunidad, a través de las ONG's u otras organizaciones comunitarias, en el proceso de definición de dichas políticas.

3.3.5 Legislación forestal: avances en los proyectos de ley en discusión

Desde el año 1999 a la fecha no se han hecho modificaciones a la legislación forestal. Sólo se han realizado algunos ajustes a procedimientos administrativos al interior de CONAF. Por lo tanto, en este periodo el análisis de la legislación se centrará en los proyectos de ley de bosque nativo e institucionalidad forestal, que se encuentran en la Comisión de Agricultura del Senado.

3.3.5.1 Proyecto de Ley “Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal”

Durante el periodo comprendido entre septiembre de 1999 y octubre del 2000 casi no hubo movimiento parlamentario con respecto al Proyecto de Ley de Bosque Nativo, presentado por el ejecutivo en abril de 1992. Posteriormente, en noviembre del 2000, y como consecuencia de la Mesa Agrícola, CONAF convocó a la Corporación Chilena de la Madera, CORMA, al Movimiento Unitario de Campesinos y Etnias de Chile, MUCECH, y a otras instituciones del Estado, a un proceso de discusión, formándose así la Mesa Forestal. En enero del 2001 solicitaron su incorporación organizaciones ambientalistas y académicas, lo cual fue aceptado.

Entre enero y mayo del 2001 se trabajó intensamente con el fin de lograr el respaldo social necesario para modificar el Proyecto de Ley de Bosque Nativo. Es así como en junio del mismo año se firmó un Protocolo de Acuerdos que representa el fruto de esos 5 meses de trabajo (Recuadro I). Los principales acuerdos alcanzados durante el proceso son: a) la creación de incentivos para el manejo de renovales y bosques en buen estado de conservación, y la recuperación de bosques degradados, y b) la no-inclusión directa o indirecta de la sustitución de bosque nativo en el proyecto de ley. A partir de estos acuerdos CONAF elaboró por lo menos cuatro borradores del proyecto de ley, hasta que en julio del 2002 se obtuvo una versión definitiva.

Con respecto a la manera en que el Gobierno encaró el proceso de discusión de este proyecto de ley, hay que destacar positivamente la voluntad que existió para concitar acuerdos entre empresarios, organizaciones gremiales, académicas y científicas, antes de enviar indicaciones al parlamento. Sin embargo, ha habido una demora injustificada por parte del Ejecutivo para plasmar los acuerdos en un proyecto de ley y tomar la decisión de destinar los recursos necesarios para las bonificaciones al manejo del

bosque nativo, lo cual es un retroceso respecto a la clara voluntad de otorgar tales bonificaciones, manifestada en el proyecto de ley enviado por el Presidente Aylwin en 1992.

3.3.5.1 Proyecto de Ley “Nueva Institucionalidad Forestal”

Este proyecto fue presentado al parlamento en noviembre de 1998, y posteriormente aprobado por la Cámara de Diputados en julio de 1999. Su finalidad es crear una institucionalidad forestal pública que permita fortalecer el trabajo en torno a la definición de políticas, la fiscalización y otra serie de tareas que hasta la fecha ha realizado CONAF.

Para ello, esta versión del proyecto de ley proponía la creación de una Subsecretaría Forestal encargada de la formulación de políticas, proyectos de ley, y otras actividades de promoción y coordinación; un Servicio Nacional Forestal público para aplicar las leyes y fiscalizar, aprobar planes de manejo en áreas protegidas, etc.; y la Corporación Nacional Forestal, que mantenía su estatus de institución de derecho privado y se le asignaban las funciones de operación y administración del SNASPE, protección contra incendios, plagas y enfermedades, conservación de las especies existentes en el SNASPE, etc.

Durante la actual administración se ha optado por tratar ambos proyectos de ley (bosque nativo e institucionalidad) en forma paralela, conformando distintas mesas de discusión. En el caso del proyecto de ley de institucionalidad forestal los sindicatos de CONAF han tenido una importante participación, manifestando su opción por fortalecer a la Corporación Nacional Forestal, al transformarla en una institución de derecho público con múltiples atribuciones y funciones.

De esta forma, las indicaciones que el Gobierno presentará en esta materia modificarán fuertemente el proyecto de ley presentado durante el Gobierno del Presidente Frei, en la línea de

transformar a la CONAF en una institución pública sólida con múltiples atribuciones.

3.3.6 Evidencias de política forestal

Si bien en estos años se ha avanzado en la elaboración de propuestas de política forestal y se han dado giros importantes en relación con la tramitación de los dos principales proyectos de ley del sector, aún persisten graves falencias. Muchas han sido las declaraciones pero muy pocas las concreciones. En estos últimos tres años los bosques nativos han continuado siendo eliminados, quemados y degradados, sin que se aprecien iniciativas gubernamentales sustantivas orientadas a lograr la meta del desarrollo sustentable.

Es más, se acentúan deficiencias como el debilitamiento paulatino del aparato fiscalizador de CONAF, a través de la reducción constante de su presupuesto desde el año 2000 a la fecha; se ha mantenido una visión errada de los bosques al pretender dividirlos artificialmente en tres categorías de uso: producción, protección y preservación; no parece haber claridad con respecto a oportunidades tan obvias como el manejo de las más de 3,5 millones de hectáreas de renovales, el aprovechamiento turístico de zonas prístinas en la X, XI y XII regiones, y la promoción de múltiples productos forestales no madereros como el avellano, la murta, distintas especies de hongos, follaje, carbón, y productos farmacéuticos.

Uno de los elementos positivos que CONAF ha tratado de implementar en estos años ha sido la elaboración de planes de ordenación para las reservas nacionales, tarea pendiente desde hace varias décadas. En este sentido, destacan las experiencias de las Reservas Nacionales Valdivia, Malacahuello y otras, por la calidad de las investigaciones científicas realizadas y la amplia participación de expertos nacionales y extranjeros. Estas áreas servirán para capacitar a pequeños y medianos propietarios y demostrar que el manejo forestal sustentable del bosque nativo es posible.

CUADRO 3.14. OBJETIVOS Y ACCIONES ESTRATÉGICAS DE LAS DIFERENTES PROPUESTAS DE POLÍTICA.

Fuente	Función social de los bosques	Formación de personal y capacitación	Participación	Recreación	Desarrollo rural y pequeños propietarios	Capacitación, transferencia de información y tecnología	Producción permanente de bienes y servicios	Utilización plena y recuperación de suelos forestales
CONAF ⁽¹⁾ (sin fecha)	⌚	⌚	⌚		⌚	⌚	⌚	
PAF (1993) ⁽²⁾	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚
CORMA (1995) ⁽³⁾	⌚			⌚			⌚	⌚
AIFBN (1998) ⁽⁴⁾	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	
B. Husch (1999) ⁽⁵⁾	⌚	⌚				⌚		
Mov. Izq. (1999) ⁽⁶⁾	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	
UDI-RN (1999) ⁽⁷⁾				⌚	⌚			
Chile Sus. (1999) ⁽⁸⁾		⌚		⌚	⌚	⌚	⌚	
MINAGRI (2000) ⁽⁹⁾	⌚				⌚	⌚	⌚	
Concerta. (2001) ⁽¹⁰⁾		⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	

Fuente	Conservación y Manejo de los Bosques	Conservación y Manejo de los Bosques en terrenos privados	Conservación y Manejo de los Bosques del Estado	Uso maderero	Establecimiento y mantención de áreas protegidas	Manejo sustentable de los bosques nativos	Manejo sustentable de las plantaciones	Protección y conservación de la flora y fauna
CONAF ⁽¹⁾ (sin fecha)		⌚	⌚		⌚	⌚		
PAF (1993) ⁽²⁾	⌚				⌚			
CORMA (1995) ⁽³⁾				⌚	⌚	⌚	⌚	⌚
AIFBN (1998) ⁽⁴⁾	⌚			⌚	⌚	⌚	⌚	
B. Husch (1999) ⁽⁵⁾		⌚	⌚		⌚			⌚
Mov. Izq. (1999) ⁽⁶⁾	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚		⌚
UDI-RN (1999) ⁽⁷⁾						⌚		
Chile Sus. (1999) ⁽⁸⁾	⌚	⌚		⌚	⌚	⌚	⌚	⌚
MINAGRI (2000) ⁽⁹⁾	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚		⌚
Concerta. (2001) ⁽¹⁰⁾	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚

CONTINUACIÓN

CUADRO 3.14. OBJETIVOS Y ACCIONES ESTRATÉGICAS DE LAS DIFERENTES PROPUESTAS DE POLÍTICA.

Fuente	Aporte a la diversidad biológica global	Monitoreo ambiental y control impactos negativos	Mantenimiento de la diversidad biológica y eco-sistemas forestales	Conservación del suelo y el agua	Relaciones Internacionales	Fomento Industria y comercio	Prevención de plagas e incendios	Valor agregado
CONAF ⁽¹⁾ (sin fecha)		⌚			⌚		⌚	
PAF (1993) ⁽²⁾		⌚	⌚			⌚		⌚
CORMA (1995) ⁽³⁾			⌚	⌚		⌚		
AIFBN (1998) ⁽⁴⁾	⌚		⌚	⌚		⌚		
B. Husch (1999) ⁽⁵⁾		⌚	⌚			⌚		
Mov. Izq. (1999) ⁽⁶⁾	⌚	⌚	⌚			⌚		⌚
UDI-RN (1999) ⁽⁷⁾				⌚		⌚		
Chile Sus. (1999) ⁽⁸⁾		⌚	⌚	⌚		⌚	⌚	⌚
MINAGRI (2000) ⁽⁹⁾	⌚		⌚	⌚		⌚	⌚	⌚
Concerta. (2001) ⁽¹⁰⁾		⌚	⌚	⌚		⌚	⌚	⌚

Fuente	Aumento de la Productividad de las plantaciones	Mantenimiento de la inversión	Rendimiento sustentable	Mejoramiento infraestructura	Sistema de Información	Institucionalidad y comercio	Investigación forestal	Certificación Forestal
CONAF ⁽¹⁾ (sin fecha)	⌚			⌚	⌚	⌚	⌚	
PAF (1993) ⁽²⁾		⌚	⌚	⌚	⌚		⌚	
CORMA (1995) ⁽³⁾	⌚							
AIFBN (1998) ⁽⁴⁾			⌚				⌚	⌚
B. Husch (1999) ⁽⁵⁾							⌚	
Mov. Izq. (1999) ⁽⁶⁾						⌚	⌚	⌚
UDI-RN (1999) ⁽⁷⁾		⌚				⌚		
Chile Sus. (1999) ⁽⁸⁾			⌚					⌚
MINAGRI (2000) ⁽⁹⁾		⌚				⌚		⌚
Concerta. (2001) ⁽¹⁰⁾		⌚	⌚			⌚	⌚	⌚

CUADRO 3.14. OBJETIVOS Y ACCIONES ESTRATÉGICAS DE LAS DIFERENTES PROPUESTAS DE POLÍTICA.

Fuente	Promoción de los prod. for. no madereros	Educación ambiental	Silvicultura urbana	Ordenamiento Territorial	Desarrollo Indígena	Mejorar condición laboral en la Industria forestal
CONAF ⁽¹⁾ (sin fecha)						🕒
PAF (1993) ⁽²⁾						
CORMA (1995) ⁽³⁾						
AIFBN (1998) ⁽⁴⁾	🕒	🕒		🕒	🕒	
B. Husch (1999) ⁽⁵⁾						
Mov. Izq. (1999) ⁽⁶⁾	🕒	🕒		🕒	🕒	
UDI-RN (1999) ⁽⁷⁾						
Chile Sus. (1999) ⁽⁸⁾	🕒			🕒		🕒
MINAGRI (2000) ⁽⁹⁾	🕒	🕒	🕒		🕒	
Concerta. (2001) ⁽¹⁰⁾	🕒	🕒	🕒	🕒	🕒	

⁽¹⁾CONAF. sin fecha. Política Forestal Chilena. Documento no oficial discutido al interior de CONAF en 1997. 19 p.

⁽²⁾Julio, G. 1994. Política forestal. Conceptos, formulación y evaluación. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Forestales. 105 p.

⁽³⁾CORMA. 1995. Proposición de CORMA para una política forestal nacional. Marzo/abril y mayo/junio.

⁽⁴⁾AIFBN. 1998. Propuesta de lineamientos generales para una política forestal. Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo, 3 p.

⁽⁵⁾Husch, B. 1999. Reflexiones sobre una política forestal chilena: primero los cimientos. Chile Forestal N° 271:4-8.

⁽⁶⁾Frente Amplio de Ingenieros Forestales de Izquierda. 1999. Lineamientos para una política nacional de conservación y manejo sustentable de los bosques nativos de Chile. Documento técnico-político, Programa de la izquierda.

⁽⁷⁾UDI. 1999. El programa del cambio. Joaquín Lavín Infante, Presidente de la República 2000-2006. 80 p.

⁽⁸⁾Larraín, S. 1999. Por un Chile Sustentable, propuesta ciudadana para el cambio. Programa Chile Sustentable. Capítulo 6. p: 137-157.

⁽⁹⁾Ministerio de Agricultura Chile. 2000. Una política de Estado para la agricultura chilena. Periodo 200-2010. 140 p.

⁽¹⁰⁾Concertación de Partidos por la Democracia. 2001. Políticas públicas forestales, propuesta marco.

3.4 CONCLUSIONES

Los antecedentes disponibles señalan que la sustitución por plantaciones forestales, las habilitaciones agropecuarias y los incendios, continúan siendo causas importantes en la pérdida de bosque nativo durante el periodo 1999-2002. Una mención especial merece el problema de los incendios forestales, dada la magnitud de las superficies afectadas y el valor de los ecosistemas destruidos. Este problema se ve agudizado por la intensificación de los eventos extremos, tal como los veranos secos, asociados al proceso de cambio climático global. Para enfrentar este problema se requerirán esfuerzos adicionales en el ámbito de la planificación, educación, prevención y combate.

El principal cambio observado entre 1995 y 2000 en el consumo de madera nativa es el aumento de la importancia relativa de la leña con respecto al consumo industrial, fundamentalmente para la producción de astillas. Debido a que el consumo de madera para astillas disminuyó a un tercio desde el año 1995 al 2000, y al leve aumento del consumo de leña, en este periodo la participación porcentual de leña aumentó de un 72% a un 84%, mientras que el consumo industrial disminuyó de un 28% a un 16% del total.

Al analizar el consumo total de maderas nativas para leña y usos industriales, se observa una disminución de un 18% entre 1995 y el 2000, revertiéndose la tendencia de la década anterior en la cual más que se duplicó dicho parámetro. Sería de gran interés estudiar con un mayor detalle los cambios en la composición y monto de la demanda de maderas nativas, antes señalados, su variabilidad geográfica y sus posibles efectos en la conservación de los bosques, las oportunidades para el manejo forestal, y la economía regional.

Un avance importante reflejado en este informe es la incorporación de más de 14.000 ha. de bosque nativo dentro de nuevas áreas del SNASPE, lo que representa un claro avance en la protección de este patrimonio ocurrido en los últimos años. Esto es particularmente significativo en el caso de la VII Región en que se han creado cua-

tro nuevas áreas con un total de 6.000 ha., dado el desfavorable estado de conservación de los bosques en esta región y el bajo porcentaje de superficie boscosa que estaba protegida dentro del SNASPE. La expansión de la Red de Áreas Protegidas Privadas (RAPP) en los últimos años, alcanzando un total de más de 386.000 ha., indica también un avance importante que señala la necesidad de agilizar los incentivos a este tipo de áreas establecidos en la Ley de Bases del Medioambiente y promover diversos instrumentos para la cooperación público-privada.

Como respuesta a la demanda internacional de consumidores preocupados por la conservación del medio ambiente, a partir de 1999 se ha producido un aumento significativo en el número de empresas y superficie certificadas por ISO 14000 y FSC. Ambos sistemas vigentes han jugado un papel significativo en mejorar el desempeño ambiental de las empresas forestales certificadas y han servido como estímulo para que otras empresas se interesen en la certificación y avancen hacia un manejo sustentable que les permita certificarse.

Durante los últimos tres años ha habido un avance importante en el reconocimiento del gobierno, los políticos y la sociedad en general, en relación con el valor de conservar los bosques y la biodiversidad en todas sus formas. Uno de los indicadores más claros de esta mayor preocupación política, que aún no se materializa en una mejor gestión ambiental del bosque, es el surgimiento de una serie de documentos de política forestal que proclaman como uno de sus principales objetivos el desarrollo forestal sustentable y el mejoramiento de la calidad de vida de la población local.

Uno de los elementos preocupantes de la situación actual es que no haya una referencia clara al rol del bosque nativo como parte fundamental del desarrollo del país, con una participación decidida en las exportaciones, la generación de empleos, y el fortalecimiento de la ruralidad. Centrar

las expectativas forestales únicamente en el establecimiento y desarrollo de las plantaciones y la gran industria forestal, es un error que el país no puede cometer. Actualmente Chile cuenta con el conocimiento suficiente para realizar un manejo adecuado de las millones de hectáreas de bosque nativo, supliendo paralelamente los múltiples bienes y servicios que proveen estos ecosistemas.

Es necesario intensificar los esfuerzos y recursos destinados al monitoreo periódico de la cobertura boscosa y otros usos del suelo a nivel nacional, para contar permanentemente con información actualizada de la superficie cubierta por bosque nativo, así como de su estado de conservación, tasas de destrucción y deterioro por distintas causas, y de recuperación por dinámica natural. Por otra parte, cada vez es más prioritario investigar el problema de la degradación de los bosques nativos, o floreo, dada su magnitud, localización y efectos. Además, sería de gran utilidad llevar estadísticas de fiscalizaciones efectuadas anualmente por CONAF, con el fin de identificar las principales tendencias y zonas problemáticas, como base para la planificación y la optimización de los recursos destinados al control.

Con esta información se recomienda el establecimiento de un sistema de cuentas forestales públicas actualizadas anualmente, que cuenten con la independencia, objetividad y participación necesarias para el reconocimiento de los diferentes actores sociales involucrados. Esta iniciativa permitirá identificar tendencias, elaborar predicciones confiables, diseñar las políticas nacionales y regionales y orientar la inversión pública y privada. Además, sería el soporte para la toma de decisiones de ONG's, empresas y propietarios, identificando oportunidades claras para la cooperación entre los distintos actores.

Se recomienda considerar un cruce de información digital o sistematizada con otras bases de datos provenientes de fuentes gubernamentales, empresas y ONG's, tal como el Censo Agropecuario y el Censo de Población y Vivienda. Un cruce prioritario sería la cartografía detallada de los

incendios forestales ocurridos anualmente y su incorporación a un sistema de información geográfica con la información del Catastro. También sería de gran utilidad generar una capa de información nacional sobre propiedad de la tierra a una escala similar a la del Catastro de Vegetación.

Dado que la leña representa sobre el 80% del volumen cosechado anualmente del bosque nativo, es urgente diseñar un sistema que permita estimar en forma adecuada el nivel de consumo en las distintas regiones, diferenciándose especies nativas y exóticas, para superar la actual deficiencia de información. Además, se recomienda llevar un monitoreo permanente que registre el consumo de leña de las principales ciudades, por grandes sectores (industrial, residencial, comercial y público) y estratos socioeconómicos.

En este contexto, una de las acciones que se deben emprender en el corto plazo es la formalización del mercado de la leña, a través del apoyo y el establecimiento de incentivos a los pequeños y medianos propietarios, el mejoramiento de los canales de comercialización y el involucramiento de los consumidores. Se hace necesaria la creación de iniciativas de certificación de productores para garantizar una oferta de leña proveniente de bosques manejados sustentablemente.

El manejo sustentable de los bosques nativos para la producción de madera, productos forestales no madereros y servicios ecosistémicos, demandados por diferentes grupos de la sociedad, sólo parece posible con el compromiso efectivo del Estado y el consenso entre los diferentes actores involucrados para promulgar una legislación y diversos mecanismos de incentivos. Estas acciones son la base para la conservación de este patrimonio natural y a la vez brindarán nuevas oportunidades a empresarios, propietarios, comunidades rurales, y a otras actividades económicas tales como el turismo y la salmonicultura. En definitiva, estas acciones mejorarían la competitividad de las empresas forestales y el país, para beneficio de toda la sociedad, revirtiendo la desfavorable situación del bosque nativo.

BIBLIOGRAFÍA

Ábalos, M. 1997. *Estimación del consumo de leña en las regiones V, IX y X*. Tesis de grado. Facultad de CC. Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago.

CONAF. 2002. *Antecedentes sobre impacto de incendios forestales en la IX Región*, Temuco. 5 p.

CONAF; UACH. 2000. *Monitoreo y Actualización de la Información de uso actual del suelo en la VII Región*. Proyecto CONAF-AUCH. Informe final. 58 p.

CONAF; CONAMA; BIRF; Universidad Austral de Chile; Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad Católica de Temuco. 1999 a. *Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile*. Informe Nacional con Variables Ambientales. Santiago, Chile. 88 p.

CONAF; CONAMA; BIRF; Universidad Austral de Chile y Universidad de Concepción. 1999 b. *Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile*. Monitoreo de Cambios. Santiago, Chile. 12 p.

CNE (Comisión Nacional de Energía). 1997. *Desarrollo del Balance energético de la X Región*. Informe final. 45 p.

CONAMA. 1998. *Una política ambiental para el desarrollo sustentable*. Santiago, Chile.

CONAMA. 1999. *Política Ambiental para el Uso Sustentable del Patrimonio Natural Renovable*. Santiago, Chile.

CONAMA. 2002. *Estrategia y plan de acción nacional para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad*. Santiago, Chile.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las siguientes personas, por haber participado en el Taller Metodológico:

Carmen Luz de la Maza (Universidad de Chile), Marcos Cortés (Universidad Católica de Temuco), Víctor Sandoval (Universidad Austral de Chile), Luis Otero (Universidad Austral de Chile), René Reyes (Agrupación Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo), Eduardo Neira (Universidad Austral de Chile), Juan C. Cisternas (Universidad Austral de Chile), Juan E. Schlatter (Universidad Austral de Chile)

Patricio Rutherford (Centro de Estudios Agrarios), Liliána Pezoa (Universidad Austral de Chile), se le agradece además al Sr. Adison Altamirano (Universidad Austral de Chile), por su ayuda en la edición del documento final.

Del Fierro, P.; L. Pancel. 1998. *Experiencia silvicultural del bosque nativo de Chile*. Editado por el *proyecto Manejo Sustentable del bosque nativo*, CONAF/GTZ. Santiago.

Dinerstein, E.; D. Olson, D. Graham, A. Webster, S. Primm, M. Bookbinder, G. Ledec. 1995. *A conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. WWF – World Bank. 129 p.

Donoso, C., Lara, A. *Silvicultura de los bosques nativos de Chile*. Universitaria. Santiago. 421 p.

Echeverría, C. 2002. *Ecological Disaster in Southern Chile*. *Plant Talk*, 28: 14.

Emanuelli, P. 1996. *Bosque Nativo, Antecedentes Estadísticos 1985-1994*. Corporación Nacional Forestal. 22 p.

INFOR. 2001. *Estadísticas forestales 2000*. *Boletín estadístico 79*. Santiago. 145 p.

Lara, A. M. Cortés, C. Echeverría. 2000. *Bosques*. En: Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile. (Eds.). *Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile-1999*. Santiago. 133-173.

Lara, A.; C. Echeverría, C. Donoso. 2000. *Guía de ensayos silviculturales en bosques nativos de Chile*. Santiago, Chile. 280 p.

Lara, A.; V. Sandoval; C. Prado; G. Cruz; I. Martínez y P. Añazco. 1995. *Determinación de stocks de bosque nativo*. Proyecto Banco Central - Universidad Austral de Chile. 145 p.

Ministerio de Agricultura Chile. 2000. *Una política de Estado para la agricultura chilena. Periodo 2000-2010*. 140 p.

Los autores agradecen además el apoyo de las siguientes instituciones y proyectos:

Núcleo Científico FORECOS, de la iniciativa científica Milenio, de Mideplan, Proyecto BIOCORES (Biodiversity conservation, restoration and sustainable use in fragmented forest landscapes) de la Unión Europea, Institute of Global Change Research, (I.A.I) Proyecto CRN 03, Fondo de las Américas, Fondo Bosque Templado, Ford Motor Company, Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica, DED, Proyecto Manejo y Conservación del Bosque Nativo (CONAF/DED/GTZ/KFW), I. Municipalidad de San José de la Mariquina, Corporación Nacional Forestal, CONAF, Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, AVINA Foundation

Capítulo 4

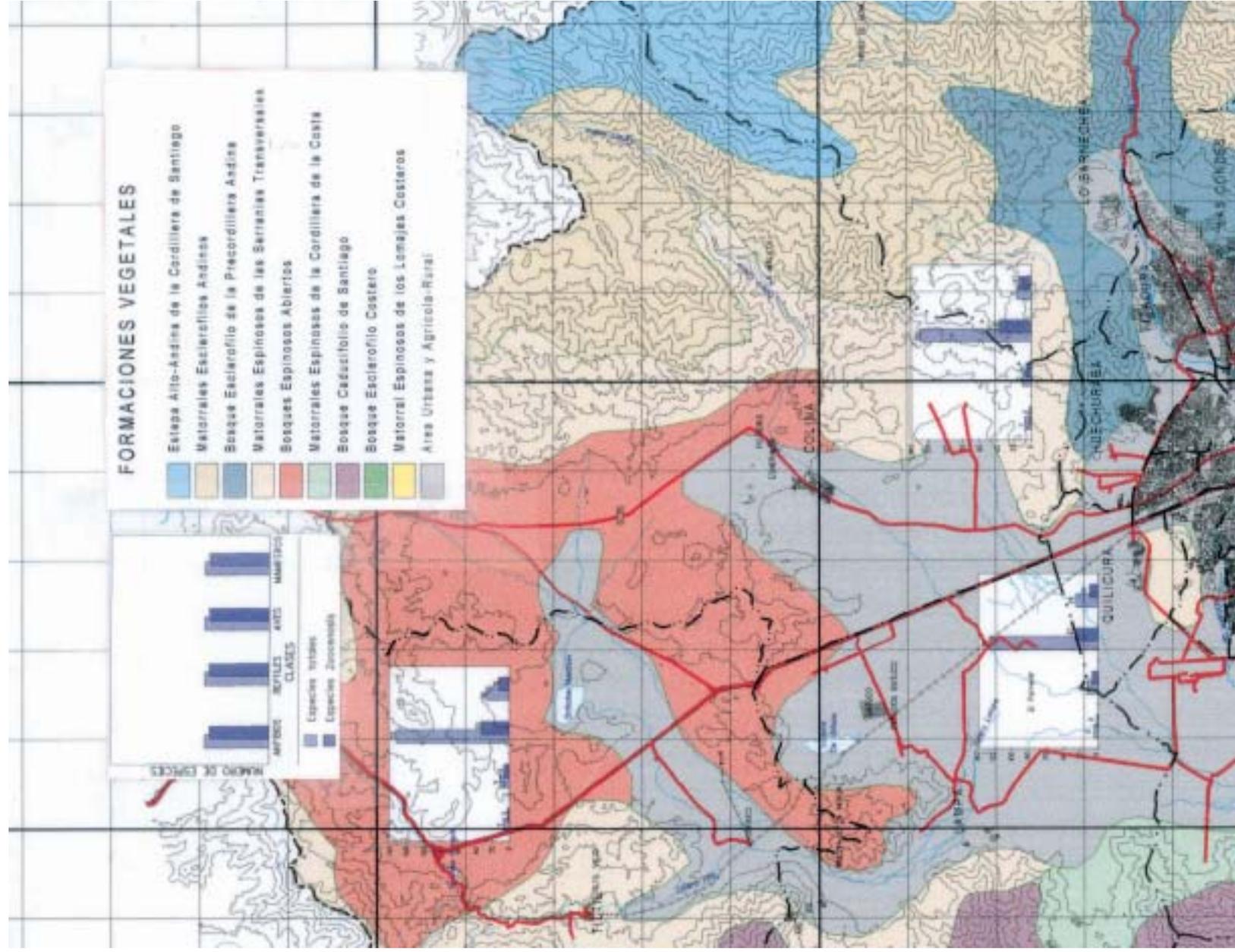


Diversidad Biológica

Informe País Estado del Medio Ambiente 2002

INDICE

■ 4. DIVERSIDAD BIOLÓGICA	161
■ 4.1 ESTADO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	167
4.1.1 El patrimonio de diversidad biológica	167
4.1.1.1 Diversidad específica	168
4.1.1.2 Diversidad genética	171
4.1.1.3 Diversidad de ecosistemas	172
4.1.2. Conservación de la biota	174
4.1.2.1 Estado de conservación a nivel de especies	176
4.1.2.2 Estado de conservación al nivel de ecosistemas	178
■ 4.2 CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	180
4.2.1 Pérdida y modificaciones de hábitat	180
4.2.2 Explotación de flora y fauna	181
4.2.3 Explotación de especies	182
■ 4.3 FACTORES Y POLÍTICAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	183
4.3.1 Disposiciones Legales	183
4.3.2 Programas y actividades de conservación ex situ	184
4.3.3 Programas y actividades de conservación in situ	185
■ 4.4 CONCLUSIONES	186
■ BIBLIOGRAFÍA	187



4.1 ESTADO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA¹

4.1.1 El patrimonio de diversidad biológica

El conocimiento nacional formal sobre la riqueza y características de la biota chilena comenzó hace más de 200 años, con el trabajo pionero del abate J.I. Molina, seguido de numerosos investigadores nacionales y extranjeros. Pese al significativo volumen y calidad del conocimiento adquirido en estos dos siglos, a la fecha se carece de un panorama razonablemente completo de la diversidad biológica de Chile (Simonetti, 2001; Simonetti *et al.*, 1992, 1995).

En la última década existió un esfuerzo por sistematizar el conocimiento disponible sobre la diversidad biológica de Chile, basado en la Comisión Nacional de Diversidad Biológica, organismo asesor de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Feinsinger, 1996). De acuerdo a dicha síntesis, publicada en “Diversidad biológica de Chile” (Simonetti *et al.*, 1995), se planteó entonces que era necesario invertir fuertemente en entrenar recursos humanos en taxono-

mía y sistemática, mantener y aumentar las colecciones sistemáticas, y financiar inventarios taxonómicos de grupos y regiones poco estudiados. Estas tareas permitirían asegurar los recursos humanos y materiales requeridos para conocer cabalmente la magnitud y atributos de la diversidad biológica de Chile (Feinsinger, 1996). Además, se consideraba indispensable avanzar en confeccionar y actualizar inventarios de las especies de flora y fauna silvestres, especialmente aquellas con problemas de conservación, según ordena el Artículo 38, Título II, Párrafo 4° de la Ley de Bases del Medio Ambiente. Sin embargo, estas recomendaciones no fueron implementadas.

De hecho, Chile carece de una política nacional referida a su diversidad biológica y por ende, de instituciones dedicadas a estudiar su riqueza y usos potenciales, como existen en Costa Rica o México (e.g., Sittenfeld *et al.*, 1999). En este marco, los escasos recursos humanos en taxonomía y sistemática enfrentan un escenario poco alentador para avanzar en conocer la diversidad biológica nacional (Simonetti, 1997); y las iniciativas existentes para evaluarla, son eventos valiosos pero aislados, tales como el proyecto Flora de Chile (Marticorena y Rodríguez, 1995; 2001), el finaliza-

¹ La diversidad biológica es la variedad y variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos en los cuales estos organismos viven (OTA, 1987). La diversidad biológica comprende tres atributos: composición, estructura y funcionamiento, los que se expresan en cuatro niveles jerárquicos de organización biológica: genético, poblacional-específico, comunitario-ecosistémico y biomas. En los diferentes niveles de organización, cada uno de estos atributos puede ser caracterizado por indicadores relevantes (Noss, 1990). La identidad y riqueza de alelos, especies y ecosistemas son indicadores adecuados de la composición. El grado de polimorfismo, distribución geográfica de especies y configuración de paisajes son indicadores adecuados de la estructura de la biodiversidad, en tanto las tasas de flujo génico, procesos demográficos, interacciones comunitarias y ciclaje de nutrientes lo son para el componente funcional de la diversidad biológica, entre otros posibles indicadores (Noss, 1990: 359).

La Ley de Bases del Medio Ambiente (Título I, Artículo 2°) entiende por diversidad biológica a “la variabilidad entre los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas”. En esta sección se presenta el estado de la diversidad biológica de Chile *sensu* OTA (1987; véase además Noss, 1990) en el ámbito genético, específico y de biomas, en cuanto sus atributos, su estado de conservación y esfuerzos por conocerla y conservarla, resaltando las actividades ocurridas entre 1998 y mediados del 2002.

do catastro de la biota de la Región de Antofagasta (véase síntesis en Revista Chilena de Historia Natural 71(4), 1998), el catastro de la flora de la IV Región (Squeo *et al.*, 2001) y aquel de la biodiversidad del Parque Nacional Laguna San Rafael (véase síntesis en Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 51, 2002). Algunas de estas iniciativas cuentan con apoyo extranjero, resaltando el valor del trabajo mancomunado en redes de investigadores y centros de investigación, lo que podría optimizarse de existir un marco institucional adecuado (e.g., Simonetti, 1998a).

4.1.1.1 *Diversidad específica*

En base a los inventarios preparados en 1992, realizados en el marco del I Taller Nacional sobre Diversidad Biológica (organizado por CONICYT), la diversidad biológica de Chile alcanza, al menos, una cifra cercana a 29.000 especies. Esta estimación es conservadora. Por una parte, numerosos taxa no han sido aún inventariados, tales como las bacterias, la mayoría de los protistas, y grupos como ctenóforos, nemátodos, rotíferos, arácnidos, quilópodos y diplópodos, entre otros (Simonetti *et al.*, 1995) (cuadro 4.1). Por otra, se han descrito decenas de nuevos taxa desde que los inventarios fueron realizados. En términos del número conocido de especies hasta 1992, los insectos (34 por ciento), las plantas superiores (mono y dicotiledóneas, 16 por ciento), y los hongos (11 por ciento) son los taxa de mayor riqueza, agrupando sobre el 62 por ciento de las especies conocidas. Dentro de los insectos, los coleópteros (3.730 especies, Elgueta 1995) y los dípteros (3.000 especies, González 1995) son los grupos más numerosos, abarcando cerca del 66 por ciento del total de insectos conocidos en Chile. Los vertebrados constituyen solamente un 7 por ciento de la biota chilena, siendo los peces el grupo más numeroso, con 1.179 especies (Pequeño, 1998).

Pese a que la biota chilena no se caracteriza por su alta riqueza de especies, un atributo destacado es su grado de endemismo. En la flora, un 55 por ciento de las dicotiledóneas, un 33 por ciento de las gimnospermas y un 29 por ciento de los

pteridófitos son exclusivas del territorio nacional (cuadro 4.2). En la fauna, dentro de los insectos, el endemismo alcanza el 44 por ciento en lepidópteros, 45 por ciento en coleópteros, 53 por ciento en los dípteros y 92 por ciento en los heterópteros, mientras que otros invertebrados, como briozoos, alcanzan valores cercanos al 82 por ciento (cuadro 4.2). Entre los vertebrados, los anfibios exhiben el mayor grado de endemismo, alcanzando un 78 por ciento. Los reptiles también presentan alto endemismo, llegando al 59 por ciento. En contraste, en las aves, el grupo más numeroso de vertebrados, el endemismo alcanza solamente un 2 por ciento de las especies (cuadro 4.2).

Tanto la riqueza de especies como el grado de endemismo se encuentran heterogéneamente distribuidos en el territorio nacional. En helechos, por ejemplo, la mayor cantidad de especies se encuentra en Chile continental, pero la mayor cantidad de especies endémicas se encuentra en la Isla de Juan Fernández (Marticorena y Rodríguez, 1995; Rodríguez, 1995). Respecto a plantas superiores, en la zona de clima mediterráneo en Chile central, entre los 32° y 40° S, se encuentran sobre 2.500 especies, representando sobre un 50 por ciento de la flora nacional. De estas 2.500 especies, 46 por ciento son endémicas de Chile, y un 23 por ciento están restringidas solamente a la región de clima mediterráneo (Arroyo y Cavieres, 1995).

En los vertebrados (cuadro 4.3), la mayor riqueza de especies de anfibios se concentra en la zona sur, entre la VIII a la XI Regiones, concordando con los valores más altos de endemismo (VIII a X Regiones; Formas, 1995). Para el caso de los reptiles, la mayor riqueza de especies se encuentra en la zona centro-norte (I a VII regiones), pero el endemismo se concentra en el extremo norte del país (II a IV Región; Veloso *et al.*, 1995). En relación con las aves ocurre un patrón contrastante entre riqueza y endemismo: la mayor riqueza se encuentra en el extremo norte (I Región) y en el sur del país (de la VII a la X regiones), mientras que el endemismo se circunscribe a la zona central e insular (IV a VIII Regiones; Araya y Bernal, 1995). Algo similar ocurre con los mamíferos terrestres, cuya mayor riqueza de es-

CUADRO 4.1. NÚMERO DE ESPECIES NATIVAS CONOCIDAS EN CHILE

GRUPO	ESPECIES	GRUPO	ESPECIES
Diatomeas	563	Poliquetos	700
Dinoflagelados	295	Moluscos	1.187
Silicoflagelados	5	Forónidos	1
Hongos	3.300	Braquiópodos	18
Líquenes	1.074	Briosos	504
Algas bentónicas	813	Quetognatos	22
Hepáticas	350	Hemicordados	12
Musgos	875	Arañas	617
Helechos	150	Crustáceos	606
Gimnospermas	18	Parainsectos	121
Monocotiledóneas	1.102	Insectos	9.689
Dicotiledóneas	3.514	Equinodermos	350
Poríferos	200	Peces	1.179
Cnidarios	317	Anfibios	45
Helminthos	82	Reptiles	102
Sipuncúlidos	15	Aves	464
Echiúridos	3	Mamíferos	155
Priapúlidos	2	TOTAL	28.450

Fuente: Sobre la base de Simonetti *et al.* (1995), salvo Larráin (1995) para equinodermos, Marticorena y Rodríguez (1995) para helechos y gimnospermas, Pequeño (1998) para peces y Mella *et al.* (2002) para vertebrados terrestres.

CUADRO 4.2. ENDEMISMO DE LA BIOTA CHILENA

GRUPO	Total especies	Total Endémicas	Endemismo(%)
Himenópteros	1.368	457	33,4
Lepidópteros	1.327	585	44,1
Tricópteros	203	97 ¹	48 ¹
Dípteros	3.000	1590 ¹	53 ¹
Sifonápteros	91	27	29,7
Coleópteros	3.730	1679 ¹	45 ¹
Heterópteros	272	250	92
Crustáceos	606	121 ¹	20 ¹
Bryozoos	470	384	81,7
Musgos ²	668	40 ¹	6 ¹
Hongos	3.300	792	24
Helechos	150	44	29,3
Gimnospermas	18	6	33,3
Anfibios	46	35	77,7
Reptiles	102	57	55,9
Aves	470	10	2,1
Mamíferos	171	17	11,0

Fuente: Simonetti *et al.* (1995)

¹ Indica valores aproximados; ² Valores para Chile continental solamente.

peces se ubica en los extremos (I y XII regiones), mientras que la mayor cantidad de especies endémicas se encuentra en la zona central (IV a VIII Región; Contreras y Yáñez, 1995).

El panorama sobre riqueza, endemismo y distribución de la diversidad biológica de Chile está basado en un conocimiento incompleto y heterogéneo de la biota. Por una parte, las diferentes regiones de Chile han sido estudiadas de manera muy desigual, lo cual podría generar patrones espurios de la distribución de la diversidad de especies. Por ejemplo, la región de Magallanes y Tierra del Fuego concentra la mayor riqueza de especies y endemismo de algas bentónicas, pero es, al mismo tiempo, una de las zonas más exploradas para estas algas (Ramírez, 1995). Sin embargo, en grupos como líquenes, Tierra del Fuego parece mal estudiada, pues registros recientes revelan la presencia de dos nuevos géneros (*Miltieda* y *Foraminella*) previamente conocidos sólo en el hemisferio norte (Arroyo *et al.*, 1996). De igual forma, la variación en la riqueza geográfica de poliquetos bentónicos está asociada a la intensidad de la investigación en diferentes porciones de la costa chilena. Chile central sería una zona de alta riqueza, con un 62 por ciento de las especies chilenas de poliquetos. Es precisamente en esta zona donde se ha realizado sobre el 60 por ciento de las investigaciones sobre los poliquetos chilenos. En contraste, la región norte del país sería una zona de menor riqueza, con sólo el 11 por ciento de la fauna poliquetológica, pero donde se ha realizado un 16 por ciento de las investigaciones. La relación entre riqueza de especies, endemismos e intensidad de estudio sugiere fuertemente que la interpretación y decisiones de conservación basadas en este tipo de patrones biogeográficos deben ser muy cautelosas (Rozbaczylo y Simonetti, 2000).

Por otra parte, no todos los taxa presentes en Chile han sido inventariados, y aquellos estudiados han recibido atenciones diferentes, donde algunos grupos están mejor conocidos que otros (Simonetti *et al.*, 1995). En este sentido, la tasa de descripción de especies es un indicador del grado de conocimiento de la fauna. Con esta métrica, los vertebrados chilenos estarían mejor conocidos que los invertebrados, pues en promedio el 50 por cien-

to de las especies conocidas fue descrito casi 60 años antes que las de los invertebrados (Simonetti & Rivera, en prensa).

Entre los vertebrados, las aves es el grupo mejor estudiado, mientras que los peces es el menos conocido. De hecho, desde 1975, año en que se conocían 612 especies de peces, se han registrado y descrito otras 567 especies, el 48 por ciento de las especies actualmente conocidas (Pequeño, 1998). Entre los invertebrados, los equinodermos es el grupo mejor conocido, con una tasa de descripción de nuevas especies que es decreciente, mientras que para taxa de plecópteros y efemerópteros, faltarían muchas especies por describir (Simonetti & Rivera, en prensa).

En efecto, la descripción de nuevas especies y nuevos registros para la biota chilena es constante, abarcando desde nuevas especies de arqueobacterias, como *Halorubrum tebenquichense* (Lizama et al., 2002), hongos como *Podospora selenospora* (Stchigel et al., 2002), plantas superiores, invertebrados y vertebrados. Entre las plantas vasculares por ejemplo, solamente en el período 1997-1998, once nuevas especies de plantas superiores fueron registradas por primera vez en Chile, en la II Región (Matthei et al., 1997; Marticorena et al., 1998). Los registros de nuevas especies para esta región y para Chile en general, son cotidianos, tanto respecto al registro de especies nativas como de exóticas (e.g., Macaya et al., 1999; Rojas, 1999; Marticorena, A., 2000; Faúndez y Macaya, 2000; Marticorena et al., 2000; Muñoz-Schick et al., 2001). De igual forma, la descripción de especies nuevas para la ciencia es un fenómeno común en la flora chilena, como las de *Alonsoa*, *Alstroemeria*, *Cristaria*, *Haplopapus*, *Rytidosperma*, *Senecio* y *Zephyra* descritas entre muchas otras desde 1995 (Muñoz-Schick, 1995; Klingenberg, 1997; Ehrhart, 1998, 2001; Grau, 1999; Muñoz, 2000; Baeza, 2002). Estos hallazgos confirman que la magnitud de la flora chilena está aún por determinarse (e.g., Simonetti, 1999a).

Un panorama similar se observa en invertebrados, donde se registran nuevas especies para la fauna chilena así como se describen perma-

nentemente nuevos géneros y especies para ciencia. Los nuevos registros incluyen al reciente descubrimiento del briozoo *Plumatella mukaii* y de los dípteros *Bezzia*, entre otros (Spineli y Ronderos, 2001; Wood, 2001). Entre otros muchos nuevos taxa, se describieron *Jerguilicola*, *Laophontisochoira* y *Chilechiton* como nuevos géneros de digeneos, copépodos y hemípteros, respectivamente (Bray, 2002; George, 2002; Hodgson y Miller, 2002), así como un variado número de nuevas especies de anfípodos, nemátodos, acantocéfalos, bivalvos, coleópteros y lepidópteros entre muchos taxa (e.g., Moore, 1998; M. Rodríguez, 1998; Ituarte, 1999; Chen y Vincx, 2000; González y Watling, 2001; Muñoz y George-Nacimiento, 2002).

Aun en el grupo mejor conocido de la fauna chilena, los vertebrados, se continúan describiendo nuevos y confirmando hallazgos de especies previamente descritas en otros países y nuevas especies para la ciencia. Tal es el caso de la confirmación de la presencia en el país del Pimpollo tobiano (*Podiceps gallardoi*), (St. Pierre y Davies, 1998) y la posible presencia de una especie de Becasina migratoria (*Limnodromus griseus*; Vuilleumier, 1997). En mamíferos, además de nuevos registros como el hallazgo del murciélago de nariz larga (*Platalina genovensium*, Galaz et al., 1999), en tiempos recientes se han descrito desde nuevas especies, como un cetáceo (*Mesoplodon bahamondi*; Reyes et al., 1996) y un roedor *Loxodontomys pikunche* (Spotorno et al., 1998) hasta un nuevo género de roedor, *Pearsonomys* (Patterson, 1992). La tasa de descripción de nuevas especies de anfibios es alta, describiéndose tres especies de *Telmatobius* en los últimos años (Formas et al., 1999; Cuevas y Formas, 2001; Benavides et al., 2002). Al igual que con la flora, estos ejemplos sugieren que la verdadera dimensión y características de la biota chilena a nivel de composición taxonómica están aún por determinarse, incluyendo una visión más acabada de su filogenia y bio geografía (e.g., Mitchell y Wagstaff, 2000; Roig-Junent, 2000; Thayer, 2000; Barros de Carvalho y Couri, 2002).

CUADRO 4.3: RIQUEZA Y ENDEMISMO DE VERTEBRADOS TERRESTRES POR REGIÓN ADMINISTRATIVA.

Clase de Vertebrado	Región Administrativa												
	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Total anfibios	6	6	3	5	6	8	6	9	10	15	18	11	3
Anfibios endémicos	2	4	1	3	3	5	3	4	5	6	8	1	1
Total Reptiles	18	28	17	20	17	18	15	20	10	8	7	2	6
Reptiles endémicos	8	18	16	15	12	14	10	13	6	4	5	1	0
Total Aves	239	184	208	212	239	173	212	210	209	211	211	182	197
Aves endémicas	0	2	3	4	6	6	7	5	5	3	2	1	0
Total Mamíferos ¹	45	25	20	32	32	35	29	35	35	37	33	34	41
Mamíferos endémicos	1	1	4	6	6	7	6	5	5	4	4	1	2

¹ Se incluyen sólo mamíferos terrestres.

4.1.1.2 Diversidad genética

El conocimiento de la diversidad intraespecífica de la biota chilena es escaso y no se dispone de una síntesis de la información, como en el caso de la diversidad específica (Simonetti et al., 1995). Además, se carece de un catastro de las actividades de prospección de recursos genéticos realizados en el país (León y Cubillos, 1997).

El número de subespecies puede ser considerado como primer indicador de la variabilidad genética de las especies. En el caso de las subespecies de flora vascular en Chile continental, las dicotiledóneas presentan 508 taxa intraespecíficos de un total de 3.906 especies, mientras que las monocotiledóneas presentan 116 taxa intraespecíficos de 1.069 especies (Marticorena, 1990). De las 150 especies de helechos presentes en Chile, 17 (11 por ciento) tienen subespecies (Marticorena y Rodríguez, 1995). En aves un 15 por ciento de las 466 especies conocidas tiene dos o más subespecies (Araya y Millie, 1998).

La diversidad genética de la biota chilena es poco conocida, pese a que la variación intraespecífica tiene directa relación con el análisis de procesos de especiación y el establecimiento de estrategias de conservación (e.g., Pérez-Losada et al., 2002a, b). Por ejemplo, *Liolaemus monticola* muestra gran variabilidad cariotípica intra e interpoblacional, en razas cromosómicas separadas por una barrera física, como el Río Maipo (Lamborot y Alvarez-Sarret, 1993). Esta labilidad, de ser común a

Liolaemus, podría explicar, al menos en parte, su radiación y diversidad en Chile (e.g., Fuentes y Jakšic, 1979; Veloso et al., 1995). En general, con excepción de unas pocas especies de interés comercial, como especies del género *Alstroemeria*, *Nothofagus alpina* y *Astrocedrus chilensis* (Carrasco, 1998; Allnutt et al., 1999; Han et al., 2000), o de interés biogeográfico y de conservación, como *Lactoris fernandeziana* (Brauner et al., 1992; Crawford et al., 1994a), *Wahlenbergia* (Crawford et al., 1994b; Ricci y Eaton, 1994) y *Sophora toromiro* (Ricci y Eaton, 1997), la información disponible sobre la diversidad genética de otras especies es escasa, aunque creciente (e.g., Sarno et al., 2001; Brieva y Formas, 2001; Véliz et al., 2001). Este disperso panorama de información contrasta con la creciente demanda y búsqueda de productos naturales y recursos fitogenéticos (e.g., Moraga-Rojel, 1992), tales como compuestos antimicrobianos en los exudados resinosos de plantas astereráceas (Urzúa et al., 1995; Mendoza et al., 1997), de microorganismos del suelo capaces de degradar compuestos clorados (e.g., Fulthorpe et al., 1996) o de extractos vegetales capaces de controlar nemátodos plagas (e.g., Insunza et al., 2001). De hecho, numerosos organismos podrían convertirse en recursos comerciales, como el caracol *Trophon gerversianus* (Santana y Cañete, 2001). Asimismo, en la flora vascular, aproximadamente un 15 por ciento de las especies tiene a lo menos un uso conocido (Cubillos, 1994), y la importancia de esta flora se

ejemplifica en el hecho de que las especies chilenas de *Lycopersicon* son fuente de genes empleados en el mejoramiento genético del tomate cultivado (Rick y Chetelat, 1995).

4.1.1.3 Diversidad de ecosistemas

La diversidad de ecosistemas presentes en Chile se reconoce principalmente como base en clasificaciones de la fisionomía, de la vegetación y atributos climáticos, y con menor frecuencia, basándose en las distribuciones de la fauna. No obstante, no existe un sistema de clasificación consensual de los ecosistemas chilenos. Por el contrario, se dispone de variados sistemas de clasificación de la biota, tanto regionales como nacionales, los cuales en su mayoría no son coincidentes, tales como Oberdorfer (1960), Di Castri (1968) y Artigas (1975) entre otros (Fuentes et al., 1995).

Pese a no estar definida a nivel ecosistémico, la clasificación de la vegetación de Gajardo (1994) es ampliamente utilizada. Esta clasificación reconoce y ordena agrupaciones vegetales que constituyen paisajes vegetacionales en un sistema jerárquico de tres niveles principales: regional, sub-regional y de formación vegetacional. A menor escala, las formaciones vegetacionales se reconocen constituidas por comunidades-tipo o asociaciones vegetales, definidas a su vez por especies representativas, comunes, acompañantes y ocasionales (Gajardo, 1994). Sobre la base de características vegetacionales como formas de vida, adaptaciones, estructura espacial y composición florística, y considerando también el origen fitogeográfico, la geología, geomorfología, clima y suelo regional, la clasificación de Gajardo (1994) reconoce ocho regiones, 21 sub-regiones y 85 formaciones vegetales (cuadro 4.4).

CUADRO 4.4. REGIONES Y SUBREGIONES VEGETACIONALES DE CHILE, SEGÚN GAJARDO (1994)

REGIONES	% Chile	SUBREGIONES	FV
Desierto	22	Desierto Absoluto	6
		Desierto Andino	6
		Desierto Costero	3
		Desierto Florido	2
Estepa Alto-andina	17	Altiplano y Puna	7
		Andes Mediterráneos	5
Matorral y Bosque Esclerófilo	10	Matorral Estepario	4
		Matorral y Bosque Espinoso	5
		Bosque Esclerófilo	5
Bosque Caducifolio	8	Bosque Caducifolio Montano	4
		Bosque Caducifolio del Llano	4
		Bosque Caducifolio Andino	2
Bosque Laurifolio	3	Bosque Laurifolio de Valdivia	4
		Bosque Laurifolio del Archipiélago de Juan Fernández	2
Bosque Andino-Patagónico	7	Cordilleras de la Araucanía	5
		Cordilleras Patagónicas	5
Bosque Siempreverde y Turberas	18	Bosque Siempreverde con Coníferas	5
		Bosque Siempreverde Micrófilo	4
		Turberas, Matorral y Estepa Pantanosa	5
Estepa Patagónica	4	Matorral y Estepa Patagónica de Aysén	1
		Estepa Patagónica de Magallanes	1

Fuente: Gajardo (1994)

La región desértica cubre la mayor superficie del país, seguida por las regiones de bosques siempre verdes y tuberas, y la estepa alto-andina. La región de bosque laurifolio y la de estepa patagónica son las menos extensas (cuadro 4.4). La región del desierto es también la región más heterogénea, conteniendo cuatro subregiones y 17 formaciones, esto es, un 20 por ciento de las subregiones y formaciones reconocidas en el país. De igual forma, la región más pequeña, la estepa patagónica, contiene solamente dos subregiones (10 por ciento) y dos formaciones vegetacionales (dos por ciento; Gajardo, 1994).

La región de Los Lagos es la más diversa, al contener cuatro regiones vegetacionales con siete subregiones y 17 formaciones. La zona central, desde Valparaíso al Maule, contiene tres formaciones vegetacionales, con cinco sub-regiones y 17 formaciones. En términos de regiones vegetacionales, el sector norte del país es la zona más pobre, mientras que la región de Magallanes tiene la menor diversidad de formaciones vegetacionales (Gajardo, 1994).

Una evaluación de la diversidad a escala de ecosistemas o paisajes requiere una comparación con la riqueza de ecosistemas en el mundo, lo cual no es posible con una clasificación de las regiones vegetacionales (e.g., Gajardo, 1994), pues están referidas solamente a la vegetación nacional. A un nivel global, existe una variedad de clasificaciones de la biota, tales como aquellas basadas en la geografía, variables climáticas, vegetación potencial y usos de la tierra (e.g., Holdridge, 1967; Udvardy, 1975; Bailey, 1983). Una clasificación reciente, basada en los trabajos previos para América Latina y el Caribe, distingue tres niveles jerárquicos de organización: cinco grandes tipos de ecosistema (Bosques tropicales de hoja ancha, bosques de coníferas y bosques templados de hoja ancha, pastizales/sabanas/matorrales, formaciones xéricas y manglares), 12 tipos principales de hábitat y 178 eco-regiones (Dinerstein *et al.*, 1995). Los tipos principales de hábitat son hábitats similares en términos de estructura de flora y fauna, clima, procesos ecológicos, diversidad beta, mientras las eco-regiones son unidades geográficas discretas de estos tipos de hábitat (Dinerstein *et al.*, 1995:14-15).

En el contexto de América Latina y el Caribe, Chile posee una escasa representatividad de macroambientes terrestres, presentando tres de los cinco grandes tipos de grandes ecosistemas, cuatro de los 12 principales tipos de hábitats (33 por ciento), y 12 de las 178 ecorregiones (7 por ciento; cuadro 4.5). Sin embargo, al igual que a nivel de especies, la diversidad a nivel de ecorregiones muestra un alto endemismo, ya que algunas son propias del país, tales como los bosques lluviosos invernales, el matorral de Chile central y el Desierto de Atacama, mientras otras son compartidas solamente con un país limítrofe, como Argentina y Perú (Dinerstein *et al.*, 1995; cuadro 4.5). De las ecorregiones presentes en Chile, dos de ellas, los bosques templados de Valdivia y el matorral de Chile, son consideradas globalmente sobresalientes por su distintividad biológica. A nivel regional, son considerados sobresalientes los bosques de lluvia invernal, los bosques subpolares de *Nothofagus*, puna de los Andes centrales, puna húmeda de los Andes centrales, puna árida de los Andes centrales, y la estepa y pastizales de la Patagonia. En el ámbito local, se considera sobresaliente la estepa del sur de los Andes (Dinerstein *et al.*, 1995). De esta forma, existiría una coincidencia parcial entre las regiones con mayor diversidad específica con el nivel de su paisaje, destacando la zona de clima mediterráneo con su alta riqueza de especies de flora y fauna, endemismos, formaciones vegetacionales y ecorregiones (Arroyo *et al.*, 1999; Simonetti, 1999b; Morrone, 2000).

En ambientes dulceacuícolas de América Latina y el Caribe, se distinguen 117 ecorregiones según el tipo de hábitat, incluyendo desde grandes ríos a cuencas cerradas en ambientes desérticos, así como su distintividad biológica. Estas ecorregiones se agrupan en 42 complejos de ecorregiones (Olson *et al.*, 1998). Chile presenta 10 de esas ecorregiones (9 por ciento), de las cuales seis son propias del país (cuadro 4.6 (Olson *et al.*, 1998). Por su distintividad biológica, son consideradas como regionalmente sobresalientes las ecorregiones de la Puna árida, mediterránea, valdiviana e Isla de Chiloé (Olson *et al.*, 1998).

En ambientes costeros y basados en atributos

físicos, se distinguen en las costas de Chile tres de los ocho dominios reconocidos en América. De éstos, el dominio templado es exclusivo del país, en tanto el subpolar es compartido con Argentina y el subtropical, con Perú (Ray *et al.*, 1984). En términos biológicos, destaca la biota de las islas oceánicas debido a su alto endemismo (Castilla, 1987).

Finalmente, el funcionamiento ecosistémico ha sido escasamente estudiado en Chile, por lo que, a este nivel, no es factible analizar la diversidad y variabilidad ecosistémica. Salvo contados análisis de descomposición de materia orgánica (e.g., Guzmán *et al.*, 1990), o el papel de diferentes especies en la fijación y ciclos de nutrientes como nitrógeno (e.g., Rundel y Neel, 1978; Hedin *et al.*, 1995), existen pocos intentos de asociar la diversidad específica y los atributos abióticos regionales para evaluar la naturaleza y diversidad del funcionamiento ecosistémico en el país (e.g., Fuentes *et al.*, 1995; Carpenter *et al.*, 1996). De igual forma, es escasa la información que analiza la potencial respuesta al nivel específico y ecosistémico de la biota chilena frente a eventuales cambios globales en patrones climáticos (e.g., Arroyo *et al.*, 1993).

mán *et al.*, 1990), o el papel de diferentes especies en la fijación y ciclos de nutrientes como nitrógeno (e.g., Rundel y Neel, 1978; Hedin *et al.*, 1995), existen pocos intentos de asociar la diversidad específica y los atributos abióticos regionales para evaluar la naturaleza y diversidad del funcionamiento ecosistémico en el país (e.g., Fuentes *et al.*, 1995; Carpenter *et al.*, 1996). De igual forma, es escasa la información que analiza la potencial respuesta al nivel específico y ecosistémico de la biota chilena frente a eventuales cambios globales en patrones climáticos (e.g., Arroyo *et al.*, 1993).

CUADRO 4.5. TIPOS DE ECOSISTEMAS, PRINCIPALES HÁBITATS Y ECORREGIONES PRESENTES EN CHILE

Bosques de coníferas y bosques templados de hoja ancha	Bosque Templado	Bosques de lluvia invernal de Chile (Ch) Bosques templados de Valdivia (Ch y A) Bosques Subpolares de <i>Nothofagus</i> (Ch y A)
Pastizales, sabanas, matorrales	Pastizales montanos	Puna de los Andes centrales (Ch, A, B, P) Puna húmeda de los Andes centrales (Ch, P, B) Puna árida de los Andes centrales (Ch, A, B) Estepa del Sur de los Andes (Ch y A) Estepa de la Patagonia (Ch y A) Pastizales de la Patagonia (Ch y A)
Formaciones xéricas	Matorrales mediterráneos Desiertos y matorrales xéricos	Matorral de Chile (Ch) Desierto de Sechura (Ch y P) Desierto de Atacama (Ch)

Fuente: Dinerstein *et al.* (1995). Para las ecorregiones, se indican los países donde éstas ocurren (Ch=Chile; A=Argentina; B=Bolivia; P=Perú).

CUADRO 4.6. TIPOS DE COMPLEJOS Y ECORREGIONES DULCEACUÍCOLAS PRESENTES EN CHILE.

COMPLEJO	ECORREGION
Alto andino	Puna árida (Ch, B, A y P)
Atacama / Sechura	Desierto Atacama/Sechura (Ch y P)
Desierto Costero del Pacífico	Desierto costero del Pacífico (Ch y P)
Chile mediterráneo	Chile mediterráneo norte (Ch) Chile mediterráneo sur (Ch)
Islas Juan Fernández	Islas Juan Fernández (Ch)
Chile Sur	Valdiviana (Ch) Isla de Chiloé (Ch) Archipiélago de Chonos (Ch) Magallanes / Última Esperanza (Ch)

Fuente: Olson *et al.* (1998)

Para las ecorregiones, se indican los países donde éstas ocurren (Ch = Chile; A = Argentina; B = Bolivia; P = Perú).

4.1.2 Conservación de la biota

Las amenazas a la diversidad biológica son reconocidas como un problema ambiental en Chile (Hajek *et al.*, 1990; Espinoza *et al.*, 1994). La pérdida de especies y las modificaciones de paisajes han sido destacadas desde tiempos coloniales (e.g., Miller, 1980). De hecho, una fracción significativa de la biota nacional tendría problemas de conservación (Glade, 1988; Benoit, 1989), y estas amenazas se expresarían a lo largo de todo el país (Hajek *et al.*, 1990; Espinoza *et al.*, 1994). Pese a tal reconocimiento actualmente, sin embargo, las evaluaciones que realizan biólogos de vida silvestre, reflejadas en los “Libros Rojos” (Glade, 1988; Benoit, 1989) difieren marcadamente de la evaluación que hacen profesionales del ámbito ambien-

tal (Hajek *et al.*, 1990). De hecho, a nivel regional pueden llegar a tener visiones opuestas. En aquellas regiones donde los ambientalistas consideran las amenazas a la diversidad biológica como poco importante, los biólogos de vida silvestre detectan la mayor cantidad de especies con problemas de conservación y viceversa (Simonetti, 1994).

El estado de la biota chilena ha sido evaluado mediante talleres de expertos. Tres talleres pioneros fueron organizados por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). En estos talleres, se clasificaron las especies de árboles y arbustos (en 1985), vertebrados terrestres (en 1987) y hierbas y plantas suculentas (en 1988; véase Ormazábal, 1993). Mediante el consenso de investigadores de centros académicos, reparticiones públicas y organizaciones no gubernamentales, en los tres talleres se clasificaron las especies en cada una de las categorías empleadas según el estado de sus poblaciones a la fecha por la UICN (Ormazábal, 1993). De esta forma, se elaboraron listados de especies a modo de los “libros rojos” de la UICN: uno para los vertebrados terrestres (Glade, 1988) y otro para flora terrestre (Benoit, 1989). Posteriormente, entre 1996 y 1997, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), en conjunto con el Museo Nacional de Historia Natural, han organizado o auspiciado reuniones de trabajo donde se han vuelto a revisar los estados de conservación de los helechos, hierbas y plantas suculentas herpetozoos, peces dulceacuícolas, elaborándose listados para tres grupos previamente no tratados: líquenes, decápodos de aguas continentales y mamíferos marinos (Baeza *et al.*, 1998; Bahamonde *et al.*, 1998; Belmonte *et al.*, 1998; Campos *et al.*, 1998; Núñez *et al.*, 1998, Quilhot *et al.*, 1998; Ravenna *et al.*, 1998; Yáñez, 1998). Más recientemente, se ha analizado el estado de conservación de la flora al nivel regional, mediante indicadores indirectos de los riesgos de extinción de la flora (Squeo *et al.*, 2001).

Las reuniones organizadas por la CONAMA en conjunto con el Museo Nacional de Historia Natural generaron listados equivalentes a los “libros rojos” realizados por los talleres de CONAF. Para aquellos taxa re-evaluados existen varias y

marcadas diferencias en el número total de especies con problemas y en número de especies por cada categoría. Por ejemplo, mientras seis especies de helechos de Chile continental eran consideradas vulnerables en 1989, en 1997 fueron treinta y cuatro las especies incluidas en esta categoría (Rodríguez, 1989; Baeza *et al.*, 1998). Sin embargo, no se explicita el origen de la diferencia, que podría ser metodológica, si hubieran empleado criterios diferentes, o bien biológicas, si los helechos estuvieran aún más amenazados hoy que hace una década. Esto debería clarificarse y unificar los criterios empleados para clasificar especies según su estado de conservación.

Las categorías empleadas para clasificar las especies según su estado (extinta, en peligro, vulnerable, rara, indeterminada, inadecuadamente conocida) han sido ampliamente utilizadas, convirtiéndose en una herramienta valiosa para elaborar programas de conservación a escala nacional e internacional (Mace, 1995). Sin embargo, se ha cuestionado a este procedimiento por eventuales subjetividades y disparidad de criterios al clasificar a las especies en las diferentes categorías de conservación. Las diferencias de criterios podrían entonces enmascarar los verdaderos riesgos de extinción de las especies (Mace y Lande, 1991). No obstante, un análisis basado en información biológica independiente a los criterios empleados en los talleres, reforzaría la actual clasificación de aves y mamíferos de Chile central. En estas especies, el estado de conservación determinado en el taller de expertos (Glade, 1988) se correlaciona positivamente con estimaciones sobre el grado de sensibilidad de las especies frente a cambios de hábitat, basadas en atributos de historia de vida. Tal concordancia apoya las clasificaciones realizadas por consenso en el taller respectivo (Vásquez y Simonetti, 1999).

Las categorías empleadas actualmente en Chile han sido reemplazadas internacionalmente por un sistema de clasificación que considera las dos variables que más influyen en la probabilidad de sobrevivencia de una especie: la amplitud de su rango geográfico y su abundancia local y regional. Las categorías propuestas se basan en la probabi-

lidad de que una especie (o sus poblaciones locales) se extinga dentro de un período de tiempo específico en base a criterios cuantificables (Mace et al., 1992; IUCN, 2001). La Ley de Bases del Medio Ambiente, en su Artículo 37, Título II, Párrafo 4°, indica que mediante un reglamento se fijarán los criterios para clasificar las especies de flora y fauna en las categorías de conservación. Sin embargo, la Ley hace referencia explícita a las categorías derogadas y no a las actuales, por lo que debería modificarse. Además, dicho reglamento (por anacrónicas que sean las categorías a usar) aún no ha sido promulgado. Una reevaluación de este aspecto es mandataria para satisfacer los estándares internacionales para evaluar el estado de la biota. Sin embargo, en las reuniones organizadas por CONAMA y el Museo Nacional de Historia Natural se ha insistido en mantener las categorías antiguas. El argumento empleado para no adoptar las nuevas categorías ha sido la falta de información para clasificar a las especies (e.g., Yáñez, 1998). No obstante, ello no ha impedido evaluar grupos como los decápodos, donde once de las veinte especies de agua dulce evaluadas (55 por ciento) son consideradas como inadecuadamente conocidas (Bahamonde et al., 1998). Además, en las nuevas clasificaciones existe una categoría especial para aquellas especies con falta de información (“Data deficient”), categoría que permite evaluar no sólo a las especies, sino a la calidad y cantidad de la información disponible para realizar tales diagnósticos. El mantener las categorías antiguas disponiendo de categorías más objetivas, no parece justificado ni recomendable. De hecho, las recomendaciones respecto a adoptar las nuevas categorías estarían siendo recogidas, al menos parcialmente, en el futuro reglamento de clasificación de las especies en categorías de conservación (Marquet, 2000; Estades, 2001).

4.1.2.1 Estado de conservación a nivel de especies

Los talleres de expertos realizados por CONAF permitieron clasificar unas 2.000 especies de la biota chilena (Ormazábal, 1993). De un total de

684 especies de vertebrados terrestres analizadas, un 35 por ciento mostró problemas de conservación (Glade, 1988; cuadro 4.7). El grupo más afectado son los peces de agua dulce, donde sus 44 especies (100 por ciento), presentan problemas. Solamente dos taxa se habrían extinguido en Chile, una subespecie del roedor fosorial *Ctenomys magellanicus*, y el zarapito boreal *Numenius borealis* (Glade, 1988). Las aves son el grupo que tiene más especies con problemas (véase además Rottman y López-Callejas, 1992), seguido por el grupo mamíferos (véase además Cofré y Marquet, 1999).

De los vertebrados, sólo los peces marinos no han sido clasificados en términos de su estado de conservación. Con ello, un 40 por ciento de las especies de vertebrados chilenos ha sido clasificado, cifra que contrasta marcadamente con la evaluación de los invertebrados, pues sólo un 0,1 por ciento de ellos ha sido evaluado. El único grupo de invertebrados evaluados a la fecha son los decápodos de aguas continentales. De un total de veinte especies, tres son consideradas en peligro de extinción y otras seis serían vulnerables (Bahamonde et al., 1998). Trabajos más detallados, basados en información filogenética y biogeográfica, y recurriendo a las nuevas categorías de IUCN (2001), han propuesto que entre las especies y subespecies de *Aegla*, dos taxa (*A. conceptionensis* y *A. expansa*) estarían extintas en la naturaleza; otras tres estarían críticamente amenazadas (*A. laevis laevis*, *A. papudo* y *A. spectabilis*), y seis estarían vulnerables (*A. alacalufi*, *A. bahamondei*, *A. cholchol*, *A. hueicollensis*, *A. laevis talcahuano* y *A. manni*; Pérez-Losada et al., 2002b).

Un cinco por ciento de los líquenes tienen problemas de conservación, donde tres especies están en peligro de extinción, treinta son consideradas vulnerables, otras dieciséis son raras y ocho estarían insuficientemente conocidas (Quilhot et al., 1998). En los helechos de Chile continental, un 33 por ciento de las especies tienen problemas de conservación. De éstas, seis especies son consideradas en peligro de extinción, seis vulnerables y 29 raras. Un 40 por ciento de las especies con problemas de conservación son endémicas de Chile (Rodríguez, 1989). En las is-

CUADRO 4.7. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS VERTEBRADOS TERRESTRES DE CHILE.

	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces	Total
En peligro	15	10	1	6	18	50
Vulnerable	15	32	13	9	23	92
Rara	12	12	18	10	1	53
Amenaza indet.	2	0	0	0	0	2
Inadec. Conocida	7	18	13	6	2	46
Total con probl.	51	72	45	31	44	243
% clase con probl.	51	17	58	79	100	35
Extinta	1	1	0	0	0	2
Fuera de peligro	6	0	0	0	0	6

Fuente: Glade (1988).

CUADRO 4.8. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE ESPECIES CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN.

Región	Plantas	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces	Total
I	9	24	30	7	2	11	83
II	14	18	27	15	4	6	84
III	13	15	33	3	1	7	72
IV	22	17	33	11	4	10	97
V	26	20	48	14	4	16	128
RM	19	15	25	11	8	0	78
VI	16	17	37	10	6	17	103
VII	38	19	36	8	8	19	128
VIII	28	19	36	6	10	23	122
IX	22	18	36	3	10	22	111
X	13	20	37	2	11	22	107
XI	2	22	24	1	5	8	62
XII	15	26	24	4	1	6	76

Fuente: Glade (1988), Benoit (1989), Marticorena *et al.* (1995).• Para un análisis centrado en la flora de la IV Región, véase Squeo *et al.* (2001).

las de Juan Fernández, por su parte, de las 23 especies endémicas de helechos (de un total de 53 especies conocidas a la fecha), 10 (43 por ciento) son consideradas en peligro de extinción; cuatro (17 por ciento) son vulnerables, y nueve (40 por ciento) no tienen problemas de conservación (Ricci, 1996).

Para las dicotiledóneas arbóreas y arbustivas de Chile continental, un 6 por ciento (62 de cerca de 900 especies) presenta problemas de conservación. De éstas, 11 son calificadas en peligro de extinción; 20 como vulnerables y 31 como raras (Benoit, 1989). De estas 62 especies, 76 por cien-

to (47 especies) son endémicas (Marticorena *et al.*, 1995). La zona central, desde la IV a la IX Regiones, es donde se encuentra el mayor número de especies con problemas, probablemente asociados a la mayor concentración de población humana y actividades agroindustriales (Marticorena *et al.*, 1995; cuadro 4.8).

En Chile continental no se ha detectado la extinción de ninguna especie arbórea o arbustiva. En las Islas de Juan Fernández, sin embargo, dos especies se han extinguido, así como una especie en Rapa Nui. Además, de 88 especies de dicotiledóneas endémicas del Archipiélago de Juan Fernán-

dez, 77 tienen problemas de conservación, debido a la corta, ramoneo por ganado caprino y conejos (Stuessy *et al.*, 1992).

En cactáceas, de 167 taxa estudiados (especies y variedades tratadas simultáneamente), una variedad de *Neoporteria horrida* estaría extinta, en tanto el 21 por ciento (36 taxa) estaría en peligro de extinción, 53 por ciento (88 taxa) serían vulnerables, 10 por ciento serían raras (16 taxa), el 3 por ciento (5 taxa) estaría inadecuadamente conocido, y el 13 por ciento (21 taxa) no tendría problemas de conservación (Hoffmann y Flores, 1989).

En plantas monocotiledóneas de Chile continental, de 136 especies de geófitas, una estaría extinta, seis (4 por ciento) estaría en peligro de extinción, 40 (29 por ciento) serían vulnerables, 31 serían raras, otras 34 especies estarían insuficientemente conocidas y solamente 24 (18%) no tendrían problemas (Hoffmann, 1989). Otra herbácea, *Bromus mango*, que no ha sido incluida en ese análisis, está considerada extinta. Asimismo, de 30 taxa de bromeliáceas estudiadas, 17 (57 por ciento) estarían en peligro de extinción, tres serían raras, ocho serían insuficientemente conocidas y dos no tendrían problemas de conservación (Hoffmann y Flores, 1989).

El número de especies con problemas de conservación varía regionalmente. En general, las regiones centrales (V, VI, VII) y X contienen la mayor cantidad de especies con problemas (cuadro 4.8). Sin embargo, no todos los grupos tienen la mayor cantidad de especies con problemas en estas regiones. En mamíferos, las regiones I y XII; en aves, las regiones V, VI y X; en reptiles, las regiones II y V; en tanto en anfibios y peces dulceacuícolas, la mayor cantidad de especies con problemas está en la VIII, IX y X regiones (Glade, 1988; cuadro 4.8). Evaluaciones más detalladas del estado de la biota a nivel regional, como la realizada en la IV Región de Coquimbo (Squeo *et al.*, 2001) son indispensables para obtener un panorama más sólido del verdadero estado de conservación a diferentes escalas espaciales, desde el nivel comunal al nacional (Gärdenfors, 2001; Gärdenfors *et al.*, 2001).

El estado de conservación de la mayoría de la biota chilena no ha sido evaluado. Sin embargo, en casi todos ellos se reconoce que algunas —si no todas— las especies de diferentes grupos taxonómicos tienen problemas de conservación. No obstante, la falta de información o la ausencia de talleres de análisis específicos, ha impedido clasificar a estas especies (cf., Simonetti *et al.*, 1995).

4.1.2.2 Estado de conservación al nivel de ecosistemas

Las amenazas a la conservación de la diversidad biológica se expresan también a nivel de paisaje y ecosistemas. Por ejemplo, la deforestación y sustitución de bosques nativos en Chile central, conlleva la desaparición no solamente de especies restringidas a esta región, sino que además implica la desaparición del bosque maulino, una formación vegetacional propia del país, la cual está disminuyendo a una tasa de 8 por ciento anual (Grez *et al.*, 1997; Bustamante y Castor, 1998).

En términos de ecorregiones, once de las 12 (92 por ciento) ecorregiones terrestres tiene problemas de conservación. De estas, tres (25 por ciento) son consideradas en peligro, y dos de ellas, el bosque de lluvias invernales y el matorral, son ecorregiones endémicas (Dinerstein *et al.*, 1995; cuadro 4.9). Ocho ecorregiones (67 por ciento) son consideradas vulnerables, de las cuales una ecorregión, el Desierto de Atacama, es endémica (cuadro 4.9). De las 10 ecorregiones dulceacuícolas presentes en Chile, solamente dos no tienen problemas de conservación (Olson *et al.*, 1998; cuadro 4.10). Dos son consideradas en estado crítico, esto es, que el hábitat y biota original están restringidos a fragmentos pequeños y aislados, con bajas probabilidades de sobrevivir la próxima década si no reciben protección y restauración inmediata (Olson *et al.*, 1998). Estas son dos de las nueve (22 por ciento) consideradas en estado crítico en América Latina y el Caribe, siendo una de ellas, Chile mediterráneo norte, endémica del país (cuadro 4.10). Cuatro ecorregiones son consideradas en peligro, esto es, que su biota y hábitat remanente está restringido a fragmentos aislados

de diferentes tamaños con probabilidades medianas a bajas de persistir la próxima década sin recibir protección y restauración inmediata (Olson *et al.*, 1998). Estas cuatro ecorregiones representan el 9 por ciento de las 43 ecorregiones consideradas en peligro en América Latina y el Caribe. Dos ecorregiones son consideradas vulnerables, con su biota y hábitat remanente existiendo en porciones grandes de territorio, y con expectativas de persistir la próxima década porque reciben protección adecuada y restauración moderada. Estas dos regiones representan el 4 por ciento de

las ecorregiones consideradas vulnerables en América Latina y el Caribe. Finalmente, la ecorregión Archipiélago de Chonos es considerada como relativamente estable, lo que significa que posee alteraciones en partes pero no en todo su ámbito de distribución (Olson *et al.*, 1998). Esta ecorregión es una de las 13 consideradas relativamente estables en América Latina y el Caribe, mientras que la ecorregión Magallanes/Última Esperanza está considerada como relativamente intacta y es una de las tres en esta categoría a nivel continental (Olson *et al.*, 1998; cuadro 4.10).

CUADRO 4.9. ESTADO Y PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN DE LAS ECORREGIONES PRESENTES EN CHILE.

ECOSISTEMA	HÁBITAT	ECORREGIÓN	ESTADO	PRIORIDAD
Bosques de coníferas y bosques templados de hoja ancha	Bosque templado	Bosques de lluvia invernal de Chile	En peligro	Máxima prioridad regional
		Bosques templados de Valdivia	Vulnerable	Máxima prioridad regional
		Bosques Sub-polares <i>Nothofagus</i>	Vulnerable	Prioridad regional moderada
Pastizales, sabanas, matorrales	Pastizales montanos	Puna de los Andes centrales	Vulnerable	Máxima prioridad regional
		Puna húmeda Andes centrales	Vulnerable	Máxima prioridad regional
		Puna árida Andes centrales	Vulnerable	Máxima prioridad regional
		Estepa del Sur de los Andes	Estable	Importante a escala nacional
		Estepa de Patagonia	En peligro	Máxima prioridad regional
		Pastizales de la Patagonia	Vulnerable	Prioridad regional moderada
Formaciones xéricas	Matorrales mediterráneos	Matorral de Chile	en peligro	Máxima prioridad regional
	Desiertos y matorrales xéricos	Desierto de Sechura	Vulnerable	Prioridad regional moderada
		Desierto de Atacama	Vulnerable	Prioridad regional moderada

Fuente: Dinerstein *et al.* (1995)

CUADRO 4.10. ESTADO Y PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN DE LAS ECORREGIONES DULCEACUÍCOLAS PRESENTES EN CHILE

COMPLEJO	ECORREGIÓN	ESTADO	PRIORIDAD
Alto andino	Puna árida	Vulnerable	2
Atacama / Sechura	Desierto Atacama/Sechura	Crítico	3
Desierto Costero del Pacífico	Desierto costero del Pacífico	En peligro	3
Chile mediterráneo	Chile mediterráneo norte	Crítico	3
	Chile mediterráneo sur	En peligro	2
Islas Juan Fernández	Islas Juan Fernández	En peligro	3
Chile Sur	Valdiviana	Vulnerable	2
	Isla de Chiloé	En peligro	2
	Archipiélago de Chonos	Estable	3
	Magallanes / Última Esperanza	Intacto	4

Fuente: Olson *et al.* (1998)

Pese a que la mayoría de las especies de la biota chilena no han sido clasificadas en su estado de conservación, según dispone la Ley de Bases del Medio Ambiente, la información disponible claramente indica que una fracción importante de la diversidad biológica de Chile está en riesgo de desaparecer local o globalmente. Ello, por cuanto una fracción alta de sus especies está amenazada o en peligro de extinción, donde un número alto de ellas son especies endémicas. Asimismo, los ecosistemas –analizados a modo de ecorregiones– también se encuentran en estados críticos o vulnerables. De esta forma, la diversidad biológica de Chile podría empobrecerse como resultado de diversas acciones antrópicas. En la siguiente sección se presentan las respuestas institucionales a este problema.

4.2 CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Desde tiempos precolombinos la biota chilena ha estado sometida a diferentes presiones, las que, expresadas inicialmente como extracción para consumo y modificaciones de hábitat, se incrementaron en tipos e intensidad desde tiempos coloniales (Miller, 1980). Actualmente, las causas principales de amenaza a la biota nativa son la pérdida y modificación del hábitat, sea por destrucción o reemplazo de la vegetación nativa, o cambios en los patrones de uso de suelo, comercio y explotación ilegal, contaminación e introducción de organismos, entre otros (Espinoza et al., 1994; Simonetti et al., 1995).

4.2.1 Pérdida y modificaciones de hábitat

La pérdida y modificación de hábitat es una amenaza para organismos tan diferentes como hongos, helechos, mamíferos y aves (Simonetti et al., 1995). Por ejemplo, para 28 especies de mamíferos con problemas de conservación, la destrucción de hábitat es una causa principal, secundaria o probable en 18 casos (64 por ciento; Miller et al.,

1983). De igual forma, rapaces especialistas de bosque y humedales son afectadas negativamente por la destrucción de hábitats, en tanto otras que habitan hábitats más abiertos, han sido favorecidas por la reducción de cobertura arbórea (Jaksic y Jiménez, 1986). En áreas como Rapa Nui, la transformación de hábitats y su fauna asociada ha sido tan severa, que el valor heurístico de la biota de coleópteros para estudios de biogeografía y evolución ha sido drásticamente reducido (Desender y Baert, 1996). En Chile central, la modificación de hábitats por expansión agrícola y urbana podría haber causado la extinción de *Lepiota locaniensis* (Simonetti y Lazo, 1994). Por otra parte, la explotación de algunas especies representa asimismo una disminución del hábitat para otras. Por ejemplo, la pérdida de árboles maduros podría implicar la reducción de poblaciones de *Myrmelachista hoffmani*, hormiga especialista en vivir bajo cortezas de árboles (Hunt, 1973). De igual forma, la deforestación conlleva pérdida de hábitat para numerosas especies de líquenes. De hecho, 25 de las 30 especies de líquenes consideradas vulnerables estarían afectadas por pérdida o modificación de su hábitat (Quilhot et al., 1998). Entre organismos marinos, la explotación y reducción de las poblaciones de moluscos conlleva también una pérdida de hábitat para poblaciones de forónidos y braquiópodos, que viven horadando o fijos en las conchas de moluscos explotados comercialmente, como *Concholepas concholepas* y *Aulacomya ater* (Moyano, 1995 a, b).

La desertificación afecta a una fracción importante de la superficie del país. Producto del desmonte de vegetación, sobrepastoreo y otras actividades, han sido afectadas negativamente vastas áreas del territorio nacional, con pérdida local de especies y suelos productivos, como lo ejemplifica la zona del Norte Chico (Gobierno de Chile, 1980; véase el subcapítulo sobre suelos *para un detalle*). Por su parte, la deforestación y el reemplazo de bosques por plantaciones de especies exóticas es otra modificación del hábitat que afecta las poblaciones nativas (para un análisis detallado, véase el subcapítulo sobre bosques nativos). Solamente entre 1978 y 1987 se reemplazaron 48.600 ha de bosque nativo en las regiones VII y VIII, lo que equi-

vale al 9 por ciento de la superficie de bosques nativos en dichas regiones. De igual forma, este reemplazo implicó la desaparición del 31 por ciento (Lara *et al.*, 1996). La sustitución de bosques nativos conlleva tanto la pérdida de numerosas especies nativas, como efectos colaterales por la aplicación de insecticidas y rodenticidas, potenciando el efecto de la pérdida de hábitat (Lara *et al.*, 1996). Por ejemplo, comparado con bosques nativos, las plantaciones de *Pinus radiata* soportan significativamente menos especies de aves (Estades, 1994). Por otra parte, la fragmentación del bosque nativo tiene diversos efectos sobre la biodiversidad a nivel de composición y funcionamiento, los cuales son modulados en parte por el tipo de matriz que rodea los fragmentos (e.g., Wilson *et al.*, 1994; Estades y Temple, 1999; Grez *et al.*, 2002).

Para organismos dulceacuícolas, la extracción de agua dulce desde ríos y lagos, así como la contaminación de los mismos, pueden considerarse como modificaciones en la disponibilidad y calidad del hábitat. De hecho, estos factores son percibidos como problemas ambientales en numerosas regiones del país (Espinoza *et al.*, 1994) y se sindicaron como factores primordiales en afectar la sobrevivencia de peces y decápodos dulceacuícolas (Bahamonde *et al.*, 1998; Campos *et al.*, 1998).

La contaminación también es frecuentemente citada como un problema ambiental para los organismos marinos. La presencia de metales pesados y compuestos organoclorados ha sido detectada en organismos de moluscos, crustáceos, aves y cetáceos (e.g., Pantoja *et al.*, 1984; Ober *et al.*, 1987; Vermeer y Castilla, 1991; González *et al.*, 1998). Aun cuando existe evidencia de la toxicidad de la contaminación sobre los organismos marinos (e.g., Larraín *et al.*, 1998), se carece de un análisis para evaluar los efectos de la contaminación sobre la mayor parte de la biota chilena (véase un detalle en Jaksic y Ojeda, 1993).

4.2.2 Explotación de flora y fauna

La explotación es otra amenaza a la sobrevivencia de la diversidad biológica. La exportación legal de flora y fauna silvestre muestra que la ex-

plotación de la biota ha sido y podría continuar siendo un factor de reducción de las poblaciones nativas. En términos de exportaciones autorizadas, entre 1985 y 1993 se exportaron 86 millones de ejemplares de invertebrados y vertebrados terrestres nativos (Iriarte *et al.*, 1997; cuadro 4.11). Un 97 por ciento corresponde a insectos, particularmente larvas de lepidópteros. No obstante, se carece de información respecto al efecto de esta extracción sobre el estado de sus poblaciones (cf., Parra, 1995).

Los reptiles son el grupo más explotado, constituyendo el 86% de los vertebrados exportados en el período (Iriarte *et al.*, 1997; cuadro 4.11). Destaca que el volumen de reptiles legalmente exportados entre 1985 y 1993 equivale al total de especímenes de mamíferos nativos exportados (pieles y vivos) entre 1910 y 1993 (Iriarte y Jaksic, 1986; Iriarte *et al.*, 1997). A las cifras de ejemplares legalmente exportados debería agregarse los especímenes capturados ilegalmente. Por ejemplo, en la región austral se habrían explotado unos 8.800 delfines entre 1976 y 1979 (Cárdenas *et al.*, 1986). Sin embargo, pese a que se reconoce la existencia de cacería furtiva y explotación ilegal, se carece de antecedentes sólidos que permitan cuantificarla y estimar su impacto sobre la fauna nativa (Iriarte *et al.* 1997).

Las exportaciones de plantas -sean enteras o sus partes (incluyendo semillas y frutos)- hacia países como Alemania y los Estados Unidos de Norteamérica son crecientes. Bajo el acápite de plantas que posean “propiedades anestésicas, profilácticas o terapéuticas y usadas principalmente como medicamentos o como ingredientes de medicamentos (Commodity Code N° 1211908090)», entre 1991 y 1994 se exportaron a Alemania un promedio de 2.000 toneladas anuales, mientras que hacia EE.UU. se exportaron cerca de 0,8 toneladas por un valor de US\$ 1,4 millones (Lange, 1997; Robbins, 1997). Asimismo, existe fuerte demanda por productos como “palos de agua”, elaborados con los tallos de los cactus *Echinopsis* y *Eulychnia*. Solamente durante 1994, se exportaron 116.000 unidades a los Estados Unidos de Norteamérica, y el comercio se considera cre-

ciente. Estos tallos se obtienen de plantas silvestres, y la oferta natural de cactus muertos parece ser inferior a la demanda de tallos para realizar esta artesanía. El efecto de la extracción de estos cactus es desconocido (Sandison, 1995).

Los organismos marinos también han sido explotados comercialmente. Los invertebrados bentónicos por ejemplo, alcanzan volúmenes de desembarco cercanos a las 150.000 toneladas métricas anuales, correspondientes a unas 60 especies y un valor de exportación cercano a los US\$ 100 millones. En numerosas de las especies explotadas se han detectado claras señales de reducción de sus tamaños poblacionales (Castilla, 1994). Asimismo, la explotación podría estar afectando la diversidad genética de las especies (Gajardo *et al.*, 2002). De igual forma, algas, como las productoras de alginatos, han sido explotadas intensamente, afectando su abundancia como también aquella de la fauna asociada (e.g., Vásquez y Santelices, 1990; para más información véase capítulo 6 sobre Ecosistemas Marinos y del Borde Costero).

4.2.3. Introducción de especies

Las especies introducidas también son consideradas un factor de amenaza a la biota local. Un 4 por ciento de los vertebrados chilenos corresponde a especies introducidas al país, tales como *Xenopus laevis*, *Oryctolagus cuniculus* y *Callipepla californica* (Jaksic, 1998). Existe escasa información sobre los posibles efectos que podrían causar estas 24 especies invasoras, sobre la diversidad biológica nativa. Solamente para seis especies existe evidencia convincente sobre sus efectos negativos y positivos sobre la biota local (Jaksic, 1998). También se ha introducido al país numerosas especies vegetales, las cuales representan un 11 por ciento de la flora vascular de Chile continental, 40 por ciento en el Archipiélago Juan Fernández y un 75 por ciento en la flora de Rapa Nui (Marticorena, 1990). De éstas, cerca de 600 especies son consideradas malezas, cuyos efectos sobre la diversidad biológica nativa y los cultivos son variados, aun cuando no se han cuantificado (Matthei, 1995). No obstante, se presume que algunas de las espe-

cies introducidas constituyen amenazas significativas para la sobrevivencia de especies nativas, como *Pernettya rigida* (Anderson *et al.*, 2000). De igual forma, pese a la existencia de organismos transgénicos en el país, se carece de estudios sobre los posibles efectos sobre la diversidad local y la población humana (e.g., ODI, 1999; Manzur, 2000).

CUADRO 4.11 NÚMERO DE EJEMPLARES DE ESPECIES NATIVAS EXPORTADAS LEGALMENTE DESDE CHILE ENTRE 1985 A 1993.

GRUPOS INVERTEBRADOS	Número de ejemplares exportados
Insectos	83.886.610
Arañas	273.460
Escorpiones	5.435
Ciempis	323
Subtotal Invertebrados	84.165.828
VERTEBRADOS	
Anfibios	236.524
Reptiles	1.726.621
Aves	47.647
Mamíferos	8.305
Subtotal Vertebrados	2.019.097
TOTAL	86.195.825

Fuente: Iriarte *et al.* (1997).

Los factores mencionados, actuando por separado o en conjunto, afectan negativamente la sobrevivencia de las especies silvestres. El caso de la región de clima mediterráneo en Chile central es un ejemplo de ello. Aquí, el patrón de uso de la tierra para agricultura y ganadería genera múltiples modificaciones del hábitat que afectan la sobrevivencia de las especies. La tala de árboles y arbustos para construcción y carbón, más el uso de arbustos y hierbas nativas como forraje de ganado caprino genera una disminución de la cobertura vegetal e incrementa la erosión, modificándose el paisaje, como la degradación del bosque esclerófilo y sabana de Chile central (Fuentes, 1990). La apertura de la vegetación arbustiva por corta y ramoneo facilita el ingreso de lepóridos introducidos, los cuales en conjunto con el ganado caprino, impide la regeneración natural de la vegeta-

ción, generándose efectos sinérgicos en la degradación de la vegetación (Simonetti, 1983; Fuentes *et al.*, 1983). Además, la fauna ha sido o es cazada o perseguida. Actualmente, la región de clima mediterráneo puede considerarse un “punto caliente” en cuanto a diversidad biológica y su conservación (Arroyo *et al.*, 1999; Simonetti, 1999b). Para los vertebrados, esta región alberga más del 50 por ciento de las especies chilenas, el 50 por ciento de las especies endémicas y asimismo, el 50 por ciento de las especies amenazadas (Simonetti, 1999b). De las especies amenazadas, la destrucción del hábitat es considerada un factor causal para un 70 por ciento de las especies de mamíferos y un 85 por ciento de las especies de aves. La cacería es factor causal de amenaza para un 85 por ciento de los mamíferos y un 60 por ciento de las aves con problemas de conservación (Simonetti 1999). Este escenario muestra las complejas interacciones entre los factores que amenazan la conservación de especies y paisajes en Chile (e.g. Fuentes, 1990).

La abundancia poblacional y el rango geográfico de distribución de numerosas especies se han modificado, generalmente disminuyendo debido al efecto directo o indirecto de la alteración del hábitat y la explotación, los que son considerados, en general, como las causas más comunes que afectan las especies silvestres. A continuación, se presenta el estado de conservación de la biota chilena.

4.3 FACTORES Y POLÍTICAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Ya se ha dicho que la protección de la biodiversidad ha sido preocupación desde tiempos coloniales. Desde la disposición que prohibía la corta de los “montes del Rey” en las “tierras de los pinos en el Reino de Chile”, durante el siglo XVIII, hasta las actuales disposiciones legales, Chile ha dispuesto varios mecanismos para proteger su bio-

diversidad (Weber y González, 1974; Ormazábal, 1993; Jaksic y Ojeda, 1993). Actualmente, los organismos gubernamentales con atribuciones administrativas y legales en materia de protección y utilización sustentable de la biota nativa son la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y el Servicio Nacional de Pesca (SERNAP; Iriarte, 1997). La multiplicidad de organismos con competencia sobre biodiversidad, pero con escasa articulación entre ellos, así como una legislación amplia pero difusa e inorgánica, con carencia de recursos financieros y técnicos para reforzar el sistema de áreas protegidas y aumentar la información científico-técnica sobre la biota local, son situaciones detectadas como problemas importantes en la gestión de proteger y asegurar el uso de la diversidad biológica chilena (CONAMA, 1993). De la evidencia siguiente, se desprende que estos problemas continúan plenamente vigentes.

4.3.1 Disposiciones legales

A partir del decreto de 1859 que prohíbe la corta de bosques, específicamente de *Fitzroya cupressoides*, se han elaborado una multiplicidad de normas que regulan el acceso a la flora y fauna nacional, con objeto de protegerla y asegurar su uso sostenido (Ormazábal, 1993; Iriarte, 1997). Respecto a la flora, la Ley de Bosques (1931) y su Reglamento (1940), y el Decreto de Fomento Forestal (1974) regulan actualmente su utilización. Junto a estos tres cuerpos legales, y como parte del reglamento que acompaña la Ley de Bosques, existen normas que regulan la explotación de diferentes especies. Junto a estas normas, las disposiciones del Decreto de Protección Agrícola (1980) regulan la exportación de cualquier producto vegetal (Iriarte, 1997).

En el caso de la fauna, su uso posee una mayor regulación. El primer cuerpo legal que estableció normas sobre caza fue el Código Civil de 1888, el que no tuvo mayores efectos sobre la explotación de especies peleteras. Posteriormente, la Ley de Caza (1929), recientemente sustituida por una

nueva Ley de Caza (1996), restringe el acceso a los vertebrados terrestres. Actualmente, 440 de las 459 especies de aves están completamente protegidas por esta ley que incluye a grupos como anfibios y reptiles, prohibiendo su captura, comercialización y exportación. De las especies de vertebrados terrestres, sólo se permite la caza de 32 especies nativas (aves y mamíferos), y 21 especies introducidas (anfibios, aves y mamíferos). Sin embargo, organismos con creciente demanda como invertebrados, no han sido considerados en esta Ley. Los invertebrados marinos son cubiertos por la Ley de Pesca (1991). Para el caso de la protección de los recursos marinos, actualmente el SER-NAP regula los períodos de veda, los tamaños mínimos y cuotas de captura para algunas especies como peces, moluscos, crustáceos, equinodermos, y vertebrados marinos.

En cuanto a la protección del material genético, actualmente no existen normas que permitan regular su acceso o patentar el material genético de nuestras especies de flora y fauna silvestre (Iriarte 1997). La incorporación de conocimientos científico-técnicos en la elaboración de políticas públicas ha sido lenta, destacando la institucionalización del conocimiento ecológico de los sistemas bénticos en la Ley de Pesca y Acuicultura, en lo referente a los modos de explotación de los invertebrados bentónicos (Castilla y Fernández, 1998).

Chile ha suscrito la mayoría de los convenios internacionales sobre conservación ambiental y protección de la vida silvestre (Iriarte, 1997). Desde 1967 se han firmado ocho convenios, los que se han legalizado mediante decretos supremos o leyes específicas (cuadro 4.12). La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES), a la fecha incluye 115 especies de aves y mamíferos, restando aún por incorporar a los herpetozoos. El más reciente tratado internacional, la Convención sobre la Diversidad Biológica, aún no ha mostrado efectos prácticos sobre la conservación de nuestra biota. Pese a que fue suscrito en 1995, no se ha elaborado una estrategia nacional para la conservación de la biodiversidad y el uso sosten-

table de los recursos biológicos, como determina el segundo objetivo de la Convención; tampoco se han dispuesto las medidas pertinentes para ejecutar los restantes compromisos de la misma, los que se desarrollarían en el marco de la actual Agenda Ambiental 2002-2006, la que contempla generar los instrumentos necesarios para enfrentar la pérdida de biodiversidad (CONAMA, 2002).

4.3.2 Programas y actividades de conservación *ex situ*

En términos de conservación *ex situ*, el Jardín Botánico Nacional, administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) desde 1983, tiene como objetivos coleccionar, estudiar y reproducir plantas nativas para su conservación. En ese ámbito, el Jardín Botánico Nacional está cultivando ejemplares del 30% de las especies amenazadas y un 45% de las especies de la flora del Archipiélago de Juan Fernández, con objeto de re-introducirlas en las islas (Ricci, 1997). Junto al Jardín Botánico Nacional solamente existen otros dos jardines botánicos universitarios, pero tienen escaso apoyo e infraestructura, lo que les impide realizar una labor eficiente en la conservación de la flora nacional, lo que se evidencia al considerar, por ejemplo, que el Jardín Botánico Real de Edimburgo cultiva ejemplares de más de 500 especies de la flora chilena con fines de conservación (Rae et al., 1999). El apoyo a los escasos jardines nacionales parece una necesidad urgente (Ricci, 1999).

Junto a los jardines botánicos, existen además varias iniciativas privadas de conservación *ex situ*, incluyendo centros de rehabilitación de fauna, bancos de semillas y cultivo de flora nativa en viveros (Sepúlveda, 1998). La importancia relativa de ellos no ha sido evaluada.

Por otra parte, desde 1996 el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) es formalmente el curador general de los recursos fitogenéticos del país, cuyo objetivo es conservar los recursos fitogenéticos (Matus et al., 1997). Aun cuando el foco de esta curaduría está en plantas cultivadas

de interés agrícola, podría abarcar especies de árboles y arbustos nativos con usos actuales y potenciales, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad nacional (Cubillos, 1994; Matus et al., 1997). Deberían fomentarse los análisis de la

variabilidad genética de poblaciones *in-situ* y *ex-situ* con fines de propagación y reintroducción, como los realizados sobre *Berberidopsis corallina* (Etisham-UI-Haq et al., 2001).

CUADRO 4.12. CONVENIOS INTERNACIONALES DE VIDA SILVESTRE FIRMADOS POR CHILE.

CONVENCIÓN	Fecha	Referente legal
Convención para la protección de la Flora, de la Fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América	04/10/1967	D.S. 531
Convenio sobre el comercio Internacional de especies amenazadas de Fauna y Flora silvestres (CITES)	14/02/1975	D.L. 873
Convención Internacional para la regulación de la caza de ballenas	21/09/1979	D.S. 489
Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural	27/03/1980	D.L. 259
Convención relativa a las zonas húmedas de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR)	27/09/1980	D.L. 3485
Convenio para la conservación y manejo de la vicuña	16/12/1980	D.S. 3530
Convenio sobre la conservación de especies migratorias de la fauna silvestre	12/12/1981	D.S. 868
Convenio sobre la Diversidad Biológica	06/05/1995	D.S. 1963

Fuente: Iriarte, 1997

4.3.3 Programas y actividades de conservación *in situ*

La Ley de Bases del Medio Ambiente, en su Artículo 34, Párrafo 4°, Título II, indica que el Estado administrará un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, con la finalidad de “asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental”. En el país, con la creación de la Reserva Forestal Malleco, existen áreas protegidas desde 1907. A partir de esa fecha y hasta 1935 imperaron criterios de protección de bosques andinos, en tanto entre 1935 y 1945 se crearon doce unidades de conservación, incorporándose las islas oceánicas. El período entre 1958 y 1974 es de gran actividad, creándose 61 unidades entre parques y reservas (Weber y Gutiérrez, 1984). Desde entonces y hasta 1994, al haberse incorporado gran parte de los terrenos disponibles, el proceso se desacelera y se inicia una etapa de redefinición de las unidades, particularmente con la ley que crea el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE; 1984; Ormazábal, 1993). En mayo de 1999, el SNASPE comprendía 32 Parques Nacionales, 47 Reservas Nacionales, cubriendo más de

14 millones de hectáreas, ubicando a Chile entre los países con mayor cantidad de áreas protegidas en el mundo.

Las áreas silvestres protegidas del Estado enfrentan a lo menos tres problemas. Primero, pese a los esfuerzos desplegados, tienen una representación parcial y sesgada de las especies y ecosistemas nacionales. Esto es, algunas especies o ecosistemas (en términos de formaciones vegetacionales) con problemas de conservación se encuentran pobremente –o ausentes en casos– en unidades del SNASPE (Simonetti y Armesto, 1991; Mella y Simonetti, 1994; Luebert y Becerra, 1998). Segundo, las superficies provistas por diferentes unidades del SNASPE podrían ser insuficientes para mantener poblaciones viables de las especies protegidas, con la consecuente extinción local de las mismas y empobrecimiento de la biota que se pretende conservar (Simonetti y Mella, 1997). Tercero, las unidades del SNASPE son invadidas por especies exóticas y son usadas como fuente de recursos por pobladores locales. Esto ocurre, entre otros factores, por imprecisiones al establecerse o delimitarse las áreas protegidas, y la falta de recursos para un efectivo control y desarrollo

de alternativas para el uso de recursos naturales por los pobladores locales (Araya y Cunazza, 1992; Gutiérrez, 1992). Mientras las especies introducidas, incluyendo ganado doméstico, pueden afectar negativamente la regeneración de las especies protegidas al consumir sus frutos, por ejemplo, la extracción de leña por pobladores locales puede afectar la demografía y sobrevivencia de las especies arbóreas protegidas (e.g., Simonetti, 1998b; Henríquez y Simonetti, 2001). Si las áreas silvestres protegidas se han de consolidar como una sólida herramienta de conservación de la biodiversidad nacional, su gestión debería incluir tanto las variables biológicas como sociales, como forma de representar toda la biota, mantener poblaciones viables y contar con el apoyo de las comunidades aledañas (Simonetti, 1998b).

La representatividad parcial de especies y ecosistemas en el SNASPE ha sido recientemente abordada mediante un taller de expertos destinado a seleccionar áreas prioritarias para su conservación en función de su riqueza biológica, algunas de las cuales se han incorporado al SNASPE, tales como las Reservas Nacionales Altos de Lircay y Los Queules (Muñoz *et al.*, 1996). Además, la cobertura del SNASPE puede complementarse con el aporte de áreas silvestres protegidas privadas. En efecto, la Ley de Bases del Medio Ambiente, Artículo 35, Párrafo 4º, Título II, indica que el Estado incentivará la creación de áreas silvestres protegidas privadas. No obstante se carece de una normativa y reglamentación definida al respecto, y no se dispone de incentivo alguno para adquirir, crear y mantener áreas protegidas privadas que han tenido un notorio auge en los últimos años. Actualmente, sobre 400 mil hectáreas están siendo protegidas por agentes privados (García y Villarroel, 1998; Sepúlveda, 1998; Villarroel, 1998). La dedicación voluntaria, como expresión de filantropía ambiental, debería fortalecerse mediante incentivos apropiados de diversa índole (e.g., Villarroel, 2001). La falta de recursos para adquirir nuevas tierras e incorporarlas al SNASPE, hace que la cooperación público-privada sea una estrategia viable para ampliar la cobertura del SNASPE así como para aumentar la superficie de las unidades existentes, asegurándose una mejor protección de la biota nacional.

Tampoco se han explorado formal y detalladamente las posibilidades de generar incentivos económicos para fomentar la conservación *in-situ*, incluso fuera de áreas protegidas, por ejemplo, a través de proyectos forestales que combinen producción de bienes, como madera, servicios, absorción de carbono o turismo alternativo, y la mantención de especies silvestres (e.g. Gayoso y Schlegel, 2001; Figueroa y Alvarez, 2002; Simonetti y Acosta, 2002; Grez, en prensa). Además, certificaciones u otros beneficios por estas y otras medidas que fomenten la obtención de beneficios a la población chilena deberían fomentarse con objeto de asegurar la conservación del patrimonio biológico nacional.

4.4 CONCLUSIONES

Chile tiene una larga tradición de estudios y conservación de biodiversidad. Sin embargo, la diversidad biológica de Chile constituye un patrimonio nacional mal conocido y descuidado (Simonetti, 1998c). Pese a la importancia de la flora y fauna en diversos aspectos de la cultura nacional, además de su participación en la economía nacional como fuente de recursos y a pesar de las crecientes evidencias que esta biota enfrenta crecientes presiones que amenazan su sobrevivencia, Chile carece de una estrategia nacional que le permita completar el inventario de su biota y encarar su conservación en forma orgánica. Destaca la ausencia de una política pública destinada a satisfacer las condiciones necesarias para el conocimiento, uso y conservación de su biodiversidad. En contraste, y pese a la ausencia de normativas e incentivos, destacan las numerosas iniciativas privadas que generosamente dedican tiempo y recursos a conocer y conservar el patrimonio biológico nacional. La elaboración de una estrategia nacional que convoque los esfuerzos e intereses públicos y privados no debería esperar pues existe dicha disposición y el estado de la biota así lo requiere.

Entre el Informe País presentado en 1999 y los antecedentes expuestos en el actual informe hay muy limitados avances.

Los recursos derivados al estudio de la Diversidad Biológica están muy lejos de satisfacer la demanda de científicos y planificadores.

BIBLIOGRAFÍA

- Allnutt, T.R., A.C. Newton, A. Lara, A. Premoli, J.J. Armesto, R. Vergara y M. Gardner (1999). Genetic variation in *Fitzroya cupressoides* (alerce), a threatened South American conifer. *Molecular Ecology*, N° 8, pp. 975-987.
- Anderson, G. J.; G. Bernardello, P. Lopez, T.F. Stuessy y D.J. Crawford (2000). Dioecy and wind pollination in *Pernettya rigida* (Ericaceae) of the Juan Fernández Islands. *Botanical Journal of the Linnean Society*, N° 132, pp. 121-141.
- Araya, B. y M. Bernal (1995). Aves. En *Diversidad biológica de Chile* (J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada, editores). CONICYT, Santiago, pp. 350-360.
- Araya, B. y G. Millie (1998). *Guía de campo de las aves chilenas*. Editorial Universitaria, Santiago.
- Araya, P. y C. Cunazza (1992). Habitantes de los parques nacionales de Chile: características y problemas. En *¿Espacios sin habitantes? Parques nacionales de América del Sur* (S. Amend y T. Amend, editores). UICN & Editorial Nueva Sociedad, Caracas, pp. 139-158.
- Arroyo, M.T.K. y L. Cavieres (1997). The mediterranean type-climate flora of central Chile – what do we know and how can we assure its protection? *Noticiero de Biología*, N° 5, pp. 48-56.
- Arroyo, M.T.K., J.J. Armesto, F. Squeo y J. Gutiérrez (1993). Global change: the flora and vegetation of Chile. En *Earth system response to global change: contrasts between North and South America* (H.A. Mooney, E.R. Fuentes y B.I. Kronberg, editores). Academic Press, London, pp. 239-262.
- Arroyo, M.T.K., R. Rozzi, J.A. Simonetti, P. Marquet y M. Salaberry (1999). Central Chile. En *Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered ecoregions* (R.A. Mittermeier, N. Myers, P. Robles-Gil y C. Goetsch-Mittermeier, editores). Cemex, México, D.F., pp. 161-171.
- Arroyo, M.T.K., C. Donoso, R. Murúa, E. Pisano, R. Schlatter e I. Serey (1996). *Hacia un proyecto forestal ecológicamente sustentable: conceptos, análisis y recomendaciones*. Informe evacuado por la Comisión Científica Independiente del Proyecto Río Cóndor a Bayside, Ltd., EE.UU.
- Artigas, J. (1975). Introducción al estudio por computadora de las áreas zoogeográficas de Chile continental basado en la distribución de 903 especies de animales terrestres. *Gayana Miscelánea*, N° 4, pp. 1-25.
- Baeza, C. (2002). Una nueva especie sudamericana del género *Rytidosperma* (Poaceae: Arundinoideae: Dantho- nieae). *Novon*, N° 12, pp. 31-34.
- Baeza, M., E. Barrera, J. Flores, C. Ramírez y R. Rodríguez (1998). Categorías de conservación de Pteridophyta nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, N° 47, pp. 23-46.
- Bahamonde, N., A. Carvacho, C. Jara, M. López, F. Ponce, M.A. Retamal y E. Rucolph (1998). Categorías de conservación de decápodos nativos de aguas continentales de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, N° 47, pp. 91-100.
- Bailey, R.G. (1983). Delineation of ecosystem regions. *Environmental Management*, N° 7, pp. 365-373.
- Barros de Carvalho, C.J. y M.S. Couri (2002). Cladistic and biogeographic analyses of *Apsil Malloch* and *Reynoldsia Malloch* (Diptera: Muscidae) of southern South America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, N° 104, pp. 309-317.
- Belmonte, E., L. Faúndez, J. Flores, A. Hoffmann, M. Muñoz y S. Teiller (1998). Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, N° 47, pp. 68-89.
- Benavides, C.E., J.C. Ortiz y J.R. Formas (2002). A new species of *Telmatobius* (Anura: Leptodactylidae) from northern Chile. *Herpetologica*, N° 58, pp. 210-220.
- Benoit, I. editor (1989). *Libro rojo de la flora terrestre de Chile*. CONAF, Santiago.
- Brauner, S., D.J. Crawford y T.F. Stuessy (1992). Ribosomal and RAPD variation in the rare plant family Lactoridaceae. *American Journal of Botany*, N° 79, pp. 1436-1439.
- Bray, R.A. (2002). Three species of plagioporine opecoelids (Digenea), including a new genus and two new species, from marine fishes from off the coast of Chile. *Systematic Parasitology*, N° 51, pp. 227-236.
- Brieva, L.M. y J.R. Formas (2001). Allozyme variation and geographic differentiation in the Chilean leptodactylid frog *Batrachyla taeniata* (Girard, 1854). *Amphibia-Reptilia*, N° 22, pp. 413-420.
- Bustamante, R.O. y C. Castor (1998). The decline of an endangered temperate ecosystem: the ruil (*Nothofagus alessandrii*) forest in central Chile. *Biodiversity and Conservation*, N° 7, pp. 1607-1626.

- Campos, H., G. Dazarola, B. Dyer, L. Fuentes, J.F. Gavilán, L. Huaquín, G. Martínez, R. Meléndez, G. Pequeño, F. Ponce, V.H. Ruiz, W. Sielfeld, D. Soto, R. Vega e I. Vila (1998). Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, N° 47, pp. 101-122.
- Cárdenas, J., J. Oporto y M. Stutzin (1986). Problemas de manejo que afectan a las poblaciones de cetáceos en Chile: proposiciones para una política de conservación y manejo. *Resúmenes, 2° Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente*, CIPMA, Santiago.
- Carpenter, S., T. Frost, L. Persson, M. Power y D. Soto (1996). Freshwater ecosystems: linkage of complexity and processes. En *Functional roles of biodiversity: a global perspective* (H.A. Mooney, J.H. Cushman, E. Medina, E.O. Sala y E.-D. Schulze, editores). John Wiley & Sons, New York, pp. 299-325.
- Carrasco, B. (1998). *Patrones de variabilidad aloenzimática en raulí (Nothofagus alpina Poepp.et Endl.): efectos de su sistema de reproducción, distribución geográfica y última glaciación*. Tesis, Magister en Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
- Castilla, J.C., editor (1987). *Islas oceánicas chilenas: conocimiento científico y necesidades de investigación*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Castilla, J.C. (1994). The Chilean small-scale benthic fisheries and the institutionalization of new management practices. *Ecology International Bulletin*, N° 21, pp. 47-63.
- Castilla, J.C. y M. Fernández (1998). Small-scale benthic fisheries in Chile: on co-management and sustainable use of benthic invertebrates. *Ecological Applications*, N° 8, pp. S124-S132.
- Cofré, H. y P.A. Marquet (1999). Conservation status, rarity, and geographic priorities for conservation of Chilean mammals: an assessment. *Biological Conservation*, N° 88, pp. 53-68.
- CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente) (1993). *Propuesta de plan de acción nacional para la biodiversidad en Chile*. CONAMA, Santiago.
- CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente) (2002). *Agenda Ambiental 2002-2006*. CONAMA, Santiago.
- Contreras, L.C. y J.L. Yáñez (1995). Mamíferos. En *Diversidad biológica de Chile* (J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada, editores). CONICYT, Santiago, pp. 336-349.
- Crawford, D.J., T.F. Stuessy, M.B. Cosner, D.W. Haines, D. Wiens y P. Peñailillo (1994a). *Lactoris fernandeziana* (Lactoridaceae) on the Juan Fernández Islands: allozyme uniformity and field observations. *Conservation Biology*, N° 8, pp. 277-280.
- Crawford, D.J., T.F. Stuessy, T.G. Lammers, O.M. Silva y P. Pacheco (1994b). Allozyme variation and evolutionary relationships among three species of *Wahlenbergia* (Campanulaceae) in the Juan Fernández Islands. *Botanical Gazette*, N° 151, pp. 119-124.
- Cubillos, A. (1994). Recursos fitogenéticos de la biodiversidad chilena: una proposición de priorización para su preservación. *Simiente*, N° 64, pp. 229-235.
- Cuevas, C.C. y J.R. Formas (2002). *Telmatobius philippi*, una nueva especie de rana acuática de Ollagüe, norte de Chile (Leptodactylidae). *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 75, pp. 245-258.
- Chen, G. y M. Vincx (2000). Nematodes from the Strait of Magellan and the Beagle Channel (Chile): The genera *Cervonema* and *Laimella* (Comesomatidae: Nematoda). *Hydrobiologia*, N° 427, pp. 27-49.
- Desender, K. y L. Baert (1996). The Coleoptera of Easter Island. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Entomologie*, N° 66, pp. 27-50.
- Di Castri, F. (1968). *Biologie de l'Amerique Australe*. 4. *Esquisse écologique du Chili*. CNRS, Paris.
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder y G. Ledec (1995). *Una evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres de América Latina y el Caribe*. WWF y Banco Mundial, Washington, D.C.
- Ehrhart, C. (1998). *Senecio botijae* - eine neue Art aus Chile. *Sendtnera*, N° 5, pp. 29-34.
- Ehrhart, C. (2001). *Zephyra compacta* (Tecophylaeaceae): eine neue Art aus Chile. *Sendtnera*, N° 7, pp. 47-52.
- Espinoza, G., P. Gross y E.R. Hajek (1994). *Percepción de los problemas ambientales en las regiones de Chile*. CONAMA, Santiago.
- Estades, C.F. (1994). Impacto de la sustitución del bosque natural por plantaciones de *Pinus radiata* sobre una comunidad de aves en la Octava Región de Chile. *Boletín Chileno de Ornitología*, N° 1, pp. 8-14.

- Estades, C.F. (2001). Informe "Validación Técnica del Procedimiento Proyecto "Validación de Procedimientos Técnico-Administrativos para listar especies en categorías de Conservación". CONAMA, Santiago.
- Estades, C.F. y S.A. Temple (1999). Deciduous-forest bird communities in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations. *Ecological Applications*, N° 9, pp. 573-585.
- Etisham-UI-Haq, M., T.R. Allnutt, C. Smith-Ramírez, M.F. Gardner, J.J. Armesto, y A.C. Newton (2001). Patterns of genetic variation in *in* and *ex situ* populations of the threatened Chilean vine *Berberidopsis corallina*, detected using RAPD markers. *Annals of Botany*, N° 7, pp. 813-821.
- Faúndez, L. y J. Macaya (2000). Nuevos registros para la flora de Chile: *Magallana porifolia* Cav. (Tropaeolaceae), *Tristagma ameghinoi* (Speg.) Speg. y *Tristagma patagonicum* (Baker) Traub (Alliaceae). *Gayana Botánica*, N° 57, pp. 97-99.
- Feinsinger, P. (1996). Biodiversity knowledge in Chile: diagnosis and the first prescription. *Trends in Ecology and Evolution*, N° 4, pp. 451-452.
- Figuroa, E. y R. Alvarez (2002). Information technologies and "grassroot tourism": protecting native cultures and biodiversity in a global world. En *Tourism, biodiversity and information* (F. di Castri y V. Balaji, editores). Backhuys Publishers, Leiden, pp. 349-380.
- Formas, J.R. (1995) Anfibios. En *Diversidad biológica de Chile* (J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada, editores). CONICYT, Santiago, pp. 314-325.
- Formas, J.R., I. Northland, J. Capetillo, J.J. Núñez, C.C. Cuevas y L. Brievas (1999). *Telmatobius dankoi*, una nueva especie de rana acuática del norte de Chile (Leptodactylidae). *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 72, pp. 427-445.
- Fuentes, E.R. (1990). Landscape change in mediterranean-type habitats of Chile: patterns and processes. En *Changing landscapes: an ecological perspective*. Springer-Verlag (I.S. Zonneveld y R.T. Forman, editores), Springer-Verlag, New York, pp. 165-190.
- Fuentes, E.R. y F.M. Jaksic (1979). Lizards and rodents: an explanation for their relative species diversity. *Archivos de Medicina y Biología Experimental (Chile)*, N° 12, pp. 179-190.
- Fuentes, E.R., F.M. Jaksic y J.A. Simonetti (1983). European rabbits versus native rodents in central Chile: effects on shrub seedlings. *Oecologia*, N° 58, pp. 411-414.
- Fuentes, E.R., G. Montenegro, P.W. Rundel, M.T.K. Arroyo, R. Ginocchio y F. M. Jaksic (1995). Functional approaches to biodiversity in the mediterranean-type ecosystems of central Chile. En *Mediterranean-type ecosystems: the function of biodiversity* (G.W. Davis y D.M. Richardson, editores). Springer-Verlag, Berlin, pp. 185-232.
- Fuentes, E., C. Prado, J. Artigas, A. Lara, A. Hoffmann y A. Caviedes (1996). Ecosistemas y paisajes de Chile: una invitación a elaborar un sistema de clasificación jerárquico basado en factores limitantes. En *Libro rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile* (M. Muñoz, H. Núñez y J. Yáñez, editores). CONAF, Santiago, pp. 179-193.
- Fulthorpe, R.R., A.N. Rhodes y J.M. Tiedje (1996). Pristine soils mineralize 3-chlorobenzoate and 2,4-dichlorophenoxyacetate via different microbial populations. *Applied and Environmental Microbiology*, N° 62, pp. 1159-1166.
- Gajardo, G., J.M. Cancino y J.M. Navarro, Jorge (2002) Genetic variation and population structure in the marine snail *Chorus giganteus* (Gastropod: Muricidae), an overexploited endemic resource from Chile. *Fisheries Research*, N° 55, pp. 329-333
- Gajardo, R. (1994). *La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica*. Editorial Universitaria, Santiago.
- Galaz, J.L., J.C. Torres-Mura y J. Yáñez (1999). *Platolina genovensium* (Thomas 1928), un quiróptero nuevo para la fauna de Chile (Phyllostomatidae: Glossophaginae). *Noticiero Mensual, Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, N° 337, pp. 6-12.
- García, D. y P. Villarroel (1998). Las áreas silvestres protegidas de propiedad privada en la legislación chilena. *Ambiente y Desarrollo*, N° 14, pp. 21-32.
- Gärdenfors, U. (2001). Classifying threatened species at national versus global levels. *Trends in Ecology and Evolution*, N° 16, pp. 511-516.
- Gärdenfors, U., C. Hilton-Taylor, M. Mace y J.P. Rodríguez (2001). The application of IUCN Red List criteria at regional levels. *Conservation Biology*, N° 15, pp. 1206-1212.
- Gayoso, J. y B. Schlegel (2001). Una tarea pendiente: proyectos forestales para mitigación de gases de efecto invernadero. *Ambiente y Desarrollo*, N° 17, pp. 41-49.
- George, K. H. (2002). New phylogenetic aspects of the Crustaceans Huys (Copepoda, Harpacticoida), inclu-

- ding the description of a new genus from the Magellan region. *Vie et Milieu*, N° 52, pp. 31-41.
- Glade, A.A. editor (1988). *Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile*. CONAF, Santiago.
- Gobierno de Chile (1980). Desertification in the region of Coquimbo, Chile. En *Case studies on desertification* (J.A. Mabbutt y C. Floret, editores). UNESCO, Natural Resources Research XVII, pp. 52-114.
- González, E.R. y L. Watling (2001). Three new species of *Hyalella* from Chile (Crustacea: Amphipoda: Hyalellidae). *Hydrobiologia*, N° 464, pp. 175-199.
- González, F., M. Silva, E. Schalscha y F. Alay (1998). Cadmium and lead in a trophic marine chain. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, N° 60, pp. 112-118.
- Grau, J. (1999). Eine neue Art der Gattung *Alonsoa* (Scrophulariaceae) aus Chile. *Sendtnera*, N° 6, pp. 109-114.
- Grez, A.A. (en prensa). El valor de los fragmentos pequeños de bosque maulino en la conservación de la fauna de coleópteros epigeos. En *Biodiversidad de la Cordillera de la Costa* (C. Smith, J.J. Armesto y C. Valdovinos, editores.)
- Grez, A.A., P. Moreno y M. Elgueta (2002). Coleópteros (Insecta: Coleoptera) epigeos asociados al bosque maulino y plantaciones de pino aledañas. *Revista Chilena de Entomología*, en prensa.
- Grez, A.A., R.O. Bustamante, J.A. Simonetti y L. Fahrig (1997). Landscape ecology, deforestation, and habitat fragmentation: the case of the rui forest in Chile. En *Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America* (E. Salinas-Chávez y J. Middleton, editores). <http://www.brocku.ca/epilebk/grez.html>.
- Gutiérrez, D. (1992). Legislación chilena sobre parques nacionales: uso de los recursos naturales. En *¿Espacios sin habitantes? Parques nacionales de América del Sur* (S. Amend y T. Amend, editores). UICN & Editorial Nueva Sociedad, Caracas, pp. 159-172.
- Guzmán, G., W. Quilhot y D.J. Galloway (1990). Decomposition of species of *Pseudocyphellaria* and *Sticta* in a southern Chilean forest. *Lichenologist*, N° 22, pp. 325-331.
- Hajek, E.R., P. Gross y G. Espinoza (1990). *Problemas ambientales de Chile*. 2 vols., AID y Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Han, T., M. de Jeu, H. Van Eck y E. Jacobsen (2000). Genetic diversity of Chilean and Brazilian *Alstroemeria* species assessed by AFLP analysis. *Heredity*, N° 84, pp. 564-569.
- Hedin, L.O., J.J. Armesto y A.H. Johnson (1995). Patterns of nutrient loss from unpolluted, old-growth temperate forests: evaluation of biogeochemical theory. *Ecology*, N° 76, pp. 493-509.
- Henríquez, C.A. y J.A. Simonetti (2001). The effect of introduced herbivores upon an endangered tree, *Beilsh-miedia miersii* (Lauraceae). *Biological Conservation*, N° 98, pp. 67-76.
- Hodgson, C.J. y D.R. Miller (2002). A new genus and two new species of felt scales (Hemiptera: Coccoidea: Eriococcidae) from Chile, with comments on zoogeographical affinities between the eriococcid faunas of southern South America and New Zealand. *Systematic Entomology*, N° 27, pp. 191-209.
- Hoffmann, A.E. (1989). Sinopsis taxonómica de las geófitas monocotiledóneas chilenas y su estado de conservación. En *Libro rojo de la flora terrestre de Chile* (I. Benoit, editor). CONAF, Santiago, pp. 147-157.
- Hoffmann, A.E. y A.R. Flores (1989). El estado de conservación de las plantas suculentas chilenas: una evaluación preliminar. En *Libro rojo de la flora terrestre de Chile* (I. Benoit, editor). CONAF, Santiago, pp. 111-127.
- Holdridge, L.R. (1967). *Life zone ecology*. Tropical Science Center, San José.
- Hunt, J.H. (1973). *Comparative ecology of ant communities in mediterranean regions of California and Chile*. Tesis doctoral, Universidad de California, Berkeley.
- Insunza, V.; E. Aballay y J. Macaya (2001). *In vitro* nematocidal activity of aqueous plant extracts on Chilean populations of *Xiphinema americanum sensu lato*. *Nematropica*, N° 31, pp. 47-54.
- Iriarte, A. (1997). Regulaciones al acceso a los recursos biológicos en Chile: un desequilibrio entre flora y fauna silvestre. *Noticiero de Biología*, N° 5, pp. 92-97.
- Iriarte, J.A. y F.M. Jaksic (1986). The fur trade in Chile: an overview of seventy-five years of export data (1910-1984). *Biological Conservation*, N° 38, pp. 243-253.
- Iriarte, J.A., P. Feinsinger y F.M. Jaksic (1997). Trends in wildlife use and trade in Chile. *Biological Conservation*, N° 81, pp. 9-20.

- Ituarte, C.F. (1999). *Pisidium chilense* (d'Orbigny, 1846) and new species of *Pisidium* C. Pfeiffer, 1821 from southern Chile (Bivalvia, Sphaeriidae). *Zoosystema*, N° 21, pp. 249-257.
- IUCN (2001). *IUCN Red list categories*. <http://RLcategories/www.iucn.org/themes/ssc/redlists/RLcategories2000.htm>.
- Jaksic, F.M. (1998). Vertebrate invaders and their ecological impacts in Chile. *Biodiversity and Conservation*, N° 7, pp. 1427-1445.
- Jaksic, F.M. y J.E. Jiménez (1986). The conservation status of raptors in Chile. *Birds of Prey Bulletin*, N° 3, pp. 95-104.
- Jaksic, F. y F.P. Ojeda (1993). Estándares secundarios de calidad ambiental. En *Medio ambiente en desarrollo* (R. Katz y G. del Fávero, editores). Centro de Estudios Públicos, Santiago, pp. 389-423.
- Klingenberg, L. (1997). *Haplopapus nahuelbutae* – eine neue Art aus Chile. *Sendtnera*, N° 4, pp. 175-180.
- Lambrot, M. y E. Alvarez-Sarret (1993). Karyotypic variation within and between populations of *Liolaemus monticola* (Tropiduridae) separated by the Maipo River in the coastal range of central Chile. *Herpetologica*, N° 49, pp. 435-449.
- Lange, D. (1997). Trade in plant material for medicinal and other purposes: a German case study. *Traffic Bulletin*, N° 16, pp. 21-32.
- Lara, A., C. Donoso y J.C. Aravena (1996). La conservación del bosque nativo en Chile: problemas y desafíos. En *Ecología de los bosques nativos de Chile* (J.J. Armesto, C. Villagrán y M.K. Arroyo, editores). Editorial Universitaria, Santiago, pp. 335-361.
- Larraín, A. (1995). Biodiversidad de equinodermos chilenos: estado actual del conocimiento y sinopsis biosistémica. *Gayana Zoológica*, N° 59, pp. 73-96.
- Larraín, A., E. Soto y E. Bay-Schmith (1998). Assessment of sediment toxicity in San Vicente Bay, central Chile, using the amphipod *Ampelisca araucana*. *Bulletion of Environmental Contamination and Toxicology*, N° 61, pp. 363-369.
- León, P. y A. Cubillos (1997). Identificación y valoración de los recursos fitogenéticos de Chile. *Noticiero de Biología*, N° 5, pp. 57-61.
- Lizama, C., M. Monteoliva-Sánchez, A. Suárez-García, R. Roselló-Mora, M. Aguilera, V. Campos y A. Ramos-Cromenzana (2002). *Halorubrum tebenquichense* sp. nov., a novel halophilic archaeon isolated from the Atacama Saltern, Chile. *Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, N° 52, pp. 149-155.
- Luebert, F. y P. Becerra (1998). Representatividad vegetacional del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en Chile. *Ambiente y Desarrollo*, N° 14, pp. 62-69.
- Macaya, J., L. Faúndez y M.T. Serra (1999). *Lactuca virosa* (Asteraceae), nuevo registro para la flora adventiva de Chile. *Gayana Botánica*, N° 56, pp. 141-143.
- Mace, G.M. (1995). Classification of threatened species and its role in conservation planning. En *Extinction rates* (J.H. Lawton y R.M. May, editores), Oxford University Press, New York, pp. 197-213.
- Mace, G.M. y R. Lande (1991). Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species categories. *Conservation Biology*, N° 5, pp. 148-157.
- Mace, G., N. Collar, J. Cooke, K. Gaston, J. Ginsberg, N. Leader-Williams, M. Maunier y E.J. Milner-Gulland (1992). The development of new criteria for listing species on the IUCN Red List. *Species*, N° 19: 16-22.
- Manzur, M.I. (2000). Organismos genéticamente modificados (II): contexto global y situación en Chile. *Ambiente y Desarrollo*, N° 16, pp. 48-55.
- Marquet, P. (2000). Informe "Proyecto Elaboración del Anteproyecto de reglamento que fija los Procedimientos para la Clasificación de Especies de Flora y Fauna Silvestres en Categorías de Conservación". CONAMA, Santiago.
- Martcorena, A. (2000). *Urocarpidium albiflorum* Ulbr. (Malvaceae): nuevo registro para la flora de Chile. *Gayana Botánica*, N° 57, pp. 187-189.
- Martcorena, C. (1990). Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica*, N° 47: 85-113.
- Martcorena, C. y R. Rodríguez, editores (1995). *Flora de Chile*. Vol. 1. Universidad de Concepción, Concepción.
- Martcorena, C. y R. Rodríguez, editores (2001). *Flora de Chile*. Vol. 2. Universidad de Concepción, Concepción.
- Martcorena, C. y C. Villagrán (2000). *Lampaya hieronymi* Moldenke (Verbenaceae), nueva especie para la flora de Chile. *Gayana Botánica*, N° 57, pp. 157-159.

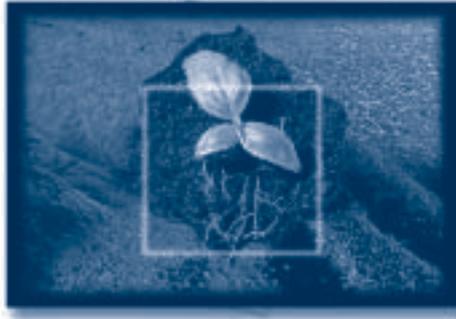
- Martcorena, C., C. von Bohlen, M. Muñoz y M.T.K. Arroyo (1995). Dicotiledóneas. En *Diversidad biológica de Chile* (J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada, editores). CONICYT, Santiago, pp. 77-89.
- Martcorena, C., O. Matthei, M.T.K. Arroyo, M. Muñoz, R.A. Rodríguez, F. Squeo, y G. Arancio (1998). Nuevas citas para la flora de Chile, basadas en colecciones de la Segunda Región. *Gayana Botánica*, N° 55, pp. 17-21.
- Matthei, O. (1995). *Manual de las malezas que crecen en Chile*. Alfabet, Santiago.
- Matthei, O., C. Martcorena, R. Rodríguez, M.K. Arroyo, M. Muñoz, F.A. Squeo, y G. Arancio (1997). Nuevas citas y nuevas combinaciones en Poaceae para la flora de Chile. *Gayana Botánica*, N° 54, pp. 189-192.
- Matus, I., I. Seguel, A. Cubillos, P. León y A. Pezoa (1997). Curaduría de los recursos fitogenéticos de Chile. *Noticiero de Biología*, N° 5, pp. 65-67.
- Mella, J.E. y J.A. Simonetti (1994). Conservación de mamíferos en las áreas silvestres protegidas de Chile. *Ambiente y Desarrollo*, N° 10, pp. 72-78.
- Mella, J.E., J.A. Simonetti, A.E. Spotorno & L.C. Contreras (2002). Diversidad y conservación de los mamíferos chilenos. En *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales* (G. Ceballos & J.A. Simonetti, editores). Fondo de Cultura Económica, México D.F., pp. 151-183.
- Mendoza, L., M. Wilkens y A. Urzúa (1997). Antimicrobial study of the resinous exudate and of dipterpenoids and flavonoids from some Chilean *Pseudognaphalium* (Asteraceae). *Journal of Ethnopharmacology*, N° 58, pp. 85-88.
- Miller, S. (1980). *Human influences on the distribution and abundance of wild Chilean mammals: prehistoric-present*. Tesis Doctoral, Universidad de Washington, Seattle.
- Miller, S.D., J. Rottmann, K.J. Raedeke y R.D. Taber (1983). Endangered mammals of Chile: status and conservation. *Biological Conservation*, N° 25, pp. 335-352.
- Mitchell, A. D. y S.J. Wagstaff (2000). Phylogeny and biogeography of the Chilean *Pseudopanax laetevirens*. *New Zealand Journal of Botany*, N° 38, pp. 409-414.
- Moore, R. (1998) Descripción de una quinta especie nueva para Chile del género *Mastogenius* Soler para Chile: *Mastogenius lizalerae* n. sp. (Coleoptera; Buprestidae). *Gayana Zoología*, N° 62, pp. 61-64.
- Moraga-Rojel, J.R. (1992) Biodiversity conservation in Chile: policies and practices. *ACTS Biopolicy International Series*, N° 6, pp. 1-20.
- Morrone, J.J. (2000). Delimitation of the Central Chilean subregion and its provinces, based mainly on Arthropod taxa. *Biogeographica*, N° 76, pp. 97-106.
- Moyano, H. (1995 a). Phoronida. En *Diversidad biológica de Chile* (J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada, editores). CONICYT, Santiago, pp. 156-157.
- Moyano, H. (1995 b). Braquiopoda. En *Diversidad biológica de Chile* (J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada, editores). CONICYT, Santiago, pp. 158-162.
- Muñoz, G. M. George-Nascimento (2002). *Spiracanthus bovichthys* n. gen. n. sp. (Acanthocephala: Arhythmacanthidae), a parasite of littoral fishes of the central south coast of Chile. *Journal of Parasitology*, N° 88, pp. 141-145.
- Muñoz, M. (2000). Novedades en la familia Alstroemeriaceae. *Gayana Botánica*, N° 57, pp. 55-59.
- Muñoz, M., H. Núñez y J. Yáñez, editores (1996). *Libro rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile*. CONAF, Santiago.
- Muñoz-Schick, M. (1995). Revisión del género *Cristaria* (Malvaceae) en Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, N° 45, pp. 45-110.
- Muñoz-Schick, M., R. Pinto, A. Mesa y A. Moreira-Muñoz (2001). "Oasis de neblina" en los cerros costeros del sur de Iquique, región de Tarapacá, durante el evento El Niño 1997-1998. *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 74, pp. 389-405.
- Noss, R.F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, N° 4, pp. 355-364.
- Núñez, H., V. Maldonado y R. Pérez (1998). Reunión de trabajo con especialistas en Herpetología para categorización de especies según estado de conservación. *Noticiero Mensual, Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, N° 329, pp. 12-19.
- Ober, A.G., M. González e I. Santa María (1987). Heavy metals in molluscan, crustacean, and other commercially important Chilean marine coastal water species. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, N° 38, pp. 534-539.
- Oberdorfer, E. (1960) Pflanzensoziologische studien in Chile. *Flora et Vegetatio Mundi*, N° 2, pp. 1-208.

- ODI (Overseas Development Institute) (1999). The debate on genetically modified organisms: relevance for the South. *Overseas Development Institute, Briefing Paper*, N° 1999 (1), pp. 1-4.
- Olson, D., E. Dinerstein, P. Canevari, I. Davidson, G. Castro, V. Morisset, R. Abell y E. Toledo, editores (1998). *Freshwater biodiversity of Latin America and the Caribbean: a conservation assessment*. Biodiversity Support Program, Washington, D.C.
- Ormazábal, C.S. (1993). The conservation of biodiversity in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 66, pp. 383-402.
- OTA (U.S. Congress, Office of Technological Assessment) (1987) *Technologies to maintain biological diversity*. OTA-F-300. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Pantoja, S., L. Pastene, J. Becerra, M. Silva y A. Gallardo (1984). DDTs in Balaenopterids (Cetaceae) from the Chilean coast. *Marine Pollution Bulletin*, N° 15, pp. 451-454.
- Parra, L.E. (1995). Lepidóptera. En *Diversidad biológica de Chile* (J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada, editores). CONICYT, Santiago, pp. 269-279.
- Patterson, B.D. 1992. A new genus and species of long-clawed mouse (Rodentia: Muridae) from temperate rainforests of Chile. *Zoological Journal of the Linnean Society*, N° 106, pp. 127-145.
- Pequeño, G. (1998) Ictogeografía marina y patrimonio natural de Chile. En *De patrias, territorios, identidades y naturaleza* (M.A. Salazar y P. Videgain, editores). DIBAM, Santiago, pp. 121-147.
- Pérez-Losada, M., C.G. Jara, G. Bond-Buckup y K.A. Crandall (2002a). Conservation phylogenetics of Chilean freshwater crabs *Aegla* (Anomura, Aeglidae): assigning priorities for aquatic habitat protection. *Biological Conservation*, N° 105, pp. 345-353.
- Pérez-Losada, M., C.G. Jara, G. Bond-Buckup y K.A. Crandall (2002b). Phylogenetic relationships among the species of *Aegla* (Anomura: Aeglidae) freshwater crabs from Chile. *Journal of Crustacean Biology*, N° 22, pp. 304-313.
- Quilhot, W., I. Pereira, G. Guzmán, R. Rodríguez e I. Serey (1998). Categorías de conservación de líquenes nativos de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, N° 47, pp. 9-22.
- Rae, D., F. Massardo, M. Gardner, R. Rozzi, P. Baxter, J. Armesto, A. Newton y L. Cavieres (1999). Los jardines botánicos y la valoración de la flora de los bosques nativos de Chile. *Ambiente y Desarrollo*, N° 15, pp. 60-70.
- Ramírez, M.E. (1995) Algas marinas bentónicas. En *Diversidad biológica de Chile* (J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada, editores). CONICYT, Santiago, pp. 38-47.
- Ravenna, P., S. Teiller, J. Macaya, R. Rodríguez y O. Zöllner (1998). Categorías de conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, N° 47, pp. 47-68.
- Ray, C.G., B.P. Hayden y R. Dolan (1984). Development of a biophysical coastal and marine classification system. En *National parks, conservation, and development: the role of protected areas in sustaining society* (J.A. McNeely y K.R. Miller, editores). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., pp. 39-46.
- Reyes, J.C., K. van Waerebeek, J.C. Cárdenas y J.L. Yáñez (1996). *Mesoplodon bahamondi* sp. n. (Cetacea, Ziphiidae), a new living beaked whale from the Juan Fernández Archipiélago, Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, N° 45, pp. 31-44.
- Ricci, M. (1996). Variation in the distribution and abundance of the endemic flora of Juan Fernández islands, Chile. Pteridophyta. *Biodiversity and Conservation*, N° 5, pp. 1521-1532.
- Ricci, M. (1997). Chilean oceanic islands: conservation in the Jardín Botánico Nacional. *Proceedings, 4th International Botanic Gardens Conservation Congress*, Perth, pp. 99-100.
- Ricci, M. (1999). La conservación en jardines botánicos: una necesidad urgente en Chile. *Ambiente y Desarrollo*, N° 15, pp. 71-72.
- Ricci, M. y L. Eaton (1994). The rescue of *Wahlebergia larrainii* in Robinson Crusoe Island, Chile. *Biological Conservation*, N° 68, pp. 89-93.
- Ricci, M. y L. Eaton (1997). Do all existing *Sophora toromiro* descend from one individual? *Biodiversity and Conservation*, N° 6, pp. 1697-1702.
- Rick, C.M. y R.T. Chetelat (1995) Utilization of related wild species for tomatoe improvement. *Acta Horticulturae*, N° 412, pp. 21-38.
- Rojas, V. (1999). *Parietaria judaica* L. (Urticaceae), nuevo registro para la flora advena de Chile. *Gayana Botánica*, N° 56, pp. 137-139.

- Robbins, C. (1997) US medicinal plant trade studies. *Traffic Bulletin*, N° 16, pp. 121-125.
- Rodríguez, M.A. (1998) Una nueva especie del género *Scriptania* Hampson para Chile (*Scriptania inexpectata* n. sp.) (Lepidoptera: Noctuidae: Hadeninae). *Gayana Zoología*, N° 62, pp. 135-138.
- Rodríguez, R. (1989). Pteridophyta de Chile continental amenazados de extinción. En *Libro rojo de la flora terrestre de Chile* (I. Benoit, editor). CONAF, Santiago, pp. 123-139.
- Rodríguez, R. (1995) Pteridophyta. En *Diversidad biológica de Chile* (J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada, editores). CONICYT, Santiago, pp. 58-65.
- Roig-Junent, S. (2000). The subtribes and genera of the tribe Broscini (Coleoptera: Carabidae): cladistic analysis, taxonomic treatment, and biogeographical considerations. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, N° 255, pp. 1-83.
- Rottmann, J. y M.V. López-Callejas (1992). Estrategia nacional de conservación de aves. SAG, DIPROREN, Serie Técnica, N° 1, pp. 1-16.
- Rozbaczylo, N. y J.A. Simonetti (2000). Diversity and distribution of Chilean benthic marine polychaetes: state-of-the art. *Bulletin of Marine Sciences*, N° 67, pp. 359-372.
- Rundel, P.W. y J.W. Neel (1978). Nitrogen fixation by *Trevoa trinervis* (Rhamnaceae) in the Chilean matorral. *Flora*, N° 167, pp. 127-132.
- Sandison, M.S. (1995). The international trade in rainsticks. *Traffic Bulletin*, N° 15, pp. 129-132.
- Santana, M. y J. Cañete (2001). Antecedentes biológicos para el cultivo del caracol marino *Trophon geversianus* (Pallas 1774) (Gastropoda: Muricidae) en Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia*, N° 29, pp. 105-115.
- Sarno, R.J., W.L. Franklin, S.J. O'Brien y W.E. Johnson (2001). Patterns of mtDNA and microsatellite variation in an island and mainland population of guanacos in southern Chile. *Animal Conservation*, N° 4, pp. 93-101.
- Sepúlveda, C. (1998). Las iniciativas privadas en conservación de la biodiversidad implementadas en Chile. *Ambiente y Desarrollo*, N° 14, pp. 53-64.
- Simonetti, J.A. (1983). Effect of goats upon native rodents and European rabbits in the Chilean matorral. *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 56, pp. 27-30.
- Simonetti, J.A. (1994). Threatened biodiversity as an environmental problem in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 67, pp. 315-319.
- Simonetti, J.A. (1997). Biodiversity and a taxonomy of Chilean taxonomists. *Biodiversity and Conservation*, N° 6, pp. 633-637.
- Simonetti, J.A. (1998a). Networking and Iberoamerican biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution*, N° 13, pp. 337.
- Simonetti, J.A. (1998b). Áreas silvestres protegidas: ¿protegidas y protectoras?. En *Diversidad biológica y cultura rural en la gestión ambiental del desarrollo* (F. Díaz-Pineda, J.M. de Miguel y M.A. Casado, editores). Mundi-Prensa, Madrid, pp. 123-131.
- Simonetti, J.A. (1998b). El patrimonio biológico nacional: bienes desconocidos y descuidados. En *De patrias, territorios, identidades y naturaleza* (M.A. Salazar y P. Vi-degain, editores). DIBAM, Santiago, pp. 17-30.
- Simonetti, J.A. (1999a). On the size of the Chilean flora (a speculation). *Journal of Mediterranean Ecology*, N° 1, pp. 129-132.
- Simonetti, J.A. (1999b). Diversity and conservation of terrestrial vertebrates in mediterranean Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 72, pp. 493-500.
- Simonetti, J.A. y G. Acosta (2002). Conservando biodiversidad en tierras privadas: el ejemplo de los carnívoros. *Ambiente y Desarrollo*, N° 18, pp. 51-54.
- Simonetti, J.A. y J.J. Armesto (1991). Conservation of the temperate ecosystems in Chile: coarse versus fine filter approaches. *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 64, pp. 615-626.
- Simonetti, J.A. y W. Lazo (1994). *Lepiota locaniensis*, an extinct Chilean fungus. *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 67, pp. 351-352.
- Simonetti, J.A. y J.E. Mella (1997). Park size and the conservation of Chilean mammals. *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 73, pp. 213-220.
- Simonetti, J.A. y E. Rivera-Milla (en prensa). Conocimiento de la fauna chilena. En *La diversidad biológica de Iberoamérica*, vol. 5 (G. Halffter y J.A. Simonetti, compiladores). Acta Zoológica Mexicana, nueva serie.
- Simonetti, J.A. M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada, editores (1995). *Diversidad biológica de Chile*. CONICYT, Santiago.

- Sittenfeld, A., G. Tamayo, V. Nielsen, A. Jiménez, P. Hurtado, M. Chinchilla, O. Guerrero, M.A. Mora, M. Rojas, R. Blanco, E. Alvarado, J.M. Gutiérrez y D.H. Janzen (1999). Costa Rican International Cooperative Biodiversity Group: using insects and other arthropods in biodiversity prospecting. *Pharmaceutical Biology*, N° 37 (Supplement S), pp. 55-68.
- Spinelli, G.R. y M.M. Ronderos (2001). First record of the genus *Bezzia* in Chile, with a description of a new species of the *venustula* group (Diptera: Ceratopogonidae). *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 74, pp. 751-754.
- Spotorno, A.E., H. Cofré, G. Manríquez, Y. Vilina, P.A. Marquet y L.I. Walker (1998). Una nueva especie de *Loxodontomys*, otro mamífero filotino en los Andes de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 71, pp. 359-373.
- Squeo, F.A., G. Arancio y J.R. Gutiérrez (2001). *Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo*. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena.
- St. Pierre, P. y G. Davis (1998). Observaciones ornitológicas en el Monumento Natural Laguna de los Cisnes, Tierra del Fuego: nuevo registro del pimpollo tobiano (*Podiceps gallardoi*) en Chile. *Boletín Chileno de Ornitología*, N° 5, pp. 28-29.
- Stchigel, A.M., M. Caldich y J. Guarro (2002). A new species of *Podospora* from the soil in Chile. *Mycologia*, N° 94, pp. 555-558.
- Stuessy, T.F., C.M. Marticorena, R. Rodríguez, D.J. Crawford y M. Silva (1992). Endemism in the vascular flora of the Juan Fernández islands. *Aliso*, N° 13, pp. 297-307.
- Thayer, M.K. (2000). Glypholoma larvae at last: Phylogenetic implications for basal Staphylinidae? (Coleoptera: Staphylinidae: Glypholomatinae). *Invertebrate Taxonomy*, N° 14, pp. 741-754.
- Udvardy, M.D.F. (1975). A classification of biogeographical provinces of the world. *IUCN Occasional Paper*, N° 18.
- Urzúa, A., R. Torres, M. Muñoz y Y. Palacios (1995). Comparative antimicrobial study of the resinous exudate of some Chilean *Haplopappus* (Asteraceae). *Journal of Ethnopharmacology*, N° 45, pp. 71-74.
- Vásquez, J.A. y B. Santelices (1990). Ecological harvesting of *Lessonia* (Laminariales, Phaeophyta) in central Chile. *Hydrobiologia*, N° 204/205, pp. 41-47.
- Vásquez, R.A. y J.A. Simonetti (1999). Life history traits and sensitivity to landscape change: the case of birds and mammals of mediterranean Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, N° 72, pp. 517-525.
- Véliz, D., C. Guisado y F.M. Winkler (2001). Morphological, reproductive, and genetic variability among three populations of *Crucibulum quiriquinae* (Gastropoda: Calyptraeidae) in northern Chile. *Marine Biology*, N° 139, pp. 527-534.
- Veloso, A., J.C. Ortiz, J. Navarro, H. Núñez, P. Espejo y M.A. Labra (1995). Reptiles. En *Diversidad biológica de Chile* (J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Losada, editores). CONICYT, Santiago, pp. 326-335.
- Veermer, K. y J.C. Castilla (1991). High cadmium residues observed during a pilot study in shorebirds and their prey downstream from the El Salvador Copper Mine, Chile. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, N° 46, pp. 242-248.
- Villarroel, P. (1998). Cooperación público-privada para la conservación de la biodiversidad. *Ambiente y Desarrollo*, N° 14, pp. 65-72.
- Villarroel, P. (2001). Las áreas silvestres protegidas privadas como experiencia de filantropía ambiental. *Ambiente y Desarrollo*, N° 17, pp. 90-93.
- Vuilleumier, F. (1997). A probable short-billed dowitcher (*Limnodromus griseus*, Scolopacidae) at Tongoy, IV Región: first record of the genus and species for Chile? *Boletín Chileno de Ornitología*, N° 4, pp. 21-28.
- Weber, C. y A. Gutiérrez (1984). Áreas silvestres protegidas. En *Medio ambiente en Chile* (F. Soler, editor). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, pp. 139-164.
- Wilson, M.F., T.I. De Santo, C. Sabag y J.J. Armesto (1994). Avian communities of fragmented south-temperate rainforests in Chile. *Conservation Biology*, N° 8, pp. 508-520.
- Wood, T.S. (2001). *Plumatella mukaii*, a new phylactolaemate bryozoan from Asia and South America. *Hydrobiologia*, N° 445, pp. 51-56.
- Yáñez, J. (1998). Reunión de trabajo con especialistas en mamíferos acuáticos para categorización de especies según estado de conservación. *Noticiero Mensual, Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, N° 330, pp. 8-16.

Capítulo 5

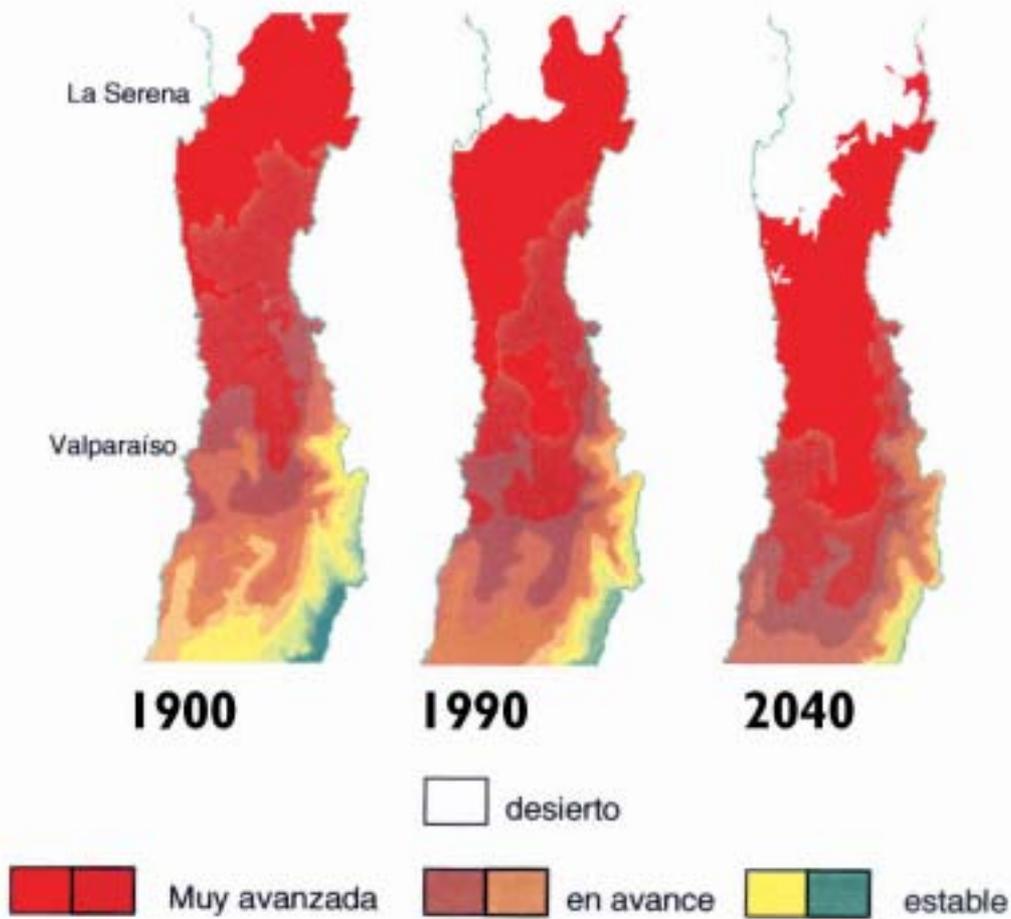
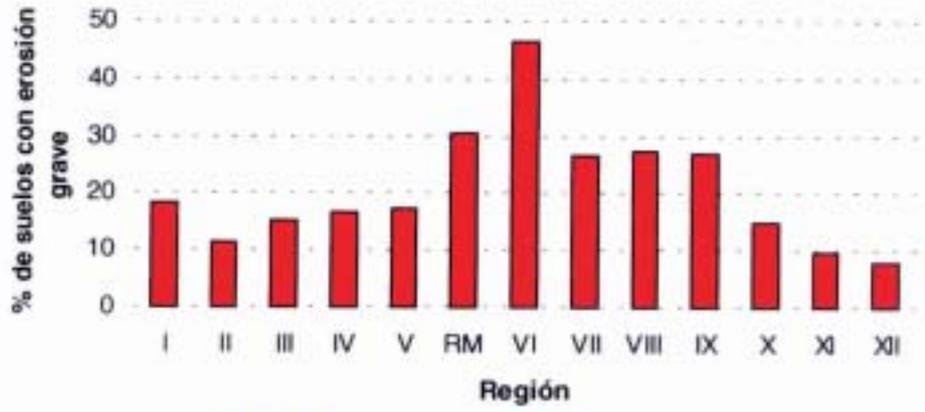


Suelos

ÍNDICE

■ 5. SUELO	203
■ 5.1 ESTADO DEL SUELO	203
5.1.1 Patrimonio	203
5.1.1.1 Tipología de los suelos chilenos	203
5.1.1.2 Capacidad de uso	206
5.1.2 Pérdida y degradación de los suelos	209
5.1.2.1 Degradación física de los suelos	209
5.1.2.2 Degradación biológica del suelo	216
5.1.2.3 Degradación química de los suelos	217
5.1.2.4 Desertificación	221
5.1.2.5 Expansión Urbana	222
■ 5.2 CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DEL SUELO	222
5.2.1 Uso actual del suelo	222
5.2.2 Causas físicas de pérdida y degradación de los suelos	224
5.2.2.1 Causas físicas y condicionantes de procesos específicos	227
5.2.3 Determinantes socioeconómicas de la pérdida y degradación de los suelos	231
5.2.3.1 La acelerada metropolización	231
5.2.3.2 Estructura de tenencia de la tierra y los sistemas productivos	234
■ 5.3 FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL SUELO	238
5.3.1 Principales leyes que regulan el uso del suelo	238
5.3.2 Las respuestas institucionales para el manejo y la conservación de los suelos	238
5.3.3 Programas específicos revelantes para la conservación de los suelos	238
5.3.4 Los compromisos internacionales	239
■ 5.4 CONCLUSIONES	241

La erosión en Chile



AVANCE DE LA DESERTIFICACIÓN

Los suelos de Chile son extraordinariamente diversos debido a la gran cantidad de procesos genéticos que han intervenido en su evolución. La superficie territorial continental de Chile es de aproximadamente 75 millones de hectáreas, de las cuales unos 25 millones de Ha. (33,3%) poseen potencial silvoagropecuario. La mayor parte de los suelos del país posee limitaciones por profundidad, pedregosidad o topografía.

En toda la proyección histórica de su uso, la acción del hombre sobre el suelo ha ido deteriorando su calidad. Las áreas deterioradas por erosión hídrica y eólica, salinidad del suelo, contaminación por metales pesados, pesticidas, residuos industriales, reemplazo de suelos agrícolas por suelos urbanizados, extracción de áridos y otros, han alcanzado tales niveles que es difícil encontrar suelos sin manifestaciones de degradación (CONAMA, 1996).

El desconocimiento de los mecanismos dinámicos que conducen a la degradación del suelo, unido a la aceleración del desarrollo de la sociedad moderna, ha originado una degradación progresiva de los suelos debida principalmente a la incorrecta gestión agrícola, industrial y económica, incluyendo factores culturales que distorsionan el correcto uso de estos (Seoánes, 1999).

Como una forma de revertir el proceso de degradación de los suelos, se han implementado varios programas en el país en la última década, algunos de los cuales están vinculados con los compromisos internacionales firmados por Chile. Dentro de éstos están: el Programa de Acción Nacional Contra la Desertificación (PANCD), el Programa de Control de Plaguicidas, Programa Para la Recuperación de Suelos Degradados, el Programa social de Obras de Riego Medianas y Menores (PROMM), la Ley de fomento al riego y drenaje.

Sin ser Chile un país con grave escasez de suelos, la superficie de tierras arables per cápita habrá pasado de 0,38 Ha. en 1995 a 0,26 Ha. por habitante para el año 2035. Esta disminución se debería principalmente al efecto combinado del crecimiento de la población, los procesos de degradación y las pérdidas de suelo por expansión urbana, las que anualmente consumen unas 1200 Ha.

5.1 ESTADO DE SUELO

El panorama del estado del suelo del país se presenta, primeramente, a través de la exposición del patrimonio de suelos, para posteriormente analizarlo desde el punto de vista de su transformación dinámica en procesos de pérdida y degradación.

5.1.1 Patrimonio

5.1.1.1 Tipología de los suelos chilenos

Sobre la base de las unidades cartográficas identificadas por Luzio y Alcayaga (1992), a rasgos generales pueden distinguirse 10 grandes tipos de suelos, los que se describen a continuación.

* *Suelos del desierto (I, II y III regiones)*: Desde el límite norte hasta las cercanías de Copiapó son suelos delgados a moderadamente profundos (50 – 100 cm). A medida que se avanza hacia el sur los procesos de edafogénesis aumentan. Por tanto se distinguen órdenes poco evolucionados.

- En el Altiplano:
- Suelos sin desarrollo, con régimen hídrico crítico —esqueléticos— de texturas gruesas y muy delgados, poco evolucionados, derivados de materiales volcánicos.

- En la alta cordillera (sobre los 3.000 m de altitud): Se encuentran los bofedales con suelos orgánicos (histosoles) o minerales, muy estratificados, con altos contenidos de materia orgánica y elevada salinidad.
- En la Depresión intermedia:
 - Suelos con régimen árido (aridisoles), de colores claros, con bajísimos niveles de materia orgánica y fuertemente estratificados.
 - Pampas salinas y salares propiamente tales (con costra superficial dura), debido a la desaparición de lagos interiores. Suelos con altos tenores salinos y pH elevado.
 - Suelos de los valles de origen aluvial, estratificados. Aunque son mínimas, únicas áreas del desierto que tienen algún uso agropecuario.
- En la Cordillera de la Costa:
 - Suelos de origen coluvial (entisoles, materiales provenientes de derrumbes), esqueléticos, franco-arenosos que no han desarrollado horizontes genéticos y con horizonte superficial de colores claros, con bajo contenido de materia orgánica.
 - También pueden formarse salares.
- *Suelos de serranías áridas y semiáridas (III y IV regiones)*: Corresponden a los suelos ubicados en las serranías interiores y costeras entre Copiapó y Los Vilos. Los órdenes siguen el mismo patrón que en la zona anterior. Por razones climáticas, poseen procesos edafogenéticos algo más avanzados.
 - En el sector norte de esta zona, en su primer metro de profundidad los suelos presentan un horizonte petrocálcico (horizonte rico en carbonatos y cementado por los mismos).
 - Hacia el sur, los suelos de las llanuras de la Depresión Intermedia son de desierto, con mayor evolución por el aumento de las precipitaciones y la cobertura vegetal.
 - En el sector costero sur de esta zona los suelos pueden presentarse como:
 - Poco desarrollados debido a la presencia de materiales parentales sedimentarios, muy gruesos, superficiales e inestables, y a la falta de agua –alejados de cursos de agua–, derivados de sedimentos de texturas medias y finas, delgados a moderadamente profundos.
 - Suelos más evolucionados con un horizonte argílico (horizonte en que ha ocurrido una acumulación de arcilla en profundidad) que presenta un cambio textural profundo con relación al horizonte superior.
 - Dunas estabilizadas en terrazas planas con un porcentaje de materia orgánica no superior al 1%.
- *Suelos de la precordillera y cordillera (III y IV regiones)*: Sectores altos de la precordillera y Cordillera de los Andes, pertenecientes a los órdenes Entisoles y Aridisoles, son suelos derivados de materiales gruesos y escaso desarrollo, en posiciones de cerros escarpados y fuertes pendientes.
- *Suelos graníticos de la costa (V a IX regiones)*: Suelos de los sectores costeros comprendidos entre Los Vilos e Isla Mocha. Son suelos de los órdenes Alfisoles, con ocasionales inclusiones de Inceptisoles entre la V y VIII Región. Los Alfisoles presentan un horizonte de acumulación de arcilla, son relativamente bien evolucionados, con alto contenido de bases; el horizonte superficial es de colores claros, sin estructura y/o con bajo contenido de materia orgánica. Los inceptisoles son suelos jóvenes en proceso de formación.
 - En el sector costero se ubican preferentemente los suelos derivados de terrazas marinas altas y de relieve plano a ligeramente inclinado y de colores pardos rojizos asociados con otros de menor evolución.
 - En la vertiente poniente de la Cordillera de la Costa los suelos se han desarrollado directamente a partir de roca granítica.
 - En el sector más austral de esta región los suelos son derivados de terrazas marinas altas, con texturas finas y han sufrido una fuerte disecación por efecto de la erosión hídrica.

- En los sectores de relieve abrupto de la Cordillera de Nahuelbuta los suelos son bien desarrollados, con altos contenidos de arcilla y se han originado a partir de micaesquistos (rocas de origen metamórfico).
- * *Vertisoles (RM, VII y VIII regiones):* Como su nombre lo indica, son suelos pertenecientes al orden Vertisol, y están ubicados puntualmente en las cercanías de Santiago y Parral.
 - Se sitúan en posiciones planas o casi planas, muchas veces adosados a la parte oriental del macizo costero.
 - El origen de estos suelos lo constituye la deposición de sedimentos finos en condiciones lacustres. Algunos de ellos pueden presentar salinidad.
 - De texturas pesadas, muy densos cuando están secos y por lo tanto difíciles de cultivar, aunque presentan buenas condiciones de fertilidad, estos suelos presentan en su mayoría problemas de drenaje y niveles freáticos altos.
- * *Suelos aluviales del Valle Central (V a VIII regiones):* Se ubican entre San Felipe y Los Ángeles; pertenecen a los órdenes Alfisoles, Mollisoles, y Entisoles, con predominio del primer orden. Los Mollisoles presentan un horizonte superficial de colores oscuros, con un alto contenido de materia orgánica, bien estructurados, y alto porcentaje de saturación de bases
 - En la Depresión Intermedia entre San Felipe y Rancagua los Mollisoles tienen un desarrollo moderado; localmente hay sectores en que los suelos derivan de materiales calcáreos.
 - Entre Rancagua y Los Ángeles, los Alfisoles de la Depresión Intermedia presentan extensiones de sedimentos aluviales en la cercanía de los ríos; los suelos son moderadamente profundos a profundos, de texturas medias a finas y con altos contenidos de materia orgánica.
 - En las áreas orientales de la Cordillera de la Costa entre San Antonio y las cercanías de Parral, los Alfisoles derivan de granito y presentan un fuerte incremento del contenido de arcilla en profundidad.
- Entre Los Ángeles y Malleco, los Entisoles son aluviales de desarrollo moderado junto a suelos de texturas gruesas formados a partir de arenas gruesas basálticas. Ellos presentan una rápida permeabilidad, aun cuando hay sectores que presentan un nivel freático alto. Sobre estos suelos se desarrolla la mayor parte de la agricultura de riego de la Zona Central.
- * *Suelos de la Cordillera de los Andes Centrales (V a IX regiones):* Corresponden a los suelos ubicados en los sectores de más fuerte relieve de la Cordillera de los Andes, pertenecen a los órdenes Entisoles, Inceptisoles y Andisoles (derivados de materiales volcánicos), con predominio del orden Entisol.
- * *Suelos de las serranías costeras de la zona centro sur (VIII a X regiones):* Corresponde a los suelos ubicados en las serranías interiores entre Los Ángeles y Loncoche y el sector costero comprendido entre la Isla Mocha y el Golfo del Corcovado. Están clasificados dentro del orden Ultisoles.
 - Los suelos de la Depresión Intermedia derivan de cenizas volcánicas y ocupan posiciones de lomajes suaves y terrazas y se asocian con otros suelos de altos contenidos de arcilla.
 - En las áreas de lomajes y cerros de la Cordillera de la Costa, los suelos son rojizos y derivaron de micaesquistos, en las partes más altas los suelos son delgados y presentan problemas de drenaje.
 - En los lomajes de la vertiente oriental de la precordillera de la Costa los suelos son de colores rojos y pardo rojizos, moderadamente profundos y elevados contenidos de arcilla, y se encuentran sobre diferentes substratos, como depósitos fluvio-glaciales y morrénicos.
- * *Suelos de origen volcánico (VII a XI regiones):* Son suelos pertenecientes a los órdenes Andisoles (suelos oscuros) e Histosoles. Estos suelos están ubicados en algunas zonas de la Depresión Intermedia, en la precordillera de los Andes entre Curicó y Los Ángeles, extendiéndose hacia la Cordillera de Los Andes entre esa ciudad y Chile Chico.

-Los suelos de la precordillera de los Andes hasta Los Ángeles y hacia el sur de Temuco son los suelos conocidos como *trumaos* que han derivado de cenizas volcánicas: son suelos profundos, de textura media, ácidos, con altos contenidos de materia orgánica y una alta capacidad de retención de humedad.

-Desde Osorno y hasta Puerto Montt y el sector oriental de la Isla Grande de Chiloé, a los *trumaos* existentes en posiciones de lomajes y laderas se asocian suelos conocidos como *ñadis* en posiciones planas y deprimidas del relieve; también son derivados de cenizas volcánicas y contienen más materia orgánica que los *trumaos*, pero menores profundidades, descansan sobre un substrato constituido por un depósito fluvio-glacial. Entre el suelo y este depósito se desarrolla un horizonte delgado y rojizo conocido como *fierrillo*.

-En los sectores de *trumaos* de la Cordillera de los Andes se asocian suelos derivados de vidrios volcánicos, estos suelos presentan texturas gruesas, una fuerte estratificación, baja fertilidad y baja retención de humedad.

-En Chiloé continental y en la región de Aysén se asocian suelos Histosoles con otros derivados de materiales volcánicos, constituyendo un área poco estudiada. En esta última región pueden encontrarse suelos aluviales que no superan una superficie de 5 mil hectáreas.

* *Suelos del extremo sur del país*: Son áreas escasamente estudiadas. En la mayor parte de la zona existe un régimen de lluvias abundantes durante todo el año. Se han formado sobre materiales glaciales, estando claramente marcada la influencia de la glaciación sobre los distintos grupos de suelos. En algunos sectores se ha detectado también la influencia de cenizas volcánicas. Se supone que existe un dominio de suelos Histosoles asociados con suelos Spodosoles.

-En áreas importantes de la Patagonia existiría un régimen de humedad arídico no comprobado aún, que originaría suelos Aridisoles.

-Además, probablemente existen inclusiones de suelos del orden Mollisol.

- *Campos de hielo*: Corresponde a una unidad cartográfica que define la ubicación de los campos de hielo sur y norte.
- La ubicación de los tipos de suelos de Chile se representan en la figura 5.1.

5.1.1.2 Capacidad de uso

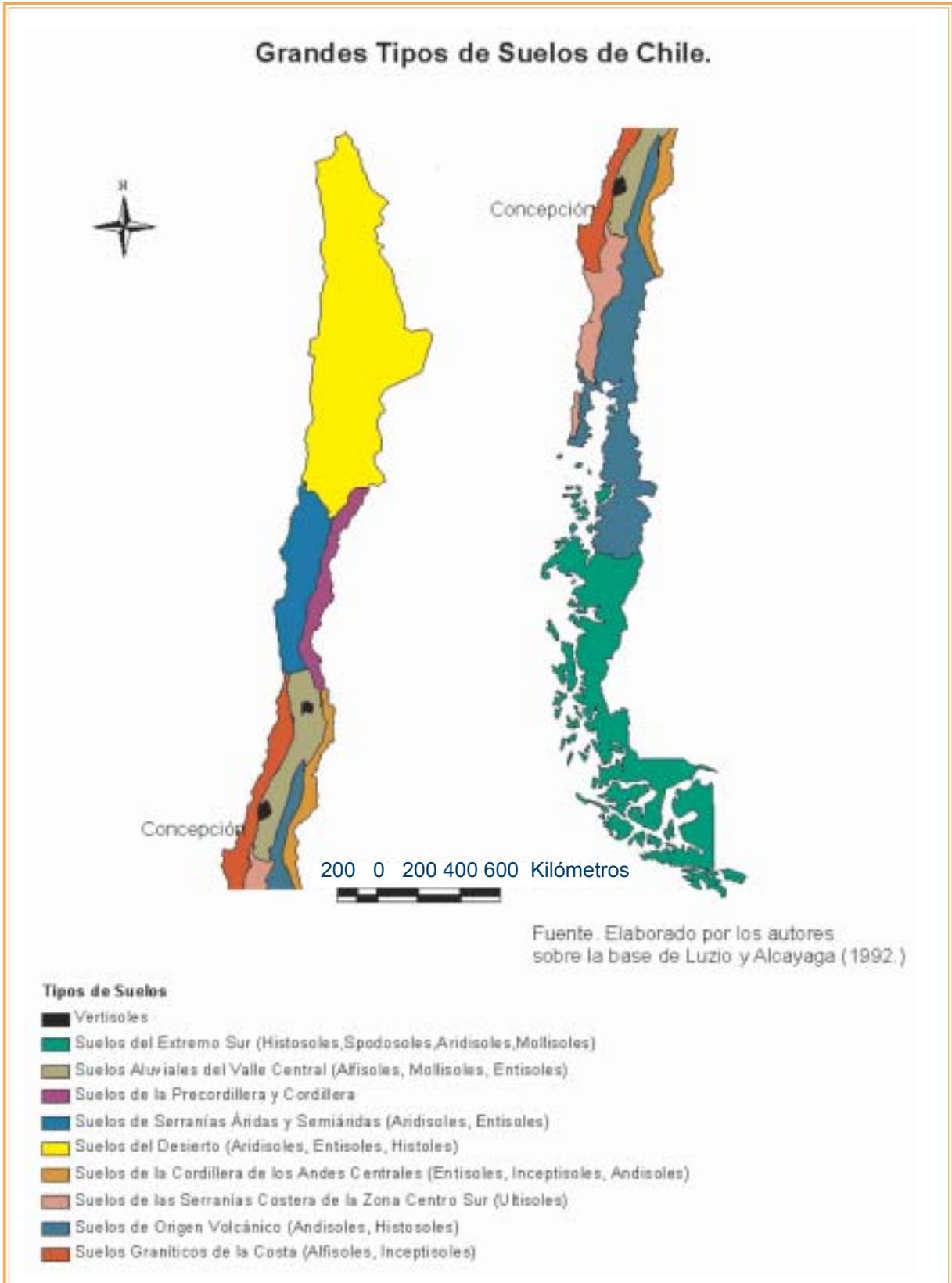
De la superficie total del país (continental) sólo 5.271.580 Ha. son arables. La mayor parte presentan importantes limitaciones por profundidad, pedregosidad o topografía (Santibáñez y Uribe, 1999); sólo 802.471 Ha. no tienen limita-

CUADRO. 5.1 CAPACIDAD DE USO POR TIPOS DE USO

Tipo de Uso		Capacidad de Uso	Superficie (Ha.)	Porcentaje (%)
		I	90.846	0,1
Suelos agrícolas		II	711.625	0,9
Arables		III	2.195.439	2,9
		IV	2.273.670	3
Suelos agrícolas	Ganadera	V	2.271.144	3
no arables	Ganadero-Forestal	VI	6.510.613	8,6
	Bosques	VII	12.339.882	16,3
Suelos no agrícolas	Conservación	VIII	14.200.000	18,8
Suelos improductivos			35.114.147	46,4
TOTAL			75.707.366	100

Fuente: Santibáñez et al, 1996

Figura 5.1 Distribución geográfica de los suelos en Chile.



ciones. En el cuadro 5.1 se detalla la capacidad de uso de los suelos del país, agrupados en tipos de uso.¹

Para una superficie territorial de 75.707.366 Ha., se consideran agrícolas —con potencial silvopropio- 26.393.219 Ha. (34,9 por ciento), las cuales se descomponen de la manera señalada en el cuadro 5.1 (Santibáñez et al, 1996).

Por su parte ODEPA, señala las siguientes clasificaciones de suelo según potencial silvopropio. cuadro 5.2:

CUADRO 5.2: APTITUD DE LOS SUELOS DE CHILE (MILLONES DE HECTÁREAS).

Situación de los suelos en Chile	Millones de Ha.
Sin potencial silvopropio	50,4
Con potencial silvopropio	25,2
Cultivable	5,1
Secano	2,0
De riego	1,8
Riego potencial	1,3
Ganadera	8,5
Forestal	11,6

Fuente: ODEPA, 1999, en Simposio proyecto ley protección de suelo, 2000.

La distribución regional de las clases de capacidad de uso de los suelos, detallada en el cuadro 5.3, permite distinguir a las regiones ubicadas en la zona centro sur del país como aquellas en que se concentran los suelos con las mejores aptitudes de uso, y es precisamente en esta zona donde se desarrolla la mayor parte de las actividades

agrícolas del país. Los suelos de la clase I de capacidad de uso, se encuentran regados prácticamente en su totalidad; a su vez el mayor porcentaje de la superficie regada corresponde a los suelos de las clases de capacidad de uso II y III (cuadro 5.4).

¹ Clases de suelos según manejo y potencialidad

Tierras Arables

- Clase I: Tierra muy buena para ser cultivada, sin riesgo. Debe ser manejada en forma tal que se mantengan sus buenas condiciones.
- Clase II: Tierra buena para ser cultivada sujeta a ligeras limitaciones de uso.
- Clase III: Tierra con limitaciones moderadas; necesita tratamientos de manejo y conservación, ya que está sujeta a importantes limitaciones permanentes como profundidad o pendiente.
- Clase IV: Tierra apta para cultivos poco intensivos en laboreo y con sistemas de conservación de suelos acordes a la naturaleza de sus limitaciones.
- Tierras No Arables.
- Clase V: Tierras aptas como terrenos de pastoreo o forestales y que tienen limitación de uso que, de ser superada, las haría aptas para el cultivo.
- Clase VI: Tierras con fuertes limitaciones, sólo aptas para pastoreo o forestales. Normalmente corresponden a lomajes muy sensibles a la erosión.
- Clase VII: Tierras regularmente adaptadas para empastadas o forestación, pero que tienen mayores riesgos de uso. Sus limitaciones le otorgan extrema fragilidad. Normalmente son terrenos con elevada pendiente.

Tierras sin Uso Agrícola

- Clase VIII: Tierras reservadas solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas. La pérdida de su cobertura vegetal puede redundar en el deterioro de estos suelos.

CUADRO 5.3: SUPERFICIE DE SUELOS SEGÚN CAPACIDAD DE USO POR REGIÓN

Región	Clases de capacidad de uso					Área estudiada (Ha)
	I, II, III y IV	V	VI	VII	VIII	
III ^{1/}	22.527,60			3.118,40	16.238,00	44.390,40
IV ^{2/}	101.713,00	6.531,80	16.754,70	73.263,00	142.421,70	347.759,50
V	127.081,20	21.997,40	62.467,00	270.332,80	129.048,50	641.594,40
RM	283.852,40	58.843,60	140.068,80	435.143,80	94.108,20	1.046.927,80
VI	305.273,90	61.964,10	80.003,40	485.999,60	39.795,00	1.008.907,90
VII	558.456,30	95.555,40	295.270,50	875.940,80	33.195,50	1.888.673,00
VIII	739.536,10	290.071,70	389.330,30	1.281.312,80	54.299,50	2.727.554,50
IX	569.247,10	433.776,60	332.660,70	804.506,30	29.709,70	2.209.706,90
X	679.978,80	397.020,70	325.399,10	451.161,20	43.144,50	2.362.249,60
TOTAL	3.387.666,40	1.365.761,30	1.641.954,50	4.680.778,70	581.960,60	12.277.764,00

^{1/} Valles de los ríos Huasco y Copiapó

^{2/} Valles de los ríos Elqui, Limarí, Choapa y Quilimarí

Fuente: IREN, 1961.

CUADRO 5.4: DISTRIBUCIÓN DE LOS SUELOS REGADOS POR CAPACIDAD DE USO

Clases de Capacidad de uso	Superficie regada (Ha.)	Porcentaje de la Superficie estudiada (%)
I	97.897	7,9
II	426.138	34,5
III	509.363	41,2
IV	202.430	16,4
TOTAL	1.235.828	100,0

Fuente: CONAMA, 1994.

5.1.2 Pérdida y degradación de los suelos

5.1.2.1 Degradación física de los suelos²

• Erosión³

En Chile existe una relación estrecha entre la superficie sujeta a procesos erosivos y la fragilidad de los ecosistemas. Los factores que inciden en el deterioro de los suelos son la topografía de lomas típica del territorio-, y el inadecuado manejo del

suelo y del agua. La Cordillera de los Andes está sometida a intensas acciones erosivas que incrementan el arrastre de sedimentos hacia la Depresión Intermedia. La Cordillera de la Costa presenta un alto grado de meteorización del basamento rocoso, lo que junto al relieve y tipo de suelos, facilita la formación de cárcavas.

Gran parte de los terrenos de uso agrícola insertos en ecosistemas frágiles se han destinado al cultivo, la extracción de leña y madera para uso doméstico o industrial y al pastoreo intensivo de las praderas, acelerando así los procesos erosivos (Universidad de Chile, 1997).

Los procesos erosivos constituyen una de las formas de degradación de mayor impacto ambiental y económico del país, afectando en forma generalizada a todo el territorio. La erosión también puede generar una serie de perjuicios extraprediales, como la depositación de sedimentos en ríos, lagos, embalses, represas, obras de arte y puertos (CONAMA, 1994).

Lamentablemente la erosión es un proceso lento que se detecta solamente en situaciones fina-

² Por degradación de los suelos se entiende la reducción o la pérdida de la productividad biológica o económica, debido a procesos como la erosión del suelo y el deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, junto con la pérdida duradera de la vegetación natural (Tamayo, 2001).

³ Erosión de suelos: El arrastre del suelo productivo por efecto del agua o del viento, desde su origen, a esteros, ríos y mares u otros lugares, transformándolos en sustancia inerte, sin utilidad alguna y provocando daños por embancamiento de ríos y puertos, formación de dunas, sedimentación de tranques, etc. (Elizalde, 1970).

les, cuando el daño resulta de enormes proporciones.

La magnitud del proceso erosivo en Chile fue estimada en un estudio realizado el año 1979 por el Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN). Aunque bastante antiguo, no hay otro estudio global que muestre la realidad del país. Éste

señaló que la superficie total erosionada en los años 70 abarcaba 34.490.753 Ha. del territorio continental del país, lo que representa el 45,7 por ciento. Este estudio excluyó algunas áreas como los ecosistemas montañosos, desiertos y archipiélagos y los suelos regados del país. El nivel de erosión de los suelos de Chile se detalla en el cuadro 5.5.

CUADRO 5.5: NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE

Región	Superficie regional erosionada según distintas categorías (miles de hectáreas)			Porcentaje de la superficie regional erosionada, según distintas categorías (%)			Área estudiada (miles de hectáreas)	Superficie regional (miles de hectáreas)
	Grave	Moderada	Leve	Grave	Moderada	Leve		
I	1.066,1	1.116,1	356,1	18,4	19,2	6,1	2.539,0	5.807,2
II	1.435,2	1.120,1	126,3	11,5	8,9	1,0	2.681,6	12.530,6
III	1.208,5	809,3	630,4	15,4	10,3	8,1	2.648,1	7.826,8
IV	654,3	1.425,7	1.379,6	16,5	36,0	34,8	3.549,6	3.964,7
V	282,9	146,8	463,9	17,3	9,0	28,3	893,7	1.637,8
RM	483,0	58,8	17,1	30,6	3,7	1,1	558,9	1.578,2
VI	742,8	210,6	19,9	46,6	13,2	1,2	973,4	1.595,0
VII	814,8	686,6	36,6	26,7	22,0	1,2	1.538,0	3.051,8
VIII	994,2	1.167,5	200,4	27,6	32,4	5,6	2.362,1	3.600,7
IX	875,2	1.533,3	66,5	27,0	47,2	2,0	2.478,1	3.247,2
X	1.022,8	1.628,4	2.194,8	14,8	23,6	31,8	4.846,1	6.903,9
XI	1.055,1	2.179,5	1.389,9	9,8	20,3	13,0	4.624,5	10.715,3
XII	900,0	3.463,5	524,3	8,0	30,8	4,7	4.887,7	11.231,0
TOTAL	11.534,9	15.546,2	7.409,6	15,3	20,6	9,8	34.490,8	75.490,6

Fuente: IREN, 1979.

En la actualidad la erosión presenta características de extrema gravedad y afecta a una superficie de 47.300.000 Ha., lo que equivale al 60% del territorio nacional, concentrándose mayormente en las zonas áridas y semiáridas entre las regiones I y VIII y en las zonas subhúmedas y secas de las regiones XI y XII (Soto, 1999).

Para hacer el diagnóstico sobre el Estado de Degradación del Recurso Suelo en el País (Pérez C., 2001), se realizó una serie de Talleres de Diagnóstico y Propuestas para la Conservación y Recuperación de Suelos en las diferentes re-

giones del país. En dichos talleres, se determinó la magnitud en términos cualitativos, por ejemplo, muy severo, severo, moderado, leve, etc., y esa valoración fue hecha de acuerdo a una percepción subjetiva del encuestado, por lo que es necesaria la cuantificación real en muchos de los problemas priorizados en los talleres (Pérez C., 2001). Esta información se complementó con el diagnóstico realizado en "Mapa Preliminar de la desertificación en Chile" (CONAF). Los principales problemas enunciados por regiones se presentan en el cuadro 5.6.

CUADRO 5.6: ESTADO DE DEGRADACIÓN DEL RECURSO SUELO EN EL PAÍS.

Problemas	Factores Naturales	Causas	Magnitud
Erosión hídrica	Pendiente	Falta de vegetación	Muy severo
		Precipitaciones	Severo I, V, VI, VII, VIII, IX, X
	Suelos frágiles	Sobretalajeo	Moderado I, II, III, IX, X
		Crecida estival de ríos	Leve II
		Malas prácticas de riego	Aparece en Regiones XI y XII,
		Labranza inadecuada	pero no se menciona magnitud
		Quemas	
		Barbecho descubierto	
		Cultivo en laderas	
		Uso intensivo del suelo	
	Construcción de caminos		
Erosión eólica	Velocidad del viento	Falta de vegetación	Muy severo
	Textura del suelo	Deforestación	Severo II, VIII, IX
		Sobretalajeo	Moderado I, II
		Cosecha de leña	Leve
Avance de dunas	Erosión hídrica	Erosión hídrica	Muy severo VII
		Erosión eólica	Severo VIII, IX
	Falta de vegetación	Falta de vegetación	Moderado VIII, XII
			Leve
		Aparece en Regiones IV y VI,	
		pero no se menciona magnitud	
Extracción de Suelo		Extracción de áridos	Muy severo
		Extracción de tierra de hojas	Severo V (puntual)
		Extracción de arcillas	Moderado IX, X
		Cultivo de cranberries	Leve III
			Aparece en Regiones IV y VI,
		pero no se menciona magnitud	
Salinización	Génesis del suelo	Tecnología de riego inadecuada	Muy severo II
	Alta evaporación		Severo I, III, V, IX
	Aguas salinas		Moderado III, V
			Leve
		Aparece en Región IV	
		pero no se menciona magnitud	
Problemas de drenaje	Causas naturales		Muy severo
	Textura del suelo		Severo X
			Moderado III
		Leve	
Pérdida de fertilidad	Alta fijación de P	Agricultura extractiva	Muy severo VII
		Quemas	Severo VIII, IX, XI
		Lavado de suelos	Moderado VIII, X

Continuación

CUADRO 5.6: ESTADO DE DEGRADACIÓN DEL RECURSO SUELO EN EL PAÍS.

Problemas	Factores Naturales	Causas	Magnitud
			Leve
			Aparece en Regiones IV, VI y XII pero no se menciona magnitud
Acidificación	Precipitaciones	Falta de cobertura vegetal	Muy severo
			Severo X (Chiloé)
			Moderado
			Leve
Compactación		Labranza inadecuada	Muy severo IX
			Severo IX
			Moderado V
			Leve
			Aparece en Región V, pero no se menciona magnitud
Pérdida de estructura		Incendios	Muy severo
		Quemas	Severo
			Moderado
			Leve V
			Aparece en Región X, pero no se menciona magnitud
Degradación Biológica		Quemas	Muy severo VI
		Labranza inadecuada	Severo VI, IX
			Moderado VI
			Leve
Desecamiento de vegas o humedales		Escasez de agua	Muy severo I
		Canalizaciones	Severo XII
		Sequía	Moderado
		Sobretalajeo	Leve
			Aparece en Región VI, pero no se menciona magnitud
Deslizamientos		Tixotropismo	Muy severo
			Severo X
			Moderado VIII, IX (puntual)
			Leve X
Laterización			Muy severo
			Severo
			Moderado VIII
			Leve
Hidrofobia		Quemas	Muy severo
		Exceso de laboreo	Severo X

CONTINUACIÓN

CUADRO 5.6: ESTADO DE DEGRADACIÓN DEL RECURSO SUELO EN EL PAÍS.

Problemas	Factores Naturales	Causas	Magnitud
			Moderado
			Leve
Cambio de uso Irreversible		Avance urbano	Muy severo II
		Parcelas de agrado	Severo I, II, III, V
		Subdivisión predial	Moderado II, VI, VIII, XI
		Usos militares, campos minados	Leve
Contaminación			Aparece en Regiones IV y XI pero no se menciona magnitud
		Actividad minera e industrial	Muy severo III
		Fertilización excesiva	Severo II, III
		Agroquímicos	Moderado I, II, III, IX
		Lluvia ácida	Leve II, VII, V
			Aparece en Regiones IV y VI pero no se menciona magnitud

Fuente: Pérez, 2001.

Una gran proporción de los terrenos severamente erosionados se ubica en las regiones áridas y semiáridas del norte del país, en donde la posición fisiográfica, la pendiente y el material parental de los suelos actúan notoriamente en la erosión de las serranías costeras (IV Región). Los suelos derivados de rocas ígneas, presentan un subsuelo arcilloso de baja permeabilidad y un substrato de roca meteorizada de escasa cohesión, favoreciendo el escurrimiento superficial de las aguas y la formación de cárcavas y canalículos. En muchos de estos suelos se ha practicado un intenso pastoreo, remoción de la vegetación arbustiva y el cultivo de especies de temporada, pudiendo estar descubiertos de vegetación una parte del año. En aquellos suelos derivados de materiales sedimentarios ubicados en terrazas marinas no existen signos aparentes de erosión acelerada.

El 75% de los suelos de secano están afectados por procesos erosivos (Tiempo 2000).

La Cordillera de la Costa entre las regiones V y IX tiene una gran proporción de los suelos afectados por erosión de manto, con pérdidas visibles del horizonte superficial, cambios de color y la presencia de pedestales de erosión. En aquellos suelos de

erosión severa existen cárcavas de profundidad variable y/o la pérdida total del suelo superficial.

La mayor parte de los suelos de la Cordillera de los Andes, ubicados entre las provincias de Linares y Llanquihue, corresponden a trumaos de lomas, derivados de depósitos de cenizas volcánicas, de buen drenaje, texturas medias, altos contenidos de materia orgánica, alta porosidad y baja densidad aparente. En estas áreas el mal manejo ha provocado procesos moderados y severos de erosión.

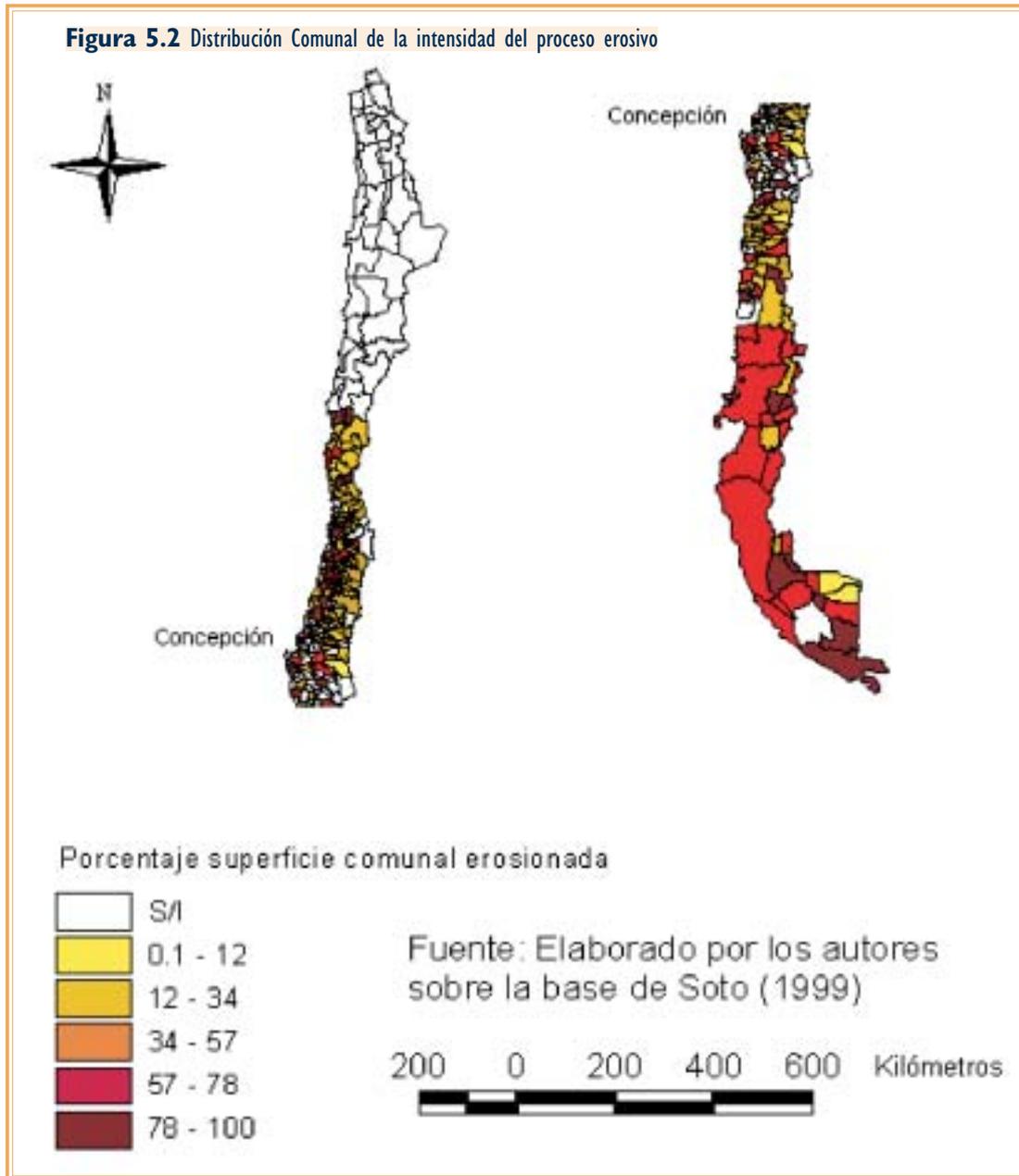
En el extremo sur del país existen serios procesos erosivos hídricos provocados por las altas precipitaciones y el uso ganadero de terrenos de aptitud forestal, en posiciones de pendiente.

La distribución comunal, en el país, de la intensidad del proceso erosivo está representada gráficamente en la figura 5.2.

- Erosión Eólica⁴

Los procesos erosivos por viento se manifiestan de dos formas: como denudación eólica sin formación de médanos, muy común en las praderas de Aysén y Magallanes, y como formación de

⁴ *Erosión Eólica*: La erosión eólica consiste en movimientos de tierra promovidos por los vientos que son comunes en las praderas sobrepastoreadas (Pérez C., 2001). Se produce preferentemente en suelos planos, poco cohesionados, como los arenosos y los limosos, en zonas donde la distribución de las precipitaciones es marcadamente estacional, con cobertura vegetal escasa y vientos de alta intensidad. Las zonas más afectadas por erosión eólica en Chile son las pampas patagónicas y algunas áreas costeras donde se presentan dunas. En Chile existen más de 2.800.000 Ha. afectas a la erosión eólica (Achim Ellies Schimdt, 2001).



dunas. Ambas se presentan en terrenos planos o ligeramente inclinados, y el agente principal son los vientos del suroeste, que soplan principalmente en primavera y verano.

Para el año 1966 la superficie cubierta por dunas entre la IV y X regiones era de 130.900 Ha., de las cuales, 74.500 Ha. corresponden a dunas litorales entre la IV y X regiones y 56.000 Ha. a dunas continentales en la VIII región (CONAMA, 1994),

constituyendo alrededor de 584 campos dunarios. No se ha cuantificado la erosión desde Coquimbo hasta el extremo norte, ya que es mayormente erosión de tipo geológica, especialmente en la región del desierto. Sin embargo, no deja de ser importante dado que invade los oasis y las escasas tierras regadas, como San Pedro de Atacama y Toconao (CONAMA, 1994). No hay estudios actualizados del problema de superficies cubiertas por dunas.

- Erosión Geológica⁵

La formación de dunas costeras, ubicadas al norte de la desembocadura de los ríos, es especialmente importante en la zona de Arauco y Chanco. Estas dunas tienen su origen en el arrastre de sedimentos provocado por los ríos que avanzan de sur a norte, el depósito del material en la playa y el posterior arrastre provocado por el viento. Se estima que alrededor de 42.000 Ha. de dunas ubicadas preferentemente en el sector costero están en vías de estabilización.

Entre los ríos Itata y Bío-Bío, las dunas continentales tienen su origen en el depósito de arenas aluviales sobre terrazas o planos del mismo origen, constituyendo sedimentos muy jóvenes que descansan sobre el “lahar del Laja”, originado en la ruptura de la caldera del volcán Antuco. La ruptura produjo un súbito derretimiento de los hielos del sector, lo que provocó una avalancha violenta de sedimentos, cubriendo una extensión de casi 400.000 Ha. en la depresión central.

- Erosión Hídrica⁶

Este tipo de erosión es la principal causa de degradación de los suelos en Chile. Debido a la conformación geográfica y al régimen pluviométrico que tiene Chile, la erosión hídrica es una de las formas más importantes de degradación del suelo. El hecho de que un gran porcentaje de las lluvias precipiten en invierno cuando el suelo está descubierto, unido a malas prácticas de manejo agronómico y de riego, hacen que el agua junto al hombre se combinen negativamente para provocar importantes daños erosivos (Pérez, 2001). Cabe destacar que más del 80% de la erosión está afectada por lluvias erosivas.

Estos factores interactúan para dejar suelos saturados durante el período de precipitaciones, lo que provoca una gran cantidad de escurrimiento superficial y contribuye principalmente a la formación de zanjas y otras evidencias de erosión lineal.

El cultivo en lomajes con pendientes relativamente fuertes ocasiona una aceleración del agua de escurrimiento, que aumenta su poder erosivo (CONAMA, 1994).

Algunas medidas para mitigar este flagelo son las prácticas de cultivos en fajas, terrazas o en contorno, con el fin de evitar las pendientes excesivas y así aminorar el efecto del arrastre de agua.

- Erosión por Deslizamiento de Tierras

Los grandes deslizamientos de tierra en el país han provocado tanto pérdida material como de vidas humanas. Estos procesos, que implican grandes movimientos de material superficial, contribuyen al proceso de desgaste de la superficie de la tierra, movilizandando enormes volúmenes de barro, rocas o nieve en cortos periodos de tiempo.

En una evaluación histórica realizada en 1985 (Espinoza, Hajek y Fuentes, 1985), se realizó un catastro de 1.208 eventos, desigualmente distribuidos en las 13 regiones del país. El número total de deslizamientos de tierra por región político-administrativa de Chile se entrega en el cuadro 5.7.

En el cuadro 5.8 se muestra la distribución de los deslizamientos según el tipo de suceso: aluviones, avalanchas, derrumbes y otros.

⁵ *Erosión Geológica*: Proceso de desgaste de la superficie terrestre, provocado por la acción de las fuerzas de la naturaleza. Por lo tanto es un fenómeno normal en la naturaleza (Pérez, C. 2001).

⁶ *Erosión hídrica*: Es causada por la acción de la energía cinética de las gotas de agua de lluvia al impactar una superficie de terreno desnudo, o insuficientemente protegido por la vegetación. Esta acción separa las partículas de los agregados del suelo, las que posteriormente son arrastradas por el escurrimiento superficial de las aguas. La erosión hídrica a su vez se puede clasificar en: erosión de impacto y flujo precanalizado (antes denominada erosión de manto), erosión de zanjas o de cárcavas, erosión de ribera (Peña, 1994, citado en Pérez, 2001).

CUADRO 5.7: NÚMERO TOTAL DE DESLIZAMIENTOS POR REGIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DE CHILE.

Número Total de Deslizamientos de Tierra por Región Político-Administrativa de Chile		
Región	Total	%
I	49	4,0
II	55	4,5
III	25	2,1
IV	94	7,7
V	307	25,3
VI	62	5,2
VII	66	5,4
VIII	186	15,3
IX	56	4,9
X	147	11,8
XI	25	2,1
XII	14	1,2
RM	122	10,0
TOTAL	1.208	95,5

Fuente: Espinoza, Hajek y Fuentes, 1985.

CUADRO 5.8: DISTRIBUCIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS SEGÚN EL TIPO DE EROSIÓN.

Distribución de Deslizamientos de Suelos según Tipo de Suceso por Región Político-Administrativa					
Región	AL	AV	DE	OT	Total Región
I	15	1	32	1	49
II	21	1	29	4	55
III	5	0	20	0	25
IV	10	8	70	6	94
V	46	60	197	4	307
RM	12	23	85	2	122
VI	5	19	36	2	62
VII	11	1	48	6	66
VIII	35	1	143	7	186
IX	8	2	31	15	56
X	28	2	115	2	147
XI	3	2	18	2	25
XII	2	4	8	0	14

Nota: Número de aluviones (AL), avalanchas (AV), derrumbes (DE) y otros (OT)
Fuente: Espinoza, Hajek y Fuentes, 1985.

5.1.2.2 Degradación biológica del suelo⁷

Las principales consecuencias de la pérdida de materia orgánica de los suelos son la degradación de las propiedades físicas, la pérdida de nutrientes, el aumento de la escorrentía y el aumento de la susceptibilidad a la erosión.

La pérdida de materia orgánica modifica negativamente las características de los suelos, generando inestabilidad de la estructura, compactación de la capa arable, encostramiento superficial, disminución de la permeabilidad y porosidad y endurecimiento del subsuelo.

La mayoría de los cambios que llevan a la degradación biológica de los suelos suelen ser consecuencia del aprovechamiento de la tierra por el hombre y sus efectos pueden tener o no carácter de reversibi-

lidad. En gran medida esto depende del factor afectado y del grado de degradación alcanzado. Las causas primarias de la degradación biológica del suelo son la erosión, la contaminación y el uso agrícola intensivo. Esto hace suponer que este fenómeno afecta a una superficie mayor que las 47.300.000 Ha. (60% del territorio nacional) afectadas por erosión. A esta superficie podría agregar parte de los suelos regados del valle Central que, sin mostrar signos de erosión, pueden estar afectados por la pérdida de componentes orgánicos o por contaminación.

- *Destrucción de la Vegetación por efecto de los incendios*

La destrucción de la vegetación por efecto del fuego es otro factor de degradación de los suelos.

⁷ *Degradación Biológica del Suelo*: La degradación biológica del suelo se debe -sobre todo- a fenómenos de pérdida de biodiversidad y al empobrecimiento de microflora y microfauna, lo que contribuye además a fomentar procesos de desertificación. (Seoanez, M. 1999).

El principal problema de los incendios forestales es que, además del costo económico, ocasionan perjuicios tales como erosión del suelo y pérdida del hábitat para la fauna silvestre producto del daño a la vegetación. Específicamente, este fenómeno se manifiesta en los alrededores de Valparaíso, Viña del Mar, la Precordillera de la Región Metropolitana, la Cordillera de la Costa desde la VI a la VIII regiones y en zonas boscosas de la IX, X y XI Regiones (Minagri, 1995. Citado por Pérez, C., 2001). Para más detalles ver el capítulo 3 sobre Bosques Nativos.

5.1.2.3 Degradación química de los suelos⁸

• Salinización y Alcalinización de los Suelos

La mayor intensidad de uso del agua de riego y el uso de tecnologías inapropiadas, han ocasionado una serie de perjuicios ambientales. Una muestra de ello ha sido el proceso de salinización de suelos, es decir, la acumulación de sales solubles en el perfil, generando una pérdida de su potencial productivo. En las zonas áridas, la alta evapotranspiración contribuye al proceso de acumulación de sales, especialmente cuando las aguas son de elevado tenor salino. A modo de ejemplo, la concentración de los distintos iones disueltos en el agua de riego de los ríos Lluta, Camarones, Copiapó y Huasco, sobrepasa con creces los estándares de calidad establecidos en la Norma Chilena I.333 (Celis y Letelier, 1999).

La salinización es de importancia en los valles y oasis regados de la región de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, en las cercanías del curso inferior del río Limarí y en sectores de las comunas de La Serena, Coquimbo, Colina, Lampa y Pudahuel (CONAMA, 1994).

En los últimos años, en numerosas áreas el problema pasó de ser inexistente a muy severo, con graves perjuicios en la agricultura de exportación. En el norte del país existen 34.000 Ha. afectadas por el problema. Esta salinización no es natural, sino que proviene del manejo muy intensivo al que están sometidos esos suelos (CONAMA, 1994).

Una muestra de ello lo constituye la III Región, en donde el riego por goteo ha influido en la salinización del 65% de las tierras arables del valle de Copiapó, constituyéndose en un problema para 3.300 Ha. de parronales de exportación (Celis y Letelier, 1999).

La alcalinización se localiza en los valles y oasis regados de la zona de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, en algunos sectores de las comunas de La Serena y Coquimbo, como así mismo en las cercanías del curso interior del río Limarí (IV Región), y también en las comunas de Colina, Lampa y Pudahuel (Región Metropolitana). (Pérez, C., 2001)

La pérdida de nutrientes y la acidificación son procesos naturales que ocurren en suelos desarrollados con alta pluviosidad. En Chile, los suelos más ácidos se encuentran en la X Región. En los suelos trumaos de la precordillera de las regiones VII y VIII se producen casos de acidez y pérdida de nutrientes, pero aún de escasa relevancia.

Los procesos naturales de declinación de la fertilidad y acidificación del suelo pueden ser acelerados con la práctica de la agricultura. Por ejemplo, la aplicación de fertilizantes acidificantes (contienen amonio) es la práctica que más contribuye a la acidificación del suelo (CONAMA, Minagri, 1994).

La distribución por región de los suelos con problemas de drenaje y salinización se aprecia en el cuadro 5.9.

⁸ La degradación química de los suelos puede expresarse por la manifestación de efectos tóxicos en las plantas o animales causados por la presencia de concentraciones anormalmente altas de ciertas sustancias ajenas al medio. Estas sustancias pueden ser producto inicial de la contaminación biológica de las aguas, problema que ha captado la atención pública en los últimos años. La contaminación con afluentes de origen industrial y minero es menos conocida, pero igualmente grave. Al considerar que prácticamente la totalidad de los ríos del país están localizados en zonas pobladas que manifiestan algún nivel de contaminación de origen urbano, industrial o minero, se configura un problema de magnitud nacional (Beldegué, 1992. Citado por Pérez, C. 2001).

Salinización: Acumulación de grandes cantidades de sales solubles (cloruros y sulfatos principalmente) en el perfil del suelo. (Pérez, C., 2001).

Alcalinización: Se debe a la acumulación de sales insolubles, principalmente carbonato de sodio, que afectan fuertemente las cualidades de los suelos, especialmente la permeabilidad. Este problema se presenta especialmente en áreas deprimidas de las zonas áridas y semiáridas con acumulaciones temporales de agua (Peralta, 1995).

- Drenaje

Los problemas de drenaje afectan principalmente a la zona más productiva de las zonas centro y sur de Chile. Según Peralta (1995), los suelos que presentan drenaje deficiente ocupan alrededor de un millón de hectáreas en el llano central y valles transversales, entre la I y X Región. Un 35% de esta superficie correspondería a suelos bajo riego. En la zona sur, la intensidad del problema depende en gran medida de la cantidad y distribución de las precipitaciones, mientras que en la zona central el problema se debe a un manejo insuficiente del riego.

En las regiones áridas de la zona norte no es frecuente que existan condiciones críticas de drenaje debido a factores naturales, y las limitaciones dependen en gran parte de los métodos de riego usados, pero siempre se encontrarán problemas de drenaje y salinidad en el tercio inferior de los ríos desde Quilimarí al norte (Peralta, 1995).

- Contaminación por agroquímicos

Entre los plaguicidas de uso agrícola se distingue el grupo de los organoclorados (OC), que

representan el mayor riesgo ambiental dada su poca especificidad de acción, fuerte toxicidad para los mamíferos superiores y su prolongada persistencia ambiental, que favorece la acumulación en los tejidos animales (González, 1994).

Aunque en Chile se cuenta con evidencias de los efectos de la contaminación, no se dispone de información suficiente para una caracterización detallada a nivel nacional o regional; sin embargo, existen estudios que permiten obtener una visión preliminar respecto de este tipo de contaminación. En efecto, entre 1982 y 1989, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) realizó una prospección sobre la ocurrencia, identidad y contenido de residuos de plaguicidas organoclorados en los horizontes superficiales de suelos agrícolas (horizonte Ap) en los valles ubicados entre la IV y XI Región del país (González, 1994).

El cuadro 5.10 presenta una estimación del contenido de algunos pesticidas organoclorados en suelos agrícolas de las Regiones V a XI. La figura 5.3 muestra gráficamente las concentraciones en distintas regiones.

CUADRO 5.9: DISTRIBUCIÓN DE SUELOS CON PROBLEMAS DE DRENAJE Y SALINIDAD (MILES DE HECTÁREAS)

Región	Superficie	Área Estudiada	Drenaje	Salinidad	% Regional con limitación
I	5807,2	5,1	-	2,3	0,04
II	12530,6	2,5	-	2,4	0,02
III	7826,8	17,4	-	10	0,13
IV	3964,7	59,5	12,7	5	0,5
V	1637,8	157	29,8	-	1,8
RM	1578,2	288,7	56,9	13,9	4,5
VI	1595	713,2	139,5	-	8,7
VII	3051,8	291	141,3	-	4,6
VIII	33600,7	849,2	166,1	-	4,6
IX	3247,2	653	83,2	-	2,6
X	6903,9	1225,1	372,8	-	5,4
TOTAL	81743,9	4261,7	1002,7	33,6	32,89

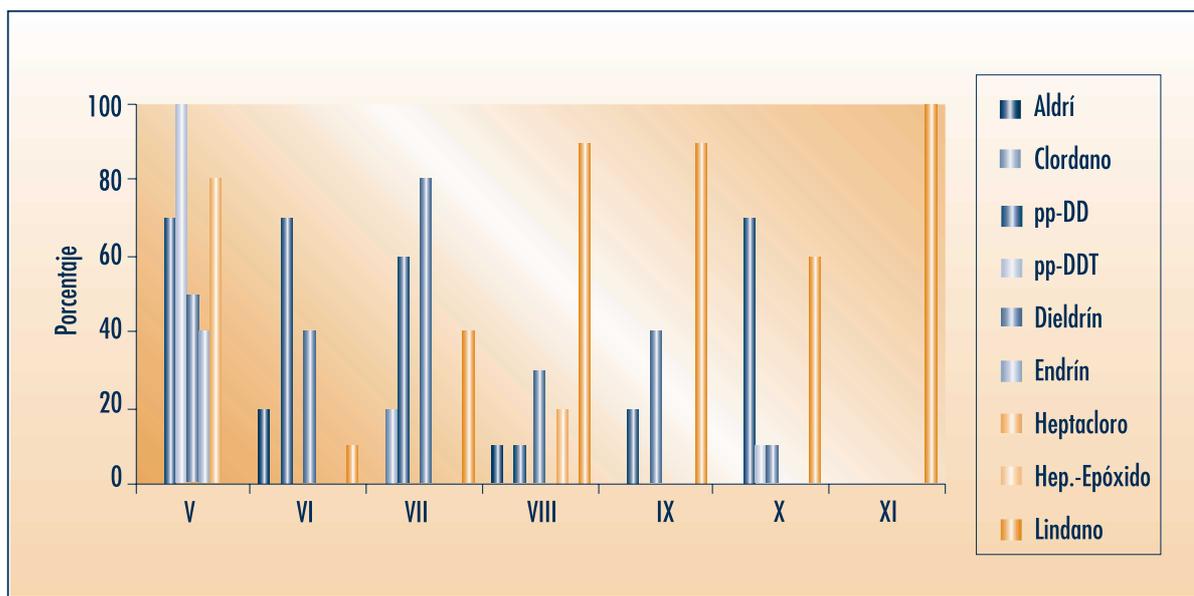
Fuente: Peralta, M. 1995.

CUADRO 5.10: RANGOS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS EN MUESTRAS DE SUELO, PROVENIENTES DE 7 REGIONES DE CHILE.
1/ ND = CONTENIDO NO DETECTADO, PARA UN LÍMITE DE DETECCIÓN DE 0,5 mg/Kg.

Residuo	Regiones						
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Rangos de contenido de residuos de plaguicidas OC en suelos (mg/Kg)							
Aldrín	ND ^{1/}	0,5	ND	0,5	ND	ND	ND
Clordano	ND	ND	0,5	ND	ND	ND	ND
pp-DDE	3 – 105	0,5 – 6	0,5 – 2,4	0,5	0,5 – 2,0	0,5 – 1,5	ND
pp-DDT	4 – 105	ND	ND	ND	ND	4	ND
Dieldrín	3 – 247	0,5 – 50	0,5 – 11	0,5 - 4,4	0,5 – 4	16	ND
Endrín	3 – 32	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptacloro	3 – 5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hep-Epóxido	ND	ND	ND	0,5 – 3,2	ND	ND	ND
Lindano	ND	0,5	0,5	0,5 – 6,3	0,5 - 6	0,5 – 3,2	0,5 - 2

Fuente: González, 1994

La Figura 5.3 Identidad y Ocurrencia de Residuos Organoclorados de Suelos entre la V y la XI Región:



Existe una preocupante presencia de agroquímicos en las zonas frutícolas, entre las cuales la VI Región en 1990 presentó las mayores concentraciones de OC del país (Celis y Letelier, 1999). Existen antecedentes de casos de abortos espontáneos y malformaciones en neonatos en la descendencia de los trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas, principalmente en el valle del río Cachapoal. No existen estudios más actualizados respecto de la situación de la contaminación por plaguicidas.

• *Acumulación de sustancias químicas en el suelo*

En la mayoría de los casos de contaminación del recurso suelo en el país, las sustancias químicas tóxicas provienen de actividades mineras e industriales. Los suelos reciben materiales residuales emitidos por dichas actividades, generando un conflicto de intereses entre la minería y agricultura, entre minería y salud pública y entre minería y sanidad ambiental.

El suelo posee una capacidad de amortiguación específica para cada suelo. Así, la carga de un metal para un umbral de igual daño será distinta dependiendo de la especie afectada y del suelo en que se produzca la contaminación.

Esta situación es importante en Chile, ya que se presentan suelos con contenidos metálicos anómalos, principalmente de cobre, en sectores importantes de los valles de los ríos de Elqui (IV), La Ligua y Aconcagua (V), Mapocho y Maipo (RM) y Cachapoal

(VI), además del valle costero de Puchuncaví (V). Se ha demostrado que la riqueza de cobre de algunos suelos de los valles de Elqui, Mapocho y Cachapoal sería básicamente natural, en tanto que la metalicidad de algunos suelos de los valles de la Ligua y Aconcagua sería antrópica (González, S. 1996).

Por su parte el cuadro 5.11, presenta el contenido de metales en el suelo por elemento.

En el gráfico presentado en la figura 5.4 se aprecian comparativamente las concentraciones de estos metales.

CUADRO 5.11: CONTENIDOS TOTALES PROMEDIO DE Cu, Pb, Zn, Y As (mg/Kg), EN LA ESTRATA SUPERFICIAL DE SUELOS DEL PAÍS

Valle (Región)	Cobre	Plomo	Cinc	Cadmio	Arsénico
Elqui (IV)	86,7	30,6	179,4	<2,5	
Limarí (IV)	64,6	33	92,2	<2,5	
La Ligua (V)	71,6	7,8	80,9	0,19	8,2
Aconcagua (V)	127,6	56	29,3	0,3	
Puchuncaví (V)	542,5	53,2	94,8	0,91	43,3
Mapocho (RM)	196,6	28,7	149,7	1,02	
Maipo (RM)	72,3	23,8	106,5	0,45	
Cachapoal (VI)	427,3	25,7	135,8	<2	
Tinguiririca (VI)	53,9	19,8	94,6	<2	
Mataquito (VII)	37,5	18	81,5	<1	
Maule (VII)	27,6	21	64,7	<1	
Bío-Bío (VIII)	30,9	16,2	61	<1	
IX Región	49,7	22,9	66,5	<1	
X Región	36,1	19,6	45,7	<1	
Simpson (XI)	13,3	15	50,4	<1	
TOTAL	116,8	25,4	88,4	0,18	25,8

Fuente: INIA, 1986, 1991 Citado por González, 1996.

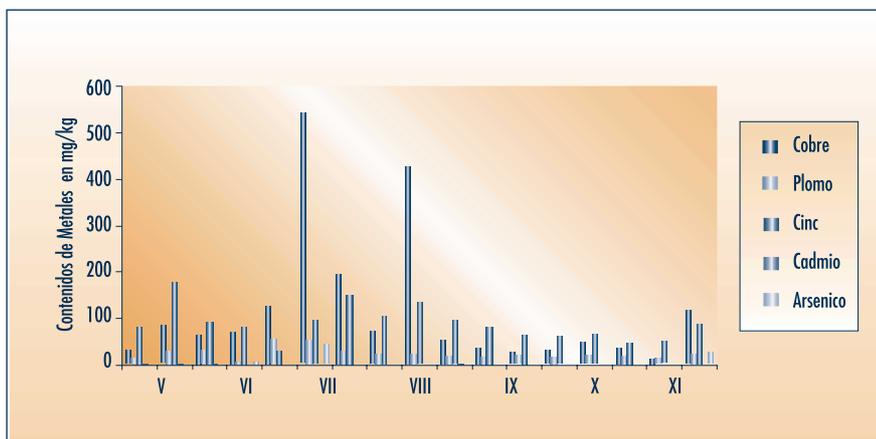


Figura 5.4: Contenidos totales promedios de ciertos metales pesados en algunos suelos del país.

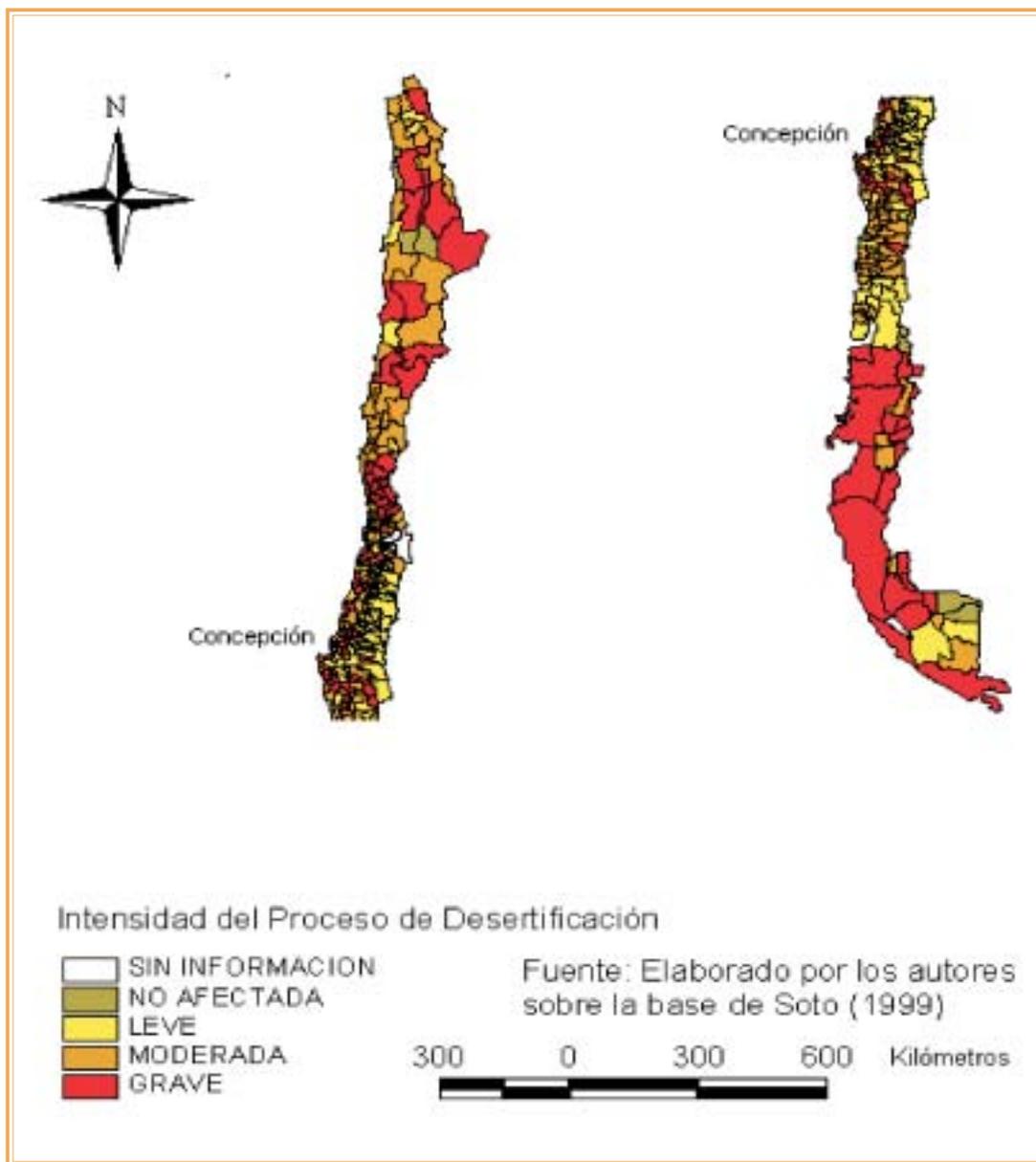
5.1.2.4 Desertificación

Todos los procesos de deterioro antes considerados participarían en la desertificación, incluso acciones que pueden considerarse de desarrollo (CONAMA, 1994).

La desertificación afectaría a una superficie de 47.300.000 Ha., lo que equivale al 62,6% del te-

rritorio nacional (Soto, 1999). El proceso se ha manifestado con mayor intensidad en las regiones comprendidas entre la I y VIII y las regiones XI y XII, en donde se ubica la mayor parte de las especies de flora y fauna con problemas de conservación (CODEFF, 1997). La figura 5.5 muestra una estimación de la intensidad de la desertificación en Chile.

Figura 5.5 Distribución comunal de procesos de desertificación



5.1.2.5 Expansión Urbana

La población urbana del país ha aumentado a un 87,4% (ODEPA, 2002) con una superficie urbanizada que alcanza a unas 180.000 Ha., gran parte de las cuales se localizan sobre suelos de altos potenciales agrícolas.

Un estudio de la Universidad de Chile (1997) concluye al respecto:

- De una superficie de 139.064 Ha. que abarcan los planos reguladores intercomunales y límites urbanos analizados, 80.971 Ha. en total permanecen aún en uso agrícola. De esta superficie, el 87% se encuentra en la Región Metropolitana.
- De los terrenos que están en uso agrícola, alrededor de un 50% (40.500 Ha.) corresponde a suelos regados de alto potencial agrícola, incluida en las Clases I, II y III de Capacidad de Uso. De estos suelos, al menos 300.000 Ha. están en la Región Metropolitana.
- Se estima que la tasa promedio de crecimiento urbano en el área estudiada es del orden de 800 a 1.000 Ha./año.

Actualmente se está trabajando en un plan de ordenamiento territorial para la Región Metropolitana, denominado Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable para la Región Metropolitana de Santiago (OTAS), el cual debe definir según la Política Nacional, una Política Regional de

Ordenamiento Territorial compatible con la protección, conservación y preservación de los recursos naturales y el paisaje. Para mayores antecedentes sobre este proyecto ver el capítulo 8, recuadro sobre OTAS.

El objetivo del proyecto es disponer de las bases técnicas para orientar y definir una Política de Ordenamiento Territorial que propenda a un Desarrollo Ambientalmente Sustentable en la Región Metropolitana, a través de la proposición de instrumentos y el diseño de procedimientos formales de coordinación institucional y participación ciudadana a nivel regional que sirva como propuesta piloto aplicable a otras regiones u otros niveles territoriales (OTAS, 2002).

A nivel regional se están desarrollando proyectos de ordenamiento territorial en la Zona Costera de la Región del Bío Bío y en la Región de Aysén.

5.2 CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DEL SUELO

5.2.1 Uso actual del suelo

Según el catastro vegetacional realizado por CONAF-CONAMA, el uso actual de los suelos en Chile conforma las proporciones señaladas en la figura 5.6:

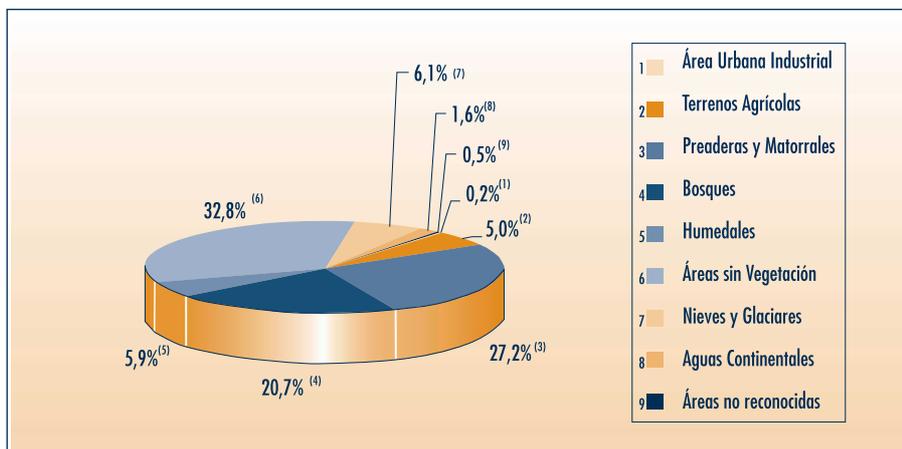


Figura 5.6: Superficie nacional por tipo de uso (porcentajes)

Fuente: CONAF-CONAMA, 1999, en Diagnóstico sobre el estado de degradación del recurso suelo en el país, INIA, 2001.

El Censo Agropecuario entrega un balance del uso de los suelos distinguiendo las siguientes categorías: *cultivos anuales* (ciclo de cultivo inferior a un año), *cultivos permanentes* (ciclo de cultivo superior a un año), *pradera permanente y de rotación*, *pradera mejorada*, *pradera natural*, *suelos en barbechos y en descanso*, *suelos con plantaciones forestales*, *bosques y montes*, y *suelos indirectamente productivos*. Estos últimos corresponden a aquellas superficies de terreno de la explotación utilizados por las casas habitacionales, construcciones, corrales, caminos interiores, tranques y otras construcciones. Finalmente se identifican los *terrenos estériles*

y otros *no aprovechables*, correspondientes a las superficies de aquellos terrenos existentes en la explotación, que no reúnen potencial productivo, como los terrenos desérticos, cerros, áridos, dunas y pedregales.

Las superficies destinadas a las categorías de uso definidas por el Censo Agropecuario, a escala nacional, se detallan en el cuadro 5.11.

La superficie destinada a las categorías de uso definidas por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) para la temporada agrícola 1997 – 1998, se detalla en el cuadro 5.12 y figura 5.7.

CUADRO 5.11: SUPERFICIE DESTINADA A LAS DISTINTAS CATEGORÍAS DE USO EN CHILE

Categorías de uso		Superficie (Ha.)	Porcentaje (%)	
1/ Cultivos anuales y permanentes (incluyendo forrajeras anuales).	Suelos de cultivo	Cultivos 1/	1.400.787,9	5,3
		Praderas 2/	453.532,9	1,7
2/ Praderas sembradas permanentes y de rotación.	En barbecho y descanso		442.956,0	1,7
3/ Plantaciones forestales incluyendo viveros forestales y ornamentales	Otros suelos	Praderas mejoradas	1.010.048,2	3,8
		Praderas naturales	11.914.910,6	45,0
4/ Bosques naturales y montes (explotados y no explotados).	Plantaciones forestales 3/		1.096.561,4	4,1
5/ De uso indirecto (construcciones, caminos, canales, lagunas).	Bosques naturales y montes 4/		4.643.206,1	17,5
	De uso indirecto 5/		235.621,1	0,9
6/ Suelos estériles (áridos, pedregales, arenales).		Estériles 6/	5.304.739,6	20,0
Total			26.502.363,8	100,0

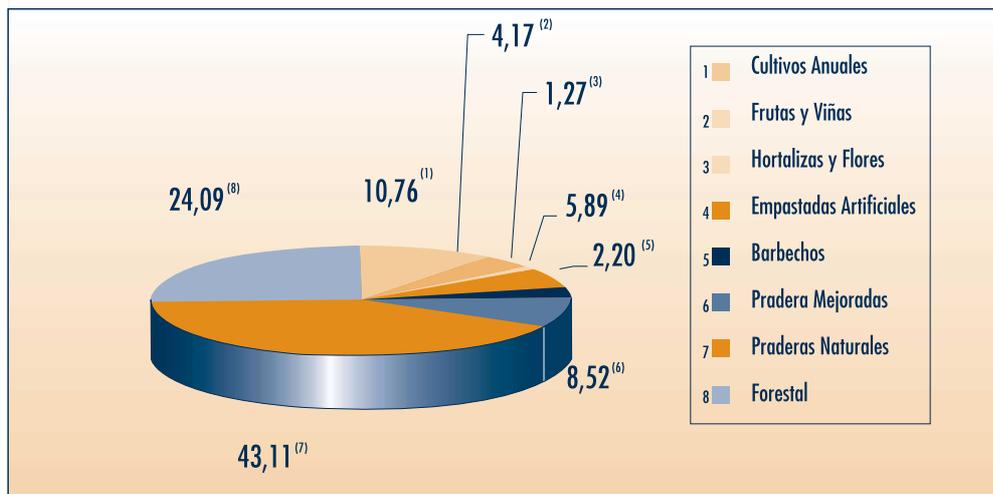
Fuente: VI Censo Nacional Agropecuario.

CUADRO 5.12: USO DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS EN CHILE, PERÍODO 1997/98

Categorías de uso	Superficie (Ha.)	Total (Ha.)	Porcentaje(%)
USO INTENSIVO		1.750.980	52
Cultivos Anuales	775.794		
Frutales y Viñas	300.859		
Hortalizas y Flores	91.241		
Empastadas Artificiales	424.660		
Barbechos	158.426		
USO EXTENSIVO		5.460.812	48
Praderas Mejoradas	3.108.978		
Praderas Naturales	614.804		
Forestal 1/	1.737.030		
TOTAL		7.211.792	100

1/ Plantaciones Industriales de Pino y Eucalipto.

Fuente: ODEPA, 1999.

Figura 5.7: Porcentaje de uso de suelos agrícolas, 1997/98

5.2.2 Causas y condicionantes de procesos físicos que explican la pérdida y degradación de los suelos

La degradación acelerada de los suelos en Chile comenzó en el siglo pasado como una consecuencia de la producción de cereales en suelos de lomajes. Por ser un proceso gradual y muy repartido a través de la geografía nacional, es un problema cuya gravedad no ha sido bien percibida por la sociedad chilena. Este proceso de degradación ha sido facilitado en parte por condiciones naturales, como inclinación y extensión de las laderas, profundidad de suelos, tipo de rocas, o interacción entre clima y sustrato. Sin embargo, el principal factor involucrado ha sido la intervención del hombre en múltiples formas.

Según Peralta (1995), son múltiples los factores físicos que condicionan la degradación de los suelos. Entre los más importantes cabe mencionar:

a) Las condiciones climáticas: Las precipitaciones son uno de los elementos más importantes por presentar gran variabilidad interanual e intra-anual en todo el país, unida a una tendencia a concentrarse en cortos periodos de tiempo, particularmente en invierno cuando el suelo presenta menor protección vegetal. La acción de la gota de agua sobre un suelo desnudo es lo que provoca mayor daño. Además de las pérdi-

das de suelo, se produce una pérdida de nutrientes al ser removidos de la zona radicular por lixiviación en el agua que percola a estratas profundas (Baker y Laflen, 1983, citado por Rodríguez et al. 2000).

b) El relieve: Más del 80% del territorio posee un relieve montañoso, lo que aumenta la susceptibilidad del país a la erosión de los suelos. La inclinación de las pendientes, la longitud, forma y exposición de las mismas, inciden directamente en el potencial de erosión de los suelos (Peralta, 1995).

c) Las características del suelo: Las propiedades físicas y químicas de los suelos hacen que algunos sean más susceptibles que otros a la erosión, entre los que cabe mencionar a los suelos derivados del material granítico y terrazas marinas de la costa, y los suelos rojos derivados de tobas, cenizas volcánicas antiguas y materiales morrénicos. Las propiedades físicas como textura, estructura, permeabilidad y dispersión influyen en el comportamiento del suelo. Entre las propiedades químicas destaca la influencia de la materia orgánica que, al favorecer la agregación, mejora la estructura y ofrece mayor resistencia a la dispersión de partículas (Peralta, 1995).

d) Tipo de material de origen: Los suelos derivados de rocas ígneas y metamórficas presentan una mayor susceptibilidad a la erosión. Por

el contrario, los derivados de materiales sedimentarios no presentan signos aparentes de erosión, por estar en posición de terraza marina y por poseer texturas livianas y muy permeables (Peralta, 1995).

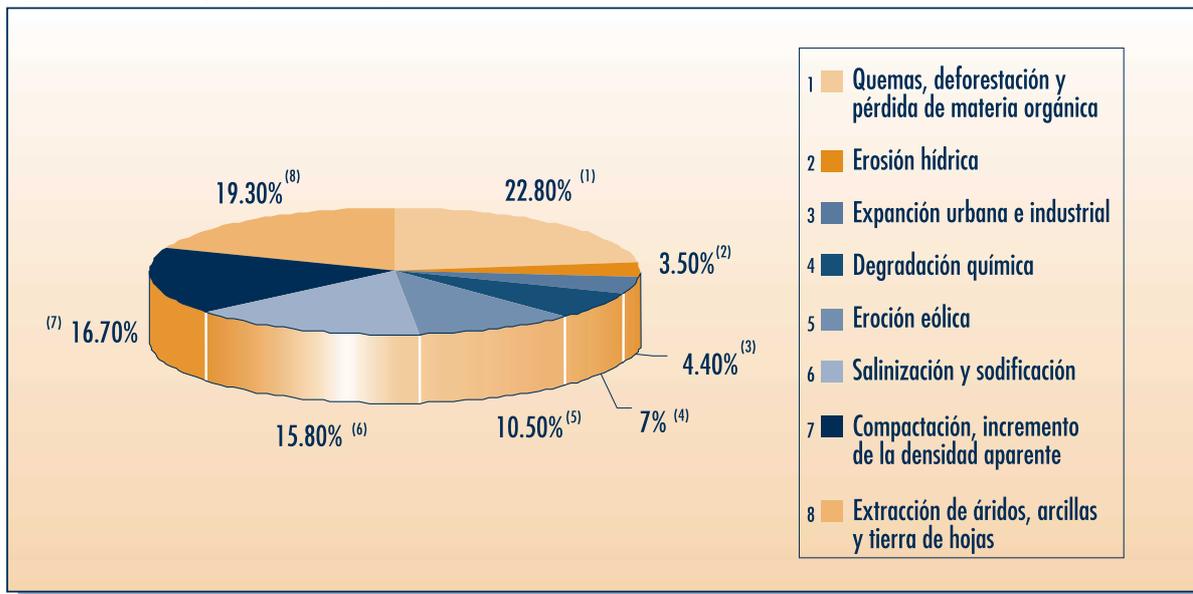
e) Los usos de suelos: El uso al que se somete el suelo incide directamente sobre su degradación, influyendo en la acción erosiva tanto de la gota de lluvia como del agua de escurrimiento. Actualmente, la disminución de la superficie cultivable por pérdida de fertilidad, erosión, salinización, urbanización y otros procesos, ha ido creciendo en importancia (Peralta, 1995. citado en Pérez C., 2001).

Otros factores importantes de considerar en la

degradación de los suelos son el sobrepastoreo, la deforestación, los incendios forestales y las quemas agrícolas y forestales. La mayoría de las veces el hombre es el causante de estas acciones. El factor común en todos estos casos es la pérdida de la cubierta vegetal que deja expuesto el suelo a la acción de la lluvia y al viento, causando erosión hídrica y eólica. Tanto en el Altiplano como en la Patagonia se han producido importantes pérdidas patrimoniales por estos fenómenos (Pérez C., 2001).

Los orígenes y las causas de la pérdida y degradación del suelo han sido agrupados en ocho categorías (CONAMA 1994), representadas en la figura 5.8:

Figura 5.8: Causas y Orígenes de la Degradación de los Suelos en Chile



Fuente: CONAMA, 1994

Dentro de los impactos más directos de la agricultura está la degradación y salinización de los suelos, el agotamiento de las napas freáticas y la degradación de la calidad de las aguas por lixiviación de los fertilizantes y pesticidas (Celis y Letelier, 1999).

Es posible clasificar la degradación de los suelos en tres tipos:

(i) La degradación física del suelo, que está constituida por fenómenos como la compactación, la erosión, la alteración de las reservas y la disponi-

bilidad de agua, originadas básicamente por causas culturales y de desarrollo, por deforestación y por causas naturales.

(ii) La degradación química del suelo, que consiste fundamentalmente en los fenómenos de salinización debidos al riego con aguas de baja calidad, en el empobrecimiento o abundancia excesiva de nutrientes y de materia orgánica, en la acidificación del suelo y en el exceso de productos tóxicos, y

(iii) la degradación biológica del suelo, la que se debe sobre todo a fenómenos de pérdida de biodiversidad y al empobrecimiento de mi-

croflora y microfauna, lo que contribuye además a fomentar los procesos de desertificación (Seoáñez, 1999).

CUADRO 5.12: TIPOS, FACTORES Y CAUSAS DE LA EROSIÓN.

Zona	Tipo de Erosión	Factores y causas
Norte Grande y Chico: I a III regiones; cordones y estribaciones andinas de la IV Región	Eólica	- Sobrepastoreo
	Hídrica	- Aumento de la población ganadera
	Geológica	- Dificultades económicas
Cordillera de la Costa y Planicies de la IV Región	Hídrica	- Tala de material semidesértico
	Eólica	- Sobreutilización de praderas
	Dunas litorales	- Cultivo en suelos no arables
Cordillera de la Costa y Planicies de la V a VIII regiones	Hídrica	- Tala de bosque esclerófilo
	Eólica (costa)	- Actividades forestales
	Dunas litorales	- Incendios y quemas
		- Sobrepastoreo
Cordillera de la Costa y Planicies de la IX y X Regiones	Hídrica	- Cultivo en suelos no arables
		- Barbechos, siembras en pendiente
		- Dificultades económicas
		- Explotación indiscriminada de bosque nativo
Precordillera andina de Las regiones V y RM	Hídrica	- Habilitación de suelos de aptitud forestal para agricultura y ganadería (tala rasa, quemas)
		- Tala del matorral y del bosque esclerófilo andino para uso como leña y carbón
Precordillera andina De las regiones VI a X	Hídrica	- Incendios y quemas
	Hídrica	- Tala de bosques mesofíticos e hidrofíticos
	Eólica	- Quema de rastrojos
		- Cultivos anuales en suelos no arables
Cerros y lomajes del Llano Central, V a X regiones		- Barbechos descubiertos
		- Labranza y siembras en el sentido de la pendiente
	Hídrica	- Tala de bosques esclerófilos y mesofíticos, para uso como leña y carbón
		- Quema de rastrojos y matorrales
		- Barbechos descubiertos
Patagonia		- Labranza y siembra en el sentido de la pendiente
		- Cultivo de cereales en suelos no arables
	Hídrica	- Sobreutilización de las praderas
	Eólica	- Explotación indiscriminada del bosque nativo
	- Habilitación de suelos de aptitud forestal para uso ganadero	
	- Talas y quemas	

Fuente: Universidad de Chile, 1997.

CUADRO 5.13: DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS DESLIZAMIENTOS DE TIERRAS ASOCIADOS A DESASTRES EN CHILE.

	Distribución (%) Regional de los Deslizamientos de Tierras en Chile según el Factor Desencadenante más Importante												
	Región												
	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Lluvia	88,6	43,6	40,0	45,2	65,6	57,9	57,1	80,3	71,5	76,4	73,8	84,6	14,3
Sismos	42,9	16,4	28,0	15,1	4,6	6,6	7,0	1,5	6,5	2,0	6,2	0	14,3
Lluvia y sismos	-	-	-	-	0,3	-	-	-	1,6	2,0	2,8	-	-
Nevozones	-	1,8	32,0	3,2	14,1	3,3	3,2	0	0,5	0	0	0	21,4
Deshielo	6,1	5,5	-	3,2	1,6	0,8	1,6	0	0	0	0,7	0	14,3
Actividad volcánica	-	-	-	-	-	-	-	-	0	13,0	2,1	-	-
Aguas subterráneas	-	-	-	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sedimentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-
Glaciar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,7	-
Maremotos y oleajes	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	3,1	-	-
Mina	8,2	20,0	-	30,1	3,9	8,3	12,7	4,5	3,2	0	-	-	-
Otras actividades humanas	2,0	3,6	-	1,1	6,8	11,6	1,6	3,0	4,1	-	4,9	-	-
No especificado	12,2	9,1	0	0	2,8	11,5	15,9	10,7	12,6	4,6	-	7,7	50,0

Fuente: Espinoza, Hajek y Fuentes, 1985.

5.2.2.1 Causas físicas y condicionantes de procesos específicos

• Factores y causas de la Erosión

En el cuadro 5.12 se detallan los tipos, factores y causas de la erosión en algunas zonas del país.

• Pérdida de los suelos por Deslizamientos de tierra

Los desencadenantes de deslizamientos de tierra están asociados a altas precipitaciones y sismos, pero no excluyen el papel de la acción humana, como por ejemplo obras civiles, deforestación, desertificación o incendios forestales (CONAMA, 1994). En el cuadro 5.13 se indica sólo el factor desencadenante más evidente en cada región, ya que existe una serie de factores asociados que complementan su acción al producirse un deslizamiento (CONAMA, 1994).

• Pérdida de suelos por extracción de áridos

La industria de la construcción explota y pro-

cesa rocas, arenas y ripios o utiliza arcillas en la fabricación de elementos para la construcción, como adobes, ladrillos y tejas. La extracción de áridos en subsuelos de gran potencial agrícola, además de causar una destrucción de la capa vegetal de los mismos, afecta seriamente la producción de los predios aledaños, pues el polvo y el material particulado que se genera en el procesamiento de los áridos interfiere en la fotosíntesis vegetal. Además, el socavón que se origina luego de terminada la extracción, produce un descenso violento en el nivel freático de las aguas de los predios vecinos. Aun cuando este problema ha sido identificado en las regiones Metropolitana, VI y XI, no existe información referida a la cantidad de suelo degradados por esta actividad (Ministerio de Agricultura, 1995. Citado por Pérez C., 2001).

• Causas del deterioro de los suelos por Contaminación química

La contaminación de los suelos puede ser a través de cursos en que se han vertido aguas industriales residuales (RILES) o aguas de relaves, pudiendo afectar a una vasta superficie de riego

aguas abajo de las descargas, o bien a partir de industrias que emiten material particulado rico en metales pesados. En este último caso, el área afectada tiende a ser más puntual y los daños son apreciables en el corto plazo.

A escala nacional, se estima que la superficie afectada por emisiones fumígenas derivadas de actividades mineras e industriales supera las 60.000 Ha., destacándose las localidades de Puchuncaví y Quintero (V Región), en donde las emisiones de anhídrido sulfuroso, cobre, arsénico, plomo, zinc, molibdeno y material particulado cubren una superficie de 11.000 hectáreas, y las localidades de

Codegua, parte de Machalí y la precordillera andina de la VI Región, en donde las emisiones de anhídrido sulfuroso, cobre, cadmio, plomo, molibdeno y material particulado afectan unas 30.000 Ha.

Durante 1999 se completó el programa de control de emisiones y actualmente se encuentra en funcionamiento la red de monitoreo de emisiones de anhídrido sulfuroso y material particulado respirable.

El Cuadro 5.14 presenta un resumen por región del contenido de elementos metálicos en el suelo, asociado a ciertas actividades productivas.

CUADRO 5.14 CONTENIDO DE METALES Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS COMO AGENTES DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO: II-VII REGIONES.

Región	Aspectos de Interés
II	Fundición de cobre (Cu), emisión fumígena de dióxido de azufre (SO ₂), particulados, Cu, molibdeno (Mo), cadmio (Cd), plomo (Pb), arsénico (As), afectando a 2.000 Ha. en el sector de Calama.
III	Contenidos totales de cobre relativamente bajos (13 a 53 mg/Kg), por pertenecer a una cuenca pobre en este metal. Fundición de cobre: emisión fumígena de SO ₂ , particulados, Cu, Mo, Cd, Pb, As, afectando 2.000 Ha. de la zona de Copiapó. La depositación de material particulado con alto contenido metálico proveniente de una planta de pellets de hierro no ha repercutido en forma significativa, ya que los contenidos totales de hierro (1,1 a 2,5%) caen dentro de los rangos comunes. El contenido de plomo (44 a 140 mg/Kg) y zinc (10 a 25 mg/Kg) parece corresponder al contenido natural. Esta depositación recae sobre 1200 Ha. del valle del Huasco.
IV	En la cuenca alta del río Turbio, afluente del Elqui, funciona el único centro minero importante de la región. Los suelos de los valles Elqui y Limarí poseen contenidos cúpricos moderados, aunque superiores al valle del Huasco. Los contenidos promedios y máximos para el Elqui son de 87 y 160 mg/Kg; y 65 y 120 mg/Kg para el Limarí. Pese a existir valores puntuales elevados de zinc y plomo en el valle del Elqui, no fue posible asociarlos a causas antrópicas.
V	Fuerte cupricidad para Aconcagua y Puchuncaví, con valores promedios y máximos 275 y 1.601 mg/Kg; y 145 y 1.214 mg/Kg, respectivamente. Además se producen emisiones fumígenas de SO ₂ y particulados, Cu, Zn, Mo, Cd, Pb, As. Esto afecta a cerca de 11.000 Ha. Los suelos de Catemu presentan alta cupricidad, producto de las emisiones de una fundición. El plomo y el cadmio muestran notorios enriquecimientos en este sector, aparentemente asociados a las mismas emisiones. Se estiman 4000 Ha. afectadas. Planta de cemento en Calera. Emisión fumígena de particulados de carbonatos, que afecta a 4.000 Ha.
Región Metropolitana	Área de influencia de la zona industrial de Nos (San Bernardo). El cobre ha llegado a 700 mg/Kg en forma local. Existe una relación con zinc y plomo, que muestran ligeros aumentos en esta zona. En los suelos cúpricos del Mapocho, se podría exceder el umbral de cobre de 100 mg/Kg. Tostación de concentrados: emisión de SO ₂ y As, en Rungue, afectando a 1.000 Ha. En Lampa existe una planta de coke y asbesto: emisión fumígena de SO ₂ y particulados, que afecta 1.000 Ha.. Fundición de concentrados de Mo; emisión fumígena de SO ₂ y particulados de Mo. Sector de Polpaico, afectando a 2.000 Ha.
VI	Las cuencas de los ríos Tinguiririca y Pungal son marcadamente oligometálicas, en tanto la cuenca del río Coya y sus afluentes son fuertemente cúpricos. Se puede explicar por la existencia de: Fundición de cobre: emisión fumígena de SO ₂ , particulados, Cu, Mo, Cd, Pb, en sectores de la precordillera, Codegua y Machalí afectando a cerca de 30.000 Ha. Tranque de relaves producen contaminación en río Carén principalmente por agua efluente, molibdeno y sulfatos.

Continuación

CUADRO 5.14 CONTENIDO DE METALES Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS COMO AGENTES DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO: II-VII REGIONES.

Región	Aspectos de Interés
VII	No existe una actividad minera e industrial de relevancia, de modo que se asume un contenido metálico semejante al natural. Llama la atención la existencia de suelos con alta carga de zinc, probablemente de origen natural. El promedio regional del contenido de cobre es claramente inferior al de las otras regiones; los otros elementos mantienen niveles similares.
VIII	Los contenidos totales de metales en los suelos de esta región son bajos, debido al clima y riqueza mineral de los materiales parentales.
IX a XI	La inexistencia de actividades productivas de envergadura indica que los suelos de estas regiones no debieran reflejar alteraciones por contaminación química, con excepción de los centros de extracción de plomo y zinc y cerca de los lagos Pedro Aguirre Cerda y General Carrera. En esta región, el manganeso presenta los máximos valores nacionales, mientras los restantes elementos (cobre, zinc y plomo) presentan los mínimos.

Fuente: basado en, CONAMA, Minagri. 1994 y González, 1994.

• Causas y condicionantes de la Desertificación

La desertificación como fenómeno terminal, tiene múltiples, complejas e interrelacionadas causas. Confluyen propensiones naturales y efectos antrópicos.

El fenómeno se expresa con mayor magnitud en las siguientes macrozonas ecológicas: la precordillera de la I y II Región, la faja costera de la I a la IV regiones, las áreas ocupadas por las Comunidades Agrícolas de la III a la IV regiones, el secano costero de la V a la VIII regiones, y las zonas degradadas de la XI a la XII regiones (Soto, 1997).

En el Altiplano, que abarca una superficie de 6.300.000 Ha., el proceso de desertificación se ha visto acelerado por la destrucción de la escasa vegetación existente, junto con el sobrepastoreo y la reasignación de las aguas de regadío para uso potable e industrial, lo que ha incidido en la desecación de vastas zonas. Los proyectos mineros, a través de empresas multinacionales, han sido responsables de la construcción de obras como el canal de desviación de las aguas del río Lauca y la asignación de las aguas de la hoya hidrográfica de Tarapacá.

En la zona costera de las regiones I y II, que abarca una superficie de 2.000.000 de Ha., la vegetación que se desarrolla en los sectores de las ca-

manchacas ha sido destruida y su uso se ha destinado a combustible y a la exportación no tradicional de cactáceas.

Entre las regiones IV y X, la formación de dunas costeras es reflejo del proceso de erosión hídrica que se desarrolla al interior del continente; el avance de las arenas puede alcanzar hasta 10 Km. hacia el interior.

En la Cordillera de la Costa y en los lomajes de la precordillera andina, con una superficie de 4.679.000 Ha., el proceso de erosión es muy significativo debido a la continua siembra de cereales en suelos con aptitudes de uso ganadero y forestal. Actualmente esta área ha sido cubierta en gran parte con plantaciones comerciales de pino, que han generado incertidumbre respecto a la magnitud del consumo de agua de estas especies.

En el área de bosques mesofíticos, con una superficie de 3.000.000 de Ha., emplazada en sectores de la Cordillera de la Costa y la precordillera y cordillera andina, el proceso degradativo tiene su origen en la actividad de los cabreros y los leñadores, pudiendo acelerarse el ciclo hidrológico y degradar el ecosistema.

Zona de Bosques húmedos: con una superficie de 4.300.000 Ha., se extiende entre las regiones VIII y X. En esta zona se ha intensificado el deseca-

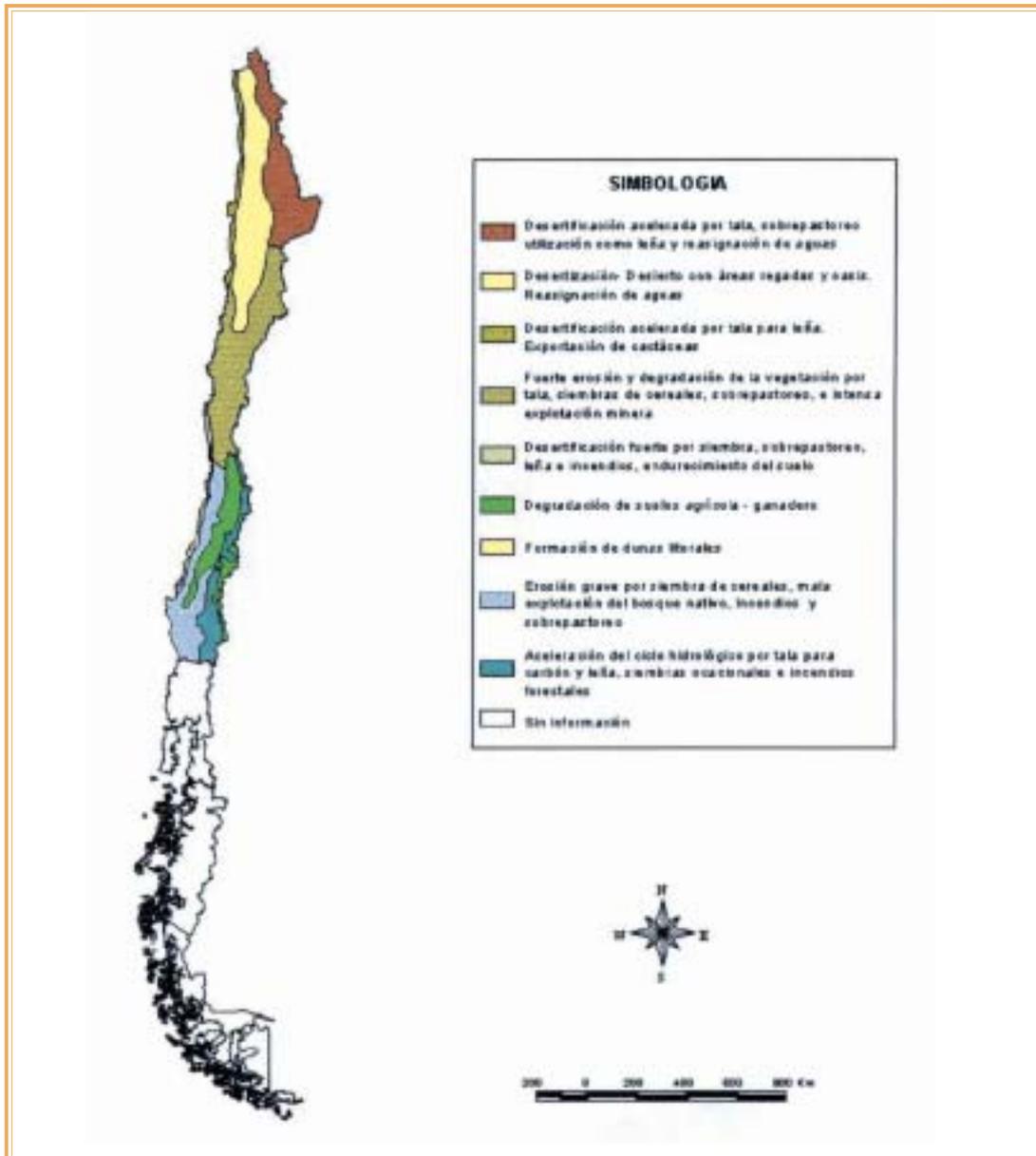
miento, lo que dificulta la germinación y emergencia de nuevas plantas, necesarias para la recuperación de bosques y montes.

Zona oriental de Chiloé continental y Aysén: en una superficie de 1.000.000 de Ha., el proceso erosivo ha sido catastrófico y tiene su origen en la transformación de suelos de aptitud forestal para uso ganadero. Existen además vastas áreas erosionadas a causa del sobrepastoreo y los incendios forestales.

Zona de praderas de Aysén y Magallanes: con 5.000.000 de Ha., esta zona ha sufrido la transformación de suelos de bosques para praderas y una consecuentemente rápida pérdida de materia orgánica superficial.

La figura 5.9 muestra las causas primarias de la desertificación en Chile.

Figura 5.9 Causas de la desertificación en Chile



5.2.3 Determinantes socioeconómicas de la pérdida y degradación de los suelos

5.2.3.1 La acelerada metropolización

La Región Metropolitana concentra gran parte del problema de la expansión urbana a costa de la disminución de las tierras productivas. Un análisis de nacional se expone en el capítulo 8 Asentamientos Humanos.

La alta concentración de actividades en la capital limita el desarrollo de las economías regionales. Santiago concentra el 40% de la población nacional y absorbe el 85% del gasto público en el 2% de la superficie territorial (Pacheco, 1996). Esto conduce a la sub-utilización de am-

plias zonas, dificultando el desarrollo armónico del país. Esta situación genera una alta presión sobre los ecosistemas del área metropolitana, provocando impactos de difícil reparación y el deterioro de la calidad de vida de sus moradores. El crecimiento de la gran urbe está condicionado a la existencia de recursos limitados como la disponibilidad de agua y suelos, así como a la capacidad de absorción de impactos antrópicos por parte de éstos.

El desarrollo económico de la capital ha traído como consecuencia el crecimiento físico de la ciudad, el que se ha manifestado a través de una expansión continua del espacio ocupado por ésta. La expansión urbana de Santiago para el período histórico comprendido entre 1541 y 1998 se detalla en las figura 5.10 y 5.11 y en el cuadro 5.12.

CUADRO 5.12: EXPANSIÓN URBANA DEL GRAN SANTIAGO EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE 1541 Y 1998

Período histórico	Área urbana al inicio del período (Ha.)	Expansión urbana del período (Ha.)	Área urbana al final (Ha./año)	Tasa de expansión
1541			17	
1541 – 1900	17	3.310	3.327	9,22
1900 – 1920	3.327	2.251	5.578	112,57
1920 – 1943	5.578	3.726	9.304	162,02
1943 – 1961	9.304	12.001	21.305	666,75
1961 – 1980	21.305	18.915	40.220	652,26
1980 – 1985	40.220	3.727	43.947	745,36
1985 – 1998	43.947	9.994	53.941	768,74

Fuente: Elaborado por los autores sobre la base de IGM, 1985 y una imagen satelital SPOT.

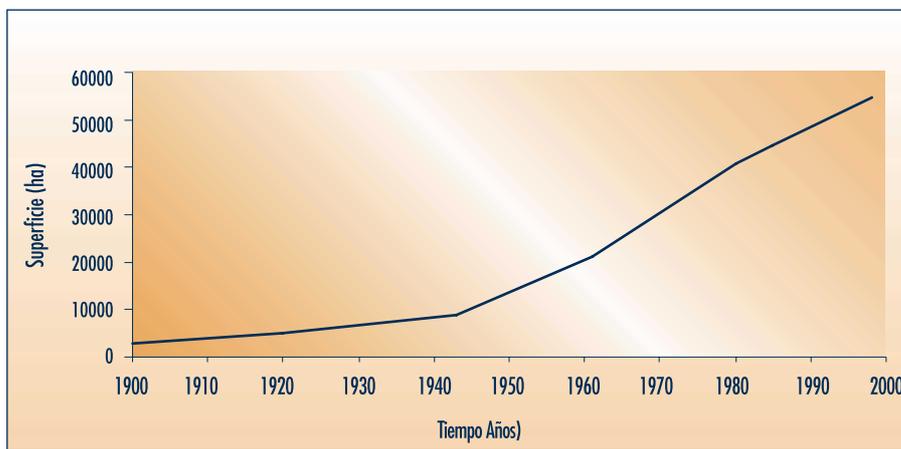
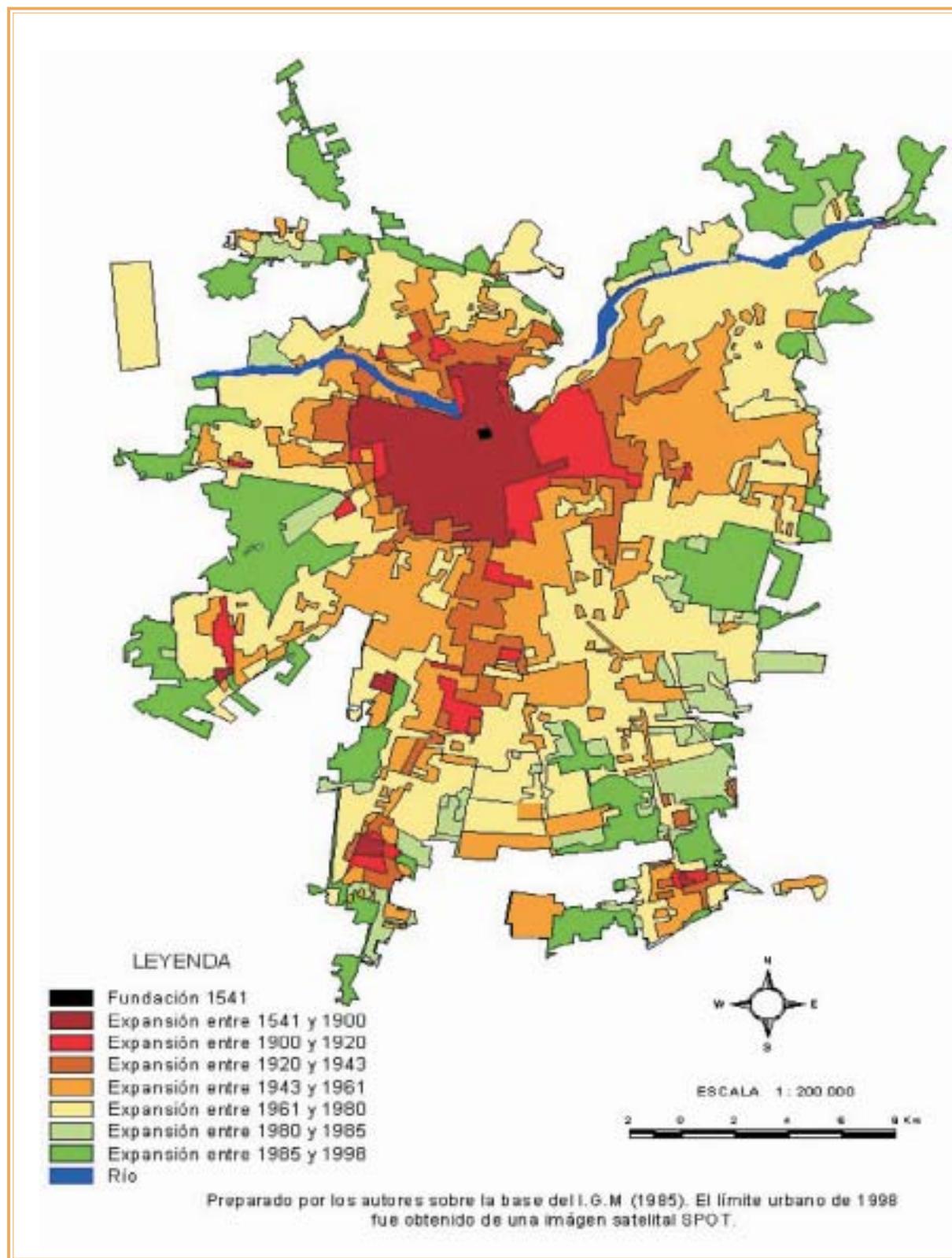


Figura 5.10: Evolución de la superficie urbana del Gran Santiago durante el siglo pasado.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.11: Expansión urbana del Gran Santiago entre 1541 y 1998.

El crecimiento de la ciudad ha sido sobre suelos de grandes potencialidades productivas, lo que se refleja en las clases de capacidad de uso (Clases I, II, III y IV). Estos suelos, además, tienen valor estratégico, dada su cercanía al gran centro de consumo que representa la ciudad. Esto permite que dichos suelos sean destinados al cultivo de especies de gran rentabilidad como lo son las hortalizas y los frutales, parronales y viñas (Bleyer y Rengifo, 1970).

La evolución de la superficie de suelo agrícola ocupada por avance urbano del Gran Santiago según clase de capacidad de uso, basada en la cartografía de suelos de Salinas (1986) y los límites urbanos de Santiago en distintos períodos de expansión (Instituto Geográfico Militar, 1985), se describe en la figura 5.11. Se han ocupado suelos de alto valor agrícola, como se detalla en la figura 5.12.

Dado el acelerado crecimiento de algunas comunas frente el estancamiento de otras, el ordenamiento territorial surge como una necesidad urgente. La mayor parte de las decisiones referentes al uso de los suelos en un distrito tienen un carácter irreversible, generando efectos negativos permanentes si las decisiones adoptadas son erróneas.

El uso del territorio se ha caracterizado también por un cambio en la estructura de uso del suelo. Para el período histórico comprendido entre las temporadas agrícolas 1989 – 1990 y 1997 – 1998 el porcentaje de la superficie destinada a usos intensivo y extensivo ha variado de 23,4 a 27,1% y de 72,9 a 76,6% respectivamente, lo que está revelando un cierto grado de intensificación de las actividades silvoagropecuarias durante los años 90. La evolución de la estructura de uso del suelo durante esta década se representa en la figura 5.13.

Figura 5.12: Aptitud de los suelos ocupados por la urbanización del Gran Santiago.

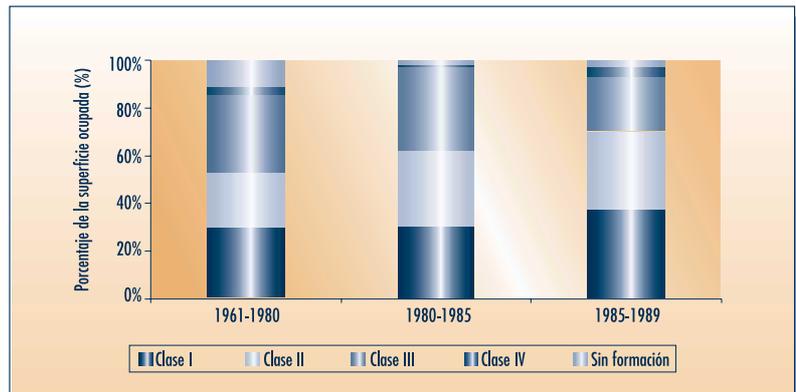
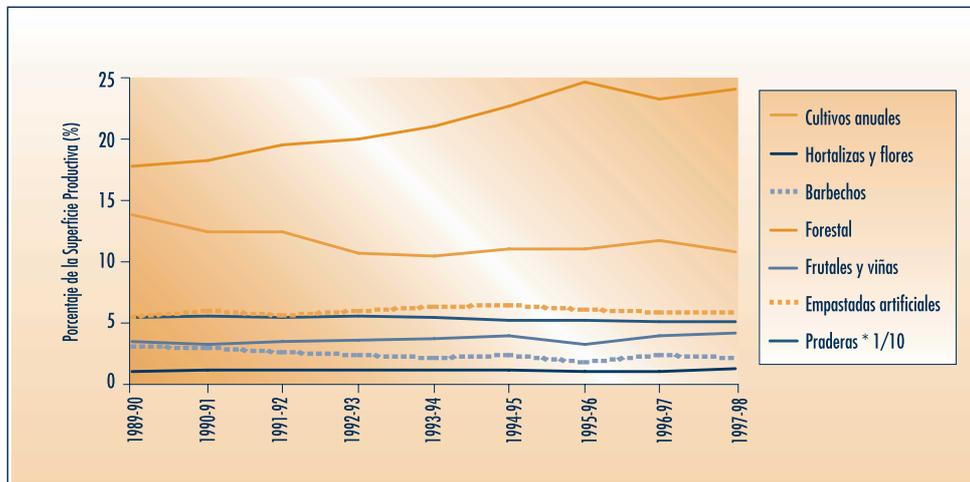


Figura 5.13. Evolución de la estructura de uso del suelo agrícola durante la última década.



5.2.3.2 Estructura de tenencia de la tierra y los sistemas productivos

Los recursos naturales se han generado, por definición, sin la intervención humana. Dentro de ellos están los que son de utilidad directa para la población, que han adquirido un valor monetario a través de transacciones y que deben ser capaces de producir de tal manera que aseguren su reproducción dado su carácter de renovables.

Por otra parte, el recurso humano ha visto reducida la ocupación agrícola con pérdidas elevadas de empleo y además con menor participación de los ingresos provenientes de la agricultura en los hogares rurales.

• Tenencia de la tierra y tipología de explotaciones

La estructura de tenencia de la tierra condiciona la racionalidad productiva de los diversos actores productivos correspondientes a las distintas formas de tenencias que la componen. Por ello que es muy importante analizar cada una de estas formas.

Una clasificación de la tenencia de la tierra del país, se presenta en el cuadro 5.13.

Dada la importancia del campesinado con relación a la conservación de los recursos naturales se hace necesario desagregar aún más los tipos de campesino según se expone a continuación:

CUADRO. 5.13 TIPOLOGÍA DE PRODUCTORES AGRÍCOLAS

Tipo	N°	Rasgos
Empresario Moderno	10.000	Ubicado prioritariamente en Norte Chico y Valle Central. Riego de la Gran Región Metropolitana. Buena gestión técnica de mercado y administrativas, alto niveles relativos de productividad; flexibilidad en el uso de recursos: productor de rubros más rentables y dinámicos, pero también en el top de productividad de trigo y maíz. Un caso especial en este grupo son los conglomerados forestales y algunos frutícolas, de ganadería menor (aves y cerdos) y leches.
Empresario Tradicional	20.000	Con mayor presencia relativa desde el Maule al Sur y en los secanos de las regiones centrales. Orientado básicamente a cultivos tradicionales y ganadería, con niveles tecnológicos medios altos, baja capacidad de gestión y relación con mercados, poco flexible en sus estructuras productivas.
Pequeño Productor Integral	30-40.000	Básicamente, parceleros de Reforma Agraria, de la Región Mediterránea en riego, pequeño ganadero. Dedicado a rubros más rentables (hortofrutícolas, papas, remolacha, flores, etc). Con buena inserción en el mercado (contratos de producción); nivel tecnológico medio y de gestión bajo. Relativamente flexible en sistemas productivos, con tendencia a extenderse hacia actividades de comercio y transporte.
Pequeño Productor con Potencial	50-60.000	Principalmente agricultores rezagados, parceleros o productores de riego y secanos con potencial de recursos. Requieren de inversiones adicionales y apoyo tecnológico para integrarse a rubros más rentables (riego, plantaciones, invernaderos, etc.). Con bajos ingresos, pobre tecnología y mala articulación con el mercado, débil capacidad de gestión y baja productividad en cultivos tradicionales, ganadería y viticultura de cepas no final.
Pequeño Productor sin Potencial	120-140.000	Minifundistas localizados en los secanos interiores y costeros de la V a VIII (35.000); en las Precordillera Andina de la VII y VIII (5.000); en áreas mapuches de la VIII y IX (35.000); y en X Región (25.000). Desarrollan agricultura tradicional de subsistencia (cereales, leguminosas, ganadería extensiva, viticultura de cepa país) y sus ingresos son mayoritariamente de origen extrapredial (salarios, subsidios, pequeño comercio, etc). Se clasifican en estratos de pobreza y extrema pobreza.

Fuente: Agraria

- La pequeña propiedad agrícola

Corresponde a aquellos productores agrícolas que a título de tenencias precarias o definitivas, usufructúan una cantidad de tierras de tamaño inferior a la necesaria para su subsistencia. En 1988, la superficie ocupada por pequeños productores alcanzaba a 1.236.320 Ha. En la actualidad existen alrededor de 140.000 pequeñas propiedades, las que incluyen a las sub-tenencias existentes en tierras de campesinos. La insuficiencia de tierra ha influido históricamente para la sobreexplotación, originándose problemas de erosión, agotamiento de los suelos y pérdida de la cobertura vegetal.

- La pequeña propiedad indígena

Las pequeñas propiedades indígenas se concentran en zonas características del territorio, como en el Norte Grande, donde existen alrededor de 2.000 familias de pequeños productores de origen aymara y atacameños. En la Región de la Araucanía, donde 390.660 Ha. son ocupadas por mapuches, y en la Isla de Pascua, donde existen unos 300 pequeños productores que reclaman tierras fiscales y conservan una fracción de la tierra de sus antepasados. En la Araucanía, el desplazamiento de las comunidades hacia áreas con suelos frágiles, unido a una tecnología rudimentaria, han derivado en la erosión de vastas superficies en los sectores dominados por la propiedad mapuche, especialmente en la provincia de Malleco. Contrariamente a esto, las poblaciones aymaras y atacameñas, han cultivado ancestralmente la tierra mediante tecnologías orientadas hacia la conservación del suelo, lo que les ha permitido tener una agricultura ambientalmente sustentable durante siglos.

- Comunidades del Norte Chico

Un conjunto de personas, generalmente emparentadas, poseen en forma comunitaria una cierta extensión de terrenos rurales, sobre los cuales ejercen derechos de uso y practican su usufructo. En la IV Región se distinguen las comunidades em-

plazadas en terrenos planos cultivables con riego eventual o permanente, de las extensiones de secano, de relieve accidentado y dedicadas a la ganadería. La superficie de las comunidades asciende a 951.000 Ha. de las cuales sólo un 6,7 por ciento son suelos arables. En los terrenos planos, la horticultura representa una actividad de importancia. Las condiciones agroclimáticas de la región favorecen la producción de primores que demandan un gran volumen de insumos y generan un potencial impacto ambiental. En los sectores de secano, el mal manejo del ganado caprino ha generado un sobrepastoreo que ha conducido a dramáticos procesos erosivos a través de toda la Región.

- La pequeña propiedad individual y las sucesiones de Chile central

La pequeña propiedad es el resultado de una continua repartición por herencia, lo que ha dado origen a sucesiones que no soportan una mayor atomización. En la zona central existen unos 50.000 títulos individuales o sucesoriales y una 15.000 sub-tenencias, que predominan en las regiones VII y VIII. Presentan los problemas típicos asociados a la sobreexplotación.

- La pequeña propiedad desde Bío-Bío al sur.

La ocupación de las tierras se debió al continuo avance de la población blanca sobre territorios de antiguo dominio indígena y a un proceso de colonización directa, realizado en parte por inmigrantes extranjeros. Entre el Bío-Bío y el seno de Reloncaví existen unos 20.000.000 de Ha. en manos de unos 47.000 propietarios. En muchas ocasiones esta pequeña propiedad se ha sentado en áreas forestales, con los consiguientes perjuicios.

- La explotación familiar

Corresponde a aquellos campesinos más acomodados que han accedido a tierras en propiedad, en arriendo o mediería, cuyo tamaño es sufi-

ciente para asegurar la reproducción de la familia y potencialmente, también iniciar la reproducción ampliada de sus explotaciones.

Las unidades de la reforma agraria

- Los beneficiarios de la reforma agraria fueron una 52.000 personas, cantidad que ha disminuido en los años posteriores hasta unas 30.000. Hacia fines de 1988 existían entre 6.000 y 9.000 personas al interior de estas explotaciones (medierías y cesiones a hijos de parceleros).

Las explotaciones familiares tradicionales tienen el mismo origen de los minifundios de las zonas centro y sur del país. Su número se estima en unas 30.000, de las cuales 25.000 están en manos de sus propietarios y 5.000 corresponden a subtenencias.

- *Sistemas de producción*

- El dualismo en la producción agrícola:

La agricultura del país presenta complejas formas de tenencia que genera racionalidades distintas según fines y condicionantes.

No obstante la complejidad y variedad de estas formas la agricultura chilena, se caracteriza por un marcado dualismo que diferencia al campesinado del resto.

Los agricultores de predios que no constituyen las formas campesinas tienen una racionalidad capitalista que asume distintas formas en cuanto a la conservación del medio ambiente.

Los campesinos tienen una nacionalidad fundamentalmente de sobrevivencia, que muchas veces los lleva a sobreexplotar los suelos.

Sin embargo esta racionalidad, por otra parte, diversifica la producción minimizando riesgos económicos y ambientales.

El sector campesino tiene una participación estimada del 24,7 por ciento del total de la producción agropecuaria y silvícola. La producción del sector campesino se caracteriza por un menor uso de insumos externos en relación con la agricultura empresarial. La agricultura campesina destina

una mayor proporción de su superficie productiva a hortalizas y cultivos anuales, respecto de los empresarios agrícolas que optan preferentemente hacia la producción de frutales y vides. La agricultura empresarial usa intensivamente el suelo ganadero, destinando -en relación con la pequeña agricultura- una mayor fracción de su superficie a forrajeras anuales, praderas artificiales y mejoradas.

En general, la calidad de los recursos explotados por la agricultura campesina es inferior a aquella que sustenta a la producción empresarial. Una parte de la producción vitivinícola de los pequeños agricultores se realiza sobre suelos de secano y una gran fracción de la producción frutícola es de huertos caseros. Para los pequeños agricultores, la producción ganadera es una opción de uso de subproductos, de tierras marginales y una fuente de energía animal para las labores. Como consecuencia de las grandes demandas de capital requeridas por la producción avícola, porcina y lechera, estas actividades se concentran en manos de empresarios agrícolas. Las actividades agrícolas y la satisfacción de necesidades en el corto plazo han incidido en la degradación del recurso suelo, expresándose principalmente como erosión.

- Los rubros de la producción:

A continuación se describen los principales rubros productivos que caracterizan a la agricultura chilena.

Frutales y vides: Debido a las excepcionales condiciones climáticas de la Zona Central. Chile tiene grandes ventajas competitivas para la producción de estos cultivos. Ellos son exigentes en suelo, clima, tecnología, mano de obra y capital. La mayor parte de la producción se concentra en manos de grandes empresas. El manejo del suelo tiende a ser intensivo tanto en la etapa previa a la plantación del cultivo como en las labores posteriores, utilizando sistema de riego tecnificado, grandes volúmenes de fertilizantes y agroquímicos. Las vides viníferas se producen en dos tipos de viñedos; las viñas de riego del Valle Central, de mayor productividad, y las viñas de secano, normalmente ubicadas en la costa.

Hortalizas: La producción de hortalizas tiende a concentrarse en las cercanías de los grandes centros urbanos. El manejo de suelo es intensivo dado que estas especies tienen en general un breve período vegetativo, lo que permite más de un cultivo en un año en la misma superficie, y que requiere de un intenso laboreo del suelo. Este rubro abarca productores de diversos estratos tecnológicos y demanda una gran cantidad de mano de obra. La producción de hortalizas se emplaza preferentemente en suelos de las clases I y II.

Cultivos anuales: Los cultivos anuales se producen con una amplia gama de tecnologías, ocupando suelos de secano y riego a lo largo del territorio. Tienden a demandar escasa mano de obra y constituyen, en algunos casos, una opción de uso de terrenos marginales, como es el caso del arroz. Su producción demanda grandes volúmenes de

insumos y tiende a emplazarse sobre suelos de las clases II, III y IV.

Cultivos industriales: La producción de cultivos industriales como la remolacha, el girasol, el raps y el tabaco, es dependiente de los requerimientos de cantidad y calidad de las grandes empresas compradoras, quienes además proveen asistencia técnica. La producción de cultivos industriales tiende a emplazarse sobre suelos de las clases II, III y IV.

Ganadería: Esta actividad puede ser intensiva en términos de uso del suelo en el caso de las lecherías, porcinos y aves, concentrando una gran cantidad de animales en una pequeña superficie. Asociada a estas actividades se genera una demanda de cultivos destinados a la alimentación animal. Las explotaciones extensivas se caracterizan por un mayor aprovechamiento de recursos forrajeros

CUADRO 5.14

Efectos ambientales derivados de la producción agrícola.	
Rubro Productivo	Principales efectos ambientales
<i>Frutales y vides</i>	Manejo intensivo del suelo en la etapa de plantación
	- Uso de grandes volúmenes de biocidas
	- Compactación del suelo por laboreo y manejo cultural
	- Erosión por falta de cobertura vegetal en las entrehileras
	- Riesgo de salinización de suelos por riesgos localizados
	- Contaminación de napas por alto consumo de fertilizantes y pesticidas
	- Erosión por mal manejo del riego cuando se usan métodos gravitacionales
	- Pérdida de materia orgánica por falta de aportes y mineralización de lo existente
<i>Hortalizas</i>	- Compactación sub superficial por excesivo tránsito de maquinaria y laboreo
	- Erosión por manejo no tecnificado de métodos de riego gravitacionales
	- Contaminación de napas por uso de grandes volúmenes de fertilizantes
	- Pérdida de materia orgánica por mineralización
<i>Cultivos anuales</i>	- Uso de grandes volúmenes de fertilizantes, particularmente en el caso del maíz
	- Pérdida de biodiversidad
	- Menor número de labores y tránsito de maquinaria
<i>Cultivos industriales</i>	- Manejo intensivo del suelo, particularmente en la cosecha de la remolacha
	- Uso de grandes volúmenes de fertilizantes
<i>Ganadería</i>	- Emisión de gases de efecto invernadero (principalmente metano)
	- Compactación del suelo por pisoteo de los animales
	- Un mal manejo de las praderas incide en su degradación, pérdida de la riqueza florística y proliferación de especies poco palatables
	- Contaminación fecal de cursos de agua

naturales o mejorados y una dependencia más directa de los ecosistemas.

La producción de los distintos rubros ha incidido en la degradación del ambiente.

5.3 FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL SUELO

5.3.1 Principales leyes que regulan el uso del suelo

El uso del suelo urbano se rige según lo dispuesto en los Planos Reguladores (artículo 57 de capítulo IV del Decreto con Fuerza de Ley N° 458); el cambio del uso del suelo se tramita como modificación del Plano Regulador correspondiente (Artículo 61 del capítulo IV del Decreto con fuerza de Ley N° 458); la modificación debe ser aprobada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (según lo descrito en el artículo N° 45 del capítulo II del Decreto con fuerza de Ley N° 458).

El cambio de uso del suelo del sector rural lo regula el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) sobre la base de la dictación de un informe fundado y público dentro de un plazo de 30 días hábiles desde la fecha en que fue solicitado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Asimismo para proceder a la subdivisión de predios rústicos, el SAG certificará el cumplimiento de la normativa vigente (artículo 46 del texto refundido de la ley orgánica del SAG).

Otras leyes que regulan el uso del suelo, corresponden a la Ley 18.755 del 7 de enero de 1989 y a la Ley N° 19.283, modificatoria de la anterior; ambas leyes están insertas en el marco de la Ley Orgánica del SAG, entidad a cargo de ejercicio de funciones tales como: la aplicación y fiscalización del cumplimiento de las normas legales y reglamentarias sobre habilitación de terrenos, defensa del suelo y su uso agrícola (letra k del artículo 3 del texto refundido de la ley orgánica del SAG); la promoción de las medidas tendientes a asegurar la conservación de suelos y aguas para evitar la

erosión de los suelos y mejorar su fertilidad y drenaje. Además el SAG regula y administra la provisión de incentivos que faciliten la incorporación de prácticas de conservación en el uso de suelos, aguas y vegetación (letra l del artículo 3 del texto refundido de la ley orgánica del SAG).

La ley Base del Medio Ambiente tiene ingerencia en el uso del suelo en función de la normativa del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Las leyes que regulan el uso del suelo han sido muy poco eficaces, dado que en la actualidad, el uso del suelo ha variado en función de las necesidades impuestas por el mercado. Es así que amplias zonas que rodean a las ciudades se han visto privadas de uso agrícola al ser destinadas a la construcción de parcelas de agrado y áreas recreativas y de esparcimiento.

En los últimos años se le ha dado más fuerza a la iniciativa para presentar una Ley de Conservación de Suelos. Al año 2002 se están haciendo los estudios relativos al diagnóstico actual de políticas y medidas de regulación, información y fomento de la conservación de suelos.

Una de las leyes de más impacto en el uso y la conservación de suelos es la ley de fomento al riego y drenaje (Ley 18.450), administrada por la Comisión Nacional de Riego, que está orientada a incorporar superficies de secano al riego, habilitación de suelos de mal drenaje, mejoramiento de la disponibilidad de agua en zonas con déficit y tecnificar el riego para un mejor aprovechamiento del recurso hídrico.

5.3.2 Las respuestas institucionales para el manejo y la conservación de los suelos

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG)

Con relación a la gestión ambientalmente adecuada del suelo, el SAG ha participado y desarrollado diferentes lineamientos estratégicos:

- *Recuperación de Suelos Degradados* Programa

del Ministerio para acceder a financiamiento otorgado por el Estado.

- *Fomento de Obras de Riego y Drenaje* con la Comisión Nacional de Riego.

- *Agricultura Orgánica*: programa destinado a promoverla dados sus efectos en el suelo y su alto potencial exportable.

- *Prevención de lo Contaminante Agua, Aire y Suelo*: programa de estudio de la contaminación generada por fuentes fijas en todo el país, tales como empresas mineras, industriales y otras.

- *Protección y mejoramiento de la Cobertura Vegetal y del Recursos Pratsense Nativos*. Con la finalidad de caracterizar y entregar propuestas técnicas de manejo en áreas de pastoreo naturales que coinciden con terrenos de extrema fragilidad.

INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO (INDAP)

Los programas de INDAP relacionados con el manejo ambiental de los suelos son:

Forestación Campesina. De acuerdo a la Ley Forestal, se entregan créditos que se pagan con la bonificación por forestación.

Servicio de riego campesino. Se destacan diferentes acciones para que las obras de riego cumplan el objetivo principal de ser instrumentos de desarrollo, fortaleciendo el control de proyectos comunitarios, capacitando y generando información y combinando acciones con otros organismos como CONADI, IANSAGRO, etc. En 2001 el número de usuarios fue de 12.600 personas, subiendo con respecto a los años anteriores. Incorporaron 17.200 Ha. en 2.800 proyectos por un monto de \$ 7.820 millones.

Programa PRODECOP Secano, para poblaciones que durante muchos años viven en condiciones de pobreza, con ecosistemas destruidos y recursos naturales muy degradados. Su objetivo es mejorar la calidad de vida generando proyectos productivos sustentables económica, social y ambientalmente.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF)

La CONAF tiene como principal tarea administrar la política forestal de Chile y fomentar el desarrollo del sector, garantizando a la sociedad el uso sostenible de los ecosistemas forestales y la administración eficiente del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Dentro de este marco, se pueden señalar algunos de los principales objetivos específicos. Su contribución a la conservación y, sobre todo, a la recuperación de suelos se basa en sus propósitos de incremento y uso sostenible de los recursos forestales: Al respecto, se pueden destacar:

APLICACIÓN DEL DL 701

Conservación de ecosistemas naturales. Manejo y creación de áreas silvestres protegidas, cuyo objetivo es incorporar ecosistemas al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

Manejo de Cuencas Hidrográficas, contribuyendo al desarrollo forestal mediante el ordenamiento de cuencas, restauración hidrológica forestal y de suelos degradados.

Control de la desertificación.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

En general, las obras públicas tienen importancia directa e indirecta sobre el uso, manejo y conservación del suelo. Entre sus programa se destaca:

Bonificación a la Inversión en Riego y Drenaje, ley 18.450. Comisión Nacional de Riego.

Grandes y Medianas Obras de Riego. Dirección de Obras Hidráulicas.

La importancia de las transformaciones derivadas de las obras de riego se puede apreciar en el capítulo referido a las aguas continentales.

No puede dejar de mencionarse la construcción de caminos pues sus efectos repercuten tanto en las obras mismas como en las modificaciones de la estructura productiva de las áreas con nuevos caminos. Con relación al impacto de los caminos, debe mencionarse el alto costo ambiental que im-

plica la construcción del camino costero entre Concepción y Valdivia, que afecta ecosistemas de bosques específicos de alto valor ecológico.

ORGANISMOS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Aunque la magnitud de la inversión en investigación y desarrollo en el año 2001 ascendió a US\$ 15,2 millones, que la actividad ejecuta acciones considerando otros ingresos, US\$ 40 millones. La orientación de los organismos chilenos dedicados a la investigación y transferencia tecnológica no ha privilegiado la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola. Sin embargo, se pueden señalar dos organismos con programas específicos relacionados con el uso y conservación de suelos:

EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INIA

El programa de riego y drenaje y el de Agricultura Limpia han contribuido a un manejo más ambiental del suelo.

CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES - CIREN

El proyecto relacionado con el uso y con la conservación de suelos es el referido a la “Zonificación de áreas potenciales para aplicar el programa de suelos degradados”.

LOS ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES (ONG)

Las Organizaciones no gubernamentales tienen una amplia gama de funciones que van desde la creación de conciencia pública sobre las amenazas que enfrentan los recursos naturales, hasta la ejecución de proyectos de protección del suelo con participación ciudadana. Por definición, estas instituciones están desvinculadas de las políticas oficiales, lo que les permite una mayor agilidad en la focalización de sus acciones en función de los

problemas de uso y conservación de los recursos naturales, a la vez que ejercen una función fiscalizadora respecto del no-cumplimiento de las normas o el mal uso de los recursos naturales.

Dos vertientes tienen especial interés para la conservación de los suelos. La primera tiene relación con la conservación de los ecosistemas de bosques nativos, donde, amén de las organizaciones específicas en la lucha por los bosques, tienen especial importancia los organismos coordinados por la Alianza por los Bosques de Chile, integrada por los principales organismos no gubernamentales ambientales del país. La segunda vertiente es impulsada por los organismos que se agrupan bajo la Coalición Técnica liderada por Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo. Además de estas vertientes de trabajos permanentes, hay que señalar ciertos proyectos específicos como el referido a la Red de Áreas Privadas Protegidas (RAPP), promovida por el Comité de Defensa de la Fauna y de la Flora.

5.3.3 Programas específicos relevantes para la conservación de los suelos

PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS

Ejecutado por el SAG para enfrentar la sostenida degradación del suelo generada en el uso intensivo del recurso, mediante la aplicación de tecnologías y a través del acceso de los agricultores a recursos económicos que permitan mejorar la calidad del suelo agrícola. El Programa de Recuperación de Suelos Degradados se divide en cinco subprogramas: Fertilización fosfatada, enmiendas, praderas, conservación de suelos y rehabilitación de suelos. El programa ha ido incrementando sus recursos. En el año 2001 se ejecutaron programas por US\$ 49,2 millones en beneficio de 44.158 agricultores y bonificando 249.184 Ha. A través de INDAP se bonificó a 39.255 agricultores pequeños con 117.271 Ha. y con un monto de US\$ 22,3 millones.

Desde febrero de 1998 y hasta marzo del año 2001 se estará ejecutando un proyecto entre Chi-

le y Canadá, relativo a la transferencia de tecnología canadiense para mejorar el uso y manejo de plaguicidas en la agricultura nacional. Este proyecto persigue como objetivo ampliar el conocimiento respecto al uso y manejo de los plaguicidas para que los organismos normativos, investigadores, profesionales y los usuarios puedan, en conjunto, controlar los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, así como mejorar el apoyo y la eficacia de prácticas de protección de cultivos más sustentables.

EL PROGRAMA DE ACCIÓN NACIONAL CONTRA LA DESERTIFICACIÓN (PANCD)

Los objetivos de este programa son determinar áreas prioritarias de prevención y control del proceso, y focalizar sus esfuerzos en aquellas áreas donde se están desarrollando acciones multisectoriales; definir roles y lograr consenso entre los distintos actores que intervienen en el tema de la desertificación y la sequía; e integrar la lucha contra la desertificación en estrategias nacionales, regionales y locales de desarrollo económico y social, e indicar y proponer formas participativas de incorporación de las comunidades humanas amenazadas por el proceso de desertificación.

No ha habido una estrategia real de lucha contra la desertificación que se haya materializado en disminución de este flagelo.

5.3.4 Los compromisos internacionales

No existe un balance real del cumplimiento de los compromisos adquiridos en la suscripción de la Agenda 21. Todo parecería indicar que, pese a su ratificación, ella no ha influido en la gestión ambiental del país.

Respecto al Protocolo de Kioto, todo parece indicar que tampoco ha tenido mayor repercusión, en particular en el uso del suelo.

5.4 CONCLUSIONES

Por los antecedentes expuestos se concluye que no se ha deteriorado la histórica tendencia al deterioro de los suelos del país. A los clásicos procesos de erosión, agotamiento y desertificación se unió la importancia creciente que en los últimos años han adquirido los procesos de contaminación.

Estas tendencias, unidas al estudio de las proyecciones socio económicas y demográficas, hacen prever serias complicaciones futuras respecto a la disponibilidad de este patrimonio.

En efecto, en las próximas décadas la agricultura deberá crecer proporcionalmente al aumento de la demanda interna por alimentos y materias primas, y a la participación del sector agrario en las exportaciones chilenas. Este crecimiento generará una presión creciente sobre los recursos naturales, especialmente sobre el escaso patrimonio de suelos.

La estructura del suelo varía en función de las demandas de productos agrícolas, dependientes a su vez de factores como el crecimiento vegetativo de la población, el ingreso per cápita, el incremento de la productividad por mejoramiento tecnológico y la tasa de reemplazo de la producción nacional por importaciones. Sobre esta base teórica se ha implementado el modelo AGRI, Modelo del Sistema Agrario Chileno (Santibáñez *et al*, 1996), que simula el comportamiento de la agricultura, considerando las clases de capacidad de uso de los suelos, las potencialidades climáticas, los recursos hídricos, el uso del suelo, el crecimiento demográfico y el ingreso de la población.

El modelo proyecta el uso del suelo agrícola considerando diversos escenarios, incluyendo el posible efecto de los acuerdos comerciales sobre la producción nacional de los distintos rubros. Proyecta la superficie de 9 rubros productivos (frutales, hortalizas, vid vinífera, cereales, chacras y cultivos industriales, praderas de rotación, bosque plantado, pradera natural y áreas silvestres). Los resultados de la aplicación del modelo indican una reducción de la superficie de tierra arable per cápita de 0,38 en 1995 a 0,26 Ha. por habitante para el año 2035. Esta disminución se debería principal-

mente al efecto combinado del crecimiento de la población, los procesos degradativos y la pérdida de suelo por expansión urbana.

El crecimiento de las superficies cultivadas provocaría un desplazamiento de los rubros de menor rentabilidad hacia suelos marginales, aunque el efecto de los acuerdos comerciales hace suponer una menor intensidad de este proceso debido a la menor demanda de superficie para cultivos tradicionales. La influencia de los acuerdos comerciales se refleja claramente en la distribución del uso del suelo por clase de capacidad de uso. Estos comportamientos se traducen en un aumento de la presión global del uso del suelo, el cual disminuiría en la medida que aumenta la sustitución de producción por importaciones. En todos los escenarios se proyecta una reducción de las áreas sil-

vestres que sustentan a los ecosistemas naturales y sirven de base para la conservación de la biodiversidad.

La disminución de la superficie arable se verá acentuada por los procesos erosivos y de degradación del suelo como consecuencia de su uso agrícola. Se estima que a las aprox. 48.000 Ha. perdidas por urbanización (pérdida proyectada por el modelo AGRI para el período 1995-2035), se agregarán unas 8 a 10 mil por pérdida total de capacidad productiva, lo que suma en conjunto entre 50 y 60 mil Ha hectáreas que quedarían excluidas por completo del proceso de producción agrícola.

Estas proyecciones reafirman las inquietantes interrogantes que se plantean al constatar el estado de los suelos del país.

BIBLIOGRAFÍA

- INIA Quilamapu, 2001. Diagnóstico sobre el estado de degradación del recurso suelos en el país. Pérez C., Claudio; González U., Jorge, (Eds.). *Boletín INIA N°15*, 196 pp. Chillán, Chile.
- Casanova, M. 2000. Manejos estimulados y rechazados de uso de suelo. En: Simposio proyecto ley protección de suelo. *Boletín N°14 Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo*, pp. 60-76.
- CIDA 1966 :“*Tenencia de la tierra y desarrollo socio-económico de sector agrícola*”. Chile 1966.
- INDAP 2001 “*Memoria INDAP 2000*”. Julio 2001.
- CIPMA, 1992. Diagnóstico y propuestas sobre conservación de suelos en Chile. En: *Ambiente Ahora*, Julio 1992. Santiago, Chile.
- INDAP 2001. “Proceso de Revisión Estratégica”. Julio 2001.
- CONAF, CONAMA. 1999. *Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile*. Proyecto CONAF, CONAMA, BIRF. Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco. 89 pp.
- CONAF, 1998. *Propuesta de la Fragilidad y Degradación de los Suelos*. Ministerio de Agricultura, Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN.
- CONAF 2001. “*Memoria Anual 2000*”. Julio 2001.
- CONAF 1992. “*Memoria Anual 1991*”. Julio 1992.
- CONAMA, 1994. *Propuesta, Plan Nacional de Conservación de Suelos*. Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, y Ministerio de Agricultura, Chile.
- CONAMA, TESAM S.A., 1996. *Metodologías para la Caracterización de la Calidad Ambiental*. CONAMA, pp. 119-159.
- Corporación Tiempo 2000, 1999. Crecimiento urbano, erosión y degradación de suelos. *Balace de la década*. Toledo, Fernando; Concha, Claudia; (Eds.). Corporación Tiempo 2000, Serie Ambiental, 32 pp. Santiago, Chile.
- Ellies Sch., Achim; Ortega C., Leopoldo; Delatorre H., José; Pinilla Q., Hernán, 2001. Limitaciones, recuperación y conservación de suelos: La erosión y su control; Drenaje de suelos agrícolas; Los suelos salinos/sódicos y los cultivos; Suelos ácidos. En: *SOQUIMICH, Agenda del Salitre*. Sociedad Química y Minera de Chile. pp. 53-116. Santiago, Chile.
- Espinosa, J.; Lagos, M.; Ortiz, A. 1992. *Erosión de los suelos en Chile*. Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN. 38 pp.
- FAO, 1994. *Erosión de suelos en América Latina*, Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 2198 p. Santiago, Chile.
- González, S., 1994. Estado de la contaminación de los suelos en Chile. En: *Perfil Ambiental de Chile*. Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA, pp. 199 – 234. Santiago, Chile.
- González, S. 1996. Los suelos y la contaminación ambiental: el caso de los metales pesados. En: *Simiente*. Volumen 6, N° 1-2. Sociedad Agronómica de Chile.
- González, S., 2000. Contaminación de suelos: los metales pesados. En: *Simposio proyecto ley protección de suelo*. *Boletín N° 14*, Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. p. 42-59.
- INDAP. “*INDAP en Cifras 1989-1994*. Desarrollo de la Agricultura Familiar Campesina. Mayo 2000.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA-ODEPA. 2000 “*Compendio Estadístico Silvoagropecuario 1990-2000*” Noviembre 2001.
- INE, 1997. *VI Censo Nacional Agropecuario*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias y Centro de Información de Recursos Naturales.
- INE 1978. “*V Censo Nacional Agropecuario*. Año Agrícola 1975-1976 Chile”. Diciembre 1978.
- INE 1969. “*IV Censo Nacional Agropecuario*. Año Agrícola 1964-1961”. Diciembre 1969.
- INIA, INACAP, 1994. Impacto Ambiental de los Metales pesados en Chile: *VI Simposio sobre Contaminación Ambiental*. 19 y 20 de abril de 1994. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, INACAP, U. de Chile, British Council, 261 pp.
- INE 2001. “*Cultivos Anuales Esenciales. Intenciones de Siembra Año Agrícola 2001/2002*”. Octubre 2001.
- INE. “*Anuario de Estadísticas Silvoagropecuarias 1990-1999*”. Chile 2001.
- Luzio, W. y Alcayaga, S., 1992. Mapa de Asociaciones de

Grandes Grupos de Suelos de Chile. En: *Agricultura Técnica*. 52 (4), pp. 347 – 353.

Luzio, W. 1992. Los Suelos de Chile. En: *Suelos, una visión actualizada del recurso*. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Ingeniería y Suelos.

Luzio, W. 2000. Historia del suelo en Chile. En: *Simposio proyecto ley protección de suelo*. Boletín N°14 Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. pp. 11-20.

Mancilla, Gabriel, 1996. El proceso de erosión en Chile: alcances y proposiciones. En: *Chile Forestal*, N°97 (Abr. 1996), 8 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA 2001. “*Compromiso con la Agricultura*”. Informe de Gestión Año 2001”. Julio 2002.

Mourgues, V. El suelo, sus características y clasificación. En: *Publicación N°11, Divulgación*, Corporación Nacional Forestal CONAF.

Munita C., Julio, 2001. Características y Clasificación de los Suelos, En: *SOQUIMICH, Agenda del Salitre*. Sociedad Química y Minera de Chile. Santiago, Chile.

ODEPA 2000. “*Clasificación de las Explotaciones Agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario según Tipo de Productor y Localización Geográfica*”. Documento de Trabajo N° 5, Santiago de Chile, Abril 2000.

ODEPA-CONAD “*AGRICULTURA MAPUCHE*”. Análisis socio-espacial a partir del VI Censo Nacional Agropecuario”. Documento de trabajo N°6. Marzo 2001.

ODEPA, 1968. *Plan de desarrollo agropecuario 1965-1980: síntesis*. Ministerio de Agricultura, Oficina de Planificación Agrícola, 117 pp.

ODEPA 2001. *Compendio estadístico silvoagropecuario: 1990-2000*. Ministerio de Agricultura, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, 172 pp.

Peña, L., 1992. Erosión y conservación de suelos. En: *Suelos, una visión actualizada del recurso*. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Ingeniería y Suelos. pp. 215-239.

Peralta, M., 1994. Conservación y degradación de suelos en Chile. En: *Perfil Ambiental de Chile*. Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA. Pp. 311-364. Santiago, Chile.

Seoanez C., Mariano, 1999. *Contaminación de suelos: estudios, tratamiento y gestión*. Ediciones Mundi Prensa, Colección ingeniería del medio ambiente. 352 p. Madrid, España.

S.A.G. 2001. “*Cuenta Pública 2001*”. Marzo 2001.

Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo; CONAMA, 1997. *Trabajos presentados al VIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*, Universidad de La Serena, agosto 1997. Boletín N°13, Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo.

Soto A., Guido, 1999. *Mapa Preliminar de la Desertificación en Chile –por comunas–*. Corporación Nacional Forestal CONAF. 88 pp. La Serena, Chile.

Tamayo B., Eduardo, 2001. “El cáncer del suelo” acecha la VI región. En: *Chile Forestal*, Julio-Agosto, N°286, pp. 6-9. CONAF.

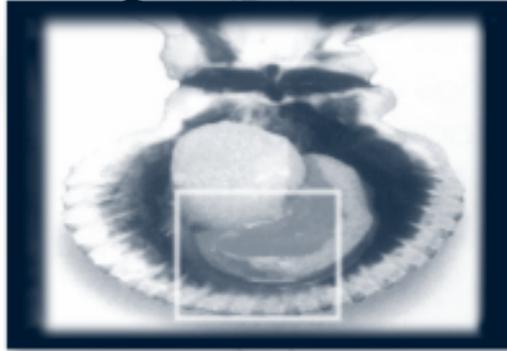
UNIVERSIDAD DE CHILE. Centro de Análisis de Políticas Públicas. “*Estudio del Medio Ambiente en Chile – 1999*”. Junio 2000.

Universidad de Chile, 1997. *Diagnóstico de la desertificación en Chile*. Corporación Nacional Forestal CONAF y Ministerio de Agricultura. 399 pp. Santiago, Chile.

WEB

- www.conaf.cl
- www.conama.cl
- www.gobiernoregional.cl/otas
- www.odepa.gob.cl

Capítulo 6

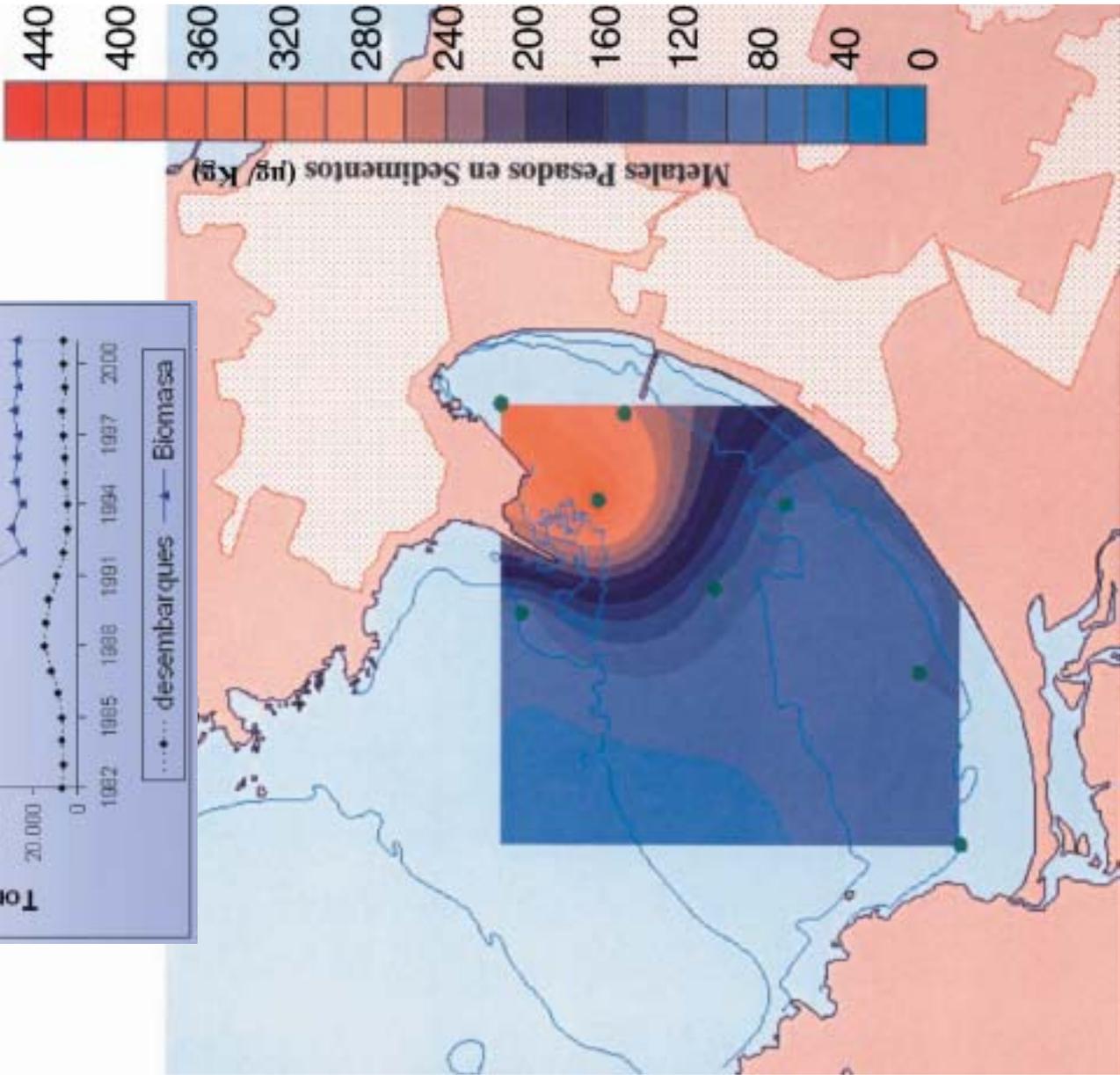
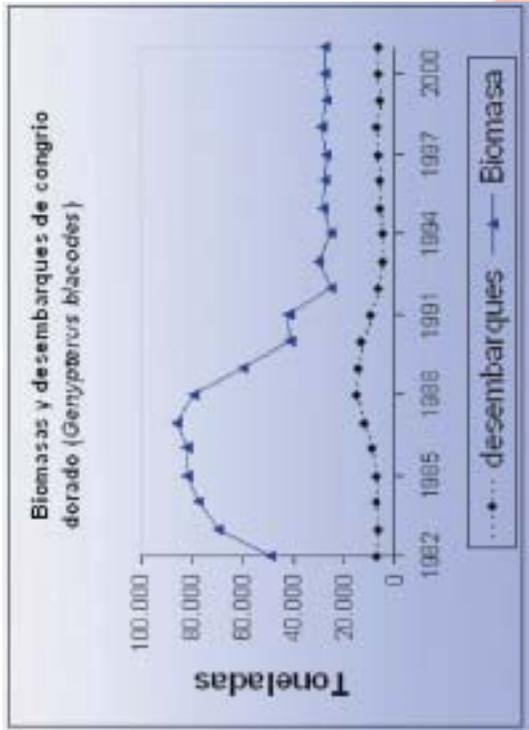


Ecosistemas Marinos y del Borde Costero

Informe País Estado del Medio Ambiente 2002

INDICE

■ 6.1 ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO	251
6.1.1 Antecedentes generales y caracterización	251
6.1.2 Situación de los recursos marinos	256
6.1.3 Contaminación del medio ambiente marino y del borde costero	267
■ 6.2 CAUSAS Y DETERMINANTES DEL ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO	276
■ 6.3 FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO	279
6.3.1 El marco jurídico	279
6.3.2 El marco institucional: formulación de políticas, normas y fiscalización	287
■ 6.4. CONCLUSIONES	288
■ BIBLIOGRAFÍA	291



6.1 ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO

6.1.1 Antecedentes generales y caracterización

La costa chilena desde su límite norte (18°21'03") hasta las Islas Diego Ramírez, tiene aproximadamente 4.080 Km. de extensión de los cuales 2.560 corresponden a la llamada costa expuesta entre Arica y el Canal de Chacao, y los 1.515 restantes al frente expuesto de la zona de los archipiélagos australes. En esta extensión se dan ecosistemas costeros totalmente diferentes, en cuanto a su ambiente oceanográfico y biológico. Su caracterización como ecosistemas, es decir en términos de sus flujos de nutrientes, circulación de materiales y ciclos biológicos es incompleta y probablemente para lograrlo habría que considerar un área que incluyera desde el inicio de las cuencas de la cordillera de los Andes hasta el fondo oceánico, lo cual a pesar de haber sido reconocido (véase por ejemplo Parra & Faranda, 1992), no ha podido ser completado en ninguna localidad chilena.

La Zona Económica Exclusiva se encuentra en su mayor parte sobre los fondos marinos (4000 m. de profundidad) y en zonas de talud continental (300-3000 m) y la fosa chileno-peruana (más de 4000 m. de profundidad). En su mayoría, ecosistemas no tocados directamente por efectos hu-

manos. La mayor parte de la actividad pesquera como la productividad biológica marina se presenta en zonas de plataforma continental (30 a 200m) y zona submareal costera (0-30 m).

Consecuentemente, es necesario caracterizar los ecosistemas marinos de la zona costera chilena de una manera más restrictiva y en una escala que puedan ser abordadas con información científica generada en el país. Desde esta perspectiva, es conveniente distinguir el ecosistema intermareal, tanto rocoso como de fondos blandos (arenas y marismas) del ecosistema submareal, tanto rocoso como de fondos blandos. A pesar de que ciertos eventos terrestres afectan la plataforma continental (ecosistema bento-nerítico), la mayoría de los oceanógrafos consideran este sistema separado de la zona costera y sus sistemas inter y submareales (hasta profundidades de 30 aproximadamente). En ambos casos considerando las masas de aguas que están en contacto con sus especies y comunidades biológicas, ya que es el medio activo de dispersión larvaria y que permite completar sus ciclos biológicos. Por otra parte, muchos de los fenómenos físicos de la columna de agua terminan afectando significativamente las abundancias de sus principales recursos vivos tanto pelágicos como bentónicos.

Además, estos son los ambientes naturales marinos que directa o indirectamente son afecta-

¹ En este capítulo, se considera "borde marino costero" de la misma manera que lo establece el DS 475 que establece la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República, que como reconoce Artigas (1996) se refiere muy centralmente al tema del desarrollo sostenible de los recursos naturales y principalmente, coincidiendo con Watt (1990) a los recursos vivos, cuya explotación es la principal actividad económica y social de nuestra zona costera, y por otra parte, su explotación es la que genera más cambios al nivel de la Biodiversidad marina (Botsford et al, 1997; Frid et al, 1999). Por ello el presente informe tiene el sesgo propio de quienes se interesan en el desarrollo sostenible de estos recursos marinos costeros y sus usuarios. Sin embargo, se reconoce la importancia de otros usos de la zona marina costera, como el uso de bahías para puertos, la recreación, vivienda, derecho a agua limpia, etc. que se consignarán de manera general y que deberán ser complementados en un futuro cercano por otros especialistas en esas materias.

dos por causas humanas, como la contaminación de origen terrestre y la pesca, que afectan el ecosistema marino tanto por la acción directa de remoción selectiva de especies (pesca sobre especies de valor comercial), como indirectamente a otras especies, conectadas ecológicamente con las primeras a través de cadenas tróficas.

El hábitat intermareal

El régimen de mareas que afecta esta parte del ecosistema costero nacional, es del tipo semi-diurno, es decir existe una baja durante el día y una baja en la madrugada, cambiando poco las horas en las que se presentan. Este régimen en particular lo hace muy accesible desde tierra y, en consecuencia, las especies que forman sus comunidades biológicas desde tiempos prehistóricos han estado sometidas a explotación y otros impactos humanos.

Las primeras evidencias de uso de recursos marinos provienen de “conchales” dejados por las sociedades prehistóricas.² En Chile se ha constatado que las especies de moluscos, inicialmente explotadas 8500 años AP, son las mismas que en el presente explotan los recolectores de orilla en la zona central de Chile, habiendo sólo cambios de abundancia y tamaños (Jerardino et al., 1992). Estas actividades perturbadoras de las comunidades rocosas intermareales pueden ser tan antiguas en Chile como 12.000 años AP (Dillehay, 1984); sin embargo, no ha sido hasta una fecha reciente en que se realizó la primera demostración de los cambios introducidos en las comunidades biológicas intermareales por los recolectores costeros en Chile (Moreno et al., 1984).

Resulta muy conocido el hecho de que el hombre es un depredador selectivo de tamaños sobre las poblaciones que constituyen recursos pesqueros (Ricker, 1975). La explotación de especies marinas, en general, reduce los tamaños de los individuos de la especie objetivo y su densidad, pero estos efectos directos pueden tener consecuencias no fáciles de apreciar a primera vista. El efecto más directo y simple, es que una población explotada reduce su frecuencia de tamaños grandes, siguiendo un proceso inverso a la recolección³. Dicho patrón general revela algo muy preocupante, y es que algunos recursos comerciales de gran valor, como el “loco”, que es explotado por recolectores de subsistencia en estados juveniles, podrían, al crecer, quintuplicar su biomasa, reproducirse y alcanzar un mayor precio comercial. Es entendible entonces que en todas las zonas permanentemente habitadas del país, el ecosistema intermareal se encuentra fuertemente modificado por el hombre. Este actúa como depredador tope de la cadena trófica en números cada vez mayores, especialmente en épocas de crisis económicas.

Un efecto adicional, es la interacción de tipo interferente entre el hombre y la actividad de las aves marinas residentes de este hábitat, como los ostreros (*Haematopus spp*), que no sólo son ahuyentados por la presencia humana (o sus nuevas construcciones), sino, además, los recolectores costeros actúan como competidores por su alimento y destructores de sus nidos, llegando en algunos casos a la extinción local de poblaciones de estas aves. Otro problema es la interferencia con aves migratorias que utilizan recursos intermareales como sustento durante su viaje migratorio.

2 Estos conchales han sido muy estudiados por arqueólogos tales como Schiappacase & Niemayer, 1964; Montane, 1964, Dillehay, 1984, Jerardino et al., 1992, entre otros. Las evidencias estratigráficas sugieren que la colonización humana de la zona costera ha producido importantes cambios en la biota local. Esto se ha demostrado en las islas polinésicas (Kirch, 1983), en Escocia (Andrews et al., 1985) y en las Islas Aleutianas (Simenstad et al., 1978)

3 El primer autor que relacionó la disminución de tamaños de una especie explotada con el comportamiento de los humanos fue Branch en 1975. Este estudio se relacionó con dos especies de lapas intermareales de la costa índica de Sudáfrica, *Patella concolor* y *Cellana capensis*, y estableció dos patrones no triviales sobre la relación pescadores – mariscos, y que son generales para la explotación de recursos marinos. Estos patrones pueden resumirse así: A) La reducción progresiva de los tamaños lleva a los recolectores (pescadores) a aumentar la mortalidad por pesca para compensar la biomasa provista inicialmente por un animal grande y B) la disminución de tamaños de la especie objetivo conlleva una reducción del tamaño de las gónadas, con la consecuente baja en forma exponencial negativa de la fecundidad de la población. Ambas relaciones se pueden observar en Branch & Moreno (1995) (pp:83). En este caso una reducción de 2 cm en la longitud total de las lapas, conlleva una reducción de 5 veces el peso, por lo que para satisfacer las expectativas de los recolectores en peso, estos quintuplican quintuplican la tasa de captura.

Respecto a las playas arenosas, Brazeiro (1999) ha revisado y discutido los patrones de organización comunitaria de estos ambientes a lo largo de la costa de Chile y ha encontrado que las especies de mayor rango de distribución tienden a ser las más abundantes. En este tipo de hábitat los impactos humanos directos son menos notorios en cuanto a sus efectos sobre las comunidades biológicas, ya que ni el pisoteo de los bañistas ni la recolección de especies en este hábitat parece alterar su composición específica (Jaramillo et al., 1996). Sin embargo, el uso frecuente como pista para vehículos 4x4 genera interferencia con aves migratorias y erosión de las bermas de las playas, (situación prohibida por ley, pero aún sin control). En adición, hay recursos en este hábitat que han sido fuertemente explotados, como las “machas” (*Ensis macha*) en las zonas de rompientes, que en muchos lugares han tenido extinciones locales, probablemente por el efecto combinado de la explotación y fuertes fenómenos del Niño, como ocurrió en las playas de Arica durante 1998.

El hábitat submareal

La zona submareal en Chile sostiene ricas y diversas comunidades biológicas relacionadas con tramas tróficas que parecen aumentar su complejidad y diversidad hacia el norte.⁴ Las comunidades biológicas en estos ecosistemas se encuentran fuertemente estructuradas espacialmente, no sólo por la heterogeneidad espacial de los fondos rocosos, sino además, por macroalgas como los huiros (*Macrocystes pyrifera*) y huiro palo (*Lessonia trabeculata*), y contienen valiosos recursos marinos, como peces (viejas, peje-perros, rollizos, y otros), sino que además, sustenta las principales pesquerías bentónicas de invertebrados en Chile, como locos, erizos, jaibas y muchas otras, tanto de fondos rocosos como arenosos someros. Sólo para una especie se han hecho evaluaciones de stock

debido a su valor e impacto comunicacional. Se trata del Muricidae *Concholepas concholepas*, conocido como “Loco” o “Loko” en lengua mapudungun. Así mismo, muchos fondos de arena ubicados entre la zona intermareal y el límite de penetración de la luz visible (en Chile, según la región y época del año, hasta 20 ó 30 m de profundidad) también poseen una variedad de especies que viven enterradas (infauna) y que son objeto de explotación comercial (machas, tacas, culengues, navajuelas, navajas, etc.). Dada su accesibilidad por métodos de buceo, posee una de las comunidades biológicas más fuertemente intervenidas y modificadas por la pesca comercial artesanal.

La plataforma continental

La plataforma continental chilena tiene una superficie de 27.472 Km² (Gallardo, 1984) y se presenta extremadamente angosta con relación a la que se encuentra en la parte atlántica de Sudamérica. Su promedio de anchura es 6,5 Km y presenta su máximo frente a la Octava Región, donde supera los 100 Km. alcanzando aquí un promedio de 64,8 Km. Este ensanchamiento relativo alcanza hasta la zona de Chiloé y luego vuelve a reducir su amplitud, siendo prácticamente una interface entre el continente y el talud continental que llega hasta grandes profundidades en la Trinchera chileno-peruana.

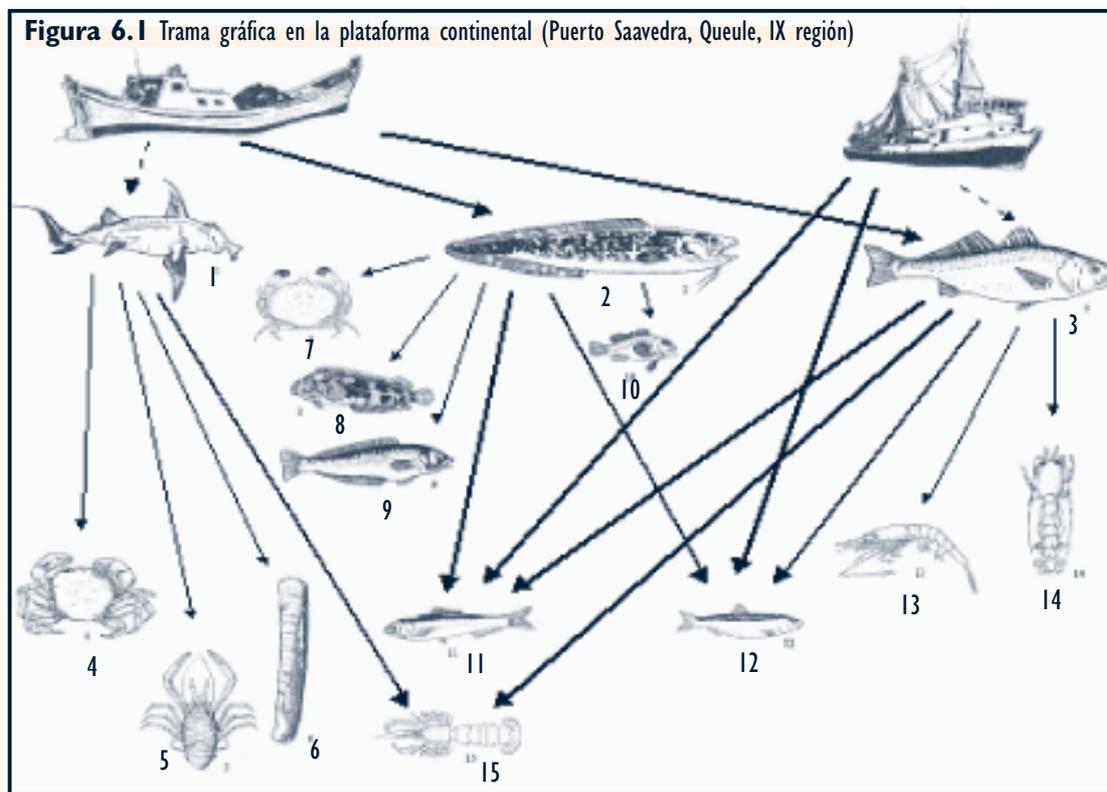
La mayor parte de la investigación ecológica en este hábitat se ha desarrollado en la zona de Concepción y se ha centrado en los siguientes problemas: a) factores físicos y químicos que estructuran las comunidades de macroinvertebrados; b) procesos biogeoquímicos que ocurren en los sedimentos, especialmente relacionados con la abundante masa bacteriana procariótica o *Thioploca sp.*; y c) impactos ambientales de actividades antropogénicas en las comunidades biológicas de fondos blandos (Fernández et al., 2000).⁵

⁴ La mayor información que se tiene de estos sistemas proviene del Canal Picton (proyecto especial), Costa de Valdivia (UACH), Costa de la zona Central de Chile, particularmente cerca de la Estación Costera de Las Cruces (PUC), y en Coquimbo y Antofagasta (proyectos realizados por universidades del norte).

⁵ Como en otros hábitats chilenos la mayoría de los estudios están concentrados en una pequeña fracción de la plataforma (Antofagasta, Valparaíso, Concepción y Punta Arenas) y han sido conducidos entre 20 y 150 m de profundidad. Esto significa que la mayor información se origina en zonas de surgencias y muy poco se conoce sobre sistemas de fiordos ubicados entre Chiloé y el Cabo de Hornos.

Las comunidades de fondos blandos más alejadas de la costa (ubicadas entre 30 y 200 m de profundidad) presentan características fuertemente asociadas a las surgencias en la zona norte y central de Chile y altos niveles de heterogeneidad espacial –canales y cientos de fiordos– en el sur (Arntz *et al.*, 1991 y Gallardo *et al.*, 1995). La biodiversidad de organismos del bentos blandos todavía no está bien estudiada a pesar de avances en algunos grupos y localmente el número de especies registradas se encuentra entre 15 y 85 taxas de epi e infauna mayor de 1 mm (Valdovinos 1998). En general la diversidad disminuye con la profundidad y esta tendencia negativa que contrasta con estudios en otras latitudes, se relaciona con los efectos de anoxia e hypoxia asociados a las bacterias gigantes del género *Thioploca*. En cambio, en la zona sur se encuentra una tendencia opuesta que se debe a los efectos de fuertes corrientes de mareas y bajas salinidades en las zonas superficiales. (Fernández *et al.*, 2000).

Sin duda estos hábitats de plataformas contienen los principales recursos pesqueros demersales (merluza común, corvinas, congrios, lenguados, langostinos, etc.), explotados en Chile con diferentes artes de pesca y por flotas industriales y artesanales. En la mayoría de estas especies comerciales se han conducido estudios autoecológicos de tal manera que sus parámetros poblacionales son conocidos (crecimiento individual, fecundidad, mortalidad, etc.). Sin embargo, muchos procesos biológicos permanecen sin investigar y hay muy pocas publicaciones referidas a los procesos tales como los reclutamientos y sus relaciones, tanto con el ambiente oceanográfico como con sus interacciones en el ecosistema pelágico con organismos del holoplancton. Además, existen pocos estudios sobre las relaciones entre los peces demersales y su entorno biológico y pesquero en la plataforma continental. se ilustra aquí este tipo de estudios de relaciones tróficas, que son importantes para el manejo pesquero, con el caso de la subtrama trófica de los peces demersales en la plataforma continental de la IX Región (figura 6.1).



1. Pejegallo, 2. Congrio colorado, 3. Corvina, 4. Crustáceo betónico, 5. Crustáceos demersales, 6. Bivalvos en fauna betónica, 7. Crustáceos betónicos fondos rocosos, 8. Peces de roca, 9. Peces de roca y arena, 10. Peces crepusculares y nocturnos, 11. Sardina común, 12. Anchoveta, 13. Eusáusidos, 14. Estomatópodos, 15. Callinasa.

Hábitat Pelágico (Nerítico y Oceánico)

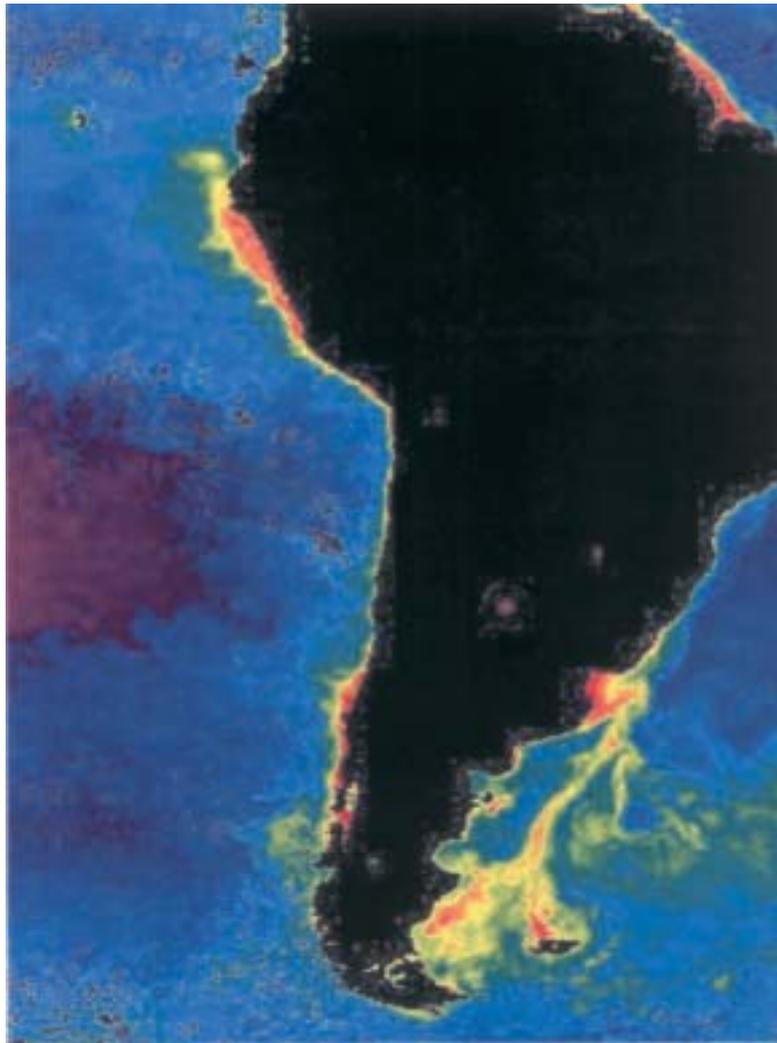
Las características de este hábitat marino en las costas chilenas, están marcadas por la influencia de la Corriente de Deriva Oeste, que arrastra aguas del Pacífico Sur sobre la costa oriental, chocando con la costa chilena entre Chiloé y Valdivia. De acuerdo a la presencia o ausencia ENSO (El Niño Oscilación del Sur), esta zona de contacto se desplaza hacia el norte o sur, provocando cambios en la distribución de muchos organismos pelágicos. Lo más trascendente de la Corriente de Deriva del Oeste es que origina, hacia el norte, el complejo de corrientes llamado Corriente de Humbolt o Chileno-Peruana, con un brazo costero y otro más oceánico. Hacia el sur, forma la corriente del Cabo de Hornos, que circunda la zona

austral y alcanza las Islas Malvinas en el Atlántico Sur (Rojas & Silva, 1996).

La zona que enfrenta la costa entre las VIII y X regiones, es una zona de alta turbulencia y que presenta frecuentes surgencias que hacen de esta área una zona de gran riqueza pesquera. Cuando se desplaza hacia el norte, la corriente costera de Humbolt, lo hace girando sobre sí misma, en forma de “eddies”, presentando contracorrientes costeras superficiales y varios centros de surgencias, en zonas donde la topografía de la costa, vientos y características del fondo marino lo permiten (Ej. Concepción, Coquimbo, Antofagasta, etc.) (Silva & Neshyba 1979) y que fotos del satélite indican que en general es una de las zonas más productivas del área costera de Chile (figura 6.2).

Figura 6.2

Foto de satélite
SEAWEED, Enero 2002,
mostrando zonas de
alta concentración de
clorofila (zonas rojas)



El ecosistema pelágico o zona de la columna de agua sobre el fondo marino, es el sistema más difícil de caracterizar y estudiar, ya que el agua está en continuo movimiento, tanto por los efectos de corrientes marinas como por eventos de surgencias y la llegada en forma aleatoria de fenómenos como el ENSO, y consecuentemente sus sistemas ecológicos recién comienzan a ser estudiados en Chile, a pesar de que soportan las mayores pesquerías chilenas (anchovetas, sardinas, jurel etc.). Su principal característica biológica entonces es que es extremadamente fluctuante y la mayoría de los recursos pesqueros de este ambiente son peces pelágicos pequeños, como los clupeidos (sardinas y anchoas), que alternan periodos de abundancia de acuerdo a las condiciones físicas presentes en el océano. Otros peces como el Jurel, que pueden encontrarse en toda el área de la Corriente de Deriva Oeste entre Chile y Nueva Zelanda y que también presenta reclutamientos, se ven favorecidos por condiciones de tipo el Niño.

Casi todas las otras especies de alto nivel trófico como la sierra, el bonito, la corvina en su etapa pelágica e incluso otras especies demersales, son depredadores de los pequeños pelágicos y en gran medida su tamaño de población se relaciona con un buen manejo de estos recursos. Un aspecto importante del ecosistema pelágico es que alberga sobre la superficie del agua depredadores de calamares, como los petreles y albatros, cuya declinación en el hemisferio sur se supone relacionada con la pesca de palangre de altura para atunes y pez espada entre otros recursos. Siendo este uno de los temas más críticos en la agenda internacional de manejo de recursos bajo un enfoque ecosistémico.

6.1.2 Situación de los recursos marinos

La Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) establece los niveles de explotación de cada especie, asimilándolas a un "Régimen de Explotación". En el Cuadro 6.1 se resumen las especies asignadas a regímenes de explotación, que son 29 recursos. De ellos, los 15 más importantes se manejan sobre la base de cuotas fijadas por el Consejo

Nacional de Pesca y consecuentemente se llevan anualmente evaluaciones del stock o Biomasa de la Población y están incluidas en esta sección. Es importante saber que las evaluaciones de stock debido a las incertidumbres en el conocimiento biológico, en la imprecisión de los datos y en los errores de proceso de los modelos utilizados, deben ser utilizadas como indicadores de tendencias de los recursos y con esa precaución deben leerse los gráficos que indican los niveles de biomasa de cada recurso.

Todas las restantes especies explotadas, 101 de acuerdo al listado de especies explotadas señalado por SERNAPESCA (Servicio Naciones de Pesca), que no están en esta lista, se encuentran en estado de libre acceso, algunas de ellas con medidas de manejo dictadas por decreto, como vedas biológicas por ejemplo, pero de las cuales no hay estimaciones confiables de los tamaños de los stocks.

Las 130 especies explotadas durante el año 2000 corresponden a 11 especies de algas, 70 peces, 28 especies de moluscos, 18 de crustáceos, 2 equinodermos y 1 ascidiáceo. Lo anterior sin considerar los peces salmónidos y el "turbot", que sólo provienen de cultivos, que son en total 5 especies más.

Recursos del hábitat submareal

Loco (*Concholepas concholepas*)

Debido a la fuerte explotación que sufrió entre 1983 y 1989 fue decretada una moratoria de captura en el Loco durante 1989-1992, la que se levantó en marzo de 1993, sobre la base de un modelo de nueva pesquería (Moreno *et al.* 1993), basado en una pesca experimental sobre cuyos resultados se evaluó la población a escala nacional y se abrió una nueva temporada en julio del mismo año, produciéndose de partida una tasa de explotación de cerca de 33% (llegando al 40% en 1994). Estas temporadas tuvieron el efecto de bajar los precios por acumulación de stock y desde allí en adelante se observa una nueva política de manejo orientada a recuperar los stocks. Para este proceso la Subsecretaría

CUADRO 6.1 RECURSOS EXPLOTADOS SOMETIDOS A RÉGIMENES DE EXPLOTACIÓN DE ACUERDO CON LA LGPA.

RECURSO	ZONA GEOGRÁFICA	RÉGIMEN	ACCESO	CUOTA 2001
Anchoveta*	I-II	Plena explotación	Cerrado	Sí
	III-IV	Plena explotación	Cerrado	Sí
Anchoveta y sardina común*	Centro sur	Plena explotación	Cerrado	Sí
Sardina española*	III-IV	Plena explotación	Cerrado	Sí
Jurel*	I-II	Plena explotación	Cerrado	Sí
	III-IV	Plena explotación	Cerrado	Sí
	V-IX	Plena explotación	Cerrado	Sí
	X	Plena explotación	Cerrado	Sí
Pez espada	I-XII	Plena explotación	Cerrado	No
Merluza común*	IV a 41°28.6'S	Plena explotación	Cerrado	Sí
Merluza del sur*	41°28.6' - 57°S	Plena explotación	Cerrado	Sí
Congrio dorado*	41°28.6' - 57°S	Plena explotación	Cerrado	Sí
Merluza de tres aletas		Plena explotación	Cerrado Art. 20	Sí
Merluza de cola		Plena explotación	Cerrado Art. 20	Sí
Raya volantín	VIII-41°28.6'S	Plena explotación	Cerrado	Sí
Bacalao de profundidad*	Al sur del 47°S	Desarrollo incipiente	x Licitación	Sí
Orange roughy	ZEE	Desarrollo incipiente	x Licitación	Sí
Alfonsino	ZEE	General de acceso	Cerrado Art. 20	Sí
Langostino colorado	I-IV	Plena explotación	Cerrado	Sí
	V-VIII	En recuperación	Cerrado	Sí
Langostino amarillo*	III-IV	Plena explotación	Cerrado	Sí
	V-VIII	En recuperación	Cerrado	Sí
Camarón nailon*	II-VIII	Plena explotación	Cerrado	Sí
Loco*		Bentónico+ AMERB	Registro cerrado	Sí
Huevo		Plena explotación	Registro cerrado	Sí (VII Reg.)
Almeja		Plena explotación	Registro cerrado	No
Culengue		Plena explotación	Registro cerrado	No
Macha		Plena explotación	Registro cerrado	No
Pulpo		Plena explotación	Registro cerrado	No
Trumulco		Plena explotación		No
Erizo*		Plena explotación	Registro cerrado	No
Langosta de Juan Fernández		General de acceso		No
Jaibas		Plena explotación		No
Centolla		Plena explotación	Registro cerrado	No
Lobo marino común	I		Veda extractiva permanente	Sí

(*) Recursos cuya situación se detalla en este informe

de Pesca creó un sistema de cuotas individuales llamado Régimen Bentónico que permitió volver a la normalidad esta pesquería submareal, que debido a los bajos precios de 1996 y 1997 perdió interés del público (Figura 6.3). Por otro lado, las anomalías en la frecuencia de perturbaciones oceanográficas globales tipo ENOS, ha producido un período con muchas fallas de asentamiento, en que las larvas del loco no han reclutado normalmente en las zonas del país donde se han medido (Moreno y Reyes, 1989; Moreno *et al*, 1993, 1998). Este hecho ha introducido una fuerte incertidumbre en las estimaciones de biomasa, ya que los modelos suponen reclutamiento constante. En los últimos años se ha introducido un proceso de sintonización con un índice de reclutamiento al modelo de evaluación de los stocks (Zuleta *et al.* 1997); para hacer la estimación de biomasa más realista. Esto ha conducido a otra moratoria de carácter precautoria, consensuada con los sectores organizados de la pesca artesanal por 3 años (2000 a 2003).

El cierre de la pesca (1 de enero 1998 – 31 diciembre 2002) en sectores de libre acceso decretada por RS SSP N° 1758/97 ha dejado la explotación limitada a las Áreas de Manejo y Explotación. Esto permitiría en el futuro cercano mejorar la sustentabilidad de este valioso recurso. Sin embargo, esta acción centrada en las

AMERB ha dejado la mayoría de las áreas en que este recurso vive, sin datos para hacer estimaciones de su abundancia por medio de evaluación del o los stocks. Adicionalmente este sistema no está libre de imperfecciones, ya que se ha detectado un abuso de los traslados de individuos desde zonas abiertas hacia AMERB's en algunas zonas del país (Moreno y Montecinos, 2000).

Erizo (*Loxechinus albus*)

Siendo la segunda especie en importancia pesquera del hábitat submareal rocoso, el erizo comestible (*Loxechinus albus*) se encuentra hasta el momento en un régimen de libre acceso, a pesar de varios intentos de buscar nuevos escenarios de manejo por parte de la Subsecretaría de Pesca. La pesquería submareal del erizo comenzó en el litoral norte y central y paulatinamente se desplazó a la X y luego a la XI Región. Actualmente los mayores desembarques se observan en la XII Región hasta 1999, en el año 2000 ya se observan declinaciones importantes e incrementos en la X-XI Regiones (figura 6.4). No existen datos publicados de evaluación de stocks confiables para este recurso, los calculados por Moreno & Zuleta (1996) deben considerarse un ensayo, ya que es muy difícil hacer evaluaciones indirectas en este tipo de organismos. Sin embargo, un reciente análisis conducido por Zuleta, ha mostrado que a partir de 1984 los desembarques superan el rendimiento máximo sostenible, por lo que su sustentabilidad como pesquería se encuentra amenazada, a menos que se tomen medidas urgentes de regulación de esta pesquería al sur de la X Región. Debido a los problemas de acceso creados por el sistema de áreas contiguas entre X y XI regiones, actualmente para el mayor banco histórico de Erizo en el Archipiélago de los Chonos, se encuentra en estudio un Plan de Manejo, que de concretarse sería el primero que se aplicaría a una pesquería comercial en Chile.

Figura 6.3 Desembarques de loco (Concholepas Concholepas)

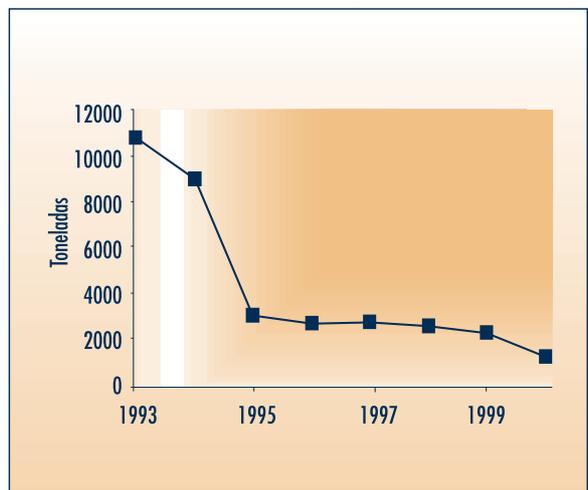
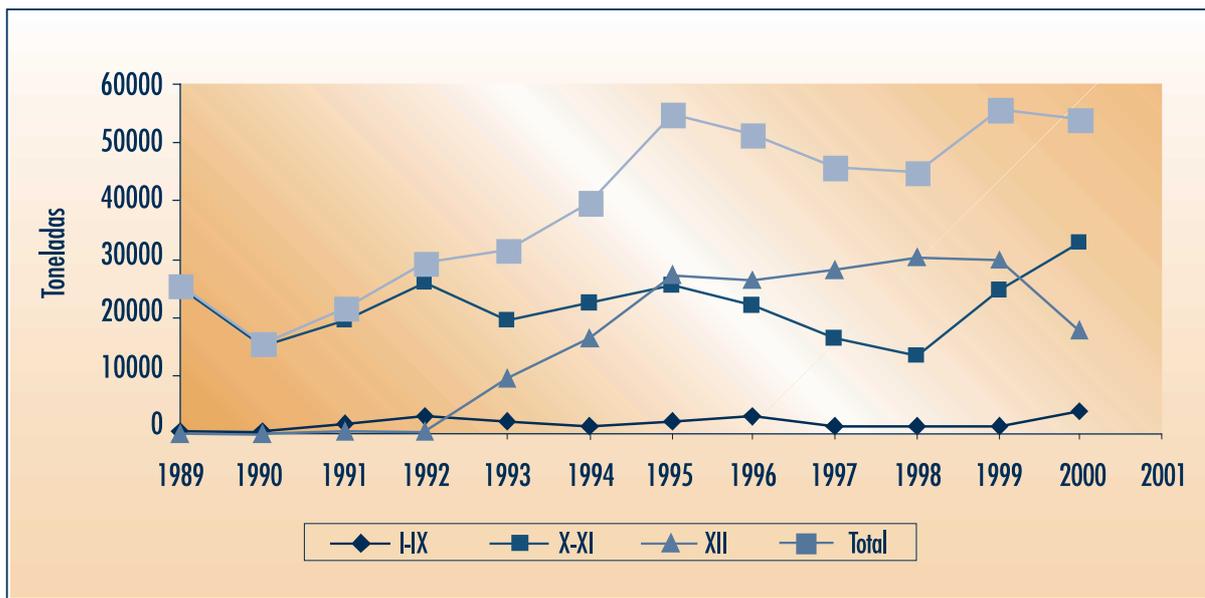


Figura 6.4 Desembarque de Erizo (*Loxechimus albus*) por zonas de pesca.

Recursos de la plataforma continental
(recursos demersales)

Merluza común (*Merluccius gayi gayi*)

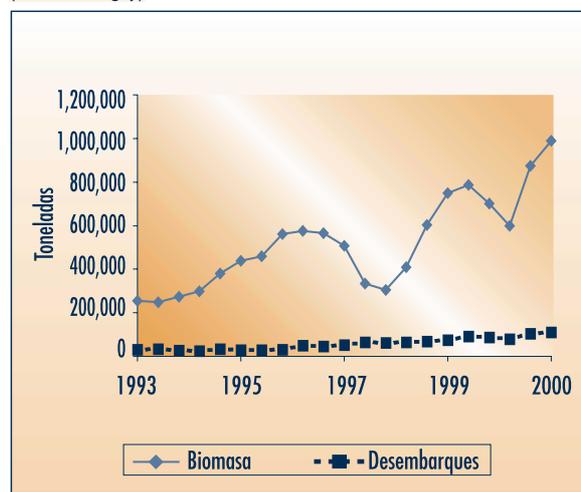
La merluza común en Chile comenzó a ser explotada comercialmente a partir de 1940. Hacia 1953 había alcanzado un desembarque de 60 mil toneladas. Entre 1954 y 1970 los desembarques anuales fluctuaron entre 60 y 130 mil. Hacia 1983 se alcanza el mínimo desembarque de alrededor de 25 mil ton. Entre 1986 y 1997 los desembarques se han recuperado continuamente hasta alcanzar niveles superiores a las 80 mil, sin exceder tasas de explotación superiores al 20%, con la excepción de 1991 y 1992. La evaluación acústica realizada en agosto de 1999, muestra valores cercanos a las 900 mil toneladas (figura 6.5).

La administración de esta especie se basa en una cuota global anual fijada por el Consejo Nacional de Pesca (CNP), el cual para sus decisiones ha incorporado dos elementos importantes contenidos en los informes técnicos: A) fijar la política de pesca con refugio de 40% a la biomasa desovante y B) un análisis del riesgo de cruzar ese umbral de referencia. Con estos dos elementos el CNP puede tener mejores argumentos para sostener la cuota e integrar los elementos sociales y económicos a esta

pesquería, lo que constituye un antecedente para un manejo transparente, sobre la base de un criterio técnico, que denota progreso.

Merluza austral (*Merluccius australis*)

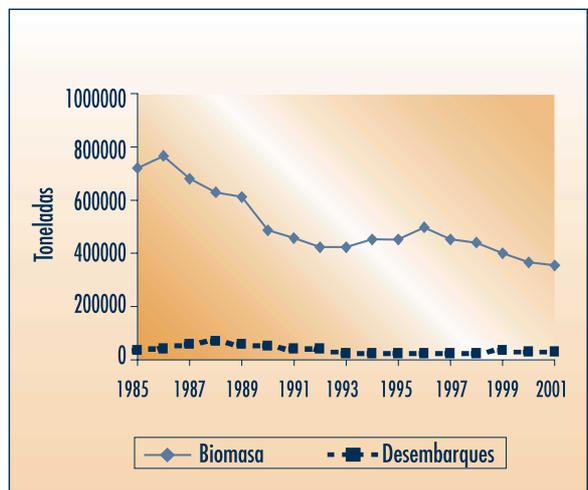
Con relación a la abundancia del stock de merluza del sur, los resultados de las evaluaciones más recientes, según el Informe Técnico N° 24 de la Subsecretaría de Pesca al CNP, muestran que la

Figura 6.5 Biomasa y desembarques de merluza común (*Merluccius gayi*)

fracción 3+ (edad 3 y mayores) disminuye al 20% de su nivel virginal. Del mismo modo, la fracción 9+ (edad nueve y mayores), que representa la fracción adulta, se ve disminuida hasta 24% de su tamaño inicial y la fracción juvenil (menos de 2 años) es sólo el 19% de la cantidad inicial. Con relación a la biomasa total del stock de merluza del sur, se ha redimensionado en un nivel cercano al 29% de su tamaño pre-explotación. Las reducciones descritas se explican por una fuerte y sostenida disminución de los reclutamientos y una significativa reducción del stock desovante debido a las altas tasas de explotación aplicadas. En los últimos años se observa una estabilización de la biomasa y abundancia del stock, lo que señala una disminución de la tasa de reducción de este stock (Figura 6.6).

El stock de merluza del sur se encuentra todavía en estado de sobreexplotación, sin perjuicio de la estabilización observada de la biomasa (Informe Técnico N°24 CNP, 1998), lo cual se debe a una alta mortalidad por pesca de individuos juveniles por la pesca artesanal, en aguas interiores de los canales sureños, que son sus zonas de crianza. Y por otra parte, el deterioro generado por la pesca industrial en la estructura de tallas del stock en aguas exteriores, particularmente hacia fines de los 80 e inicios de los 90. Al respecto se han aplicado vedas en épocas reproductivas y cuotas globales más restrictivas a partir de 1991 para obtener una recuperación de la biomasa desovante en el mediano plazo.

Figura 6.6 Biomasa y desembarques de merluza austral (*Merluccius australis*).

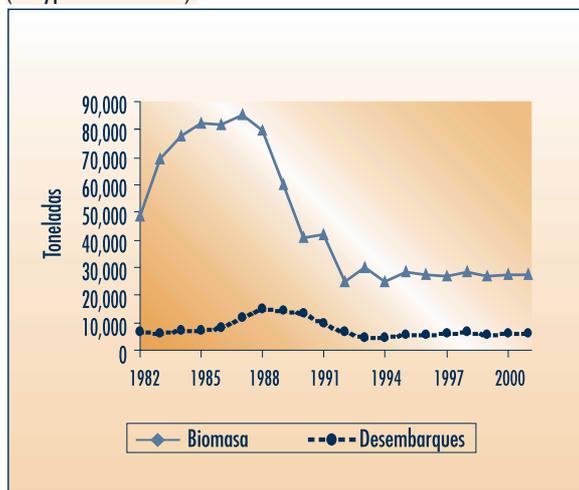


Congrio Dorado (*Genypterus blacodes*)

El congrio dorado es una especie que presenta una interacción tecnológica con la merluza austral ya que son capturadas simultáneamente y proporcionalmente en la Pesquería Demersal Austral (PDA). Las estimaciones de biomasa de esta especie señalan una disminución sostenida del stock desde mediados de la década del 80 hasta 1992, para posteriormente estabilizarse en forma fluctuante debido a un pulso de reclutamiento en 1994. Posteriormente se observa una disminución de alrededor de 70% del stock con relación a su tamaño inicial, mientras que el stock desovante presenta una disminución de 60% respecto del stock desovante original. Basándose en estos datos es posible inferir que este stock presenta un alto riesgo de sufrir sobrepesca por reclutamiento.

La población de congrio se encuentra en un estado de explotación alto, que sugieren que sus actuales niveles de captura no permitirían una recuperación del tamaño de los efectivos de biomasa del recurso y que, en el mejor de los casos (sin fallas de reclutamiento), el tamaño del stock se mantendría en sus niveles actuales (Figura 6.7) (Informe Técnico N° 73, Subsecretaría de Pesca, CNP). Debido a su aparición conjunta con la merluza austral, es prácticamente imposible tomar medidas especiales sobre esta especie a menos que se disminuya la captura de merluza (Zuleta *et al.* 1995),

Figura 6.7 Biomasa y desembarques de congrio dorado (*Genypterus blacodes*).



o se prohíba la pesca de esta especie como objetivo. Las incertidumbres sobre la biología de esta especie, particularmente su comportamiento reproductivo y zonas de reclutamiento, hacen que las estimaciones del stock tengan altos niveles de incertidumbre.

Bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*)

El bacalao de profundidad es un pez demersal, encontrándose en un rango de profundidad entre los 70 a 2500 m, principalmente, y presenta, durante los primeros estadios de su ciclo de vida, hábitos pelágicos. En aguas chilenas se han realizado capturas de ejemplares hasta los 2500 m de profundidad e incluso a más profundidad (Moreno *et al.* 1997). Las concentraciones de peces o caladeros interesantes desde el punto de vista pesquero se ubican alrededor de 1000 a 1500 m. Se estima una estratificación por tamaño en relación con la profundidad, así los peces de menor tamaño y edad se encuentran en aguas menos profundas, ocurriendo lo contrario con peces de mayor tamaño y edad. También se ha detectado que estos peces forman cardúmenes, separándose por sexo y tamaños o edad. Se supone que se reproducen en el Atlántico del sur y migran hacia la costa chilena, alcanzando hasta el Perú.

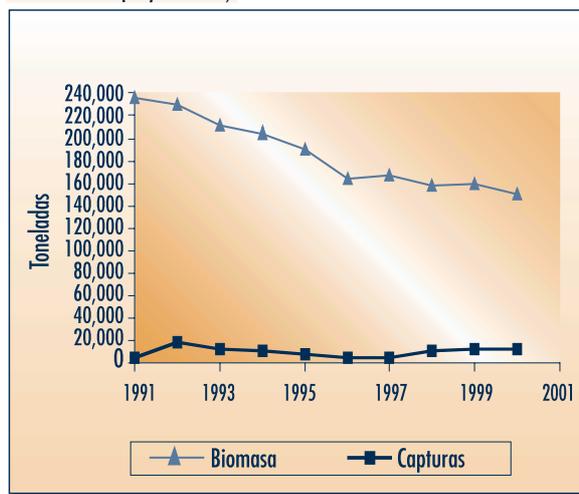
La pesquería en Chile está dividida en dos unidades, una al norte de la latitud 47° y otra al sur. La del sur es explotada por la pesquería industrial y, por encontrarse en un régimen de pesquería incipiente, esta pesquería se administra con cuotas licitadas que fija directamente la Subsecretaría de Pesca, previa evaluación de stock. La unidad norte es explotada por la pesca artesanal a lo largo de toda la costa de Chile.

La unidad sur ha estado sometida a una fuerte pesca ilegal, por parte de buques palangreros que llegaron a ser 70 cuando se dedicaban a la merluza en la PDA. Quedan 20, de los cuales sólo 6 participan en la pesca del bacalao de profundidad. Muchos de los buques que no participaron en la

licitación pescaron ilegalmente entre 1994 y 1997 y muchos de los buques que licitaron se excedieron en sus cuotas y las atribuyeron a aguas internacionales. Con el tiempo, el número de autorizaciones se ha reducido drásticamente. Sin embargo, muchos de ellos se ha re-embanderado en otras naciones (Argentina, Panamá, Belice, etc.) desde donde siguen pescando ilegalmente en aguas antárticas y sudamericanas, este recurso de gran valor comercial.

La evaluación de stock realizada por Zuleta *et al.* (1997) muestra que la tasa de explotación máxima ocurrió en 1992 con cerca de 8% y el promedio desde que comenzó a evaluarse la pesquería es de 4.4% (Figura 6.8). Debido a que es una especie tranzonal, todas las evaluaciones de stock realizadas son parciales y no representan la realidad biológica de esta población⁶. Sin embargo, indicadores como la talla promedio de los peces no muestra cambios desde 1992 en el sur de Chile y los rendimientos (CPUE) muestran ser estacionales. No obstante, muestran un descenso anual de la CPUE desde 1.082 gr/anzuelo en 1991 hasta 410 gr/anzuelo en 1996 y cerca de 250 gr/anzuelo en 1999. Los datos de biomasa deben, entonces, ser interpretados con precaución, particularmente por todas las incertidumbres biológicas del stock del sector Pacífico Sur Oriental.

Figura 6.8 Biomasa y capturas del bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) al sur de 47°LS. (años 1999 y 2000, de biomasa en proyecciones).



⁶ Una evaluación conjunta con Argentina y la Administración Británica de las Malvinas podría indicar el verdadero tamaño del stock.

Raya volantín (*Raja flavirostris*)

Esta especie hasta 1992 era capturada solamente como fauna acompañante de la pesca artesanal e industrial de merluza común, pero se transformó en una especie objetivo y entre 1993 y 1996 las capturas se elevaron por sobre las 1600 ton. En 1997, dado este incremento, la Subsecretaría de Pesca encargó una primera evaluación de stock y en 1998 se suspendió el acceso y fue declarada en plena explotación por el CNP. La evaluación estima una biomasa de 16,8 ton equivalentes a 16 millones de individuos. También el estudio reveló que la explotación se encontraba muy cercana a una política de pesca máxima (F_{max}) por lo que se fijó una cuota para 1998 de sólo 1.200 ton, pero los desembarques han caído a niveles cercanos a 800 ton en 1997 y 1998 (Figura 6.9). El único dato de biomasa disponible (1997) muestra un nivel de explotación de 17,6%. De allí en adelante su pesca ha perdido interés industrial y sólo pescadores artesanales han explorado su abundancia al sur de Isla Mocha en años recientes.

Langostino amarillo (*Cervimunida johni*)

La pesca de crustáceos en Chile ha estado centrada en tres recursos; de ellos el principal es el Langostino amarillo que es explotado actualmente entre la III y IV Región. Esta pesquería alcanzó un nivel máximo de 20 mil ton de desembarque en 1967. Luego vino un período de bajas capturas (1969-1980) y durante el cual la flota langostinera desvió sus actividades hacia el langostino colorado. Sólo a partir de 1994 hay estimaciones confiables de biomasa de este recurso (Figura 6.10). En este período las tasas de explotación han fluctuado entre 7 y 21%, encontrándose en una seria disminución. Dos razones se han debatido como causales de este brusco descenso: Sobrepesca y depredación por merluza común, que ha alcanzado altos niveles de abundancia, lo cual significa un alto consumo de alimento, o bien ambas causales han coincidido. Lo importante aquí es aprender la lección de que el manejo de un recurso de forma uniespecífica, necesita ser contextualizado al momento de tomar decisiones en su entorno ecosistémico. Ya hay suficientes evidencias de que la explotación de un recurso implica cambios en las es-

Figura 6.9 Desembarques y biomasa 1987 de raya volantín.

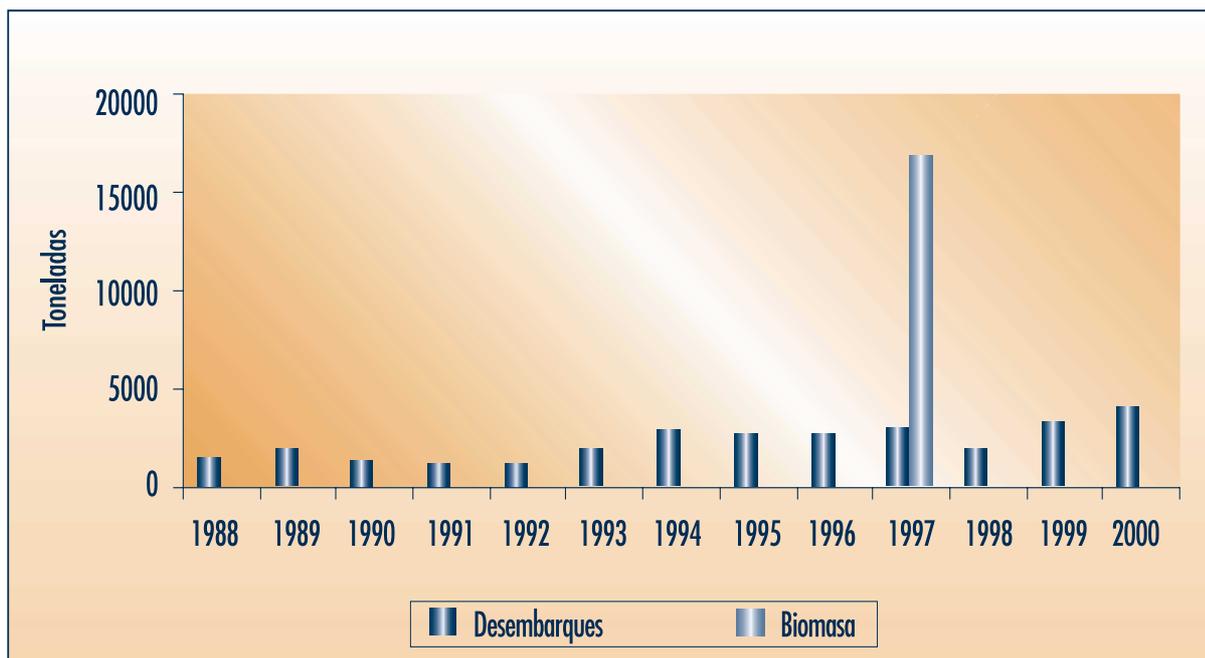


Figura 6.10 Desembarques y biomasa estimadas de langostino amarillo (*Cervimunida Johni*).

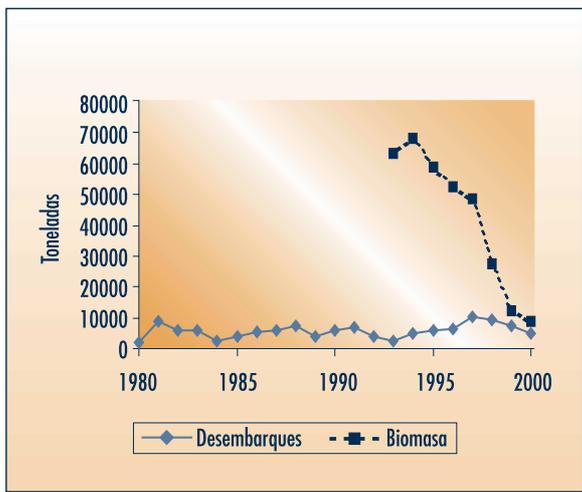
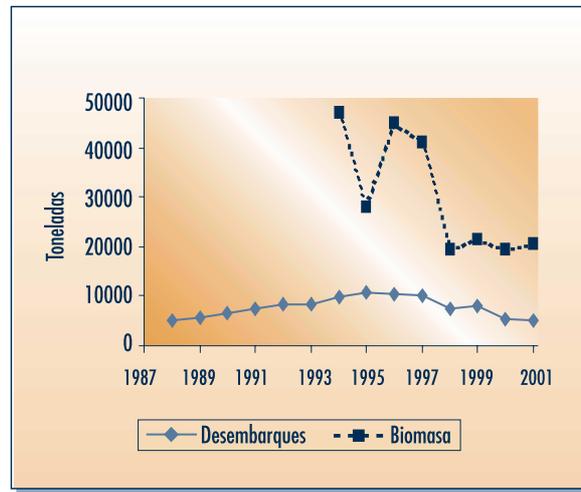


Figura 6.11 Desembarques y biomasa de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*).



pecies relacionadas o dependientes. Por ello la Comisión de Pesca (CoFi) de la FAO está impulsando, dentro del Protocolo de Pesca Responsable, el enfoque ecosistémico de las pesquerías.

Camarón nailon (*Heterocarpus reedi*)

La pesquería del camarón nailon, se extiende entre la II y VIII regiones. El número de embarcaciones habilitadas para esta pesquería alcanza a 42. De éstas, 27 embarcaciones están autorizadas además para la pesca del langostino amarillo y langostino colorado. La explotación de este recurso se inició en la década de los 50. La fase de crecimiento de la pesquería ocurrió entre 1958 y 1968, periodo durante el cual alcanzó un aumento sostenido de los desembarques, llegando ese último año a un monto superior a 11 mil ton. Con posterioridad y hasta 1980, los desembarques mostraron una clara tendencia a la declinación, llegando a niveles de 3 mil ton (figura 6.11). Entre 1986 y 1994 el tonelaje desembarcado estuvo en constante aumento, estabilizándose en torno a las 10.500 ton, debido al establecimiento de cuotas de captura, basadas en estimaciones de biomasa. En 1998, la captura desembarcada alcanzó sólo 7.300 ton, 1000 menos que la cuota autorizada. Estos cambios bruscos del stock pueden deberse al crecimiento inusi-

tado del stock de merluza común, que consume este camarón como alimento. En los últimos años, hay baja en las capturas por pérdida de mercados internacionales (Argentina), ha disminuido la demanda y las condiciones han tendido a mantenerse más estables.

Recursos pelágicos

Sardina española (*Sardinops sagax*)

La evolución del stock en el norte de Chile y sur del Perú en términos de biomasa (toneladas) de la sardina española señalan en general, al igual que lo observado en los desembarques, una primera fase de crecimiento de la biomasa, que en 1981 alcanzó los 11,6 millones de ton, para posteriormente mostrar una drástica y sostenida disminución, que en 1996 alcanzó 43 mil y 22 mil ton respectivamente (figura 6.12). Esta tendencia en la disminución de la biomasa ha sido corroborada también a través de prospecciones acústicas y de la captura por unidad de esfuerzo, la que muestra a partir de 1986 una sostenida reducción (Barría, 1998; Zuleta & Moreno, 1997).

Por otra parte, los resultados obtenidos por un taller conjunto entre IFOP (Chile) e IMARPE (Perú), muestran una condición de gran agotamiento

Figura 6.12 Desembarques y Biomasa de Sardinias del norte de Chile (*Sardinops Sagax*)

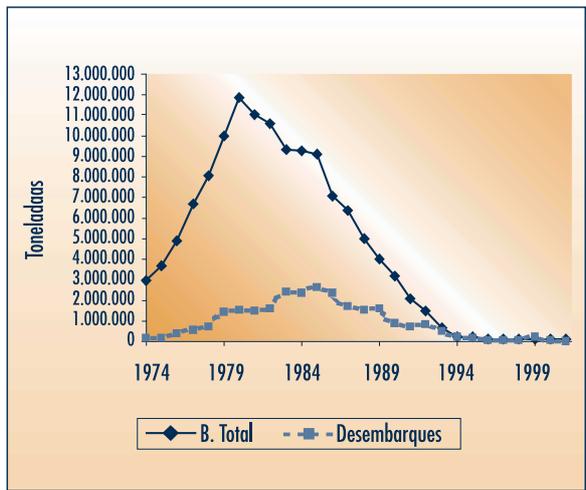
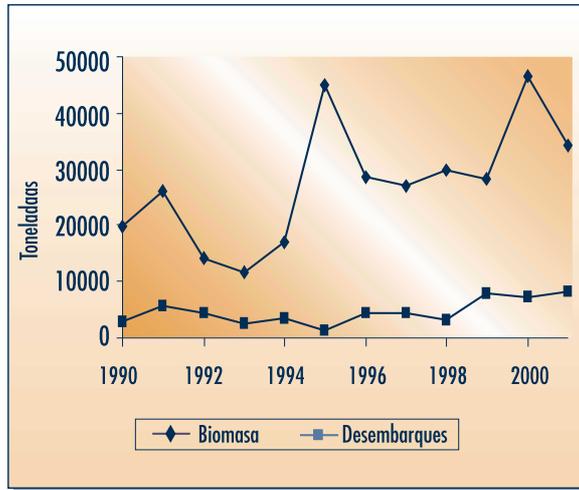


Figura 6.13 Desembarques y Biomasa de Sardina común (*Strangomera bentincki*) en la zona centro



to del stock de sardina. Agrega que la biomasa total y biomasa desovante (cantidad de hembras maduras en la población) disminuyen desde 1980 y el reclutamiento lo hace sólo desde 1988. Por consiguiente, la disminución del stock entre 1980 y 1987 se debe exclusivamente a la sobrepesca, puesto que los reclutamientos son altos hasta ese año. Por otra parte, es conocido que estos recursos pelágicos presentan una alta dependencia de factores ambientales en cuanto a la sobrevivencia de sus larvas, que conducen variaciones del reclutamiento. Para que este evento natural se desarrolle se requiere mantener siempre una buena biomasa desovante en el agua.

Las tasas de explotación hasta 1978 son menores de 10%, desde 1979 y hasta 1985 se encuentran entre el 10 y 30% y a partir de 1986 crecen hasta superar el 50%, alcanzando en 1994 cerca del 80% del stock estimado. En 1999 hubo un desembarque de cerca de 250 mil ton atribuidas a este recurso. Dado el estado del stock es muy probable que la mayor captura fuese jureles juveniles que por su ciclo de vida son abundantes en el norte. Hacia el 2001 se volvió a bajas capturas y en CNP autorizó una pesca de investigación sobre jureles juveniles por una cifra cercana a 250 mil ton. Sin duda, el manejo sin cuotas ni control de esfuerzo sobre este recurso produjo los resultados observados.

Sardina común (*Clupea Strangomera bentincki*)

Esta especie se explota principalmente en la zona centro-sur de Chile y su pesquería se desarrolla entre los 32° a 41° Latitud sur principalmente. Constituye una pesquería multiespecífica con el stock de anchoveta del sur (*Engraulis ringens*). De acuerdo con el Informe Técnico N° 47 sometido al Consejo Nacional de Pesca, su stock depende básicamente de los reclutamientos. El extraordinario reclutamiento observado en 1995 significa un gran aumento de la biomasa. Desde 1996 en adelante el reclutamiento y la biomasa presentan una notoria disminución. La tasa de mortalidad por pesca de referencia, estimada para 2.7, superando el valor del $F_{0.1}$ o política de pesca que optimiza el crecimiento individual.

Las tasas de explotación superan en todos los años de serie el 20%, con excepción de 1995 que sólo fue de 2.8%. El máximo ha sido alcanzado en 1998 con 58% y ya en el primer semestre de 1999 se habían desembarcado 568 mil ton, superando el desembarque de 1997 (Figura 6.13). Se espera que a estas tasas se produzca una fuerte sobrepesca en este recurso debido a la crisis del jurel. Adicionalmente la CPUE estandarizada presenta una tendencia declinante. Los excedentes productivos fueron superados por los desembar-

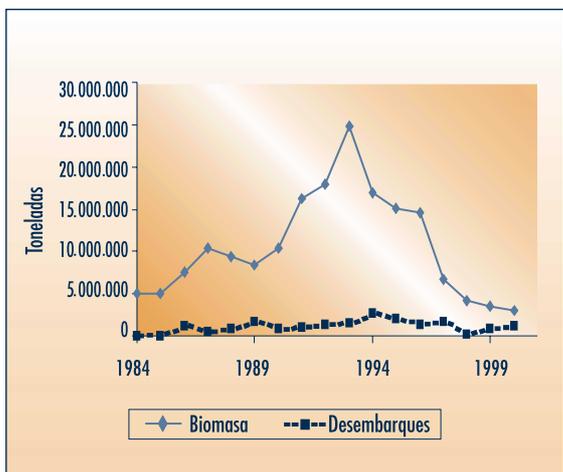
ques en los años 1991, 1992, 1997 y 1998. En estos últimos dos años la pesca por sobre el excedente productivo supera las 150 mil ton. En septiembre de 1999 la Subsecretaría de Pesca propuso declarar esta población en el Régimen de Plena Explotación al CNP y no alcanzó el quórum calificado que requiere esta decisión, lo que permitió a un número de naves artesanales iniciar actividades en la zona norte de la X Región. Actualmente (2000-2001) se ha manejado el stock con un punto biológico de referencia de $F_{60\%}$ y a pesar de ello las capturas totales siguen incrementándose y la tasa de explotación total supera el 24%, lo que sólo se sostendrá si los reclutamientos permanecen altos.

Anchoveta (*Engraulis ringens*)

En la unidad de pesquería norte (I y II Regiones) la flota autorizada es de 142 embarcaciones con una capacidad de bodega de 45.850 m³ y en la III y IV Regiones se encuentran autorizadas 189 naves con una capacidad de bodega de 98.604 m³. Además de 224 y 31 lanchas artesanales respectivamente.

Desde 1996 esta pesquería está en plena explotación. La serie histórica de los desembarques indican que entre 1984 y 1994 estos han sido pulsátiles y con una tendencia general creciente hasta 1994, año en que alcanzó su máximo histórico de desembarque con 2,2 millones de toneladas. Este mismo año en Perú se explotó 850 mil ton lo que suma

Figura 6.14 Desembarques y biomasa de anchoveta (*Engraulis Ringens*) en Zona Norte

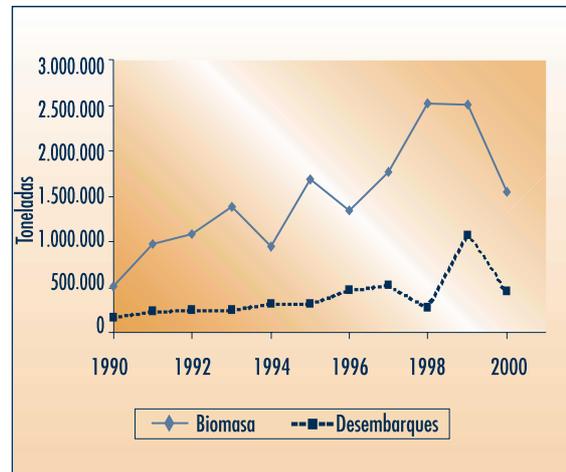


poco más de 3 millones de ton. Desde 1995 se produce una fuerte caída de los desembarques producto del exceso de presión de pesca por parte de las flotas de Chile y Perú, dado que la anchoveta sostuvo la actividad extractiva de la flota pelágica del norte en hasta un 90% en 1997.

La evolución de la biomasa del stock norte de acuerdo con Barría (1998), presentó una tendencia creciente entre 1984 y 1993, con oscilaciones generadas por años de buenos reclutamientos (1987 y 1991-1993). Durante el periodo 1991-94 existió una biomasa parental consolidada cuyo promedio fue superior a 4-5 millones de ton. Sin embargo, esta biomasa descendió en el periodo 1995 al 1997 y produjo una reducción de la producción de larvas, tanto en intensidad como en extensión, del 70% (figura 6.14). En los últimos años en la evaluación conjunta entre IMARPE e IFOP se estima que la mortalidad por pesca real supera en 40% al valor de pesca óptima de $F_{0,1} = 1,596$. Esta situación indica que en los dos últimos años la mortalidad por pesca ha sobreexplotado el stock desovante. Lo anterior implica que el stock de anchoveta del norte de Chile y sur del Perú se mantiene en la fase de sobreexplotación por reclutamiento.

En la zona centro-sur de Chile (V a X regiones) se dispone de una evaluación reciente del stock en el sentido que la biomasa parental y total presenta una tendencia creciente entre 1996 y 1998 (figura 6.15). En este stock tanto las CPUE

Figura 6.15 Desembarques y biomasa de anchoveta (Zona Centro Sur) (*Engraulis ringens*)



como los excedentes productivos (1990 a 1992, 1996 a 1998) han sido positivos, con la excepción de 1993 y 1995, que han sido superados por los desembarques. Sin embargo, las capturas del primer semestre de 1999 son del orden de 812 mil ton, similares a la ganancia en biomasa acumulada entre 1996 y 1998 (excedentes productivos (EP) – capturas (C)). Esto significa que la etapa de crecimiento se podría revertir y entrar en una etapa de sobrexplotación tal como se define en la ley de pesca y que corresponde a la diferencia señalada antes (EP-C). Al igual que en el caso de la sardina común, el CNP no tuvo mayoría para declarar este stock en plena explotación, no obstante las razones técnicas para ello. Debido a la crisis del jurel en el área, las flotas pelágicas y las plantas de reducción han subsistido en 1999 de este recurso y de allí la poca disposición de estos sectores a ser más conservadores.

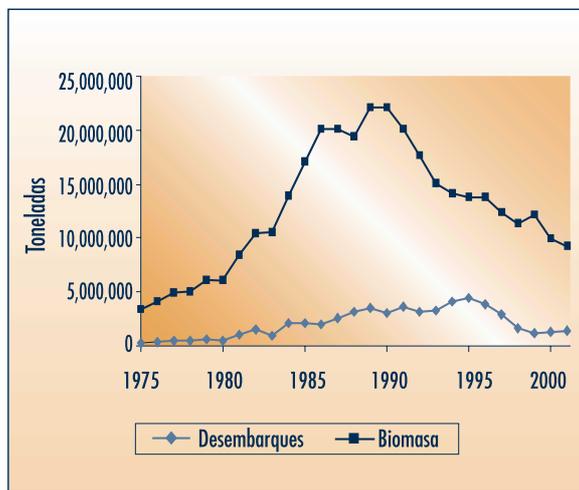
Jurel (*Trachurus symmetricus murphy*)

El jurel es una especie cuya distribución geográfica abarca principalmente el Océano Pacífico Suroriental (frente a la costa sudamericana) y secundariamente, el Océano Pacífico Suroccidental (al sur de Nueva Zelanda). Debido a su distribución geográfica tan amplia su ciclo biológico se expresa en grandes extensiones también. En primavera, los ejemplares maduros producen varias tandas de desove, produciendo huevos y larvas que permanecen en las mismas áreas de desove. Entre diciembre y mayo se han registrado alevines y juveniles de hasta un año de edad entre 36° y 41° LS, por fuera de la ZEE chilena hasta 137° LW. Después de una etapa de crecimiento inicial comenzarían un proceso migratorio hacia la costa chilena, en busca de áreas de alimentación en zonas de mayor productividad. En estas zonas se realiza la pesca comercial del recurso. Después de crecer en dicha área y en mitad del invierno, los jureles inician una migración masiva hacia el Oeste para desovar en aguas oceánicas dentro y fuera de la ZEE chilena. Se estima que podrían vivir 16 años y

alcanzar tallas de 70 cm de longitud (horquilla).

Los desembarques totales registrados en las estadísticas de SERNAPESCA provienen de zonas geográficamente distintas, tanto a lo largo de la costa de Chile como en aguas internacionales (Figura 6.16), donde entre 1972 y 1991 pescaron flotas de la ex Unión Soviética, cuyos datos han sido recobrados por Arcos & Grechina (1994) y Arcos (1998). La dramática pérdida de biomasa en esta especie se debe a la sobrepesca de las clases de tallas grandes, por encima del tamaño mínimo, producto de un crecimiento de 273% de la capacidad de bodega de la flota, que no sólo creció de 93 a 184 naves, sino que, además, los buques incorporados en los últimos años fueron más grandes y de mayor autonomía. Este incremento de la flota ocurrió debido a un artículo transitorio en la LGPA. Hoy la crisis del sector es severa ya que la CTP (Captura total permisible) estimada para 1999 fue de cerca de 1.800.000 ton, y no se ha podido alcanzar ya que casi toda la población actual es juvenil bajo talla. La crisis se produjo con tasas de explotación aplicadas entre 1993 y 1996 de entre 22 a 32%, lo que resulta común para los pequeños pelágicos, pero demasiado alta para un pez longevo.

Figura 6.16 Desembarques y biomasa estimados a nivel nacional de jurel (*Trachurus symmetricus murphy*)



CUADRO 6.2: ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (REFERENCIALES)

Parámetro (ppb)	Agua de Mar (mg/kg)	Sedimento
Mercurio	0.94 ⁽¹⁾	0.8 ⁽²⁾
Cadmio	9.3 ⁽¹⁾	7.75 ⁽²⁾
Plomo	8.1 ⁽¹⁾	33 ⁽²⁾
Cobre	3.1 ⁽¹⁾	34 ⁽²⁾
Zinc	81 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾
Cromo	50 ⁽¹⁾	25 ⁽²⁾
PCB	—	0.07 ^{(3)*}
Fósforo Total	—	600 ^{(3)*}
Nitrógeno Total	—	550 ^{(3)*}
Materia Orgánica Policíclicos	—	10.000 ^{(3)*}
Hidrocarburos Totales	—	?
Hidrocarburos Aromáticos	0.2 ⁽⁴⁾	—

Los valores aquí expresados son representados mediante una línea continua de color en los correspondientes gráficos.

? : No se cuenta con estándar de calidad

(1) US EPA, 1999. National Recommended Water Quality Criteria — Correction. US EPA Office of Water 4304. EPA 822-Z-99-001, April.

(2) D.D. MACDONALD, S.L. SMITH, M.P. WONG and P. MURDOCH. 1992. The Development of Canadian Marine Environmental Quality Guidelines Ecosystem Science and Evaluation Directorate. Eco-Health Branch, Ottawa, Ontario.

(3) PERSAUD, D. JAAGUMAGI, R. and A. HAYTON. 1993. Guidelines for the Protection and Management of Aquatic sediment quality in Ontario. Ontario ministry of Environment and Energy Report.

(*) El valor representa la concentración del contaminante que puede ser tolerado por la mayoría de los organismos bentónicos.

(4) CONAMA, 2000. Normas secundarias de calidad ambiental para aguas marinas.

6.1.3 Contaminación del medio ambiente marino y del borde costero

La información disponible para el análisis del estado ambiental nacional para el período 1999-2001, teniendo presente la presentada en el Informe País 1999, fue extraída del programa de vigilancia que viene desarrollando desde 1989 la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR) en los cuerpos de aguas

más intervenidos del país; los resultados están representados para los distintos analitos considerados para las matrices agua y sedimento⁷, conforme a la división político-administrativa nacional. Con la finalidad de evaluar, a modo referencial, el estado ambiental de las señaladas matrices ambientales respecto a los parámetros bajo análisis, en el cuadro 6.2 se dan a conocer algunos criterios internacionales conforme a cada indicador ambiental.

Contaminación por metales Traza

En Anexo (Tablas 6.1 y 6.2) se presentan las concentraciones promedio de metales pesados (por región) correspondientes a los períodos 1993-1998 y 1999-2001 para las matrices ambientales agua y sedimento.

En lo que se refiere a metales pesados, se observa la presencia de valores que sobrepasan significativamente el valor de calidad adoptado como referencia, siendo en algunas regiones del país más significativas que en otras. Lo anterior tiene su fundamento en la asociación de estos valores con cuerpos de agua o áreas restringidas, regularmente con escasa capacidad de renovación de sus aguas y en los que se establecen en su entorno actividades y usos diversos que aportan sus residuos al cuerpo receptor, ya sea en forma directa, como indirecta. Estos a su vez pueden llegar a contener importantes concentraciones de metales pesados, constituyéndose así éstas en áreas en las que difícilmente se podrán satisfacer los estándares de calidad ambiental

Las figuras 6.17 y 6.18 representan la distribución de cadmio en niveles de concentración similares a las reportadas para el período 1993-1998, manteniéndose en ambas matrices concentraciones bajo el estándar de calidad. La excepción a lo anterior se presenta para las regiones II y XI en las que se mantiene la misma situación a la observada para el período 1993-1999, en el sentido que en ambas se sobrepasa el valor de calidad. El resto de las regiones mantiene valores promedio bajo el referido límite.

7 Los sedimentos marinos como matriz ambiental, son considerados el último reservorio de una gran cantidad de sustancias y elementos producidos en forma natural o por actividad antrópica (Izquierdo, et al., 1997),

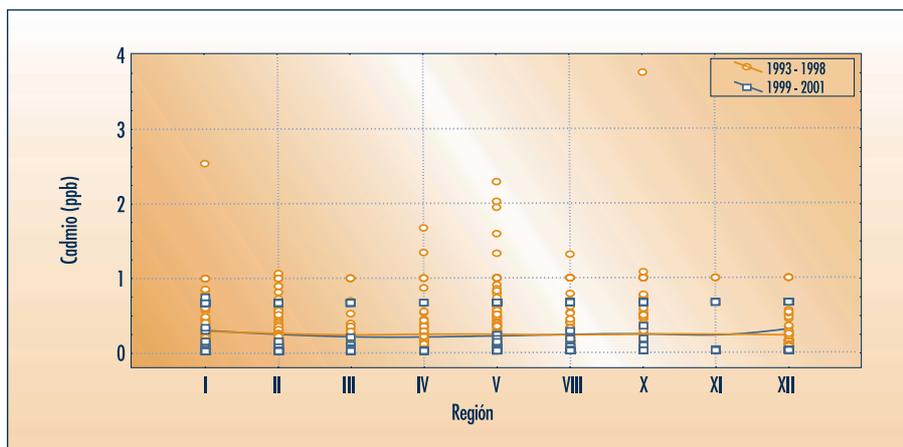


Figura 6.17 Cadmio en agua.

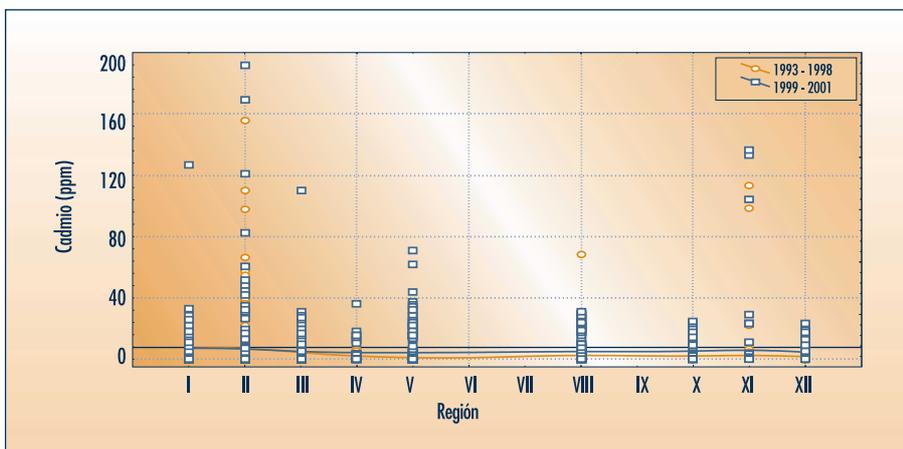


Figura 6.18 Cadmio en sedimentos.

Lo señalado para la II Región tiene su origen en la actividad minera asociada a la zona, en la que se explotan y refinan minerales muy variados. Resultado de lo anterior es la descarga al mar de residuos líquidos provenientes de los procesos propios de la actividad, lo que acompañado de la presencia de áreas restringidas -emplazadas principalmente al interior de áreas costeras protegidas, donde se desarrollan continuas faenas de carga de minerales a buques-, provoca fugas de polvo o partículas de mineral a la atmósfera y al agua, las que luego de ser arrastradas por efecto del viento llegan a depositarse directamente en el fondo marino y en menor proporción a la columna de agua.

En el caso particular de la XI Región, la información se refiere principalmente a Puerto Chacabuco, éste reporta concentraciones en órdenes de magnitud similares a los de la zona norte, y que corresponde al resultado acumulativo en el tiem-

po de acopio y transferencia de minerales a granel (Ej. Zinc) en la zona portuaria.

Tal como se mencionó para el caso del cadmio, en que el mayor número de determinación de este analito en las matrices analizadas se presenta bajo el límite referencial, de igual manera se presenta para el cromo, en el que a excepción de la matriz sedimento, el período 1999-2001 presenta valores menores a los reportados para 1993-1998 (Anexo, Tabla 6.1. figuras 6.19 y 6.20).

En el caso del sedimento, el cromo mantiene concentraciones promedios del mismo orden de magnitud a las reportadas en el Informe País 1999, especialmente en la I, II VIII, X y XI Región, en las que se ha continuado superando el límite de calidad establecido.

Las causas de la presencia de estos niveles de concentración en cromo se fundamentan en el

Figura 6.19 Cromo en Agua.

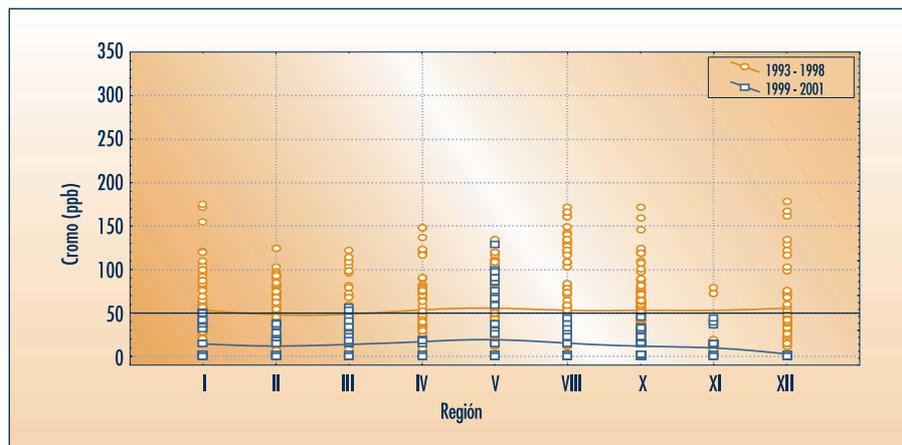
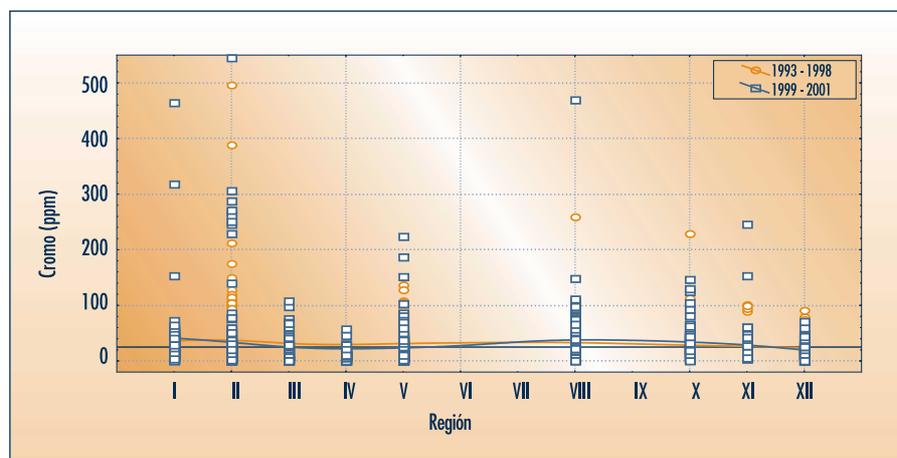


Figura 6.20 Cadmio en Sedimentos.



desarrollo de la actividad minera y portuaria vinculadas directamente al movimiento de minerales a granel. En el caso de la VIII Región el valor promedio representa las concentraciones vinculadas al cuerpo de agua en el cual se encuentra el importante complejo industrial San Vicente-Talcahuano, cuyas descargas al mar incluyen aguas servidas, residuos industriales líquidos de todo tipo, residuos orgánicos (sector pesquero industrial), metales pesados (sector metalúrgico), hidrocarburos (sector refinera, petroquímico), etc., los que sin lugar a dudas son responsables de parte importante de las altas concentraciones señaladas para la región.

El cobre, por su parte, presenta una particular situación, observándose para el período 1999-2001 mayores contenidos en agua que para la serie 1993-1998, sobrepasando a nivel nacional el límite de calidad (figura 6.22).

En ambas matrices se observa para la zona norte (I a la IV Región) valores que sobrepasan el límite de calidad, alcanzando máximos valores en la II Región (hasta 310 ppb en agua; 11800 ppm en sedimento) (figuras 6.21 y 6.22), sin embargo, en el caso del sedimento, la situación anterior se presenta menos pronunciada para el período 1999-2001, observándose una menor presencia de cobre promedio a la reportada años anteriores.

El incremento de concentraciones reportado en aguas entre la VIII y XII Región (Anexo, Tabla 6.2), puede ser motivo del aumento en las determinaciones de este elemento en los cuerpos de agua monitoreados, especialmente, hacia áreas más restringidas y con mayor uso, pudiendo estar presentándose un reflejo de una situación más real que la reportada en el Informe País 1999.

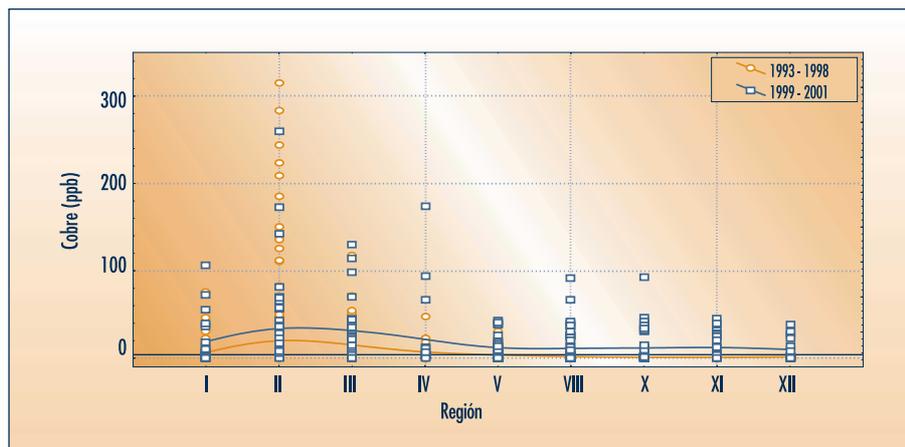


Figura 6.21 Cobre en agua.

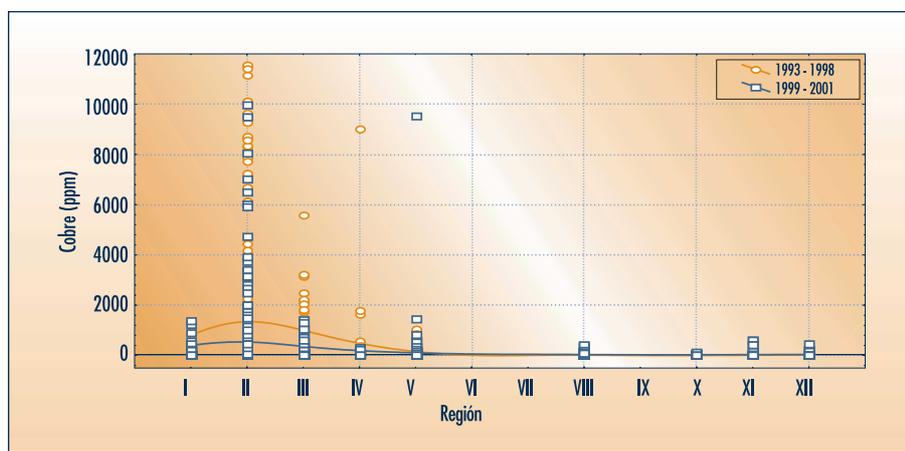


Figura 6.22 Cobre en sedimentos.

La presencia de cobre en sedimentos de la VIII y XI Región obedecería al aporte de la actividad industrial que tiene lugar en las comunas de San Vicente-Talcahuano ante la presencia de actividad siderúrgica, petrolera, y similares, y en el efecto acumulativo del almacenamiento y transferencia de metales a granel ya señalado para la zona portuaria de Puerto Chacabuco.

Particularmente, la situación que enfrenta el contenido de cobre en sedimento, respecto a sobrepasar en forma importante el nivel de calidad adoptado como referencia, llevaría a establecer que el contenido de cobre natural (línea base) en nuestro medio ambiente sería superior al señalado para aquellos países de los cuales adoptamos el valor de calidad, especialmente en la zona norte de nuestro país; sin embargo, tal situación no debe dejar de considerar que los niveles de concentración reportados en la referida zona, obe-

decen a la desarrollada actividad minera que allí tiene lugar, siendo los niveles promedios de concentración un reflejo de ello (Anexo, Tablas 6.1 y 6.2).

Por su parte, el mercurio en ambos períodos presenta el mayor número de concentraciones bajo el límite de calidad (figuras 6.23 y 6.24), manteniendo un comportamiento similar al de los otros metales analizados, en el sentido de mostrar la mayor presencia de valores mayores hacia la II Región, producto de la actividad minera y portuaria desarrollada en la zona.

Entre los metales analizados, el mercurio presenta la mejor condición ambiental a lo largo del país, observándose que los valores promedios determinados en los distintos cuerpos de aguas se mantienen bajo el límite de calidad adoptado, mientras que los valores que superan tal nivel se

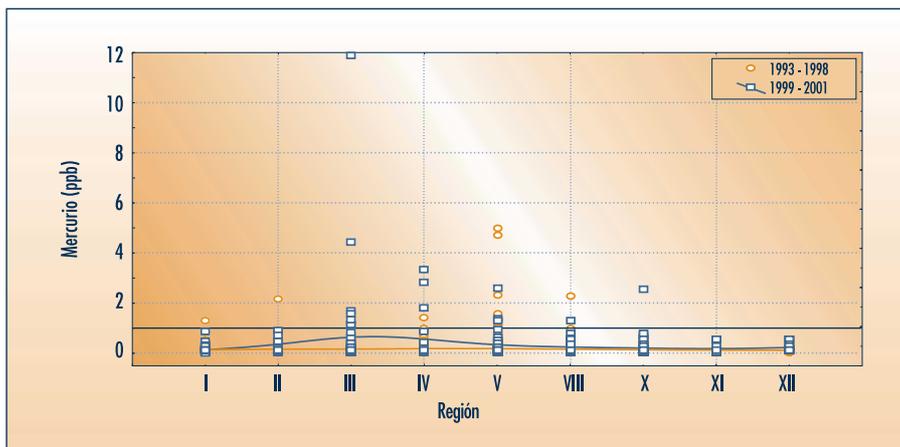


Figura 6.23 Mercurio en agua

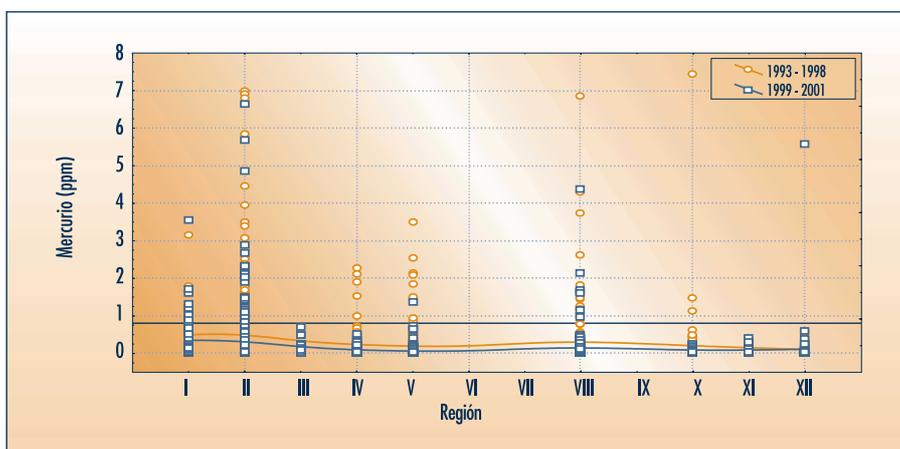


Figura 6.24 Mercurio en sedimentos

deben a situaciones puntuales vinculadas a áreas restringidas contaminadas.

Para el caso del plomo y el zinc, en la matriz agua se presentan bajo el límite de calidad, aun cuando para el período 1999-2001 se observa en el caso del plomo un contenido mayor a períodos anteriores, y menor en el caso del zinc. En lo concerniente al sedimento, se presenta una situación distinta al momento que hacia la zona norte el contenido de plomo señalaría una insatisfactoria calidad ambiental, especialmente hacia las regiones I, II, V, VIII y XI (figuras 6.25 a 6.28).

Antecedentes adicionales a los proporcionados por el POAL respecto al contenido “base” de metales en los sedimentos entre la X y XII Región (zona fiordos) se presentan en el Cuadro 6.3, derivados de los cruceros Cimar-Fiordo, los que se enmarcan dentro de los rangos de con-

CUADRO 6.3. METALES EN SEDIMENTOS (X Y XII REGIÓN)

Elemento	Zona Norte ⁽¹⁾	Zona Central ⁽²⁾	Zona Sur ⁽³⁾
Cadmio ppm	0.32+0.14	0.27+0.15	0.32+0.10
Cobre ppm	17.57+1.51	18.0+4.6	16.6+5.0
Cromo ppm	29.43+5.70	67.5+13.5	59.4+13.0
Plomo ppm	14.21+7.15	27.6+3.8	24.1+4.6
Zinc ppm	88.3+7.61	102.5+13.4	112.3+0.4

(1) Región norte de los fiordos y canales del sur de Chile.

(2) Fiordos y canales adyacentes a Campo de Hielo Sur.

(3) Fiordos y canales australes (52° - 56° S).

Fuente: Ahumada *et al.* 1999.

centración presentados anteriormente para la zona.

En la zona particular de fiordos, la semejanza en la composición porcentual de metales entre

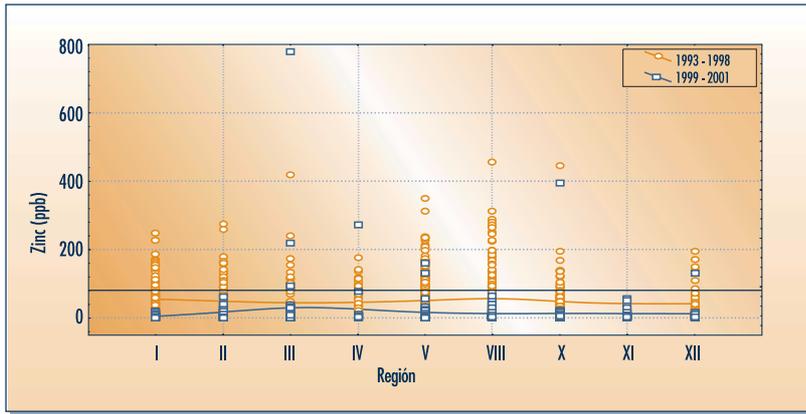


Figura 6.25 Zinc en agua.

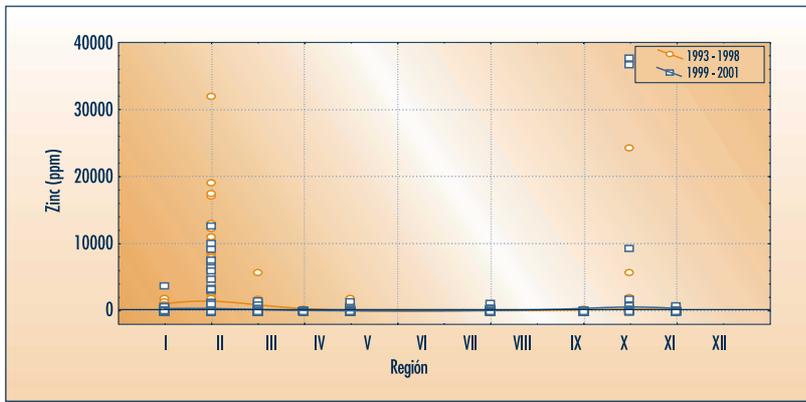


Figura 6.26 Zinc en sedimentos.

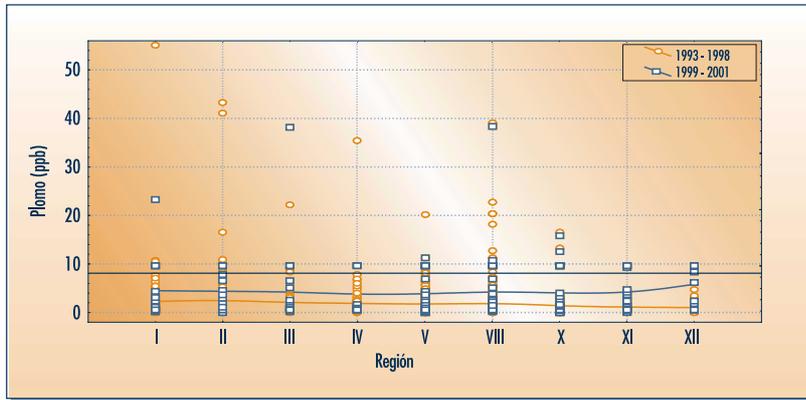


Figura 6.27 Plomo en agua.

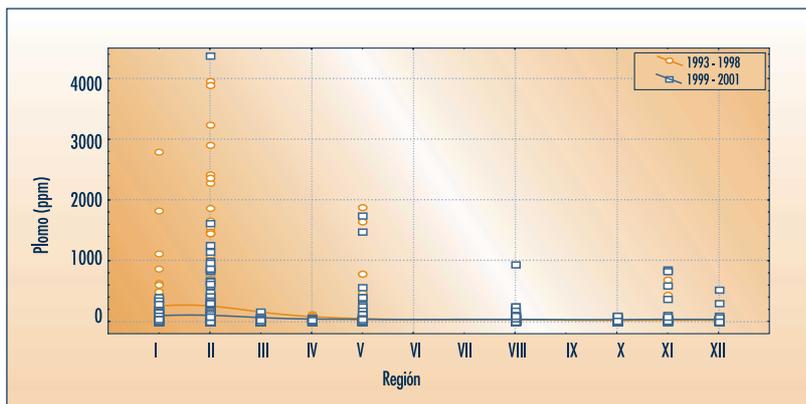


Figura 6.28 Plomo en sedimentos.

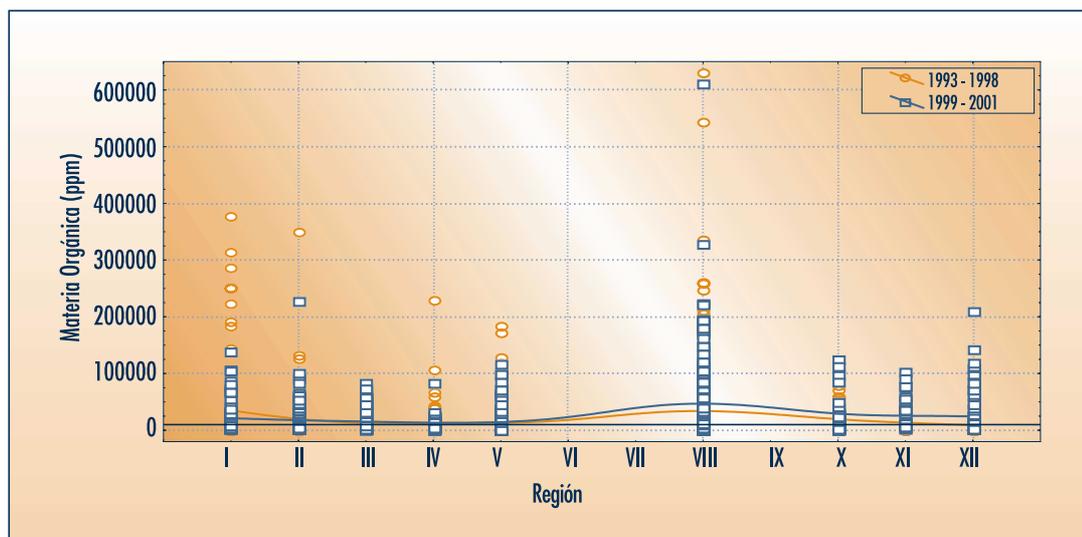


Figura 6.29 Materia orgánica en sedimentos.

fiordos, a pesar de poseer diferentes condiciones hidrográficas y por ende procesos erosivos independientes, indica que la concentración de metales estaría siendo controlada por la geoquímica sedimentaria local, más que por el abastecimiento por otras fuentes o vías, realzando de esta forma la estabilidad, particularidad y fragilidad existente en estos sistemas semicerrados (Ahumada y Contreras, 1999). Esto último sólo ha sido reportado para sectores restringidos en los que se han desarrollado actividades relacionadas con la manipulación de minerales a granel (Puerto Chacabuco), lo que reafirma que los niveles de los metales pesados reportados anteriormente, se vincularían directamente a las actividades particulares que aportan este tipo de elementos a los cuerpos de agua monitoreados.

En resumen, no se observan cambios relevantes (en órdenes de magnitud), entre la situación ambiental presentada para los mismos metales pesados entre los períodos 1993-1998 y 1999-2001, sin embargo, tanto el zinc, cromo, plomo y cobre tienden a superar los valores de calidad hacia la zona norte (I a II Región), situación que estaría vinculada a las principales actividades productivas que se desarrollan en estas regiones.

Contaminación por materia orgánica, nitrógeno y fósforo total

La importancia de considerar materia orgánica y nutrientes en sedimento en la evaluación de la calidad ambiental de un cuerpo de agua se fundamenta en que la disposición de elementos orgánicos, especialmente en áreas costeras de escasa renovación de aguas, potencia la descomposición y pudrición de esta materia por efecto bacteriano, eliminando gran parte del oxígeno disuelto en el agua, causando efectos secundarios en el medio ambiente, como es la emisión de malos olores y la eliminación de gran parte de la flora y fauna asociada. Asimismo, al eliminarse la biota por efectos de la falta de oxígeno y presencia de productos secundarios propios del proceso de descomposición (ej. nitrito, ácido sulfhídrico), se altera también las relaciones ecológicas que mantienen el equilibrio natural de cualquier ecosistema acuático, con la correspondiente alteración en la estructura de las comunidades biológicas. En Anexo, Tabla 6.3. se presenta el contenido promedio de nitrógeno y fósforo total (ppm); materia orgánica (ppm) en sedimento a nivel nacional.

En el contenido de materia orgánica (figura 6.29), claramente se observa que el mayor número de concentraciones se presenta sobre el límite

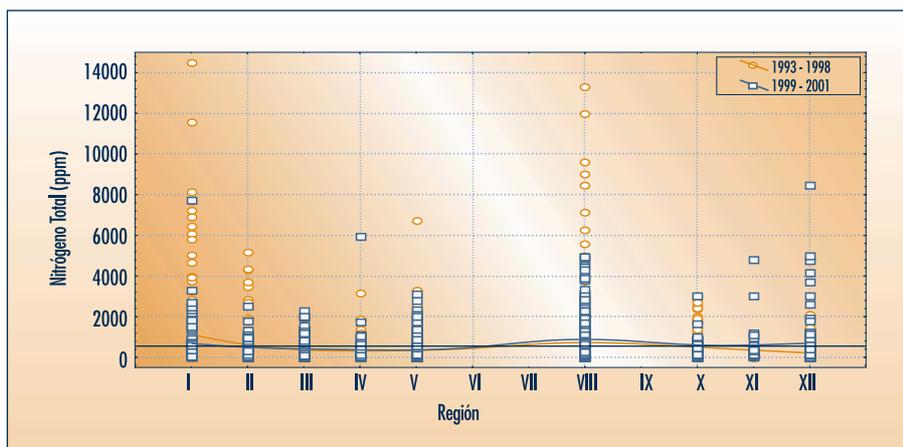
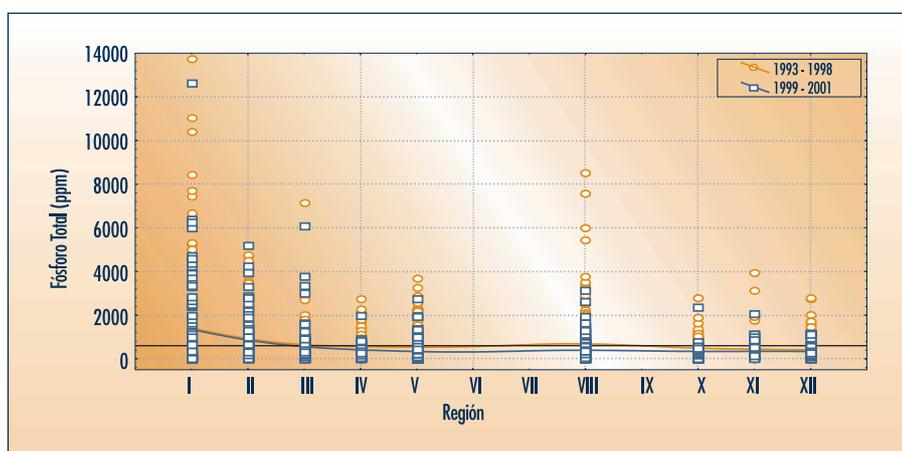


Figura 6.30 Nitrógeno total en sedimento

Figura 6.31 Fósforo total en sedimentos



de calidad utilizado de referencia, aspecto que se presenta destacado para ambos periodos en las I, II y VIII Regiones.

En estas regiones se ubican los grandes centros de actividad pesquera extractiva, reductora, procesadora y elaboradora del país. En estas zonas se desembarcó el año 2001 cerca del 20% (816.549 Ton), 7% (282.908 Ton) y 53% (2.210.501 Ton), respectivamente, del total de pescado desembarcado a nivel nacional (SERNAPESCA, 2001), de los cuales cerca del 70% se destinó a la elaboración de harina de pescado, proporción que se ha mantenido respecto a lo reportada años anteriores.

Asociado al proceso de desembarque del pescado, existen pérdidas o se generan desechos que contienen principalmente agua y materia orgánica, que en gran medida son devueltos al mar en forma directa y en áreas costeras de escasa renovación de sus aguas, lo que sumado a las descargas

de aguas residuales de origen doméstico provenientes de centros urbanos aledaños, se constituyen como las principales fuentes que incorporan materia orgánica hacia los cuerpos receptores.

De igual manera, el nitrógeno total presenta valores que sobrepasan el límite de calidad hacia la I y VIII Región (figura 6.30), sin embargo, se observa un incremento en las concentraciones en las XI y XII Regiones respecto a periodos anteriores, motivado quizás por el incremento en la descarga de residuos provenientes de la industria pesquera vinculada a la actividad acuícola, a la descarga de residuos líquidos domésticos y al aumento de puntos de observaciones en los correspondientes cuerpos de aguas, especialmente, hacia aquellas zonas más intervenidas.

En lo que respecta al contenido de fósforo total (figura 6.31) y a excepción de las regiones I y II, las que mantienen una condición ambiental desfa-

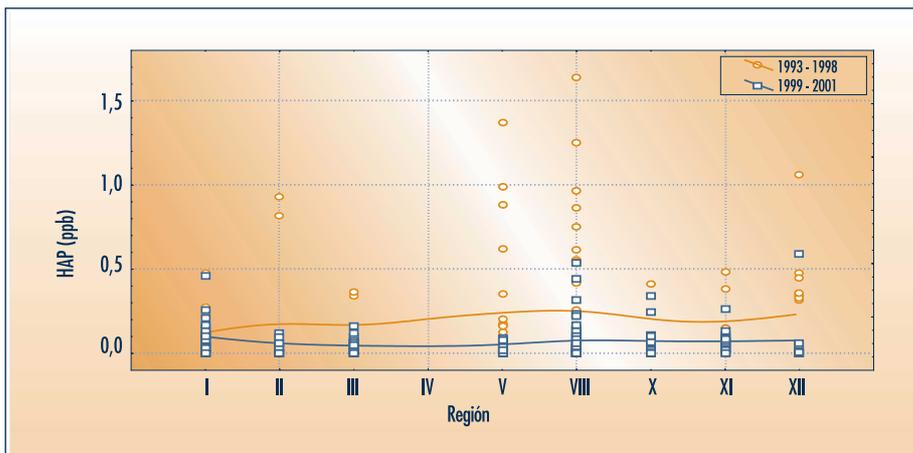


Figura 6.32
Hidrocarburos Aromáticos
Policíclicos en agua.

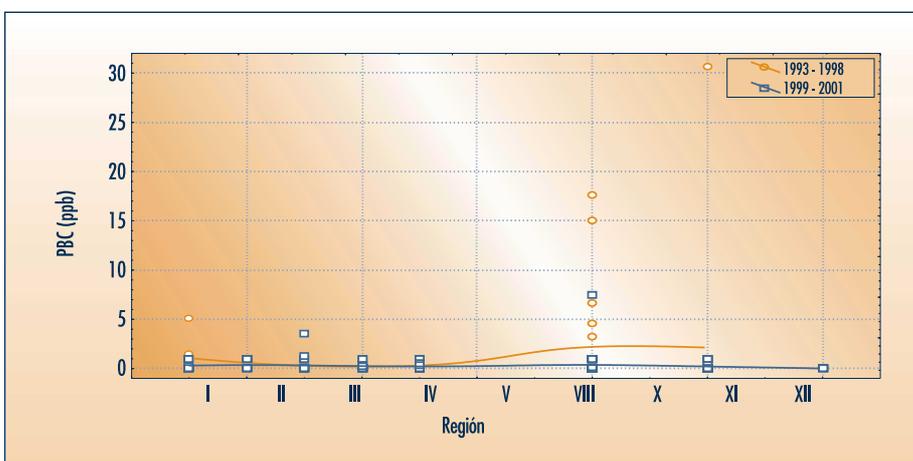


Figura 6.33 PCB en
sedimentos.

vorable respecto a este parámetro, debido a la presencia de la actividad pesquera industrial, para el resto del territorio se observan concentraciones que tienden a presentarse bajo el correspondiente límite de calidad, presentándose de alguna medida una condición ambiental más favorable a la reportada para el período 1993-1998.

Contaminación por PCB, hidrocarburos aromáticos policíclicos y totales

Otros parámetros utilizados en la evaluación de la calidad ambiental de las áreas costeras corresponden a elementos tóxicos tales como Bifenilos Policlorados (PCB), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y Totales. En Anexo, Tabla 6.4, se presentan las concentraciones promedios evaluadas a nivel nacional para los parámetros señalados y para las correspondientes matrices en las que son evaluadas.

Tanto el contenido promedio de HAP en agua (figura 6.32), como el de PCB en sedimento (figura 6.33) presentan para el período 1999-2001 una mejor condición respecto a lo señalado para 1993-1998 registrándose a nivel nacional valores bajo el límite de calidad adoptado.

Por su parte, para los HCT en sedimento (figura 6.34) no se cuenta con un valor de calidad de referencia, sin embargo, se observa para ambos períodos un incremento en las concentraciones hacia la VIII Región, en las que se han podido registrar valores de hasta 7500 ppm.

Cabe tener presente que tal como se señalara en el caso de los metales pesados, en la VIII Región se encuentra el complejo industrial (metalúrgica, petroquímica, refinería, entre otros), que se acompaña de una importante actividad marítimo-portuaria, que trae consigo movimiento de naves de diferentes tipos y características, junto a un signi-

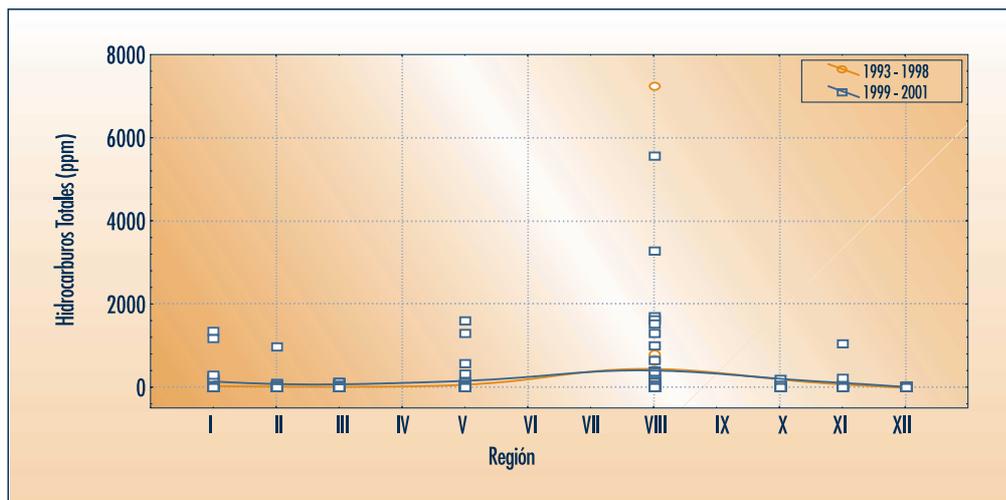


Figura 6.34
Hidrocarburos totales en sedimentos.

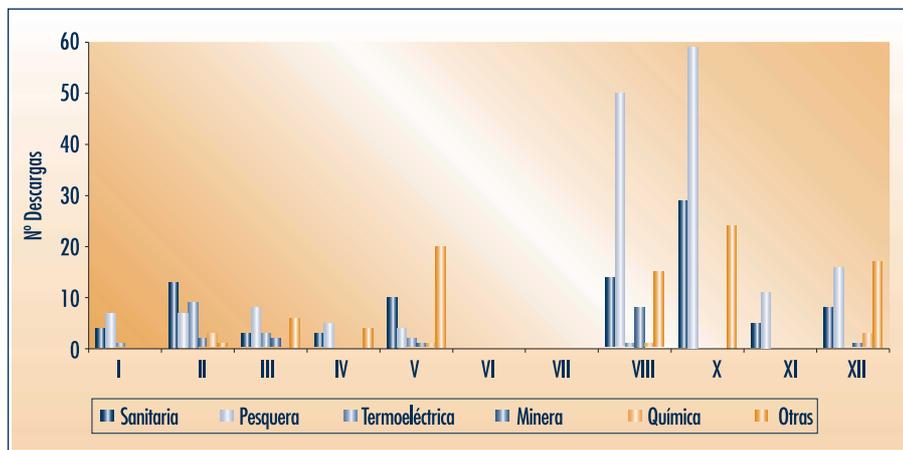


Figura 6.35
Fuentes de descarga en zonas costeras, por tipo y región.

ficativo número de pesqueros de alta mar y pontones yomas, fondeados principalmente en las bahías de Concepción, San Vicente y Coronel, lo que se refleja en un permanente aporte de hidrocarburos hacia las aguas.

son motivo de estudio de esta publicación. Sin embargo no pueden dejar de señalarse las importantes modificaciones de la composición de la biota y los cambios espaciales de distribución de especies que este fenómeno acarrea.

6.2 CAUSAS Y DETERMINANTES DEL ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO

Los atributos de los ecosistemas marinos y del borde costero no son estáticos sino que dependen de las modificaciones naturales y antrópicas. La más importante modificación natural la constituye el Fenómeno del Niño, cuyos efectos son ampliamente conocidos y cuyas características no

La característica de la localización de la actividad productiva del país, dependiente en gran medida de la explotación de sus recursos naturales, se relaciona en forma directa con la situación ambiental observada a lo largo del territorio. En la figura 6.35 se presenta el número (por tipo) de fuentes que emiten en forma directa residuos líquidos al medio ambiente marino costero, la que permitirá tener una mejor comprensión respecto a los principales tipos de fuentes emisoras por región y su relación con el estado ambiental de los cuerpos de aguas más intervenidos. Otro dato importante es el incremento

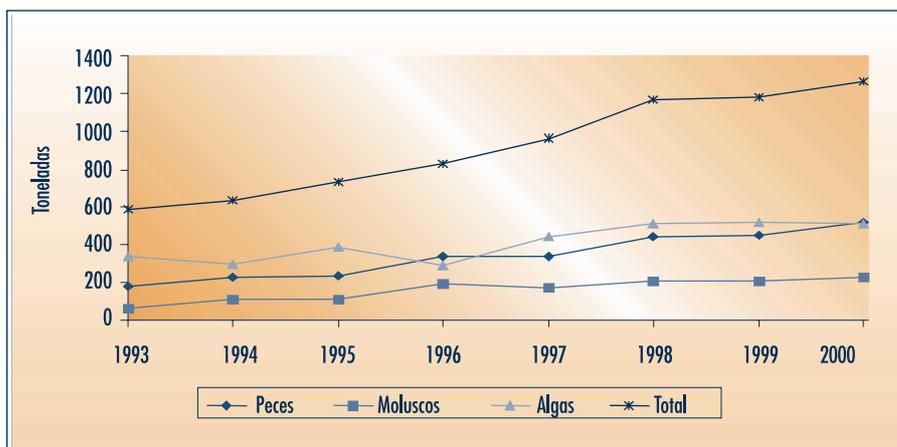


Figura 6.36
Producción de centros de cultivos marinos de Chile.

poblacional en zonas costeras (ver Anexo, Tabla 6.5), que alcanzó al 20,07% durante el período 1982-1992, lo cual representa un 3,25% más que el crecimiento de la población total chilena (17,82%), aumento que se concentra en ciudades costeras más que en pequeñas caletas a lo largo de la costa.

La propia actividad económica pesquera y acuícola genera también efectos negativos en la calidad ambiental y en la situación de los recursos marinos. Por un lado, se ha observado una tendencia creciente al incremento del número de centros de cultivos. Según datos de SERNAPESCA (1998), desde 1993 en adelante los centros algueiros y de salmones muestran un crecimiento sostenido (figura 6.36), originando conflictos con la pesca turística – recreativa, debido al uso intensivo de antibióticos y a la introducción de enfermedades virales a la fauna salmónida de vida libre (véase Soto *et al.*, 2001), junto con los conflictos que serán generados por la pérdida de la calidad del agua en la X y XI regiones por la remoción del bosque nativo para proyectos de desarrollo forestal. Parece urgente desarrollar estudios ecosistémicos en cuencas completas para entender la magnitud de las modificaciones a la calidad de agua generadas por la remoción del bosque nativo en zonas de fiordos, ya que en lagos se conoce que el bosque circundante retiene cantidades significativas de fosfatos y nitratos.

Cabe destacar que por iniciativa de la Subsecretaría de Pesca, se desarrolló con consultas a

expertos y usuarios, el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (DS 320/2001 MINECOM), el cual viene a establecer las necesarias normas para un desarrollo, de actividades como la salmonicultura, de una manera más amigable con el medio ambiente marino. Así mismo se aprobó el reglamento sanitario (DS 319/2001 MINECOM) que, entre otros aspectos, regula las responsabilidades en el control sanitario de la acuicultura, programas de vigilancia epidemiológica y programas de control y erradicación de enfermedades infecciosas en peces de cultivo. Sin duda un gran avance, que requiere aún los respectivos reglamentos técnicos. (www.subpesca.cl).

El sector pesquero industrial, por su parte, ha presentado fuertes altas y bajas en Chile, asociadas a las repetidas historias de sobreexplotación de recursos que son altamente dependientes de fenómenos oceanográficos incontrolables por mano humana, como el fenómeno del Niño, y los eventos de mayor escala como el calentamiento global. En general, la tendencia observada es a sobreinvertir en la flota en los períodos de abundancia, a los cuales suele sobrevenir una crisis social y económica, aun cuando las condiciones sean favorables para las especies, ya que han pasado las cohortes fuertes, y se ha sobreexplotado la biomasa desovante. Como un ejemplo de estas sobreinversiones en flota industrial, se puede indicar el número de buques que se incorporó a la PDA, y su posterior crisis (figura 6.38), observándose una estabilización en los últimos años. La pesquería industrial en Chile

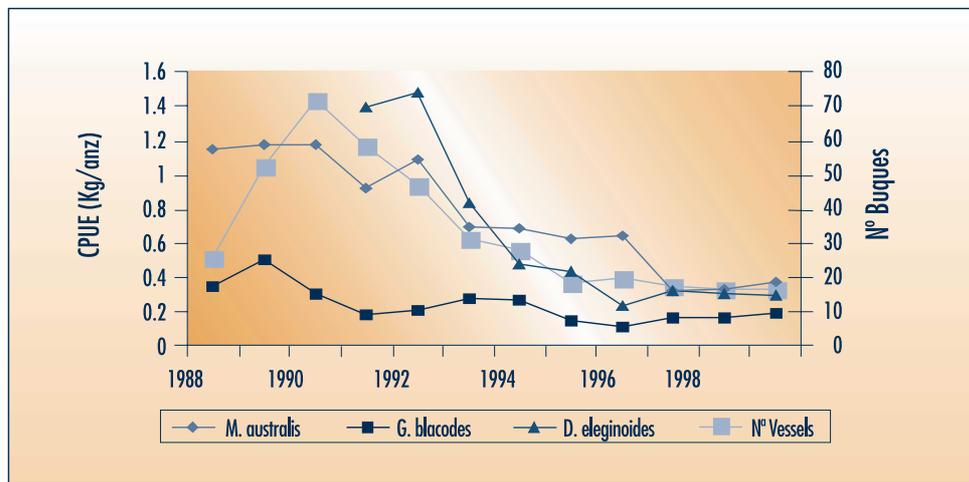
no ha usado ningún principio precautorio en su desarrollo y actualmente están casi todas en crisis. La estrategia para resolver este problema, impulsada desde el gobierno y el CNP, ha sido establecer límites máximos de captura por armador, lo cual es una versión chilena de las Cuotas Individuales. Esta figura se incorporó en la Ley transitoria (ley 19713 sobre Límites Máximos de Captura por Armador), que ha tenido no sólo un efecto directo en el control de cuotas de capturas, sino indirectamente ha controlado el esfuerzo, ya que al ser conocida la captura que una empresa puede hacer en un año, extiende su actividad en el tiempo con menor intensidad y evita la competencia desmedida por capturar más pescados que las otras. Esta ley, inicialmente muy criticada por ciertos sectores, ha servido de ejemplo a muchos grupos artesanales, en los cuales las cuotas por región son distribuidas de antemano por los armadores artesanales. Sin duda ha sido un avance en la dirección correcta. Recientemente la alicaída industria pesquera del norte de Chile ha seguido el ejemplo de las flotas del sur y se ha incorporado al sistema de cuotas y al límite máximo de captura por armador, como un primer paso para recuperar el desastre ecológico que ha producido la pesca libre en esas regiones de Chile (Ley 19.822). Lo anterior evitó que se redujera el esfuerzo de manera drástica durante la crisis del jurel, creándose un sistema que introduce flexi-

bilidad a las empresas, para adecuarse a las disponibilidades de recursos, dentro de las políticas de pesca fijadas por el CNP.

Respecto del sector pesquero artesanal (cuadro 6.4), se observan dos elementos importantes; el primero es que se concentran en algunas zonas que son centros poblados importantes o bien son áreas de alta productividad asociada a surgencias costeras, siendo las regiones más importantes IV y V, VIII y la X, que en conjunto son el 68,8% de los pescadores artesanales registrados. El segundo, es que hay tres regiones que en su conjunto concentran el mayor número de buzos, dedicados esencialmente a la captura del "loco", que son IV, VIII y X con el 68,8% de los buzos registrados, sólo la X Región el 44,1% del total de buzos nacionales. La tendencia de este gremio, en cuanto a la explotación de recursos costeros, es levemente creciente en los últimos años, más o menos al mismo ritmo del crecimiento poblacional. Sin embargo, dado que los recursos están cada día más deprimidos, la tendencia debe seguirse con preocupación. Al hacer una comparación entre 1998 y el año 2000, se observa un incremento del 17% en patrones de pesca artesanal y del 10% en el número de embarcaciones, en cambio el número de buzos creció sólo un 5%. Aun así estos porcentajes son preocupantes ya que la mayoría de los recursos artesanales presentan problemas de conservación.

Figura 6.38

Tendencias de palngreos y CPUE de principales recursos (CPUE).



CUADRO 6.4. NÚMERO DE PESCADORES INSCRITOS EN DIFERENTES CATEGORÍAS Y SUS EMBARCACIONES EN EL REGISTRO NACIONAL DE PESCADORES ARTESANALES. (DATOS 1998/2000)

Región	Pescadores					N° Embarcaciones	
	Patrón*	Tripulante	Buzo*	Recolector de orilla	Armador	N° (*)	Artesanales*
I	142/171	1113	508/507	349	560	1793	659/670
II	82/85	1245	706/742	171	705	2131	853/866
III	139/157	875	704/741	372	434	2097	504/541
IV	95/121	2710	1409/1441	622	1076	3827	1238/1262
V	551/579	3962	785/812	137	1156	5203	1327/1420
VI	—/—	161	120/128	325	70	547	78/84
VII	87/91	1124	188/199	474	232	1387	259/312
VIII	632/839	4471	1800/1972	1499	1506	7009	1821/2183
IX	38/40	344	85/87	283	106	649	116/153
X	1108/1285	10122	6247/6350	2336	4343	15443	4856/5328
XI	205/271	1937	922/987	1512	916	2367	1114/1282
XII	429/461	2412	679/765	3	790	3321	1000/1100
Total	3508/4100	30476	14153/14735	8038	11894	45764	13825/15201

* Las categorías de pescador artesanal no son excluyentes unas de otras, pudiendo por lo tanto una persona ser calificada y actuar en dos o más categorías.

6.3 FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO

6.3.1 El marco jurídico

Normativas que atañen a la explotación y conservación de los recursos marinos

Las normativas que atañen a la explotación y conservación de los recursos marinos, se encuentran contenidas en la llamada Ley de Pesca y Acuicultura, vigentes desde septiembre de 1991. Este texto legal, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado quedó contenido en el Decreto 430, de 1991, y e introdujo importantes innovaciones respecto de la reglamentación anterior; entre ellas, mecanismos de regulación de acceso a las pesquerías, mecanismos adicionales de conservación en pesquerías artesanales y procedimientos unificados para el otorgamiento de concesiones de acuicultura. Entre sus principales fortalezas se destaca la creación del Fondo de Investigación Pesquera

(FIP) y la creación de los Consejos de Pesca como órganos auxiliares de la Administración (CNP, CZP). Los Consejos de Pesca, son los Consejos Zonales (4) y el Consejo Nacional (1). Estos consejos deben pronunciarse sobre las políticas pesqueras aplicadas a todas aquellas pesquerías declaradas en plena explotación y deben concordar, por mayoría absoluta de sus miembros, las cuotas anuales de explotación. Entre sus debilidades cabe mencionar que está construida en la filosofía básica del aprovechamiento de los recursos pesqueros para un aprovechamiento óptimo. Así una pesquería declarada en Plena Explotación necesita que todos los excedentes productivos sean cosechados por la flota, pero como las poblaciones en la naturaleza son variables en sus reclutamientos o incorporación de nuevos individuos a la población pescable, un evento oceanográfico que afecte negativamente al reclutamiento, puede, sin que cambie la flota, determinar que la población quede en condiciones de sobrexplotación. En otras palabras, la ley no contiene ningún principio precautorio en su base conceptual (sobre este punto, ver pp: 274-280 del libro del Seminario de la Cámara de Diputados, sobre Desarrollo Sustentable, 1997).

Recientemente el Gobierno de Chile ha cambiado profundamente el concepto bajo el cual se está desarrollando un nuevo cambio de la Ley de Pesca en el Congreso: se introducen como principios de la nueva ley, el Principio Precautorio (por sobre la optimización de las cosechas) y el manejo ecosistémico. Si ambos principios se reflejan en el articulado de la Ley y no solo en el artículo I, se habrá concretado un paso importante hacia la recuperación de las pesquerías y los procesos ecosistémicos que mantienen la productividad y biodiversidad del ecosistema marino.

Importantes progresos se podrían introducir además, avanzando en la creación de planes de manejo para cada una de las diferentes pesquerías declaradas en plena explotación. Tomando en consideración no sólo elementos precautorios y las relaciones del ecosistema, sino que avanzando en el reconocimiento de derechos, tanto de los pescadores tradicionales artesanales como industriales. Así se podría avanzar en el concepto de que los propios actores de las pesquerías podrían apoyar la labor del Estado a través de grupos técnicos de apoyo al manejo.

Adicionalmente se han hecho enormes progresos en preparar un texto más moderno de pesca recreativa.

Del Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas, sólo se ha hecho un avance substancial en el desarrollo de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), con 180 áreas

decretadas y 172 pendientes y sólo 32 rechazadas (cuadro 6.5). Sin embargo, de acuerdo a la aplicación de la LGPA, sólo una Reserva Marina ha sido decretada (La Rinconada, en Antofagasta) y ningún Parque Marino ha sido creado hasta hoy. Sin embargo, el FIP entre 1998 y 1999 ha realizado dos proyectos para establecer criterios básicos y para estudiar los sitios apropiados en la zona Norte de Chile, y se finalizó otro proyecto para ubicar sitios para Reservas y Parques Marinos entre la VIII y X Regiones. En otras palabras, la información existe y si no se les da la prioridad que requieren en sólo pocos años no habrá donde establecerlas (ver Recuadro 6.1).

CUADRO 6.5. SITUACIÓN DE ÁREAS DE MANEJO HASTA JULIO DEL 2000

Región	Decretadas	Pendientes	Rechazadas
I	8	2	0
II	20	8	4
III	18	6	1
IV	41	5	4
V	28	6	0
VI	0	30	0
VII	8	0	3
VIII	47	12	14
IX	5	0	0
X	0	28	3
XI	3	10	4
XII	2	5	3
Total	180	112	36

RECUADRO 6.1

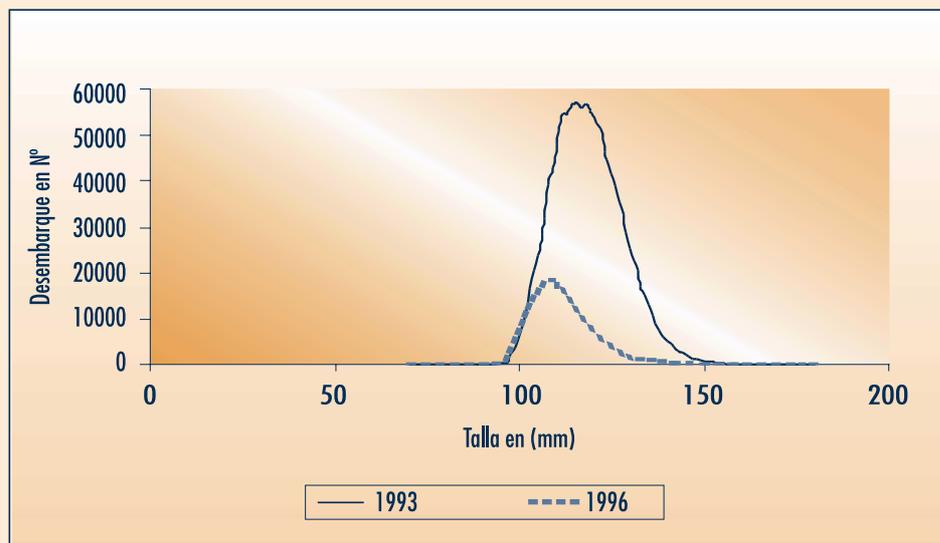
SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS

La administración pesquera ha ensayado en Chile, formas alternativas de manejo de recursos bentónicos, entre ellas el uso de Áreas marinas semi-protegidas, llamadas áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), que están basadas en compartir el manejo con los usuarios organizados (o co-manejo). En esas áreas se pueden evaluar los recursos al inicio (estudios de situación base o ESBA) y desarrollar planes de manejo para proyectar cosechas futuras (PMEA), permitiendo un mayor escape de los ejemplares reproductores. Como en todos los recursos, los ejemplares de mayor talla o calibre valen más, por lo tanto la pesca se centra principalmente en ellos, modificando las estructuras de tallas de manera tal que reduce los tamaños mayores en corto tiempo (Figura A) y esto reduce fuertemente

la capacidad de las poblaciones de recuperarse, debido a que los individuos de tallas mayores son los que aportan más a los procesos reproductivos y de recambio dinámico de las poblaciones.

Entonces, como resultado final de la pesca, en las áreas de libre acceso, nadie se hace responsable de cuidar los recursos, es decir, dejar individuos de tamaño comercial en el agua, ya que lo que cuida uno lo puede explotar otro, generalmente arrasando los recursos. En las AMERB, donde hay un mayor cuidado de los recursos, por asunto de precios también faltarán las tallas mayores, todo lo cual trae como resultado que la producción de huevos y nuevas generaciones se vea amenazado frente a los cambios impredecibles del ambiente, que producen tremendas variaciones en los reclutamientos (o incorporación de nuevos individuos a las poblaciones explotadas).

Figura A. Reducción de tallas y desembarque de Concholepas concholepas en la X región entre 1993 y 1996.



¿Qué hacer frente a estas amenazas a la pesca sustentable?

Las AMP como herramientas para el manejo pesquero y de conservación de la biodiversidad

La literatura científica mundial ha mostrado una tendencia creciente, desde diferentes perspectivas, a tratar el tema de las áreas marinas protegidas (AMP) incluyendo los conceptos de reservas marinas y parques marinos (Rowley, 1994; Guénette *et al.* 1998; Hyrenbach *et al.* 2000; Castilla, 2000; Moreno, 2001). Al mismo tiempo diversos países han generado grupos de trabajo para enfrentar el problema del diseño de reservas y definir políticas sobre áreas marinas protegidas¹. Se ha demostrado que una de las principales razones del porqué las pesquerías mundiales están en problemas, a pesar de los avances en la metodologías de evaluación, es la incapacidad de los gobiernos de controlar efectivamente el esfuerzo pesquero, particularmente a nivel artesanal, que por su número, condición social y presencia en la costa de Chile son una fuerza gre-

mial combativa. Esto no puede ser exclusivamente manejado a través de estimar el rendimiento anual de una pesquería y establecer cuotas. Beverton & Holt (1957), tempranamente en la ciencia pesquera, extendieron su modelo de rendimiento por recluta para examinar los efectos de la variación espacial de la mortalidad por pesca, incluyendo áreas sin pesca, particularmente las áreas de reproducción y reclutamiento, en el lenguaje del hemisferio norte. Sus resultados los llevaron a considerar el cierre de áreas como una posible herramienta de manejo. En aquel entonces fue un concepto novedoso, a pesar que no fue necesario recomendarlo por el bajo esfuerzo de la época, aspecto que ha cambiado en los tiempos modernos. Lo que hay detrás de esta proposición, es que si se protegen las áreas donde ocurren procesos biológicos críticos (reproducción, reclutamiento, crecimiento juvenil, etc), existe un aumento potencial del rendimiento por recluta, más allá del que puede calcularse en la misma población explotada para toda el área de su distribución (véase Guénette *et al.* 1998).

Hoy día, por problemas de pérdida de biodiversidad a escala mundial (Gaston, 2000) los conceptos de cierre de áreas están más ligados visiones ambientales que buscan la mantención de los procesos naturales y servicios ecosistémicos. Estos objetivos han sido impulsados en el ámbito de organizaciones internacionales (Tegner & Dayton, 1999), inspirados en el creciente incremento de la intervención humana en todos los ecosistemas, incluyendo los marinos, y los fracasos de las políticas pesqueras en el mundo, ya que se ha mostrado que explotar especies de invertebrados o peces produce efectos en cascada que se propagan a toda la comunidad biológica (Moreno et al. 1984; Bostford et al. 1997; Frid et al. 1999).

Pero, además, con estudios de parámetros básicos, en los cuales se fundamentan los estudios de evaluación de recursos, son claves. Por ejemplo, en el estudio de Gebauer y Moreno (1995) sobre el crecimiento del erizo en la Reserva Marina de Mehuín, se encontraron longevidades de 11 a 12 años en los individuos más viejos. Todos los estudios previos consideraban sólo individuos de hasta 5 o 6 años, debido a que tomaban sus muestras en sectores explotados, donde los individuos grandes ya habían sido explotados. Así un sistema complementario de AMERB's, Reservas y Parques marinos proveería fundamentos ecológicos para conservar no sólo las especies explotadas, ni las importantes en el funcionamiento de las comunidades, sino además las especies redundantes o raras. En forma gráfica esta propuesta se visualiza como se presenta en la figura B.

Se sabe que con crear Reservas y/o Parques marinos el problema por sí solo no se resuelve, pero si estas AMP se suman a las AMERB en un solo sistema de áreas marinas protegidas se podría crear un sistema que cubra suficiente área de fondo marino para mantener cuidada y protegida una proporción importante de reproductores de todos los tamaños. Sin duda en los Parques marinos, como áreas dedicadas exclusivamente a la reproducción de recursos y mantención de la biodiversidad (y estudios científicos), estarán los ejemplares que más contribuyan a repoblar la zona costera de sus recursos típicos.

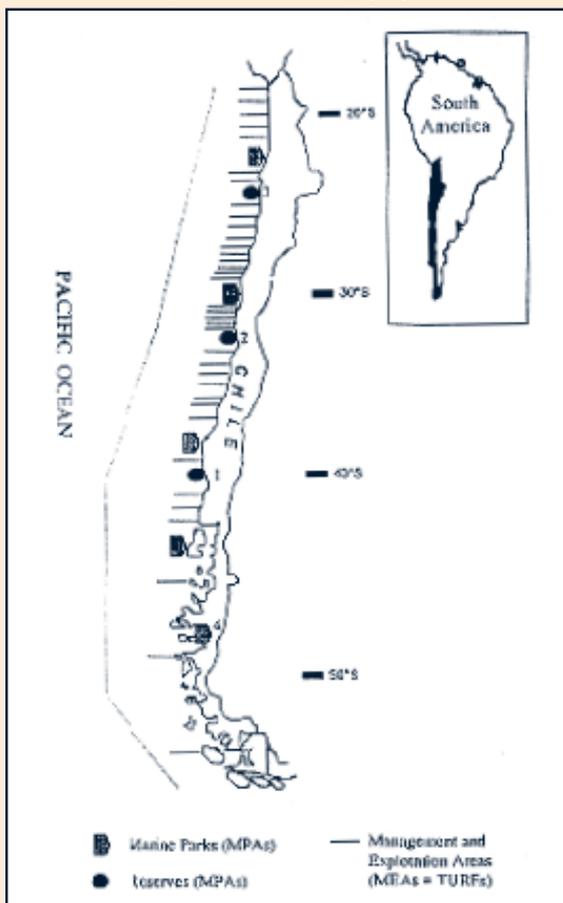
¿CUÁNTA ÁREA DEBE TENER EL SISTEMA DE AMP?

El problema es determinar cuánta área es una proporción significativa y qué es un hábitat representativo. El grupo PDT (1990) en Estados Unidos, concluyó que para reestablecer una población sobre-explotada se necesita al menos entre el 30 y 40 % de la biomasa desovante original, y sugiere, por analogía, que hay que proteger al menos 20 al 30% del hábitat total ocupado por esa especie. Sin embargo, el modelamiento de poblaciones y posteriores proyecciones estocásticas, usando los datos de varias especies marinas de parámetros conocidos (fecundidad, mortalidad natural etc.), sugieren que una mayor proporción (en algunos casos por sobre el 50%) del hábitat debe ser incluido en reservas para lograr dichos propósitos (Attwood & Bennett, 1995; Man et al., 1995; Holland & Brazeel, 1996; Lauck, 1998). Además, todo depende del tiempo requerido para la recuperación de cada población. La recuperación de co-

munidades intermareales para un estado similar al original, sin intervención humana, podría llevar de 8 a 12 años (Moreno, 2001) partiendo de stocks de reproductores cercanos. Entonces la parte crítica es mantener una proporción precautoria de adultos reproductivos de todas las edades en su hábitat natural.

Cuando el objetivo de las reservas es controlar el esfuerzo pesquero, proteger una pesquería específica y/o sustentar una nueva pesquería, el diseño de la reserva debería tomar en cuenta las estrategias de la historia de vida de las especies involucradas. La mayoría de los trabajos en Reservas Marinas han sido orientados hacia especies relativamente sedentarias con larvas de amplia dispersión. En tales casos, la estructura espacial de las poblaciones, las relaciones entre parches y sus capacidades de dispersión, han sido determinadas como cruciales para diseñar

Figura B. Propuesta de un Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas (SNAMAP) de Castilla (2000), en base una combinación de áreas de manejo, reservas marinas y parques marinos.



1 Marine Reserves Task group S.A., 1997; Plan Development Team, NOAA, USA, 1990), o sobre sus problemas de administración, como ocurrió en Chile en 1998 (Parques Marinos: un desafío de administración. SERNAPESCA, 1998).

áreas protegidas (Fairweather, 1991; Carr & Reed, 1993; Bostford *et al.*, 1993). Estos aspectos enfatizan la importancia de proteger las poblaciones reproductivas en un sistema organizado de áreas protegidas.

Las áreas cerradas en forma permanente, tienen la ventaja de proteger el stock y el hábitat de efectos directos e indirectos de la pesca (Rester, 2000). Un último aspecto importante de mencionar, es que la mayoría de los autores modernos piensan que incluir a los habitantes costeros y pescadores desde el principio en el proceso de creación de una reserva y/o parque y tomar en cuenta sus aprensiones en el diseño, es esencial para su éxito (Fiske, 1992; Alder *et al.* 1994; Neis, 1995; Vicent & Pájaro, 1997). El cierre de las áreas de desove del haddock en las costas de Canadá y Estados Unidos fue efectivo porque los pescadores se convencieron de su legitimidad y utilidad. Las Reservas de Apo y Pamilacan en Filipinas fueron manejadas y apoyadas por los habitantes locales porque ellos creyeron en el beneficio potencial que se obtendría de estas reservas (Russ & Alcalá, 1994). Un manejo efectivo de los recursos costeros promueve la equidad social y hace el manejo más adaptable a los cambios ambientales y sociales (McManus, 1996). Finalmente, el impacto de posibles cambios de conducta de los pescadores locales y el grado de cumplimiento puede ser evaluado y alentar un exitoso diseño e implementación de las reservas marinas (Hart, 1997).

La idea que ha sido más planteada en la literatura de los últimos años es que las reservas o parques por sí solos no solucionan los problemas de conservación (Allison *et al.* 1998; Moreno & Rubilar, 1997; Margules & Pressey, 2000; Castilla, 2000). Ellas son útiles en la medida que se integran en un plan regional. Esta visión se adapta perfectamente a la región en estudio ya que las reservas y parques

marinos deben coordinarse tanto con las Áreas de Manejo y Explotación (AMERB), con las cuales comparten la idea de mantener una mayor biomasa desovante en el agua y generar una mayor cantidad de larvas que puedan recolonizar zonas sobreexplotadas. Lo anterior debe armonizarse con el manejo de los recursos y el uso de herramientas tradicionales, particularmente con puntos biológicos de referencia compatibles con la protección de los reproductores como F_{40%}. El mayor problema, sin embargo, es que la cronología de prioridades lógicas no se ha cumplido en Chile. Primero se debió haber detectado los lugares para reservas y parques, luego haberlos implementado y sólo después de este proceso, haber determinado tanto las áreas aptas para AMERB, como las que permanecerán con libre acceso. De esta manera se habrían evitado los conflictos que los usuarios ven en el establecimiento de áreas cerradas a la pesca.

En Chile ha existido una constante preocupación por el tema de áreas marinas protegidas (Castilla, 1976; 1996). No obstante de haber sido incorporados en la Ley General de Pesca y Acuicultura de una manera compatible con las ideas anteriormente expuestas (Morales & Ponce, 1998), no existen Instituciones estatales que tengan el mandato de administrar estas áreas (SERNAPESCA 1998) y consecuentemente no existe tampoco un presupuesto para ello, y se necesita, junto a ubicar lugares apropiados, buscar organizaciones que puedan asumir esta responsabilidad. Reciente el FIP ha ejecutado al menos tres proyectos que han ubicado los lugares adecuados para crear estas AMP's en Chile. Otras organizaciones, como la CONAMA, se han incorporado al tema impulsando proyectos GEF, pero mientras no exista una institucionalidad financiada que regule este tema, el riesgo de perder gran parte de nuestros recursos costeros bentónicos y su biodiversidad relacionada es real.

Normativas relacionadas con la contaminación de los ecosistemas del borde costero

Importantes avances se han experimentado desde 1999 en lo relativo a la elaboración y promulgación de cuerpos reglamentarios y normativos nacionales tendientes a la regulación, conservación y protección de los espacios marinos costeros, los que se han sumado a la variada normativa ambiental con la que cuenta el país.

Entre los cuerpos reglamentarios más relevantes que se han promulgado los últimos 3 años se encuentra el ya mencionado Reglamento Ambiental para la Acuicultura que regulará en la materia a esta desarrollada y creciente actividad. Fue promulgado en diciembre del año 2001, casi 10 años después de vigente la LGP.

Junto al cuerpo reglamentario anterior, un importante volumen de normativa técnica se ha generado en el país en el marco del Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, dependiente de la Ley de Bases del Medio Ambiente, luego de concluido el proceso de estudio y elaboración iniciado hacia fines de la década de los 90, lo que ha llevado a dejar de utilizar normativas extranjeras de referencia para la regulación de las actividades vinculadas al borde costero (ver Recuadro 6.2).

Por otra parte, así como fuese señalado en el Informe País 1999, cuando se indicó el estudio de normativa específica relativa a la determinación de niveles de umbrales de emisiones, (Decreto Supremo N°90, en Chile se ha continuado con el proceso de elaboración de normativa uti-

RECUADRO 6.2

NORMATIVAS Y CONVENIO PARA EL BORDE COSTERO

NOMBRE	OBJETIVO	OBSERVACIONES
Reglamento Ambiental para la Acuicultura DS N°320 del 14 diciembre del 2001.	Regulación ambiental de la actividad acuícola.	
Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales (DS 90/2000)	Su objetivo de protección ambiental es prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores.	
Norma de Calidad para la protección de las aguas continentales superficiales. (2001)	Proteger, mantener o mejorar la calidad de las aguas continentales superficiales de manera de salvaguardar la salud de las personas, el aprovechamiento del recurso, la protección y conservación de las comunidades acuáticas y de los ecosistemas lacustres, maximizando los beneficios sociales, económicos y medioambientales.	Actualmente se le incorporan observaciones efectuadas por la Contraloría General de la República.
Anteproyecto de Norma de Calidad Ambiental en aguas marinas: nivel nacional.	Proteger, conservar, recuperar y preservar la calidad de las aguas marinas y estuarinas de manera de salvaguardar la salud de las personas, el aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos, la protección y conservación de las comunidades acuáticas y de los ecosistemas marinos, maximizando los beneficios sociales, económicos y medioambientales.	En la actualidad está en elaboración el proyecto definitivo para su presentación al Consejo de Ministros de CONAMA.
Norma de Calidad Secundaria de sedimentos marinos y lacustres.		Recopilación de antecedentes técnico-científicos con el objeto de generar la información necesaria especificada en el Reglamento para la elaboración de normas ambientales, para fundamentar la generación de la norma de calidad secundaria de sedimentos marinos y lacustres.
Política Ambiental para el uso sustentable del patrimonio natural renovable.	Promover la utilización sustentable del patrimonio natural renovable, gestionando su uso, desarrollo y protección de manera de garantizar el acceso a sus beneficios para el bienestar económico y social de las generaciones actuales y futuras, así como el resguardo del equilibrio ecológico necesario para la vida.	
Protocolo de cooperación, preparación y lucha contra los sucesos de contaminación por sustancias nocivas y potencialmente peligrosas (Protocolo Cooperación SNPP 2000)	Disponer una planificación que permita tomar medidas rápidas y eficaces con personal especializado y equipos adecuados, para reducir al mínimo los daños que pueda ocasionar un suceso de contaminación del mar por sustancias nocivas y potencialmente peligrosas.	Prevé aspectos de cooperación y facilitación de apoyo técnico y material para hacer frente a un suceso de contaminación y también bajo aspectos de investigación y desarrollo de tecnologías y técnicas en cuanto a vigilancia, contención, recuperación, dispersión, limpieza y restauración para minimizar o mitigar los efectos de un derrame de sustancias nocivas.
Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (2001).	Proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes.	

lizando para ello antecedentes técnicos compilados a través de investigaciones desarrolladas por diversos institutos, centros de investigación y universidades en materias de contaminación marina y preservación de los recursos (ver Recuadro 6.3.), lo que lleva a elaborar normas consecuentes con la realidad que el país posee en las diferentes materias normadas. Ejemplo de ello lo constituye el anteproyecto de norma de calidad de aguas marinas, hoy en fase de aprobación; la norma de calidad secundaria de sedimentos marinos y lacustres, en la actualidad en etapa de recopilación de información para la elaboración del correspondiente anteproyecto.

Otras iniciativas que se han sumado a lo ya señalado, son la elaboración de otros instrumentos de gestión que orientan el uso sustentable del patrimonio natural renovable, como es la política en esta materia elaborada por la CONAMA.

En lo relativo a la normativa internacional, en los últimos años Chile ha mantenido su compromiso de participar y ratificar instrumentos internacionales que se relacionan con la preservación y protección del océano, mares y sus áreas costeras. Es por ello que a principios del año 2000 se aprobó el Protocolo que aplica el Convenio de Cooperación de 1990. A principios del 2001, bajo la responsabilidad del Ministerio de Salud y la CONAMA, entró en vigor en el país el protocolo de Estocolmo, relativo a los contaminantes orgánicos persistentes. Ambos instrumentos reafirman el permanente compromiso del país en hacerse parte de todas aquellas iniciativas que, acorde a nuestra realidad, vayan en beneficio de la protección de la salud de las personas y de su medio ambiente.

Respecto de la normativa nacional e internacional, cabe mencionar que se mantiene plenamente vigente el marco regulatorio relacionado con la contaminación y uso del borde costero

señalado en el diagnóstico descrito en el Informe País 1999⁸, el que se ha visto aumentado con la incorporación de nuevos instrumentos de gestión, generándose un cuerpo de creciente complejidad que va requiriendo cada día de más especialistas sobre los diversos temas, todos de carácter multisectorial y, por lo tanto, es indispensable la adopción de una conducta transversal, aspecto que en las políticas nacionales aún es deficitario, debido principalmente a la escasez de profesionales especializados en las instituciones públicas vinculadas a la gestión ambiental nacional.

Por otra parte, Chile ha ratificado al menos 9 convenios relacionados con la protección del océano, mares y sus zonas costeras que proveen un contexto general que debe ser aplicado nacionalmente para no entrar en contravención a sus compromisos internacionales. En general Chile ha sido muy respetuoso y muchas veces impulsor de muchos convenios internacionales que se relacionan con la conservación de los recursos marinos en aguas internacionales. La situación objetiva de la participación de Chile en la principales convenciones internacionales se presenta en cuadro 6.6.

Normas que regulan el uso del borde costero.

Varias son las normas que regulan el uso del borde costero, algunas de larga data como el Decreto con Fuerza de Ley 340 sobre concesiones marinas, promulgado en abril de 1960. Sin embargo, este tema, junto con el desarrollo acelerado del país en las últimas décadas, se ha transformado en algo complejo, tanto en sus aspectos políticos como legales. Por eso en los últimos años ha sido necesario hacer varios esfuerzos para producir un ordenamiento y transparentar procedimientos, facilitando la participación ciudadana. Como resultado de este esfuer-

⁸ La ley de navegación (DL 2222 del 21/05/78); Reglamento para el control de la contaminación acuática DS N°1 (6/01/1992); Normas del Código Sanitario (art. 71); Decreto 144 del Ministerio de Salud (02/05/61), Resolución N° 1215 (del 22/06/78) y las Normas de prevención y control de contaminación por fuentes fijas.; como normas generales en casos de contaminación marina se han aplicado la Constitución Política del Estado (artículo 19 numeral 18); requerimiento de Estudio de Impacto Ambiental según artículo 11 de la Ley de Bases del Medio Ambiente (Universidad de Chile, 2000)

CUADRO 6.6 PARTICIPACIÓN DE CHILE EN LAS PRINCIPALES CONVENCIONES INTERNACIONALES RELATIVAS A PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE MARINO-COSTERO

Convención	Situación
Convenio Internacional relativo a la intervención en alta mar en casos de accidentes que causen contaminación por hidrocarburos	Ratificado en 1995
Convenio internacional para prevenir la contaminación por buques de 1973 y su Protocolo de 1978	Ratificado en 1995
Protocolo para la protección del Pacífico Sudeste contra la contaminación radioactiva	Ratificado en 1992
Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar	Ratificada en 1997
Convención de Wellington sobre prohibición de pesca con redes de enmalle y deriva de gran escala en el Pacífico Sur	Ratificada en 1991
Acuerdo de Cooperación Regional para el combate contra la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas en casos de emergencia	Ratificada en 1986 y su protocolo complementario en 1987
Protocolos para la protección del Pacífico Sudeste contra la contaminación proveniente de fuentes terrestres y sus anexos	Ratificados en 1986
Convención para la conservación de los recursos vivos marinos antárticos (CCAMLR-CCRVMA).	Ratificada en 1981
Convención internacional para la regulación de la caza de la ballena.	Ratificada en 1979
Convención Internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por contaminación de aguas del mar por hidrocarburos	Ratificada en 1977
Convención sobre la preservación de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias	Ratificada en 1977
Protocolos relativos a la intervención en alta mar en casos de contaminación por sustancias distintas de los hidrocarburos	1973
Acuerdo de enbanderamiento de la FAO	Chile no es parte aún de este acuerdo, pero se encuentra en trámite de adhesión.
Código de conducta para la pesca responsable (1995)	(se origina en la Convención de Biodiversidad de 1992)
Convención de Naciones Unidas para las especies transzonales y altamente migratorias.	No ratificada
Acuerdo de conservación de albatros y petreles (ACAP)	Chile firmó en diciembre del 2001. No ratificada.

RECUADRO 6.3

Desde la publicación del Informe País 1999, se han puesto en marcha destacadas iniciativas desarrolladas tanto por organismos del Estado, como por organizaciones vinculadas a los mismos, de manera de dar a conocer otros esfuerzos relacionados con el cuidado del entorno, proporcionado a la vez la información necesaria que apoye a las instituciones responsables de la gestión ambiental del país y con ello a la adopción de herramientas acertadas en el logro de un ambiente libre de contaminación.

Dentro de estas iniciativas se encuentran los acuerdos de producción limpia que ha venido adoptado la Superintendencia de Servicios Sanitarios desde 1998 con diversas Instituciones del sector público y privado, con el objetivo de permitir el cumplimiento anticipado de normativas ambientales en los ámbitos de las emisiones atmosféricas, residuos industriales líquidos, residuos sólidos y olores, entre otros, de forma cooperativa entre la industria y los sectores fiscalizadores del Estado.

Por otra parte, la Comisión Nacional del Medio Ambiente se encuentra impulsando el diseño de un proyecto para un Sistema de Información Integrado de Emisiones y Calidad para Aire, Agua, Residuos y Ruido, cuyo objetivo es poder orientar un sistema de estas características, como herramienta en el desarrollo de nuevas normas, en la evaluación de la calidad ambiental, la fiscalización y el control, adecuado técnica y económicamente para el país.

Otro esfuerzo es el trabajo desarrollado entre los años 2001 y 2002 por el sector académico vinculado a un grupo de trabajo de contaminación marina inserto dentro del Comité Oceanográfico Nacional (CONA), los que elaboraron un catastro bibliográfico sobre contaminación del medio acuático en Chile, el que contiene un resumen de la mayor parte de las publicaciones, informes, tesis y presentaciones nacionales sobre contaminación marina lo que sin lugar a dudas será referencia obligada para futuras investigaciones en dicho campo.

Sabido es que el desarrollo de un país se sustenta principalmente en la información y el conocimiento, especialmente si ello conlleva al desarrollo e implementación de medidas acordes a la realidad que experimenta el país con un reconocido beneficio social.

En relación a esta búsqueda de nuevos conocimientos, la zona de fiordos y canales del sur de Chile, era hasta principios de la década del 90, una de las áreas menos estudiadas en nuestro país. No obstante, existía una creciente demanda de usos de su borde costero y de sus aguas, principalmente para el desarrollo de actividades de acuicultura, pesquería y turismo. Lo anterior motivó al CONA a iniciar el año 1995 un ambicioso programa de investigación científica marina a esta vasta zona del territorio nacional, que se denominó programa CIMAR.

Gracias a los resultados que se han desprendido del referido programa, el conocimiento de los aspectos básicos como las características físico-químicas de la columna de agua y de los sedimentos, los patrones generales de circulación y las principales especies marinas presentes en la zona, han experimentado un importante grado de avance, lo que ha sido de gran utilidad para el desarrollo de diferentes actividades económicas. Sin embargo, dada la extensión y la intrincada geografía de la zona, aún son muchos los procesos naturales específicos que deben ser identificados y comprendidos.

Desde 1999 se han llevado a cabo 7 etapas, las que han podido cubrir gran parte de la zona de fiordos y canales presentes entre la X y la XII Región, como también el sector de islas oceánicas.

Sin lugar a dudas el programa CIMAR se ha constituido pionero en la búsqueda de información científica que ayude a las autoridades alcanzar un desarrollo sustentable de las áreas y recursos presentes en esta importante porción del territorio.

CIERRE DE RECUADRO 6.3

zo se ha generado una “Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República”, promulgado como Decreto Supremo (M) N° 475 el 14 de diciembre de 1994.

Las principales normas legales que regulan el uso del borde costero son: Decreto Supremo N° 660 del 14 de junio de 1988, que sustituye reglamento sobre concesiones marítimas fijado por Decreto Supremo (M) N° 223 de 1968; Decreto Supremo N° 475 que Establece Política Nacional de uso del borde costero del litoral de la República, y crea Comisión Nacional respectiva; la Ley General de Pesca y Acuicultura (DS 430 de 1991); la Ley 18.362 (D.O.N° 32056 de 27/12/84), que crea el sistema nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

6.3.2 El marco institucional: formulación de políticas, normas y fiscalización

Las políticas pesqueras en términos generales son una función del Estado a través de la Subsecretaría de Pesca, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Sin embargo, el Subsecretario de Pesca puede consultar sus propuestas con la comunidad de usuarios por dos mecanismos: reuniones directas con usuarios y a través de consultas con los Consejos de Pesca, particularmente con el Consejo Nacional de Pesca.

Una vez establecidos los decretos con medidas de administración de un recurso en particular, el Servicio Nacional de Pesca es la institución encargada

de fiscalizar su cumplimiento. Además lleva las estadísticas oficiales de captura y desembarque centra su acción en la fiscalización de las pesquerías marinas, muchas veces por medio de indicadores indirectos (aduana, impuestos internos), con el fin de reconciliar los números de las toneladas pescadas, procesadas y exportadas. A pesar de la eficiencia que muestra este organismo, debe concentrarse en las pesquerías más grandes o importantes, abandonando otras menos importantes por el momento. El Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) dependiente de CORFO, durante sus investigaciones ha acumulado estadísticas de esfuerzo y datos pesqueros en escala fina, datos que para la investigación del estado de situación de los recursos por parte de científicos ambientalistas, por ejemplo, resulta inaccesible. Para las necesidades del propio Estado en algún momento será necesario unificar el sector pesquero para fortalecerlo, no en vano este sector es cerca del 10% de los ingresos del país.

Cabe destacar que, tanto la Subsecretaría de Pesca como SERNAPESCA, son instituciones que tienen capacidad técnico-científica directa o por asesoría para enfrentar su tarea de manera moderna, eficiente y eficaz. Sin embargo, a pesar del déficit en las plantas de personal técnico se han hecho grandes progresos en busca de una explotación sustentable de los recursos vivos, pero lejos aún de las necesidades modernas.

En relación con otros recursos del borde costero, sin duda el recurso espacio para diferentes actividades en la zona central de Chile comienza a ser un recurso limitado. Aquí la regulación y el ordenamiento son esenciales y en concordancia con las conclusiones del Primer Seminario Nacional de Uso del Borde Costero (1996) se debe: (i) definir los usos preferentes (y dar prioridades) acordes al desarrollo productivo y poblamiento sustentable; (ii) formular planes estratégicos de manejo; (iii) clarificar y facilitar las responsabilidades institucionales en la toma de decisiones; (iv) regularizar la tenencia de los pescadores artesanales y (v) establecer reglas claras para el ordenamiento.

Un aspecto clave es el establecimiento de zonas de restricción para algunas actividades, lo que debe estar avalado por estudios multidisciplina-

rios, con consultas comunales y regionales, ya que se requerirán zonas de protección para asuntos ambientales, constructibilidad, turismo y recreación y por razones culturales. Lo más importante ha sido reconocer que la puesta en práctica de la Política de Uso del Borde Costero debe ser una tarea de equipos multidisciplinarios y que debe considerarse como prioritaria la búsqueda del desarrollo sustentable, con especial resguardo y mantenimiento de los ecosistemas. Este objetivo sin colaboración transversal y mayor coordinación interinstitucional no se podrá alcanzar.

6.4. CONCLUSIONES

Este análisis de las tendencias observadas en uso y administración de los recursos del borde costero, permite obtener las siguientes conclusiones generales:

Las mayores amenazas al resguardo y mantenimiento de los ecosistemas marino-costeros son los impactos humanos directos y particularmente los efectos de las pesquerías, cuyas modificaciones en tamaño poblacional de las especies objetivo están generando cambios en las comunidades marinas que son imposibles de monitorear a escalas espaciales en que se desarrollan las pesquerías.

A pesar de estos problemas, la tendencia al incremento del número de pescadores artesanales y buzos mariscadores continúa, como consecuencia de la crisis en otros sectores de la economía que afectan el empleo. Peligrosamente nos acercamos a problemas de sobreexplotación en el sector, con la circunstancia agravante de que en la mayoría de los recursos artesanales no existen estudios de las tasas de explotación adecuadas para mantener sus poblaciones, ni menos para entender las modificaciones que la pesca produce al ecosistema.

A pesar del tiempo transcurrido de la Ley de Pesca y Acuicultura, aún no se ponen en práctica algunas de sus propuestas importantes para la sustentabilidad de la actividad pesquera. Por ejemplo, planes de manejo que deberían ser

aprobados por el CNP y de esa manera descargar la agenda de la discusión de cuotas anuales, para progresar en otras tareas del sector. Por otra parte, se ha provisto de un escenario adecuado para el manejo de una cuota, evitando la carrera olímpica en condiciones de exceso de flota, como ha ocurrido en el caso del jurel con la ley transitoria de cuotas individuales por armador. Este enfoque debería generalizarse a todas las pesquerías, incluyendo las artesanales, ya que ha mostrado ser eficaz en el control de esfuerzo y mejor ajuste a las cuotas establecidas para la sustentabilidad de los recursos.

La acuicultura, sector salmonídeos, parece tener un crecimiento económicamente sano. El reglamento medioambiental para la Acuicultura recientemente aprobado, ayudará a hacer más sustentable esta actividad. No obstante este sector crece localizado en la zona de los canales, de la cual existen menos estudios de sus ecosistemas, y está amenazado por pérdida de calidad de aguas por planes de remoción del bosque nativo en la X y XI regiones. El crecimiento de esta industria se presenta en conflicto con las solicitudes de áreas de manejo por pescadores artesanales en esas regiones, y con la falta de acción del Gobierno de establecer las áreas de resguardo para proteger ecosistemas marinos en forma de Parques Marinos.

Debido al incremento de la población que habita en ciudades costeras y a los progresos derivados de la privatización de las empresas sanitarias, otros impactos humanos sobre el borde costero se están potencialmente incrementando, como lo demuestra el aumento de contaminación por materia orgánica en algunas regiones del país. Un avance importante en este aspecto es que el número de plantas de tratamiento de desechos domésticos está en continuo incremento y toda obra es sometida a nuevas reglamentaciones y ordenanzas.

Sin duda el último decenio ha sido fructífero en la actualización de reglamentos, dictación de decretos supremos, leyes, normas y protocolos que buscan garantizar el cuidado medioambiental en el borde costero, pero que ha creado una especia-

lidad legal compleja. Destacan entre otras la Política de Uso del Borde Costero del Litoral de la República, y la Creación de la Comisión Nacional del Borde Costero. La Ley General de Pesca y Acuicultura, que a pesar de sus defectos, ha sido un avance con relación a la situación anterior. Afortunadamente la revisión de la Ley actualmente en el Congreso incluye enfoques precautorios y una visión del ecosistema que contiene las especies explotadas; sólo es necesario generar los instrumentos para que ellos puedan operar.

Los convenios y convenciones internacionales que afectan al ecosistema marino se han cumplido. Sin embargo, Chile aún no ha ratificado la Convención de Naciones Unidas para las especies transzonales y altamente migratorias, básicamente por problemas de acceso a nuestros puertos de buques que operan en aguas fuera de nuestra ZEE. Pero aun así, al buscar una alternativa para contribuir a la conservación de estas especies de la alta mar en el marco de la CPPS, se manifiesta una actitud responsable. Existe lentitud en ratificar acuerdos como Pesca responsable de Naciones Unidas y el acuerdo de Conservación de Albatros y Petreles (ACAP).

Respecto de la situación de la Información e investigación científica, se observa una gran dispersión de la información básica y de los datos para hacer investigación científica (Recuadro 6.4). La investigación destinada al manejo de recursos ha mejorado substancialmente, pero los modelos de manejo que se utilizan permanecen sin incorporar las relaciones de las especies explotadas con sus comunidades ecológicas y el ambiente. Se requiere un programa de refuerzo académico de envergadura para poner nuestros sistemas de manejo a la altura de los enormes progresos que la ciencia pesquera ha realizado en los últimos años en el mundo.

Las conclusiones precedentes de alguna manera se cruzan en algunos puntos claves y que sugieren reiterar recomendaciones tales como: (i) integrar conceptualmente los diferentes aspectos del uso del borde costero, en una visión primariamente más sistémica que política,

de otra manera temas como uso de puertos, contaminación y pesca jamás se verán como partes de un problema único y a sus conexiones dinámicas más que con encontrarse juntos en la misma área marina; (ii) impulsar la investigación en la búsqueda de relaciones causales entre niveles de contaminantes y sus impactos

en la naturaleza, pero sobre todo entender los cambios que en gran escala está produciendo la pesca en el ecosistema marino, y así, en un futuro cercano, proveer de adecuada asesoría para mantener los procesos básicos que generen la productividad y biodiversidad en el ecosistema marino.

RECUADRO 6.4

INFORMACIÓN E INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PARA LA TOMA DE DECISIONES

Como el objetivo central de la política del borde costero es mantener los ecosistemas y su biodiversidad asociada, cualquier evento que introduzca cambios en ellos es relevante para modificar y/o mitigar los daños que se están haciendo actualmente como inercia de una sociedad con otros valores ambientales. Recientemente Frid et al. (1999) ha demostrado los cambios que la pesca hace a los ecosistemas, y cómo muchos de estos cambios son irreversibles. Por ello el cuidado de los recursos vivos es la base de la sustentabilidad de los ecosistemas y de allí los énfasis que se señalan a continuación.

Sólo un número no mayor de 21 especies explotadas, de las 161 que se registran en las estadísticas nacionales, son manejadas con estudios indirectos o directos de sus estados poblacionales y/o biomasa. La incertidumbre asociada a estos métodos tiene su origen en desconocimiento de los parámetros utilizados en los modelos, errores de proceso de la información y de los modelos y, finalmente, en los métodos de ajuste de los modelos de los procesos a los modelos de las observaciones. En el caso de las evaluaciones directas hidroacústicas, el desconocimiento específico de la "fuerza del blanco", las agrupaciones espaciales y las estratificaciones de los grupos de edad con la profundidad, introducen errores no menores del 30% en estas evaluaciones.

Por otra parte, al menos otras 20 especies se han estudiado en diferentes aspectos, que van desde su biología pesquera (crecimiento, reproducción, madurez, etc.) hasta evaluaciones de stocks, para diagnosticar su estado de conservación, a pesar de que no son especies en plena explotación, como muchas de las especies dentro de las 5 millas exclusivas de pesca artesanal. Estos estudios se han hecho con proyectos BIP patrocinados con fondos de la Subsecretaría de Pesca. El IFP ha realizado un considerable número de estudios, tanto de evaluación de las especies principales, como de otras regionalmente importantes, financiando en sus primeros 5 años de funcionamiento (1992-1997) 200 proyectos, con un aporte de 4,4 millones de dólares (Correa, 1997). La mayoría de estos proyectos, como una ayuda directa a la administración de las principales pesquerías chilenas.

La institución principal de estudios pesqueros en Chile es el IFOP, que cumple un rol de consultor de la Subsecretaría de Pesca y casi el 90% de la información que produce se entrega como Informes Técnicos, ya que son respuestas a demandas específicas. Por esto mismo los investigado-

res IFOP, se encuentran muy presionados tanto en obtener financiamiento para sus proyectos como preparando Informes Técnicos. De tal manera que no tienen tiempo para análisis más profundos de sus datos y llegar a producir información científica validada en Revistas Científicas. Este problema es importante no tanto desde la perspectiva del IFOP y otras Instituciones pesqueras estatales, sino desde el punto de vista de la sociedad toda que espera conocer los avances realizados en la investigación pesquera, ya que los informes técnicos se quedan entre las instituciones requerientes y oferentes. Por otra parte, expertos internacionales han destacado que una organización tan importante como IFOP en la investigación pesquera en Chile, debería tener investigadores con formación científica en nivel de grados de Magíster y Doctorado, que hoy día son sólo una excepcional minoría.

Varias ideas innovadoras aplicadas al manejo de recursos han provenido de las Universidades. Mejoramientos en metodologías cuantitativas, nuevos enfoques para la administración de recursos (como las Áreas de Manejo y Explotación de recursos bentónicos y aplicaciones de Manejo Adaptativo). Si bien el sector privado ha creado su propio Instituto de Investigación Pesquera en Talcahuano (INPESCA), que también está teniendo una participación creciente y en buen nivel, y FIPES (Federación de Industrias Pesqueras del Sur), y tiene convenio con una universidad regional para desarrollar sus propios estudios orientados a mantener la sustentabilidad de la Pesquería Demersal Austral; sólo los académicos universitarios están preocupados por hacer investigación sobre conservación en sentido amplio, es decir, estudiando los componentes del ecosistema como las comunidades biológicas y sus cadenas tróficas, hasta el momento centrada en sólo unos pocos puntos del extenso litoral nacional.

En conclusión, a pesar de existir capacidad técnica y académica y de la inversión importante que se realiza, por razones de estructura del Consejo Nacional de Pesca, algunas propuestas técnicamente justificadas son rechazadas y/o modificadas sin fundamentos equivalentes que provengan de estudios equivalentes alternativos. Por otra parte, respecto a la enorme y dispersa información de los Estudios de Impacto Ambiental, Estudios Científicos y Pesqueros, Oceanográficos, etc., debería crearse, como sugiere la Política Nacional del borde costero, una base de datos pública de acceso permitido a medios técnicos independientes, para poder hacer investigación alternativa y sustentar propuestas diferentes, que ayuden a un sano debate respecto del Borde Costero y sus recursos. Sin libre acceso a los datos generados por instituciones estatales no existirá progreso en la aplicación de criterios ecológicamente sustentables.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahumada, R., S. Contreras y A. Rudolph (1999). Concentración de Metales Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Sr y Zn en sedimento marinos en fiordos y canales australes de Chile (52° - 56° Latitud Sur). Resultados Cruceos Cimar Fiordo 3. Resúmenes Ampliados. Comité Oceanográfico de la Armada de Chile. 32-36.
- Ahumada, R., S. y S. Contreras (1999). Contenido de Metales (Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, y Zn). En sedimentos de los fiordos y canales adyacentes a Campos de Hielo Sur. *Tecnol. Mar.* 22: 47-58.
- Alder, J.; Sloan, N.A. & Uktolseya (1994). Advances in Marine protected Area management in Indonesia: 1988-1993. *Ocean Coastal Management* 25: 63-75.
- Allison, G.W., J. Lubchenco & M.K. Carr (1998). Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation. *Ecological Applications* 8: S79-S92.
- Andrew, N.L., Y. Agatsuma, A. Bahzin, T. Creaser, D. Barnes, L. Botsford, A. Bradbury, A. Campbell, S. Einnarsson, P. Gerring, K. Hebert, M. Hunter, S. Hur, C. Johnson, P. Kalvass, R. Miller, C.A. Moreno, J. Palleiro, D. Rivas, S. Robertson, R.E. Steneck, R. Vadas, D. Woodby and Z. Xiaoqi (2001). "Status and Management of World Sea Urchin Fisheries". *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. In press.
- Andrews, M.V., D.D. Gilbertson, M. Kent & P.A. Mellars (1985). Biometric studies of morphological variation in the intertidal gastropods *Nucella lapillus* (L): Environmental and palaeoeconomic significance. *Journal of Biogeography* 12: 71-87.
- Arcos D. (1999). *Minería del Cobre, Ecología y ambiente costero*. Concepción, Chile. pp. 474.
- Arcos, D. & A.S. Grechina (1994). *Biología y Pesca del Jurel en el Pacífico Sur*. Instituto de Investigación Pesquera. Talcahuano, Chile. Pp. 203.
- Arcos, D. (1998). *Biología y Ecología del Jurel en aguas chilenas*. Instituto de Investigación Pesquera SA. Talcahuano, Chile. Pp. 212.
- Arntz, W.E., J. Tarazona, V.A. Gallardo, L.A. Flores, & H. Salzwedel (1991). Benthic communities in oxygen deficient shelf and upper slope areas of the Peruvian and Chilean coast, and changes caused by El Niño. In: R.V. Tyson & T.H. Pearson (eds): *Modern and ancient continental shelf anoxia. Geological Society Special Publication Edition. Volume 58: 131-154*.
- Arriagada, L. (1976). *Contaminación en el Océano Pacífico Sur Oriental*. *Rev. Com. Perm. Pacífico Sur*, 5:3-62.
- Artigas, Carmen (1996). *Manejo integrado del Borde Costero: La política del borde costero como un instrumento de desarrollo sostenible*. Primer Seminario Nacional Política Nacional del Borde Costero. Subsecretaría de Marina, Ministerio de Defensa Nacional. Santiago de Chile. Pp:21-37.
- Attwood, C.G. & B.A. Bennett (1995). Modelling the effect of marine reserves on the recreational shore-fishery of the southwestern Cape, South Africa. *South African Journal of Marine Sciences* 16: 227-240.
- Auster, P.J. & Malatesta R.J. (1995). *Assessing the role of non-extractive reserves for enhancing harvested populations in temperate and boreal marine systems*. In Schackell, N.L. y Willinson J.H.M. eds. *Marine Protected Areas and Sustainable Fisheries*. Wolfville, Nova Scotia: Science and management and Protected areas Association, Centre for Wildlife and Conservation Biology. Acadia University. Pp. 82-89.
- Barría, P. (1998). *Evaluación del stock de anchoveta zona norte de Chile*. Informe Técnico. Instituto de Fomento Pesquero.
- Bohnsack, J.A. (1993). Marine Reserves; they enhance fisheries, reduce conflicts, and protect resources. *Oceanus* 36, 63-71.
- Bostford, L.W. J.C. Castilla & C.H. Peterson (1997). The management of fisheries and marine ecosystems. *Science* 277: 509-514.
- Bostford, L.W., Quinn, J.F. & Wing, S.R. (1993). Rotating spatial harvest of a benthic invertebrate, the red sea urchin, *Strongilocentrotus franciscanus*. In G. Kruse y otros. "Proceedings of the international symposium on management strategies for the exploited fish populations". Anchorage, Alaska. Pp. 409-228.
- Branch, G.M. & C.A. Moreno (1994). Intertidal and Subtidal Grazers (chapter 5). In W.R. Siegfried (Ed.), *Rocky Shores: Exploitation in Chile and South Africa*. *Ecological Studies* 103. Springer-Verlag pp: 75- 100.
- Branch, G.M. (1975). Notes on the ecology of *Patella concolor* and *Cellana capensis*, and the effects of human consumption on the limpet population. *Zoologica Africana* 10:75-85.
- Brazeiro, A. (1999). Community patterns in sandy beaches of Chile: richness, composition, distribution and

- abundance of species. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 93-105.
- Bustamante, R.H. & J.C. Castilla (1990). Impact of Human Exploitation on Population of the Intertidal Southern Bull-kelp *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvilleales) in Central Chile. *Biological Conservation* 52: 205-220.
- Caddy, J.F. (1999). Fisheries Management in the twenty-first century: will new paradigms apply? *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 9 (1): 1-43.
- Carr, M.H. & D.C. Reed (1993). Conceptual issues relevant to marine harvest refuges: examples from temperate reef fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50: 2019-2028.
- Castilla, J.C. & L.R. Durán (1985). Human exclusion from the rocky intertidal zone of central Chile: the effects on *Concholepas concholepas* (Gastropoda). *Oikos* 45: 391-399.
- Castilla, J.C. (1976). Parques y reservas marítimas: Creación, probables localizaciones y criterios básicos. *Medio Ambiente (Chile)* 5: 190-215.
- Castilla, J.C. (1996). La Futura Red Chilena de Parques y Reservas Marinas y los conceptos de conservación, preservación y manejo en la legislación nacional. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69:253-270.
- Castilla, J.C. (2000). Roles of experimental marine ecology in coastal management and conservation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 250: 3-21.
- Correa, V. (1997). Administración Pesquera en la Subsecretaría de Pesca, Chile. Seminario "La Ley de pesca y acuicultura: un balance necesario". Ed. Comisión de Agricultura, silvicultura y Pesca de la Cámara de Diputados de Chile. Valparaíso. Pp: 28-36.
- Directemar (1993-2001). *Programas de Observación del Ambiente Litoral (POAL)*.
- Dillehay T.D. (1984). A late ice-age settlement in southern Chile. *Scientific American* 251: 100-109.
- Duarte, W.E., G. Asencio & C.A. Moreno (1996). Long-term changes in population density of *Fissurella picta* and *Fissurella limbata* in the Marine Reserve of Mehuin, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 69 (1): 45-56.
- Duran, L.R., J.C. Castilla & D. Oliva (1987). Intensity of human predation on rocky shores at Las Cruces, Central Chile. *Environmental Conservation* 14:143-149.
- Fernández, M., Jaramillo E., Marquet P., Moreno C.A., Navarrete, S., Ojeda P., Valdovinos C. y J. Vásquez (2000). Diversity, ecology and biogeography of Chilean benthic nearshore ecosystem: and overview and needs for conservations. *Revista Chilena Historia Natural* 73:797-830.
- Fiske, S.J. (1994). Sociocultural aspects of establishing marine protected areas. *Ocean Coastal Management* 17: 25-46.
- Frid, C.L.J., S. Hansson, SA Ragnarsson, A Rijnsdorp & S. Steingrimsson (1999). Changing levels of predation on benthos as a result of exploitation of fish populations. *AMBIO The Journal of Human Environment*, 28(7):578-582.
- Gallardo, V.A. (1984). Revisión actualizada a 1983 de la contaminación marina proveniente de fuentes terrestres en le región del pacífico sudeste (Colombia, Chile, Ecuador, Panamá y Perú). *Revista de la Comisión Permanente del Pacífico Sur* 14: 19-173.
- Gallardo, V.A., F.D. Carrasco, R. Roa & J.I. Cañete (1995). Ecological patterns in the benthic macrobiota across the continental shelf off Chile. *Ophelia* 40 (3): 167-198.
- Gaston, K.J. (2000) Global patterns in biodiversity. *Nature* 405: 220-227.
- Gebauer, P. & C.A. Moreno. (1995). Experimental validation of the growth rings of *Loxechinus albus* (Molina, 1782) in southern Chile (Echinoidea). *Fisheries Research* 21: 423-435.
- Godoy, C. & C.A. Moreno (1989). Indirect effects of human exclusion from the rocky intertidal in southern Chile: a case of cross-linkage between herbivores. *Oikos* 54 : 101-106.
- Gregory, R.S. y Anderson, J.T. (1997). Substrate selection and use of protective cover by juvenile Atlantic cod *Gadus morhua* in inshore waters of Newfoundland. *Marine Ecology Progress Series* 146: 9-20.
- Guénette, S., Lauck, T. & Clark C. (1998). Marine Reserves: From Beverton and Holt to the present. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 8: 251-272.
- Hart, P.J.B. (1997). Controlling illegal fishing in closed areas: the case of mackerel off Norway. In DA Hancock, DC., A. Grant y J.B. Beumer. Eds "Developing and sustaining world fisheries resources: The state of Science and management (2nd World Fisheries Congress Proceedings, Brisbane, Australia), pp. 411-414.

- Holland, D.S. & R.J. Brazee (1996). Marine Reserves for Fisheries management. *Marine Resources Economy 11*: 157-171.
- IMARPE e I.F.O.P. (1997). *Cuarto taller de Evaluación conjunta de los stocks de sardina y anchoveta del sur del Perú y norte de Chile*. Grupo de trabajo del Instituto del Mar del Perú e Instituto de Fomento Pesquero sobre Pesquerías de pequeños pelágicos. Callao, 3 al 13 de noviembre de 1997.
- Jaramillo, E., H. Contreras & P. Quijón (1996). Macroinfauna and human disturbance in a sandy beach of south-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural 69*: 655-663.
- Jerardino, A., J.C. Castilla, J.M. Ramírez & N. Hermosilla (1992). Early coastal subsistence patterns in Central Chile: A systematic study of the marine-invertebrate fauna from the site of Curaumilla-I. *Latin American Antiquity, 3(1)*: 43-62.
- Kirch, P.V. (1983). Man's role in modifying tropical and subtropical polynesian ecosystems. *Archaeology in Oceania 18*: 26-31.
- Lauck, T. (1998). Implementing the precautionary principle in fisheries managements through marine reserves. *Ecological Applications 8*: 72-78.
- Marine Reserves Task Group (1997). Towards a new policy on Marine Protected Areas for South Africa. South African Network for Coastal and Oceanic Research Occasional report N° 2. 127 pp.
- McGarvey, R. & J.H.M. Willison (1995). *Rationale for a marine protected areas along international boundary between U.S. and Canadian waters in the Gulf of Maine*. In Schackell, N.L. y Willinson, J.H.M. eds. Marine Protected Areas and Sustainable Fisheries. Wolfville, Nova Scotia: Science and management and Protected areas Association, Centre for Wildlife and Conservation Biology. Acadia University. 300 pp.
- McManus, J.W. (1996). *Social and economics aspects of reef fisheries and their management*. In N.V.C. Polunin & C.M. Roberts, eds. Reef Fisheries. Chapman and Hall, London. Pp. 249-281.
- Montane, J. (1964). *Fechamiento tentativo de la ocupacion humana en dos terrazas a lo largo del litoral chileno*. Arqueología de Chile Central y Áreas Vecinas. En: Tercer Congreso Internacional de Arqueología de Chile. Viña del Mar, Chile. pp: 69-107.
- Montecinos, M.Y C.A. Moreno (2000). *Estado actual de los proyectos de áreas de Manejo y Explotación en Chile*. Informe Final. Universidad Austral de Chile – Subsecretaría de Pesca. Pp 103.
- Morales, C. & F. Ponce (1997). Parques marinos y Reservas Marinas en la Ley General de Pesca y Acuicultura: Desafíos para su Establecimiento y Aplicación. *Estudios Oceanológicos (Antofagasta) 16*: 19-26.
- Moreno, C.A. (2000). Recursos del Mar y Borde costero. *Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile-1999*. Ediciones Universidad de Chile. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Colección Sociedad, Estado y Políticas Públicas. pp: 245-286.
- Moreno, C.A. (2001). Community patterns generated by human harvesting on Chilean shores: a review. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 11*: 19-30.
- Moreno, C.A. & A. Reyes (1989). Densidad de *Concholepas concholepas* en la Reserva Marina de Mehuín: Evidencias de fallas en el reclutamiento. *Biología Pesquera (Chile) 17*: 31-38.
- Moreno, C.A., D. Rivas, A. Zuleta, H. Miranda & H. Robotham (1993). *Investigación Modelo de Manejo Recurso "Loco": Fase I. Modelo de evaluación y diseño estadístico del muestreo*. 35 pp. Informe Técnico UACH-Subsecretaría de Pesca.
- Moreno, C.A., G. Asencio y S. Ibáñez (1993). Patrones de asentamiento de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Muricidae) en la zona intermareal rocosa de Valdivia, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural 66 (1)*: 93-101.
- Moreno, C.A., J.P. Sutherland & HF Jara (1984). Man as a predator in the intertidal zone of southern Chile. *Oikos 42*: 155-160.
- Moreno, C.A., G. Asencio, W.E. Duarte & V. Marín (1998). Settlement of the muricid *Concholepas concholepas* (Brugière) and its relationship with El Niño and coastal upwellings in Southern Chile. *Marine Ecology Progress Series 167*: 171-175.
- Moreno, C.A. & P.S. Rubilar (1997). Densidad de poblaciones protegidas en Reservas Marinas: cambios en el tiempo y eventual efecto de la explotación. *Estudios Oceanológicos (Antofagasta) 16*: 41-50.
- Moreno, C.A. & A. Zuleta. (1996). Evaluación del recurso erizo 1995. Informe Técnico UACH-SUBPESCA 55 pp.

- Moreno, C.A., P.S. Rubilar y A. Zuleta. *Ficha Técnica del Bacalao de profundidad Dissostichus eleginoides*, Smitt 1898. Documento WG-FSA-97/42.
- Moreno, C.A., J.P. Sutherland & HF Jara (1984). Man as a predator in the intertidal zone of southern Chile. *Oikos* 42 : 155 - 160.
- Neis, B. (1995). Fisher's ecological knowledge and marine protected areas. In Schackell N.L. y Willinson J.H.M. eds. *Marine Protected Areas and Sustainable Fisheries*. Wolfville, Nova Scotia: Science and management and Protected areas Association, Centre for Wildlife and Conservation Biology. Acadia University. Pp 265-272.
- Paine, R.T. (1966). Food web complexity and species diversity. *The American Naturalist* 100 : 65-75.
- Parkington, J. (1977). Coastal settlement between the mouths of the Berg and Olifant rivers, Cape Province. *S.Afr. Archaeol. Bull.* 31 : 127-140.
- Parra, O. & B. Faranda (1992). *Escenario de la cuenca del Bío Bío y aporte del proyecto EULA a su desarrollo sustentable*. Monografías EULA, Serie Actas de Seminarios Científicos 2:88-103.
- Perkins, E.J. (1974). *The Biology of estuaries and coastal waters*. Academic Press London and New York. Pp.678.
- Rester, J.K. (2000). *Annotated bibliography of fishing impacts on habitats*. Gulf States Marine Fisheries Commission. N° 73. Ocean Springs, Mississippi. USA. 168 pp.
- Rogers-Bennett, L., Bennett, W.A., Fasteneau, H.C., y Dewees C.M. (1995). Spatial variation in red sea urchins reproduction and morphology: implications for harvest refugia. *Ecological Applications* 5:1171-1180.
- Rojas, R. & N. Silva (1996). *Atlas Oceanográfico Nacional, Tomo I*. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. Valparaíso.
- Roy, N. (1996). *What went wrong and what can we learn from it?* In Monro D.V. and Munro G.R. Eds. *Fisheries and Uncertainty: A precautionary approach to Resource Management*. Calgary University Press. Pp 8-12.
- Russ, G.R. y Alcalá, A.C. (1996). Marine Reserves: rates and patterns of recovery and decline of large predatory fish. *Ecological Applications* 6: 947-961.
- Salm, R. & A. Price. (1995). Selection Of Marine Protected Areas. Chapter 2. *Marine Protected Areas: Principles And Techniques For Management*. Ed. By Susan Gubbay. London. Pp: 15-31.
- Schiappacasse, V. & H. Niemeyer (1964). Excavaciones de un conchal en el pueblo de Guanaqueros (Prov. de Coquimbo). En: *Tercer Congreso Internacional de Arqueología de Chile, Viña del Mar, Chile*. pp: 235-262.
- SERNAPESCA (1998) *Actas y Conclusiones. Seminario "Parques Marinos: Un desafío de administración"*. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Stgo. Pp: 79-80.
- SERNAPESCA (2000). *Anuario estadístico de Pesca*. Ministerio de Economía, Fomento y reconstrucción. Pp:283.
- SERNAPESCA (2001). *Anuario Estadístico de PESCA*. Ministerio Economía, Fomento y Reconstrucción.
- Silva, N. & S. Neshiba (1979). On the southernmost extension of the Perú-Chile undercurrent. *Deep Sea Research* 26(A):1387-1393.
- Simenstad, C.A., J.A. Estes & K.L. Kenyon (1978). Aleuts, Sea Otters and Alternate Stable-State Communities. *Science* 200: 403-411.
- Soto, D., F. Jara & C.A. Moreno (2001). Escaped Salmon in the Inner Seas, Southern Chile: Facing ecological and social conflicts. *Ecological Applications: Vol. 11, No. 6*, pp. 1750-1762.
- Tegner, M.J. & P.K. Dayton (1999). Ecosystem effects of fishing. *Trends in Ecology and Evolution* 14: 261-262.
- Valdovinos, C. (1998) *Patrones de distribución espacial de la macrofauna bentónica sublitoral en el Golfo de Arauco (Chile central)*. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Mención Zoología, Universidad de Concepción, Chile, 327 pp.
- Vicent, A.C.J. y M.G. Pajaro (1997). *Community based management for a sustainable seahorse fishery*. In D.A. Hancock, D.C., A. Grant y J.B. Beumer, Eds. "Developing and sustaining world fisheries resources: The state of Science and management (2nd World Fisheries Congress Proceedings, Brisbane, Australia), pp. 761-766.
- Watt, D.C. (1990). An integrated marine policy. A meaningful concept? *Marine Policy. The International Journal of Ocean Affairs* 14 (4): 3-34.

Zuleta, A. y C.A. Moreno (1997). *Evaluación del stock de Sardina 1995, I y II Región*, Informe Final. Universidad Austral de Chile. Proyecto BIP N° 20082894-00. Subsecretaría de Pesca.

Zuleta, A.; P.S. Rubilar, & CA Moreno (1995). *Inves CTP Congrio Dorado Unidad de Pesquería Norte*. Informe Final. Instituto de Ecología y Evolución. UACH- Subsecretaría de Pesca. 37 pp.

Zuleta, A.; C.A. Moreno, P.Rubilar & J.Guerra (1998). *Modelo de estrategias de explotación del bacalao de profundidad bajo incertidumbre del tamaño y rendimiento sustentable del stock*. Informe Final Proyecto FIP 96-41. Pp: 168.

Zuleta, A.; P.Rubilar, C.A. Moreno, L.Vergara & G.Asencio (1997). *Evaluación Indirecta del stock del recurso loco (Concholepas concholepas) a nivel nacional*. Informe Final Proyecto FIP N° 95-22B. Pp 155. (Informe Técnico FIP-IT/95-22b).

ANEXO

anexo

TABLA 6.1 PROMEDIO DE METALES PESADOS POR REGIÓN EN AGUA DE MAR.

	Hg-tot-ppb		Cd-tot-ppb		Pb-tot-ppb		Cu-tot-ppb		Zn-tot-ppb		Cr-tot-ppb	
	93/98	99/01	93/98	99/01	93/98	99/01	93/98	99/01	93/98	99/01	93/98	99/01
I	0,402	0,177	0,291	0,304	2,163	4,500	3,916	31,596	55,275	26,072	53,927	15,676
II	0,640	0,184	0,270	0,252	2,919	4,331	33,447	53,037	51,099	31,709	46,477	8,980
III	0,129	0,810	0,205	0,208	1,613	4,499	14,940	44,192	40,069	47,396	43,841	14,422
IV	0,194	0,836	0,266	0,190	2,195	3,022	2,595	41,682	44,541	36,066	54,525	9,174
V	0,184	0,260	0,247	0,223	1,567	3,654	3,819	26,441	48,388	26,848	57,312	22,836
VI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII	0,163	0,247	0,215	0,238	2,453	4,863	1614	26,173	71,983	29,632	47,988	12,272
IX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X	0,140	0,215	0,252	0,275	1,125	3,907	1,449	24,037	41,389	44,568	55,250	10,436
XI	0,069	0,132	0,273	0,118	0,665	3,127	1,648	23,042	17,303	23,984	28,500	14,656
XII	0,127	0,255	0,224	0,350	1,060	6,284	1,549	19,614	43,637	20,722	56,722	1,140

TABLA 6.2 PROMEDIO DE METALES PESADOS POR REGIÓN EN SEDIMENTO.

	Hg-tot-ppm		Cd-tot-ppn		Pb-tot-ppm		Cu-tot-ppm		Zn-tot-ppm		Cr-tot-ppm	
	93/98	99/01	93/98	99/01	99/98	99/01	93/98	99/01	93/98	99/01	93/98	99/01
I	0,347	0,239	4,553	5,858	162,568	49,861	127,305	120,428	277,901	142,941	28,776	37,575
II	0,991	0,519	15,248	9,625	530,628	194,911	4,231,201	1,075,410	3,276,757	806,083	55,264	42,466
III	0,048	0,059	1,535	3,359	17,020	12,700	664,062	170,234	265,890	73,858	18,999	18,219
IV	0,315	0,080	1,025	3,004	28,865	16,259	577,740	84,643	79,052	47,518	16,171	11,113
V	0,177	0,057	1069	4,618	55,826	41,028	125,572	119,075	111,782	73,128	33,850	25,002
VI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII	0,329	0,167	2,995	5,229	34,935	37,606	47,779	46,668	125,068	106,845	33,716	39,539
IX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X	0,182	0,043	0,606	3,293	9,582	11,767	14,470	20,515	42,888	31,562	26,009	33,481
XI	0,102	0,077	18,311	19,588	92,582	128,984	95,156	122,104	2,262,2783,687,070		39,488	40,286
XII	0,103	0,112	0,620	3,039	16,481	21,617	17,272	28,022	66,957	58,120	22,447	17,750

TABLA 6.3 PROMEDIOS DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y MATERIA ORGÁNICA TOTAL POR REGIÓN EN SEDIMENTO.

	N-Total-pp		P-Total-pp		Mat-Org-pp	
	93/98	99/01	93/98	99/01	93/98	99/01
I	1,232,36	738,29	1503,03	1798,13	38335,28	21782,15
II	486,75	396,78	813,06	759,77	16357,09	16697,31
III	117,50	439,98	423,71	479,26	4656,44	17937,23
IV	344,10	478,31	577,34	14556,74	11575,94	
V	346,18	303,47	546,73	342,50	11616,76	11858,84
VI	-	-	-	-	-	-
VII	-	-	-	-	-	-
VIII	804,22	1002,69	747,83	430,42	38792,70	53679,26
IX	-	-	-	-	-	-
X	476,18	332,00	383,11	275,78	13455,40	14679,32
XI	50,82	679,14	677,58	570,79	11533,58	34741,96
XII	241,30	723,79	397,58	314,65	9598,51	25327,30

Valores destacados sobrepasan el valor de calidad adortado.

TABLA 6.4 PROMEDIOS DE PCB, HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS Y TOTALES POR REGIÓN.

	Sedimento				Agua de Mar	
	HT-ppm		PCB-ppb		HAP-ppb	
	93/98	99/01	93/98	99/01	93/98	99/01
I	28,553	158,664	1,075	0,243	0,116	0,102
II	17,076	51,397	---	---	0,246	0,040
III	3,950	38,136	0,255	0,397	0,113	0,050
IV	-	-	0,255	0,191	-	-
V	19,215	130,872	0,255	0,204	0,384	1,030
VI	-	-	-	-	-	-
VII	-	-	-	-	-	-
VIII	800,599	927,129	2,275	0,397	0,280	0,096
IX	-	-	-	-	-	-
X	4,580	31,861	2,112	0,194	0,087	0,059
XI	10,232	128,233	-	-	0,152	0,071
XII	8,739	10,634	-	0,017	0,244	0,079

TABLA 6.5. POBLACIÓN EN LAS PRINCIPALES CIUDADES COSTERAS EN CHILE ENTRE 1982 Y 1992.

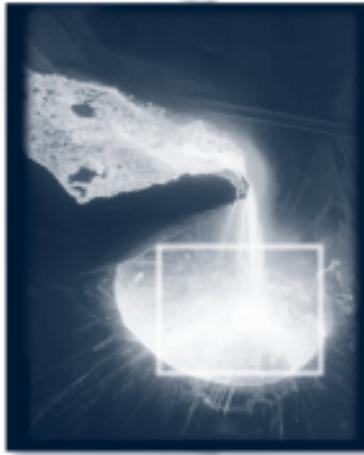
Región	Censo 1982		Región	Censo 1992		Diferencia
	Ciudad/Pueblo	Población		Ciudad/Pueblo	Población	
I	Arica	139320	I	Arica	161333	22013
	Iquique	110153		Iquique	145139	34986
II	Tocopilla	21883	II	Tocopilla	24574	2691
	Mejillones	3832		Mejillones	5576	1744
	Antofagasta	185486		Antofagasta	225316	39830
III	Taltal	7740	III	Taltal	9413	1673
	Chañaral	10661		Chañaral*	12008	1347
	Caldera	4217		Caldera	11595	7378
IV	Huasco	5646	IV	Huasco	6072	426
	Coquimbo	62186		Coquimbo**	110879	48693
	Tongoy	2418		Tongoy	3350	932
V	Los Vilos	6520	V	Los Vilos	9422	2902
	Quintero	13157		Quintero	16119	2962
	Valparaíso	265718		Valparaíso	274228	8510
VI	San Antonio	61533	VI	San Antonio***	74742	13209
	Pichilemu	4246		Pichilemu	6827	2581
VII	Constitución	20824	VII	Constitución	28748	7924
	Pelluhue	1158		Pelluhue	1397	239
VIII	Tomé	34107	VIII	Tomé	37394	3287
	Talcahuano	202368		Talcahuano	244034	41666
	San Vicente	2353		San Vicente	2614	261
	Coronel	65918		Coronel	79677	13759
	Lebu	16952		Lebu	19877	2925
IX	Queule	2229	IX	Queule	2649	420
X	Valdivia	100046	X	Valdivia	112712	12666
	Osorno	95286		Osorno	114239	18953
	Pto. Montt	84410		Pto. Montt	110139	25729
	Calbuco	5301		Calbuco	8760	3459
	Ancud	16614		Ancud	23148	6534
	Castro	16891		Castro	20634	3743
	Quellón	3517		Quellón	7545	4028
	Chaitén	2599		Chaitén	3258	659
XI	Melinka	1107	XI	Melinka	1283	176
	Puerto Cisnes	1112		Puerto Cisnes	1784	672
	Puerto Aisén	9176		Puerto Aisén	12762	3586
XII	Puerto Natales	14250	XII	Puerto Natales	15102	852
	Punta Arenas	95332		Punta Arenas	109110	13778
	Puerto Williams	1047		Puerto Williams	1550	503
TOTALES		1.697.313		2.055.009	357.696	

*: incluye caleta Barquito

**: incluye tierras blancas, Peñuelas-Canteras y la Herradura

***: (Incluye Lo Gallardo y SanJuan)

Capítulo 7

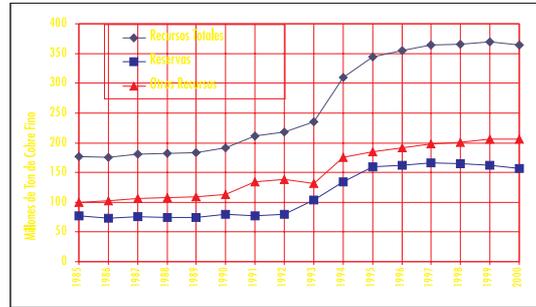
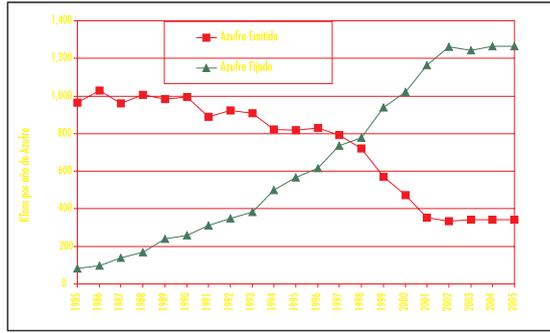


Minerales e Hidrocarburos

INDICE

■ 7. MINERALES E HIDROCARBUROS	299
■ 7.1 ESTADO DE LOS RECURSOS MINEROS E IMPACTO DE LA MINERÍA	305
7.1.1. Recursos y reservas de cobre, oro, carbón, litio y petróleo	305
7.1.1.1 Recursos y reservas de cobre	306
7.1.1.2 Recursos y reservas de oro	309
7.1.1.3 Recursos y reservas de carbón	310
7.1.1.4 Recursos y reservas de litio	310
7.1.1.5 Recursos y reservas de petróleo	311
7.1.2 Análisis del impacto ambiental de la minería metálica	312
7.1.2.1 Impacto de la minería del cobre en la calidad del aire	312
7.1.2.2 Impacto de la minería del cobre en el recurso agua	315
7.1.2.3 Impacto de la minería del cobre en la generación de residuos sólidos	320
7.1.2.4 Impacto ambiental del abandono de faenas mineras	322
7.1.2.5 Riesgo de generación de drenaje ácido de minas	324
■ 7.2 CAUSAS Y CONDICIONANTES QUE EXPLICAN EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE Y DE HIDROCARBUROS	328
7.2.1 Inserción geográfica	328
7.2.2 Producción de recursos mineros	328
7.2.3 Generación de divisas	332
7.2.4 La presión social de la pequeña minería de pirquineros	334
■ 7.3 FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA MINERÍA	336
7.3.1 La estructura institucional pública	336
7.3.2 La legislación sobre los recursos mineros y su actividad productiva	337
7.3.2.1 Marco general	337

7.3.2.2 La ley sobre hidrocarburos	338
7.3.2.3 La legislación específica sobre el litio	340
7.3.3 Inversión pública y privada en los recursos mineros e hidrocarburos	340
7.3.4 Certificación ambiental de la minería	341
■ 7.4 CONCLUSIONES	342
■ 7.5 BIBLIOGRAFÍA	344



El presente capítulo, además de analizar presiones y respuestas, presenta el patrimonio de los minerales e hidrocarburos, y el impacto de las actividades mineras en el aire, en el suelo y el agua. Esto lo diferencia de los capítulos referidos al aire, aguas continentales, bosques nativos, diversidad biológica, suelos y ecosistemas marinos y del borde costero ya que en éstos se analiza los impactos en el propio bien.

En este capítulo se presentan y analizan los datos disponibles sobre patrimonio de los recursos no renovables de Chile. El período discutido corresponde a los años 1970 a 2000, aunque en algunos casos el período es más reducido debido a la falta de información. Finalmente, se analizan algunos indicadores ambientales de la minería en el período 1989-2000; respecto a la “calidad del aire”, se analiza el cumplimiento de los planes de descontaminación de tres fundiciones de cobre; con respecto al recurso “agua”, se analizan las mediciones de Cobre y Arsénico de la Dirección General de Aguas, DGA, en el río Loa, y se relacionan dichas mediciones con la minería existente en la Región. Además, se analiza el uso de agua por parte de la minería y de otros sectores de la economía en las regiones I a IV; en cuanto a la generación de residuos de la minería, se cuantifica la generación de residuos masivos, y respecto al abandono de faenas mineras, se muestra el número de tranques de relave abandonados y su estado, evaluado por región en el año 1989; se presentan las conclusiones del estudio realizado por el Ministerio de Minería que evaluó el riesgo de generación de drenaje ácido de minas de la minería chilena; y se discute el nivel de avance y significancia de la certificación ambiental en la industria minera nacional.

Se exponen las causas y condicionantes del estado ambiental de los procesos minerales y las respuestas dadas para hacer una mejor gestión ambiental.

El presente capítulo actualiza las cifras del Informe País 1999 e incorpora el análisis de nuevas iniciativas para mejorar la gestión de la extracción minera.

7.1. ESTADO DE LOS RECURSOS MINEROS E IMPACTO DE LA MINERÍA

7.1.1 Recursos y reservas de cobre, oro, carbón, litio y petróleo

Un recurso mineral se define como la presencia identificada o probable de un mineral en la tierra. Los recursos son permanentemente re-evaluados a la luz de nuevos conocimientos geológicos, progresos en la ciencia y tecnología, y cambios en la situación económica y política, lo que quiere decir que puede re-evaluarse la presencia física del mineral y la factibilidad de extraerlo económicamente. La reserva mineral es la fracción del recurso que ha sido más precisamente medida y que está o estará en condiciones de ser extraída o explotada en un cierto período de tiempo.

Esta sección analiza las fuentes disponibles de datos sobre inventarios de recursos no renovables en Chile. Dichas fuentes son:

- recursos de cobre, oro y carbón obtenidos de un estudio del Banco Central y SERNA-GEOMIN (Banco Central, 2001).
- información de reservas y recursos de cobre de Codelco en la década de los 90, la que es complementada con información de inversión

en exploración, costos de operación y leyes medias de cobre (Codelco, 1999).

- información de reservas de Litio, obtenida de Lagos (1986), Roskill (1999), y de la empresa Sociedad Química y Minera de Chile, SQM.
- información de exploración proporcionada por la Empresa Nacional del Petróleo, ENAP.

En el año 2000 el Banco Central de Chile realizó una actualización del estudio sobre las reservas minerales de Chile (Banco Central, 2001). Desde el punto de vista del Banco Central, el objetivo de este trabajo, era disponer de antecedentes globales sobre el estado y evolución del patrimonio mineral de Chile, y utilizar dicha información para introducir cuentas ambientales al Sistema de Cuentas Nacionales, SCN. Para conocer el inventario de reservas minerales de Chile, en conjunto con Sernageomin se procedió a elaborar una encuesta, la que fue presentada a todas las empresas productoras de cobre, oro, carbón y carbonato de calcio, que contaban con una medición de sus recursos minerales al 31 de diciembre de 1999 y que, a la vez, tenían proyectos en desarrollo en dicha fecha. En este informe se presentan los resultados del cobre, oro y carbón.

Existen varios métodos para clasificar reservas y recursos minerales. En este trabajo se hace referencia al sistema utilizado en la encuesta del Banco Central y SERNAGEOMIN, y a los conceptos utilizados por CODELCO, los que corresponden a una precisión de las definiciones, un tanto generales, del Bureau of Mines de los Estados Unidos, USBM (US Geological Survey Circular 831, 1980 & Mineral Commodity Summaries 1991). El Banco Central utilizó también una adaptación de la metodología del USBM ya que algunas empresas que reportaron reservas utilizaban la clasificación del Consejo Australiano de Minerales y Energía, CAME. El anexo 7.1-I presenta mayores definiciones sobre recursos y reservas utilizadas por el Banco Central.

7.1.1.1 Recursos y reservas de Cobre

El cuadro 7.1 presenta la información de recursos y reservas de cobre recopiladas por el Ban-

co Central. Esta información corresponde a reservas demostradas (económicas) y a recursos demostrados e inferidos, incluso si éstos fueran marginales o sub-económicos. Se excluyeron las reservas y recursos hipotéticos y especulativos.

CUADRO 7.1: RESERVAS Y RECURSOS DE COBRE
(MILLONES DE TON)

	Recursos totales	Reservas	Otros recursos
1985	176,71	76,64	100,07
1986	174,88	73,03	101,85
1987	181,13	75,35	105,78
1988	181,65	74,60	107,05
1989	183,25	74,72	108,53
1990	191,88	79,45	112,43
1991	211,54	77,67	133,87
1992	217,37	79,69	137,68
1993	235,31	104,26	131,05
1994	309,43	133,97	175,46
1995	344,22	159,88	184,34
1996	354,54	162,74	191,80
1997	364,56	166,38	198,18
1998	365,32	164,28	201,04
1999	368,90	162,31	206,59
2000	363,82	157,23	206,59

Fuente: Banco Central, 2001.

Esta información se obtuvo de 35 empresas que representaban en 1999 el 97,71% de la producción de cobre de Chile. En los totales se incluyeron todas las reservas y recursos descubiertos antes de diciembre de 1999. Los yacimientos descubiertos después de 1985 se incorporaron al inventario al año siguiente en que se reportó el descubrimiento. Se verificó también la existencia de yacimientos que interrumpieron su producción entre 1985 y 1999. El universo fue ampliado al 100% de la producción chilena suponiendo que las empresas que no tenían información tenían reservas para 15 años de vida útil.

En el informe del Banco Central, los recursos totales son iguales a la suma de las reservas (demostradas económicas) y de "otros recursos" (de-

mostrados e inferidos, económicos, marginales y sub-económicos). En la figura 7.1, se observa un aumento significativo de reservas de cobre en varios años. Ello se debió a cambios en los sistemas de cubicación y también a la existencia de nuevos yacimientos. El informe del Banco Central destaca

que una parte (no se cita qué fracción) del aumento de reservas correspondió a que algunos desechos habían sido incorporados como recursos. En el período 1985-2000, se observa un aumento de 110% de los recursos totales de cobre de Chile.

Figura 7.1:
Reservas y Recursos de Cobre de Chile (Banco Central, 2001).

Fuente: Banco Central, 2001

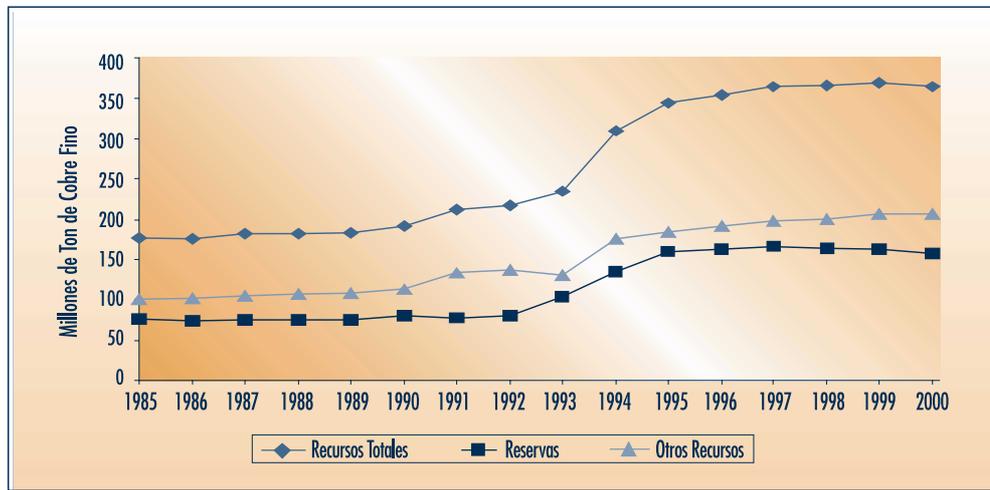
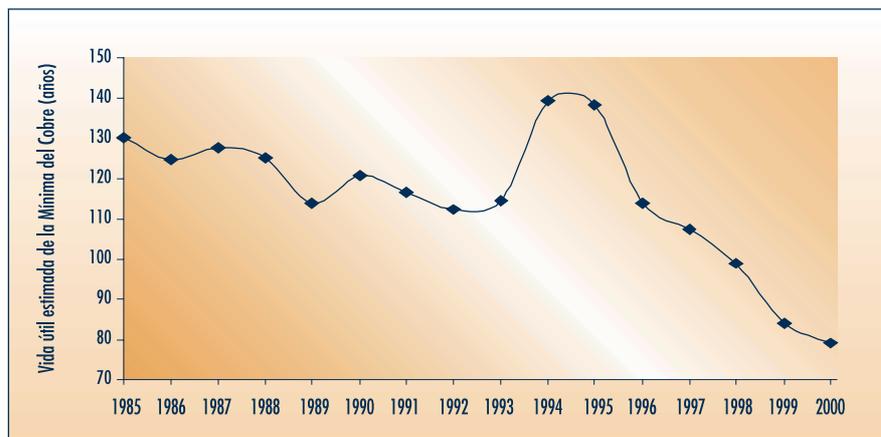


Figura 7.2: Vida útil de la minería del cobre chilena, estimada como Reservas Totales dividido por la Producción de cobre del año (Banco Central, 2001).

Fuente: Banco Central, 2001



A partir de los datos anteriores, se puede estimar la vida útil teórica de la minería del cobre chilena, calculada como los recursos totales dividido por la producción de cobre del año. La evolución de esta estimación se muestra en la figura 7.2.

De este gráfico se desprende que la vida útil tuvo un fuerte crecimiento en el año 1994, para después comenzar a descender, lo que se explica principalmente por el fuerte incremento que tuvo la producción chilena de cobre en dicho periodo

y por la caída sostenida del precio de este metal en los últimos años.

La información sobre inversión en exploración en Chile es fragmentada. Se sabe que a mediados de los 80, la inversión en exploración en Chile era pequeña en relación a lo que fue desde principios de los 90, según lo reporta el Metals Economic Group. En 1991 y 1992 Chile se transformó en el primer país de Latinoamérica en exploración, con inversiones estimadas en 86,1 y 91,2 millones de dólares

nominales, respectivamente. En 1998 dicha cifra había subido a 177 millones y era seguido por Perú (136 US\$ millones), México (127,2 US\$ millones), Brasil (121,9 US\$ millones) y Argentina (76 US\$ millones). En este mismo año, se invirtieron 306 US\$ millones en Canadá, y 243 en EE.UU. en exploración. Lo anterior indica que en relación a su tamaño, en 1998 Chile tenía la más alta inversión en exploración de minerales del mundo. Elementos de análisis de las reservas se discuten en el Anexo I.

La figura 7.3 muestra los recursos identificados y las reservas base de CODELCO. Los recursos de cobre desde 1976 a 1989 (CODELCO, 1990) corresponden a la suma de aquellos recursos de cobre reportados por las Divisiones a la Gerencia Técnica, pero carecen de una base común que permita compararlos fácilmente en la actualidad. Desde 1991-92, la Gerencia de Exploraciones adoptó el criterio de clasificación del US

Bureau of Mines para reservas y recursos minerales, el que es aplicado ahora por todas las Divisiones. Por ello, los datos más fidedignos son aquellos consignados desde 1992, los que corresponden a recursos identificados, es decir, demostrados más inferidos, con ley de corte igual a cero y con leyes promedio variables. Las reservas base identificadas en CODELCO se muestran en la figura 7.3, y tienen ley de corte variable para algunas Divisiones (Chuquicamata) y constante para otras (Radomiro Tomic, Salvador y Andina).

La figura 7.4 muestra la producción de cobre de CODELCO y de Chile en el período 1975-2000.

Los recursos mineros identificados de CODELCO aumentaron en 19%, es decir 32,4 millones de toneladas de cobre fino entre 1992 y 1999, mientras que en el mismo período, la empresa explotó

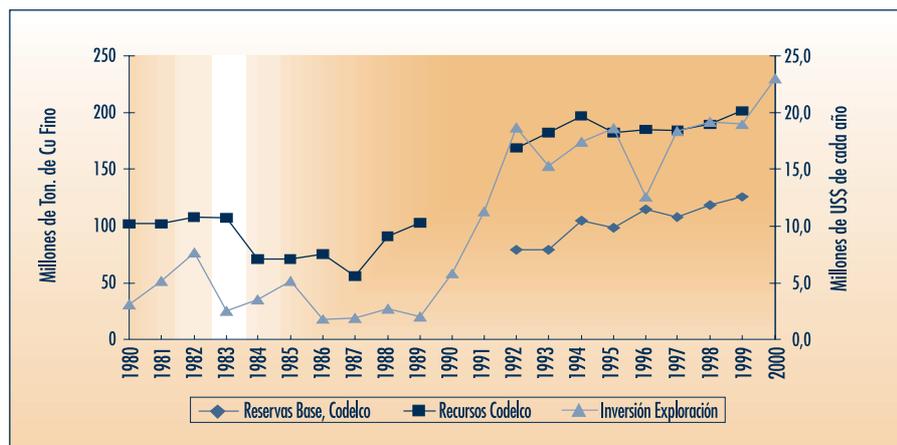


Figura 7.3: Recursos y reservas de cobre, e inversión en exploración, CODELCO.

Fuente: Gerencias de Exploraciones y de Planificación, Codelco y Manual de Estadísticas Básicas, CODELCO, 1999.

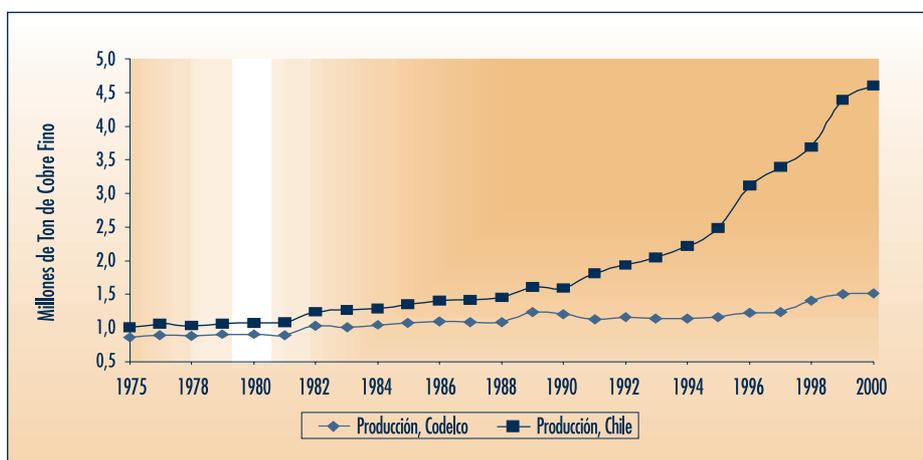


Figura 7.4: Producción de cobre de Chile y de CODELCO.

Fuente: (COCHILCO, 2001).

11,47 millones de toneladas de cobre fino. En términos reales, por ende, los recursos aumentaron en 20,93 millones de toneladas. En 1999, Codelco explotaba el 0,75% de sus recursos mineros identificados. En el mismo período se observa una tendencia similar para las reservas base identificadas de CODELCO, las que aumentaron en 46,9 millones de toneladas, o un 59,4%. De las cifras anteriores podría deducirse que sus recursos y reservas identificadas a 1999, serían suficientes para explotar los yacimientos durante 133 años, si se utilizara como base el total de recursos disponibles; o durante 83 años si se utilizara como base del cálculo las reservas disponibles. Desgraciadamente, estas conclusiones son erróneas, como se discute en los anexo 1 y 2.

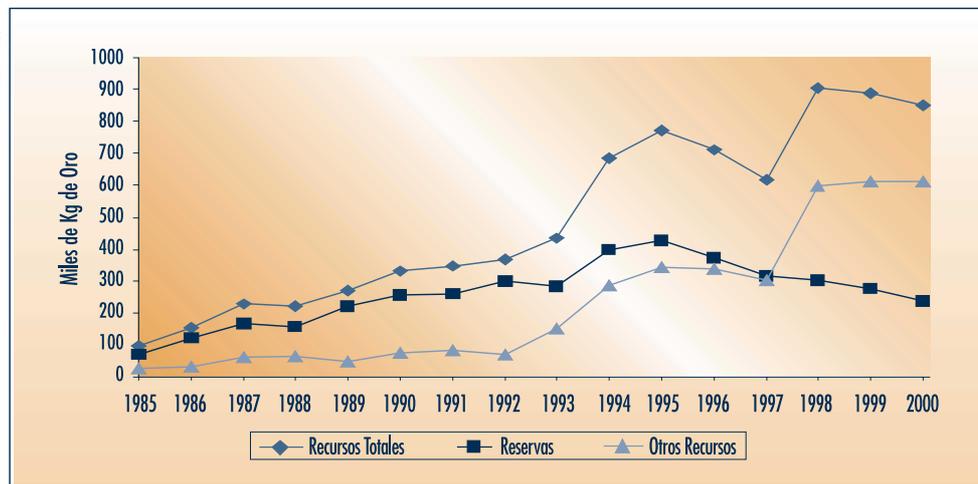
Es posible observar también que los recursos minerales permanecieron prácticamente constantes desde 1980 a 1989, y que sólo comenzaron a repuntar en 1992. En los Anexo 1 y 2 se discute e interpreta el significado de las reservas y recursos de CODELCO.

7.1.1.2 Recursos y reservas de Oro

El Cuadro 7.2 presenta la información de recursos y reservas de oro recopilada por el Banco Central. Esta información corresponde a reservas demostradas (económicas) y a recursos demostrados e inferidos, incluso si éstos eran marginales o sub-económicos. Se excluyeron las reservas y recursos hipotéticos y especulativos.

Figura 7.5: Reservas y recursos de oro de Chile.

Fuente: Banco Central, 2001.



CUADRO 7.2: RESERVAS Y RECURSOS DE ORO
(MILES DE KG)

	Recursos totales	Reservas	Otros recursos
1985	96,90	69,70	27,20
1986	155,70	123,00	32,70
1987	227,90	168,30	59,60
1988	222,40	158,50	63,90
1989	268,99	221,19	47,80
1990	331,69	258,81	72,88
1991	345,79	261,59	84,20
1992	368,03	298,17	69,86
1993	433,39	283,33	150,06
1994	685,41	400,00	285,41
1995	771,35	427,23	344,12
1996	710,70	371,92	338,78
1997	616,90	315,32	301,58
1998	902,54	303,36	599,18
1999	886,38	276,35	610,03
2000	849,12	239,09	610,03

Fuente: (Banco Central, 2001)

La información del Banco Central (2001) corresponde a 21 empresas que representaban en 1999, 97,15% de la producción de oro de mina. Las reservas y recursos de oro de Chile aumentaron más de 8,5 veces entre 1985 y 2000, según se aprecia en la figura 7.5. El mayor aumento en reservas fue en el año 1994, cuando se descubrieron 5 nuevos yacimientos. En 1998 se terminó el estudio de factibilidad de un proyecto que aumentó notablemente las reservas.

Al ritmo de producción del año 2000, los recursos totales de oro alcanzaban para producir durante 15,7 años.

7.1.1.3 Recursos y reservas de Carbón

El cuadro 7.3 presenta la información de recursos y reservas de carbón recopiladas por el Banco Central. Esta información corresponde a reservas demostradas (económicas) y a recursos demostrados e inferidos, incluso si éstos eran marginales o sub-económicos. Se excluyeron las reservas y recursos hipotéticos y especulativos.

CUADRO 7.3: RESERVAS Y RECURSOS DE CARBÓN
(MILLONES DE TON)

	Recursos totales	Reservas	Otros recursos
1985	50,08	20,02	30,06
1986	120,51	71,91	48,60
1987	119,20	70,97	48,23
1988	116,56	68,93	47,63
1989	121,11	71,60	49,51
1990	117,94	69,01	48,93
1991	135,61	52,62	82,99
1992	133,19	50,75	82,44
1993	130,40	49,15	81,25
1994	205,27	56,78	148,49
1995	203,88	55,38	148,50
1996	161,97	35,46	126,51
1997	161,60	35,09	126,51
1998	161,18	34,67	126,51
1999	160,50	33,99	126,51
2000	160,00	33,49	126,51

Fuente: (Banco Central, 2001)

La información del Banco Central (2001) corresponde a 7 empresas y 13 faenas mineras que en 1999 representaban el 92,95% de la producción de carbón. La figura 7.6 muestra que las reservas y recursos totales se mantuvieron constantes en el período 1996-2000. En 1994 se observa un aumento de los recursos totales de aproximadamente un 45%. Los recursos totales de

carbón habrían alcanzado en el año 2000 para abastecer la producción chilena durante 300 años. Este aumento en la vida útil, se explica principalmente por la disminución progresiva de la producción de carbón de Chile.

Como es ampliamente conocido, la producción de carbón se redujo fuertemente en 1998, ya que la calidad de las reservas y recursos de este mineral no permitían lograr una explotación económica. Este es un caso claro en que, si bien las reservas físicas existían e incluso crecieron, ocurrió el agotamiento de las reservas económicamente explotables.

7.1.1.4 Recursos y reservas de Litio

Los recursos y reservas de Litio de Chile se sitúan en las salmueras del Salar de Atacama, las que son explotadas para producir Litio, Boro y sales potásicas, por la Sociedad Chilena de Litio, empresa perteneciente al consorcio alemán Metallgesellschaft, y por SQM Salar, filial de Soquimich. Las más exhaustivas estimaciones publicadas sobre reservas y recursos fueron realizadas en 1977 (Evans, 1978) y concluyeron en la existencia de 1,29 millones de toneladas de reservas clase A (probadas mediante exploración sistemática), y 3,0 millones de toneladas de reservas inferidas por información geológica. En 1986, Lithium Australia Ltd. Prospectus, estimó reservas probadas y probables de 1,5 millones de toneladas, mientras que el Bureau de Minas de los Estados Unidos (USBM, 1986), estimó 2,68 millones de toneladas de recursos identificados. En 1988, esta misma institución estimó que las reservas base eran de 1,36 millones de toneladas. En 1989 un grupo liderado por Haigh (Haigh, 1989) estimó que los recursos de Litio de Chile eran 1,52 millones de toneladas. Finalmente, el año 2000 el USBM (USBM, 2001) consideró que las reservas base de Litio de Chile serían de 3,0 millones de toneladas, lo que significaría un aumento de más de 100% con respecto a su estimación de 1988. No existen, sin embargo, antecedentes para avalar dicho aumento de reservas por cuanto no se habría realizado exploración de esa magnitud en el período 1988-2000, lo que

Figura 7.6: Reservas y recursos de carbón de Chile.

Fuente: Banco Central, 2001.

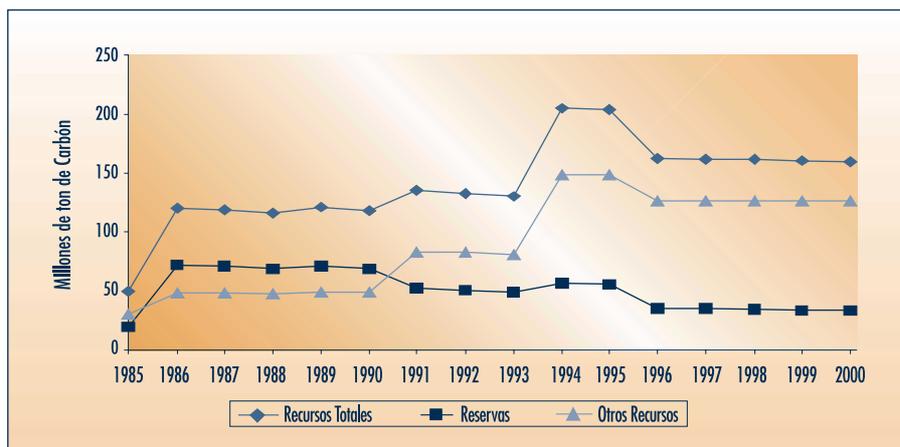
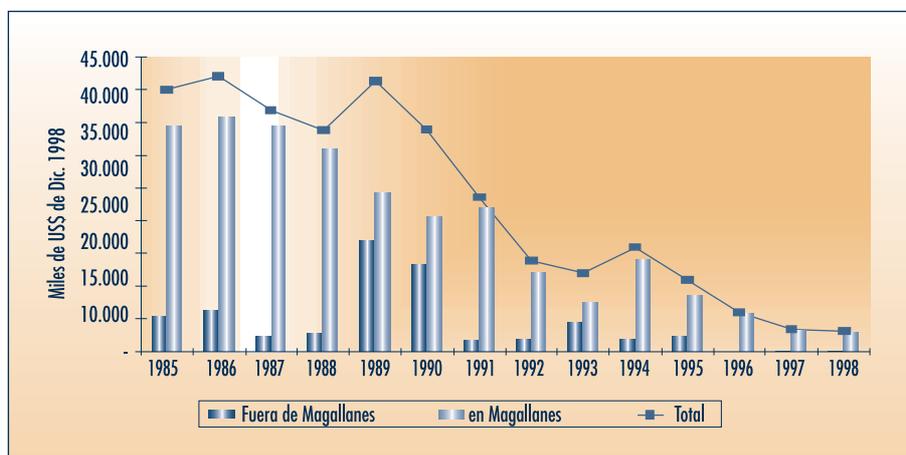


Figura 7.7: Inversión en exploración de Enap, dentro y fuera de Magallanes.

Fuente: (Enap, 2000).



hace suponer que la cifra citada por el USBM en el 2000 se deba a un error de transcripción.

El ritmo de consumo mundial de Litio creció en 4,5% anual promedio desde 1966 a 1996, llegando a 7800 toneladas en ese último año (Roskill, 1999). La vida útil de las reservas de Chile, citadas en el 2000 por el USBM, durarían cerca de 380 años si Chile tuviera que abastecer a la totalidad del mercado mundial y 1130 años si tuviere que abastecer la producción de Chile de 1996.

Se estima que en 1998 Chile tenía el 31,9% de las reservas mundiales de este metal. Bolivia tenía el 57,4%, EE.UU. el 4,3%, Canadá el 3,8%, Australia el 1,7% y los demás países el resto. En 1986 la segmentación de reservas de Litio por país era muy similar (USBM, 1986b).

7.1.1.5 Recursos y reservas de Petróleo

No se tuvo acceso a la información de recursos y reservas de ENAP en Chile. Se dispuso de información sobre inversión en exploración realizada por dicha empresa, la que es presentada en la figura 7.7 (ENAP, 2000). Se aprecia que la inversión ha ido declinando hasta llegar a menos de 5 millones de dólares en 1998. Esta información, sumada a la información sobre producción (ver sección 7.1.2), permite deducir que las reservas de ENAP son mínimas en relación a la demanda interna y que ellas no permitirían revertir la declinación de la producción de petróleo de dicha empresa en Chile.

7.1.2 Análisis del impacto ambiental de la minería metálica

7.1.2.1 Impacto de la minería del cobre en la calidad del aire

En esta sección se analiza el cumplimiento de los Planes de Descontaminación de tres de las siete fundiciones de cobre que operan en Chile. Chuquicamata, Hernán Videla Lira, conocida también como Paipote, y Ventanas, son tres de las siete fundiciones de cobre que operan en Chile en el año 2000. Dichas fundiciones producen el 32,5, 5,0 y 8,1% respectivamente de la producción de cobre fundido de Chile, haciendo un total de aproximadamente 640 mil toneladas.

En la figura 7.8 se presentan los datos de emisión total, captación total y aporte total de azufre para las siete fundiciones de cobre que operan en Chile, las que incluyen, además de las mencionadas, a las fundiciones de Altonorte, Potrerillos, Chagres y Caletones. Se observa que a pesar del aumento de un 21% del concentrado fundido entre 1990 y el 2000, la emisión de azufre se redujo en 52%. Al concluirse los planes de descontamina-

ción en el año 2003, la emisión de azufre debería reducirse en un 27,7% respecto al año 2000, mientras que la producción de cobre de las fundiciones subiría un 9% con respecto al mismo año.

En virtud del Decreto 185 del Ministerio de Minería, dictado en 1991, se declararon zonas saturadas a las aledañas a las fundiciones de Ventanas, Chuquicamata y Paipote. Dentro de las obligaciones derivadas de la declaración de zona saturada, estas tres fundiciones debieron presentar un plan de descontaminación para que, en un plazo prudente, cada una disminuyera gradualmente sus emisiones de gases hasta un punto en el cual se garantizara el cumplimiento de las normas de calidad de aire dispuestas para el SO_2 . El nivel máximo de emisiones que garantiza el cumplimiento de la normativa de calidad del aire, se establece mediante la utilización de un modelo de dispersión de contaminantes que considera los parámetros de emisión y las características de la zona afectada, tales como la topografía, climatología, etc.

En 1992 se aprobó el plan de descontaminación de la Fundición de Ventanas, y en 1993 y 1994, se aprobaron los planes de descontaminación de

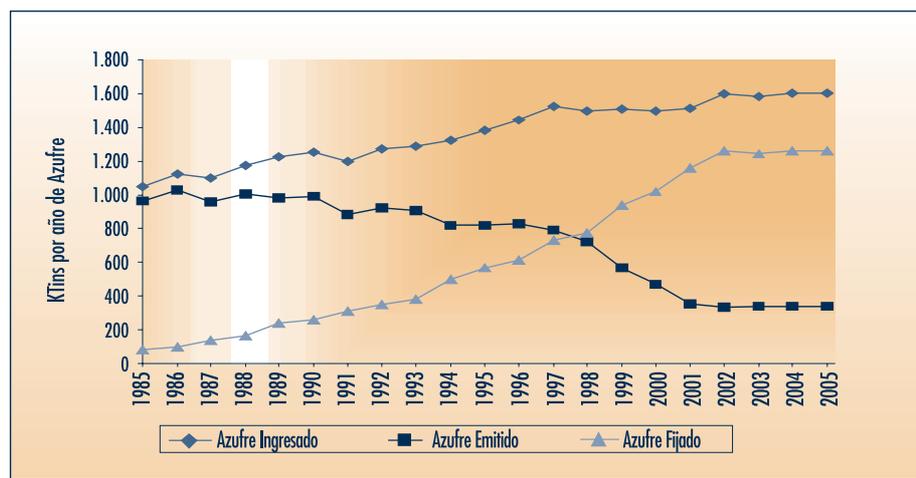


Figura 7.8: Producción de cobre blíster en fundiciones chilenas; emisión y captación de azufre en fundiciones chilenas.

Fuente: Cochilco, 2002 y Lagos, 1999.

las fundiciones de Chuquicamata y de Paipote, respectivamente. Cabe agregar que los plazos para cumplir los planes en lo que se refiere a la norma de calidad de aire, fueron el 31 de diciembre de 1999 para las fundiciones de Chuquicamata y Paipote, y el 30 de junio de 1999 para la Fundición de

Ventanas. Para más detalle ver Capítulo I, Aire.

Las fundiciones de Caletones -ubicada en la mina El Teniente- y de Potrerillos -ubicada en las inmediaciones de la mina El Salvador-, no serán analizadas por cuanto sus planes de descontami-

nación fueron aprobados recientemente (en 1998 y 1999, respectivamente) y no existen datos para analizar la reducción de sus emisiones. La fundición de Chagres no fue sometida a un plan de descontaminación ya que era la única fundición de cobre en Chile que cumplía con la norma establecida en la Resolución 1215 de 1978 del Ministerio

de Salud. Finalmente, la fundición de Refimet, hoy Altonorte, comenzó sus operaciones en 1993, por lo que debió realizar un Estudio de Impacto Ambiental, comprometiéndose a cumplir con la normativa vigente. El cuadro 7.4 resume el calendario de reducción de emisiones para las 3 fundiciones analizadas:

CUADRO 7.4: METAS DE EMISIÓN COMPROMETIDAS EN LOS PLANES DE DESCONTAMINACIÓN (EMISIONES EXPRESADAS EN TONELADAS ANUALES DE AZUFRE)

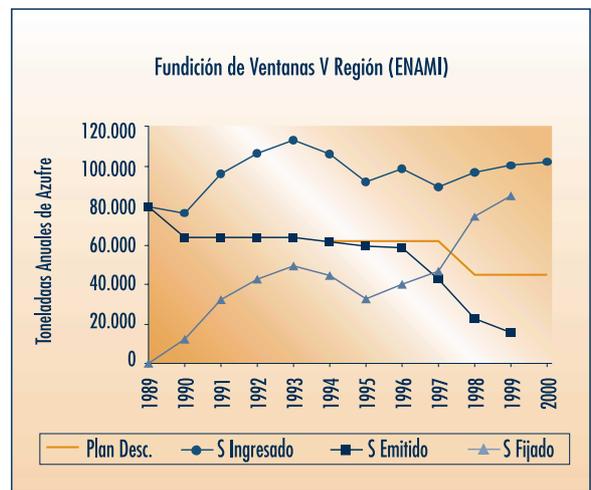
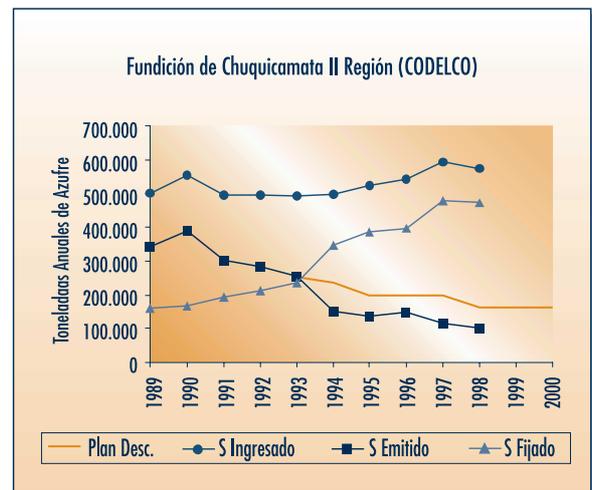
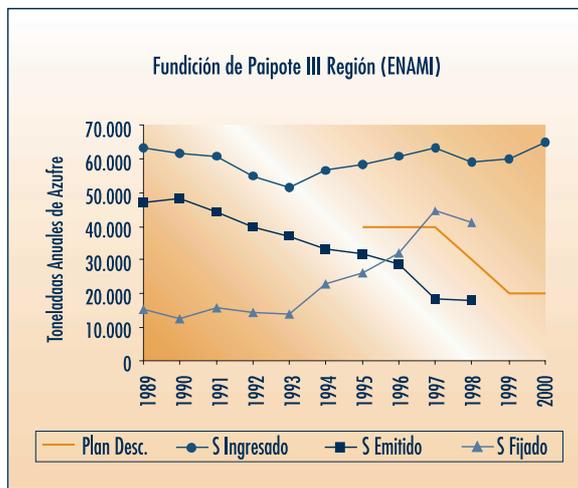
Fundición	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Chuquicamata	252.000-	234.000-	198.000-	198.000-	198.000-	162.000-	
Paipote			39.900-	39.900-	39.900-	30.000-	20.000-
Ventanas	62.000	62.000-	62.000-	62.000-	62.000-	45.000-	

Fuente: (Cochilco, 2002).

La Figura 7.9 muestran la implementación de estos planes y dan cuenta de cómo estas tres fundiciones han cumplido con los planes de abatimiento.

En los tres casos se puede apreciar que el nivel de azufre emitido (según información de CONAMA, 2002) ha estado siempre por debajo del límite prometido en el Plan de Descontaminación. Los gráficos muestran también el azufre ingresado a la fusión (estimación de Lagos, 1999) y el azufre captado. Este último es la resta del azufre ingresado menos el emitido. En los tres casos, la disminución de las emisiones se debe a un aumento de la capacidad de captación y posterior conversión del SO₂ en ácido sulfúrico (H₂SO₄).

Figura 7.9: Análisis del cumplimiento de los planes de descontaminación de las fundiciones.



Fuente: Elaboración propia

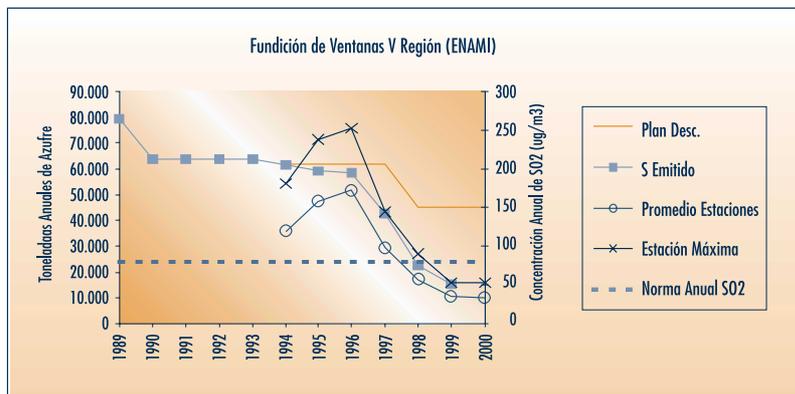
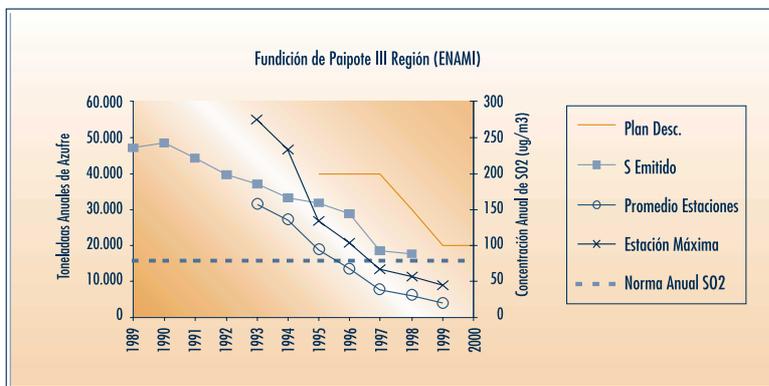
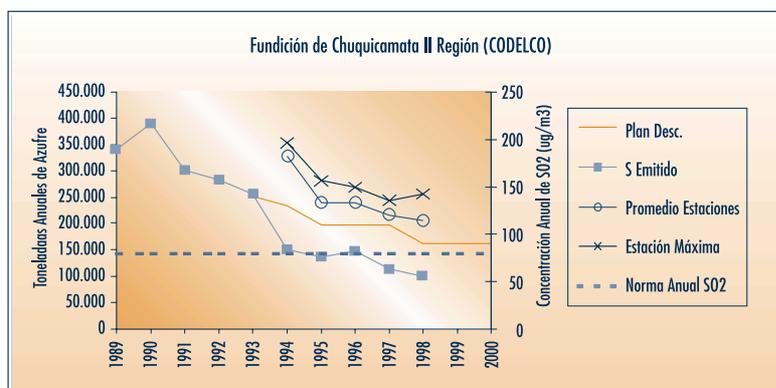
Paipote, Chuquicamata y Ventanas (Fuentes: azufre emitido, Conama, 2002; azufre ingresado y fijado, estimación propia). Datos disponibles en CONAMA hasta el año 1998 para la Fundición de Paipote y Chuquicamata y hasta el año 1999 para la Fundición de Ventanas (figura 7.10).

El éxito o el fracaso de los planes de descontaminación, en último término se debe evaluar verificando que como consecuencia de la disminución de las emisiones, se induzca, un mejoramiento en la calidad

del aire en las zonas aledañas y a un cumplimiento de la normativa de calidad del aire. Las siguientes figuras muestran las emisiones reportadas por cada fundición (en toneladas de S por año), la concentración promedio de SO₂ anual medido en las estaciones existentes para cada fundición, y la concentración de SO₂ anual máxima medida en alguna de las estaciones de monitoreo. (CONAMA, 2002; Lagos, 1999)

Datos disponibles en CONAMA hasta el año 1998 para la Fundición Chuquicamata, hasta el año

Figura 7.10: Emisiones de azufre y calidad del aire en las fundiciones: Paipote, Chuquicamata y Ventanas.



Fuente: CONAMA, 2002.

1999 para Paipote y hasta el año 2000 para la Fundición de Ventanas (CONAMA, 2002).

En el caso de la fundición de Paipote (ENAMI, III Región), se aprecia que en 1999 en la zona saturada inducida por la fundición, el promedio de la concentración media anual de las estaciones estuvo por debajo de la norma (80 mg/m^3). Durante el año, en la ciudad de Copiapó no se superó la norma diaria y sólo 2 veces se excedió la norma horaria.

En la fundición de Ventanas (ENAMI, V Región), en el año 2000 fue cuando se alcanzó el mínimo de emisiones, las que fueron menos de un tercio de las emisiones comprometidas en el Plan de Descontaminación. Las 5 estaciones de monitoreo de la calidad de aire tuvieron una media anual de SO_2 de 40 mg/m^3 , y todas las estaciones estuvieron por debajo de la norma anual. Para la norma horaria la situación es distinta: sólo una de las 5 estaciones de monitoreo tuvo un promedio horario bajo la norma; las otras 4 estaciones presentaron concentraciones superiores. Cabe señalar que a esta fecha el plan de descontaminación de esta fundición se encontraba finalizado. A estos antecedentes hay que agregar que en la zona de esta fundición opera, además, la Central Termoeléctrica de Gener, la que podría haber conducido a esta situación.

No se pudo tener acceso a la información actualizada de emisiones de la fundición de Chuquicamata, la cual no se encontraba disponible en la CONAMA regional. En 1998 la fundición de Chuquicamata (CODELCO, II Región), pese a haber cumplido consistentemente con los niveles de emisión aprobados por el plan de descontaminación, superaba la norma de calidad para el SO_2 . En 1998,

cuando la fundición alcanzó el nivel de emisión mínimo que correspondía a un 38% menos de lo prometido en el Plan, el promedio de la concentración anual de SO_2 medida en las 3 estaciones existentes, fue de 114 mg/m^3 , siendo la concentración máxima anual medida de 142 mg/m^3 . La norma diaria fue superada 49 veces en 1998. No hay reporte de la norma secundaria. Esto último demuestra que en el caso de la fundición de Chuquicamata, el modelo de dispersión no fue adecuado para describir la situación real.

Dada la falta de información actualizada por parte de la CONAMA, fue imposible realizar un análisis completo de la evolución de los planes de descontaminación.

7.1.3.2 Impacto de la minería del cobre en el recurso agua

Esta sección analiza el uso del agua en la minería en las regiones Primera a Cuarta, en donde la actividad minera es muy importante respecto al resto de las actividades económicas. Asimismo, se analiza el contenido metálico de las aguas del Río Loa, y se estudia la correlación entre dicho contenido y la actividad minera regional.

Uso del agua

La figura 7.11 muestra la evolución de la demanda de agua en m^3/s por parte del sector minero a nivel regional. También se muestra una proyección para el año 2015 (DGA, 1996). Esta proyección no ha sido actualizada.

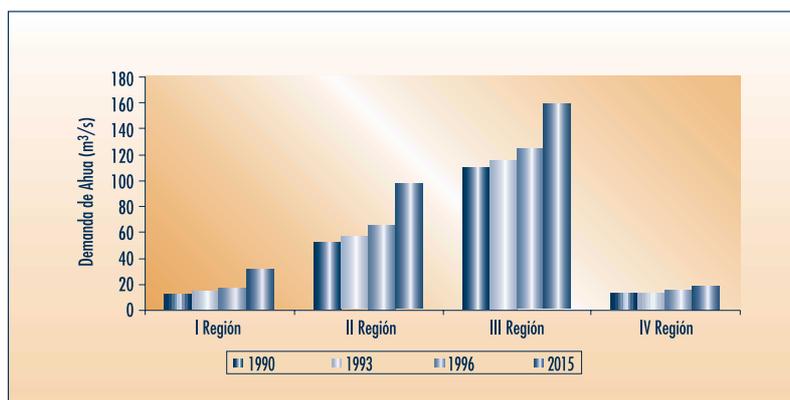


Figura 7.11: Demanda de agua del sector minero, por región.

Fuente: DGA, 1996.

La información incluye la captación superficial de aguas y de algunas fuentes subterráneas desde la Primera a la Cuarta Región. Se observa que la Tercera Región en 1999 tiene el doble de consumo de agua que la Segunda Región, pese a que produce 5,5 veces menos cobre que ésta. Esta diferencia en producción de cobre podría quedar contrarrestada por la producción de fierro de la Tercera Región, la que es masiva.

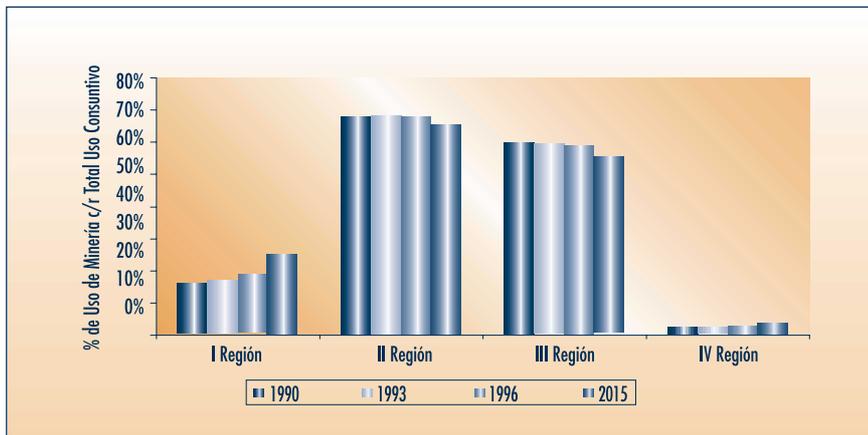
La minería compite con los otros sectores económicos regionales por el agua disponible. La figura 7.12 muestra el porcentaje de agua consumido por la minería con respecto al total de usos consuntivos de agua por región. Dentro de los usos consuntivos se incluye: consumo agrícola, agua potable,

consumo industrial y minería, y se excluye el uso energético por ser éste del tipo no consuntivo.

Las figuras 7.13 muestran la evolución del consumo de agua del sector minero en el periodo 1989-1999 y la evolución de la producción de cobre, oro y plata en el mismo periodo para las regiones I, II, III y IV.

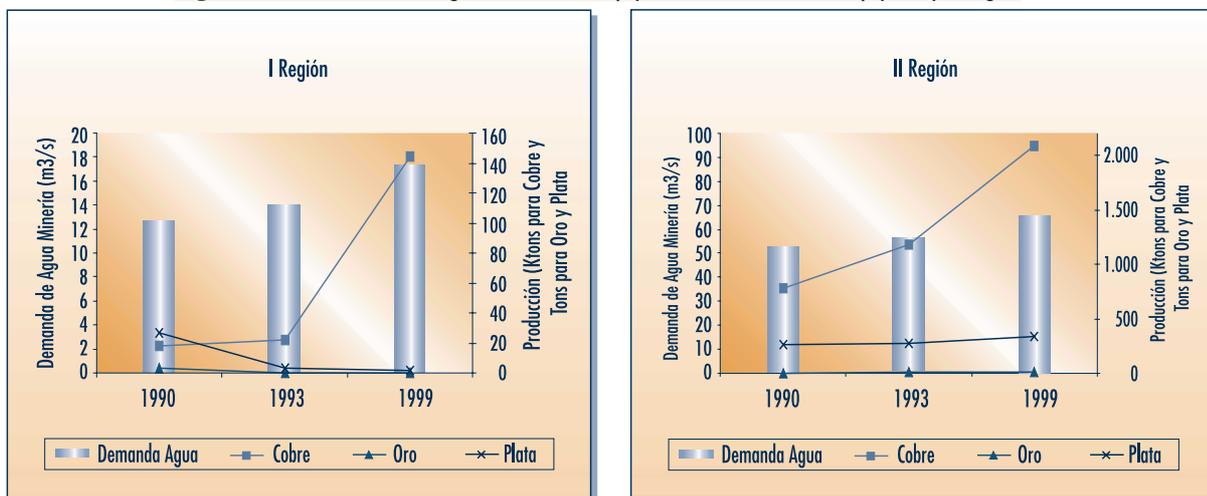
Nuevamente es posible observar que el consumo de agua citado por la DGA (1996) no es proporcional al incremento de la actividad minera, lo que hace suponer que dicho consumo no considera todas las fuentes a las que accede la minería y que la eficiencia del uso del agua varía en las distintas regiones.

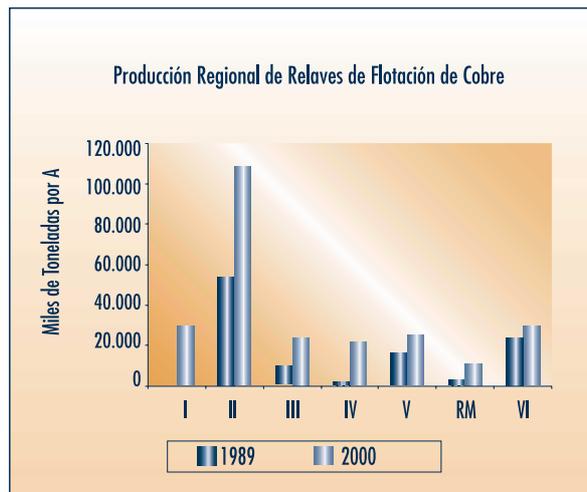
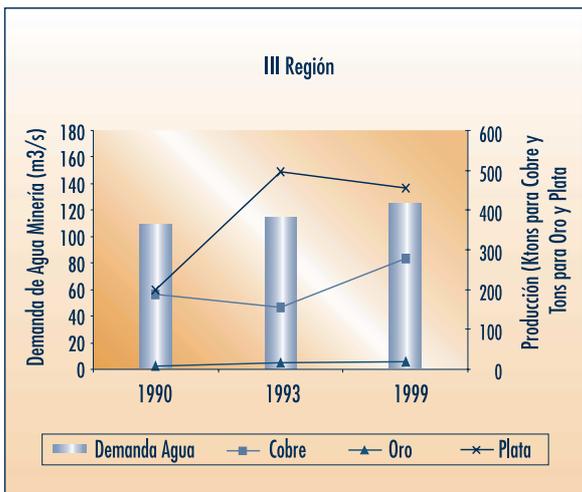
Figura 7.12: Uso de agua de la minería con respecto al total de uso consuntivo.



Fuente: DGA, 1996.

Figura 7.13: Consumo de agua de la minería y producción de cobre, oro y plata por región





Fuente: DGA, 1996

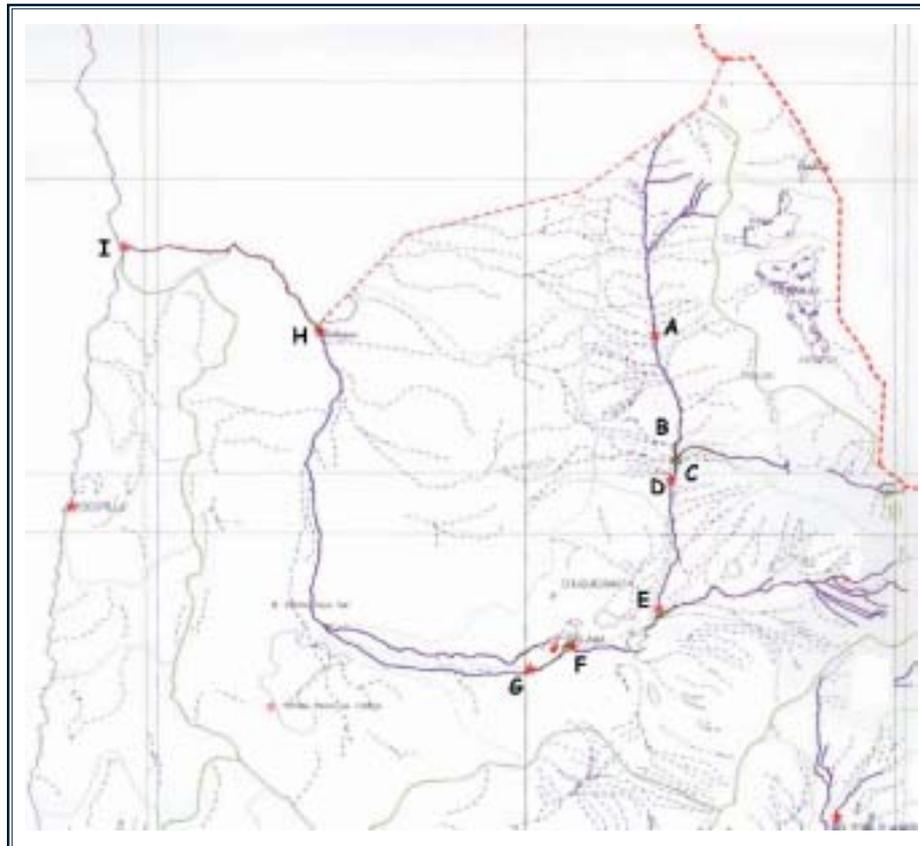
Calidad del agua

La DGA mantiene una red de monitoreo anual de la calidad del agua de las principales cuencas del país. En esta sección se analizará el caso de la cuenca del río Loa, por ser ésta la principal cuenca

hídrica de la II Región, la más importante región productora de cobre de Chile. Ver Capítulo 2, Aguas Continentales.

La figura 7.14 muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo consideradas para el presente análisis.

Figura 7.14: Mapa del Río Loa en la II Región. Se indica las estaciones de monitoreo de la calidad del agua utilizadas por la DGA.



Fuente: DGA, 2002

Las estaciones de monitoreo están identificadas con las letras “A” a la “I”. La estación A está al inicio de la cuenca del río, mientras que la I se ubica en la desembocadura. El nombre de cada estación en particular se presenta en el cuadro 7.5

CUADRO 7.5: NOMBRE DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE LA DGA EN EL RÍO LOA CONSIDERADAS EN ESTE ESTUDIO.

N°	Estación
A	Río Loa en represa Lequegna
B	Río Loa en Quinchamales
C	Río Loa en Alcantarilla Conchi N°2
D	Río Loa en salida Embalse Conchi
E	Río Loa antes junta río Salado
F	Río Loa en Yalquincha
G	Río Loa en Finca
H	Río Loa en Quillagua
I	Río Loa en Desembocadura

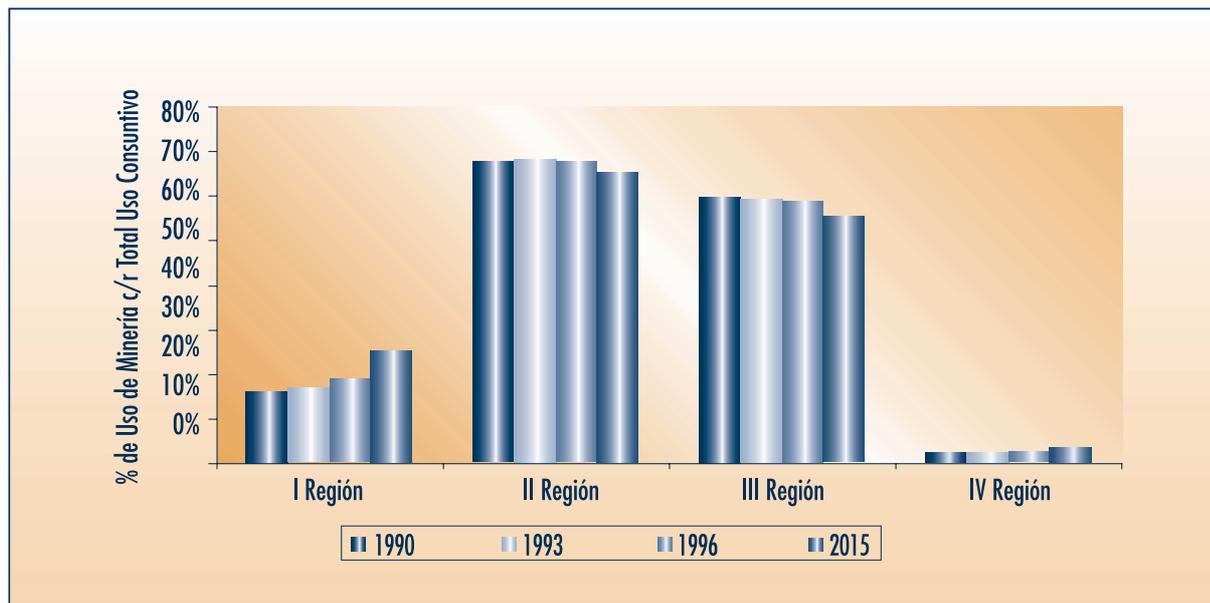
Fuente: DGA, 2002

La figura 7.15 muestra la concentración de arsénico (en mg/l.) medida por la DGA en las 9 estaciones antes mencionadas entre los años 1987 y 1999. (DGA, 2002) También se muestra la Norma Chilena de riego para el Arsénico, la que corresponde a 0,1 mg/l. Cabe señalar que la norma para agua potable es de: 0,05 mg/l.

Como se aprecia en la figura 7.15, el río Loa ha superado consistentemente la norma de riego y de agua potable para el Arsénico. Entre la estaciones A (en represa Lequegna) y la estación E (antes de la Junta con el Río Salado), la norma de riego se superó en promedio en dos veces. Se observa que la concentración de arsénico aumenta desde la desembocadura del Río Salado (Estación E) hacia la costa, hasta llegar a un máximo de 25 veces de excedencia de la norma de riego, en la Estación del Río Loa en Quillagua.

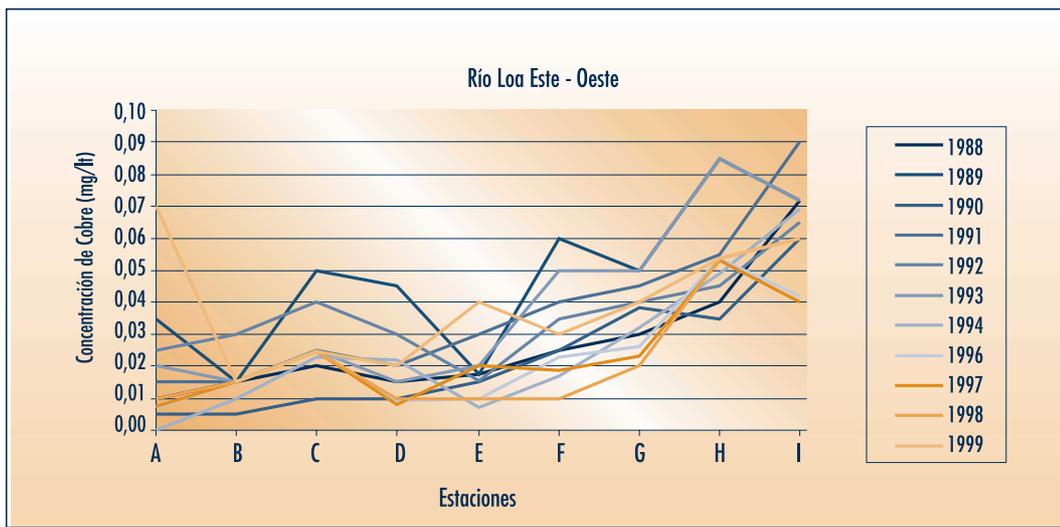
La figura 7.16 muestra la concentración de cobre (en mg/l) medida por la DGA en las 9 estaciones antes mencionadas entre los años 1988 y 1999 (DGA, 2002).

Figura 7.15. Concentración de arsénico (en mgr/l) medida por la DGA en 9 estaciones del Río Loa entre los años 1987 y 1999 (excepto 1995)



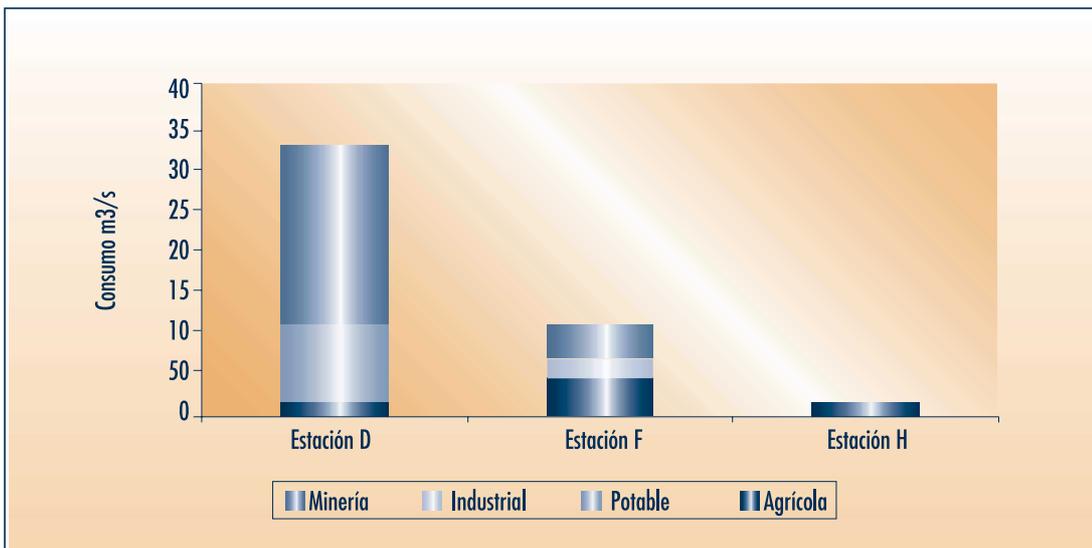
Fuente: DGA, 2002.

Figura 7.16 Concentración de cobre (en mg) medida por la DGA en 9 estaciones en el Río Loa entre los años 1988 y 1999 (excepto 1995).



Fuente: DGA, 2002.

Figura 7.17: Uso del agua en la estaciones D, F, y H del Río Loa.



Fuente: DGA, 1996.

De esto se deriva que ninguna estación supera la norma chilena de riego para el cobre, la cual es de 0,2 mg/l, y se ve un aumento consistente de la concentración de cobre desde el nacimiento hasta la desembocadura.

La figura 7.17 muestra el uso del agua en la estaciones D, F, y H. En las dos últimas hay un importante uso agrícola de las aguas, aun cuando se supera ampliamente la norma de Arsénico. En la estación D, en

donde también se supera ampliamente la norma de arsénico, parte del agua se utiliza como agua potable.

La figura 7.18 muestra el comportamiento que ha tenido la producción de cobre de las faenas mineras que se encuentran en la cuenca del río Loa (Chuquicamata, El Abra y Radomiro Tomic) y la concentración de arsénico que se ha detectado en la estación de monitoreo más cercana y ubicada aguas abajo de estas faenas.

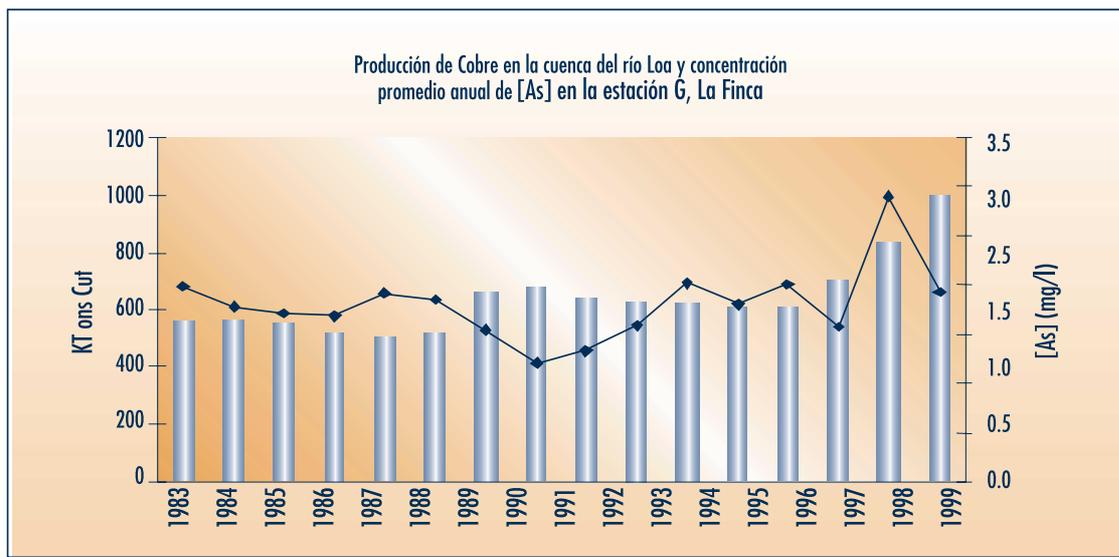


Figura 7.18: Producción de cobre en las minas Chuquicamata, Radomiro Tomic y El Abra, y concentración de arsénico en la estación de medición de calidad del agua de la DGA, aguas abajo de dichas faenas mineras (No hay antecedentes disponibles de calidad de agua para el año 1995).

Fuente: DGA, 1996.

No se encontró una correlación entre los niveles de producción de cobre de las faenas mineras que se ubican cercanas a la cuenca del río Loa y la concentración de arsénico aguas abajo en este río.

7.1.2.3 Impacto de la minería del cobre en la generación de residuos sólidos

El proceso de extracción y recuperación de metales desde un yacimiento minero genera residuos masivos de dos tipos: residuos provenientes del proceso de recuperación del metal valioso (relaves, escorias y rípios), y material de descarte de la mina que no ha entrado a los procesos de beneficio (estéril). El anexo 3 contiene una definición del significado de relaves, escorias, rípios y estériles.

La estimación del volumen total de residuos masivos de la minería del cobre se realizó mediante la utilización de “factores de emisión”, los cuales entregan un promedio esperado de generación unitaria de este tipo de residuos por tipo de proceso. El cuadro 7.6 entrega los factores de generación de

residuos sólidos masivos elaborados para la minería del Cobre y el Oro en Chile para el año 1998 (SGA, 1998). Cabe agregar que cada índice ha sido calculado a partir de una sola faena minera, por lo que su uso para toda la minería del cobre podría contener errores significativos de sobre o sub-estimación, dependiendo del origen del dato.

CUADRO 7.6: FACTORES DE EMISIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MASIVOS DE LA MINERÍA DEL COBRE Y DEL ORO

Residuo	Factor de Emisión
Relave de flotación	80 ton/ton Cu
Escoria de fundición	1.8 ton/ton Cu
Rípios de lixiviación	190.5 ton/ton Cu
	1500 ton/kg Au
Estéril de mina	377 ton/ton Cu
	315 ton/kg Au

Fuente: DGA, 1998

El cuadro 7.7 presenta la generación anual de residuos masivos de la minería del cobre chilena en

miles de toneladas. Estos tonelajes fueron estimados utilizando los factores de emisión del Cuadro 7.6 y con datos de producción de 35 faenas mineras grandes y medianas, y la producción total de la pequeña minería. Obviamente, se excluyeron las minas subterráneas para la estimación de estéril.

CUADRO 7.7: ESTIMACIÓN DE RESIDUOS MASIVOS GENERADOS POR LA MINERÍA DEL COBRE EN 1989 Y 2000.

Año	Relaves (miles de ton)	Ripios (miles de ton)	Escoria (miles de ton)	Estéril (miles de ton)
1989	109.625,6	25.584,2	2.066,4	567.214,7
2000	249.60,0	262.509,0	2.583,0	1.694.615,0
Variación (%)	127,5%	926,1%	25,0%	198,7%

Fuente: DGA, 2002.

En el transcurso de la década se han producido significativos avances en el diseño y técnicas de explotación de yacimientos mineros, así como en la pirometalurgia del cobre. Para el caso de los relaves y los rípios de lixiviación, puede considerarse que los factores de emisión estimados para el año 1998 son equivalentes a los del año 1989 ya que las modificaciones tecnológicas de estos procesos no han disminuido significativamente los re-

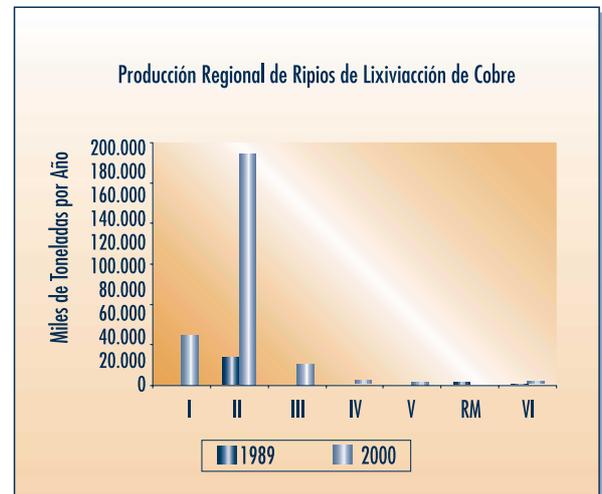
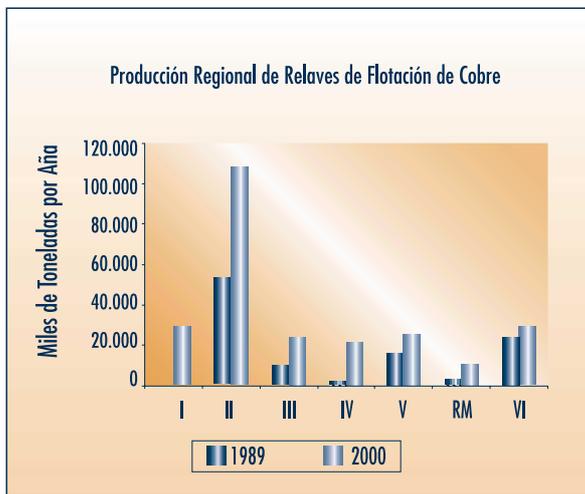
siduos. En los casos del estéril y las escorias, ha habido cambios tecnológicos que podrían haber modificado dichos factores de emisión.

El cuadro 7.7 muestra, además, el crecimiento de la generación de residuos mineros en el periodo 1989 y 2000, la que se debe al incremento sostenido de la producción de cobre en el mismo periodo, la cual subió de 1,61 millones de toneladas de cobre fino en 1989 a 4,6 millones en el 2000.

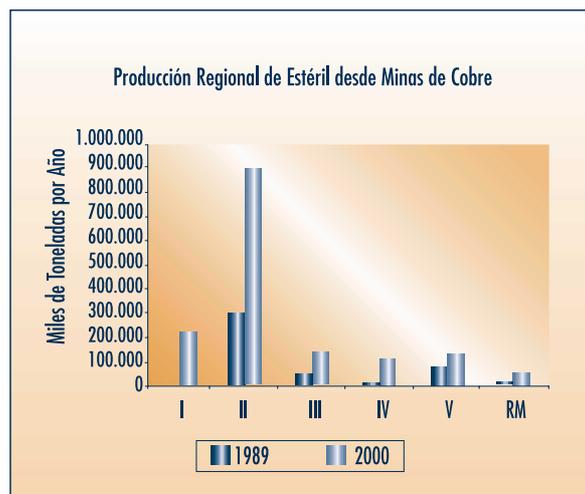
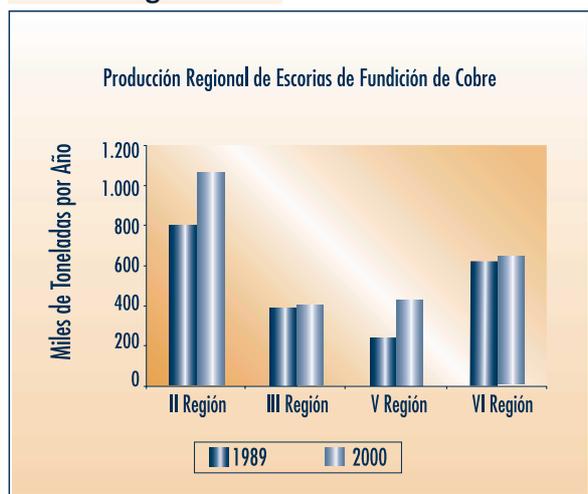
El riesgo generado por la disposición de estos residuos depende fuertemente de la ubicación y el tipo de manejo de cada uno de ellos, por lo que no es posible deducir de estas cifras, conclusiones respecto a los impactos ambientales generados. Las siguientes figuras muestran la evolución que ha tenido por región la generación de residuos masivos de la minería del cobre, en el periodo 1989 – 2000.

El manejo “ambiental” de los residuos mineros ha sido abordado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) con los siguientes instrumentos legales: el “Reglamento de Seguridad Minera”, el Decreto Ley N° 86 del Ministerio de Minería, que regula la construcción y operación de tranques de relaves y la Ley Marco del Medio Ambiente (19.300).

Figuras 7.19: Generación de rípios, relaves, estéril y escorias en las diversas regiones mineras de Chile.



Continuación Figuras 7.19:



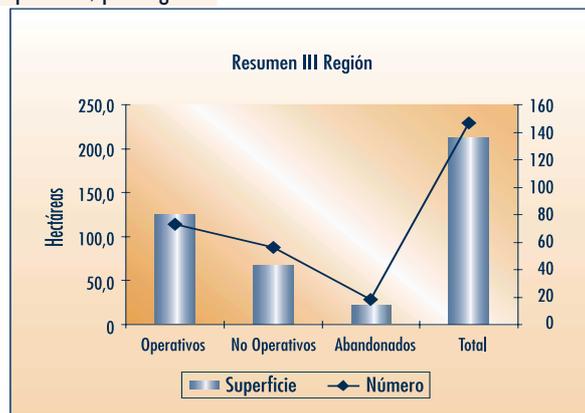
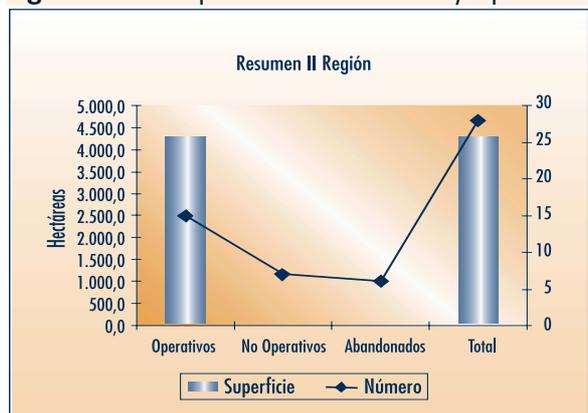
7.1.2.4 Impacto ambiental del abandono de faenas mineras

En la actualidad en Chile no existe una legislación que vele por el adecuado cierre de las faenas mineras, una vez que éstas terminan su vida útil, lo que se traduce en que hoy existen muchas faenas mineras que se encuentran abandonadas, produciendo impactos negativos o riesgos a la salud y al ambiente.

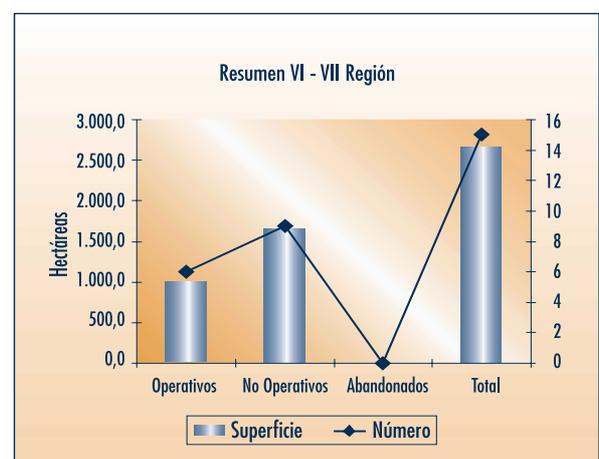
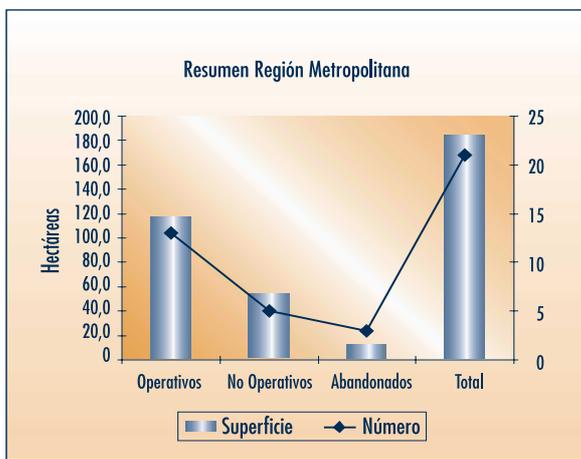
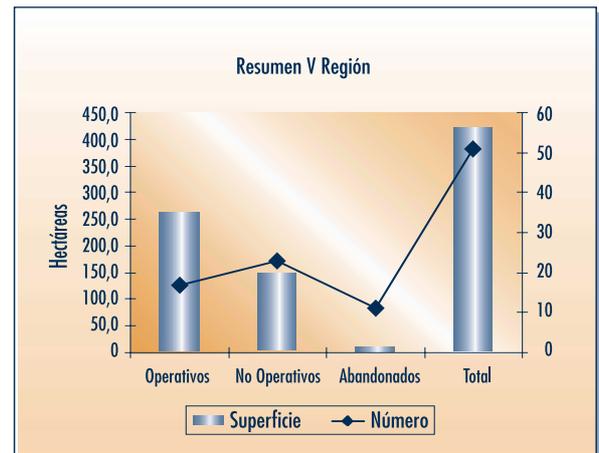
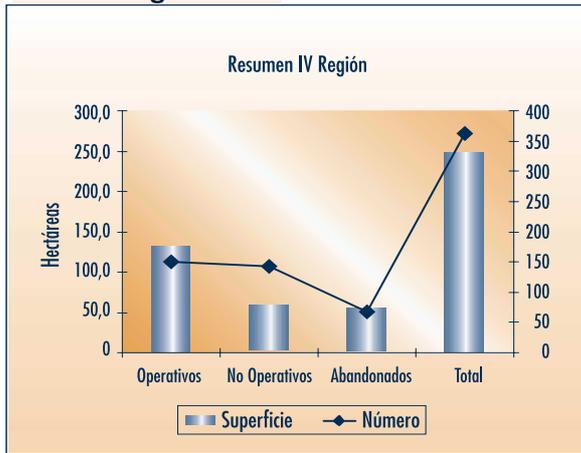
Dentro de los impactos ambientales más relevantes que se pueden producir debido al abandono de una faena minera están: los riesgos de contaminación de ríos, lagos, bordes costeros, etc., problemas de seguridad y riesgo por falla sísmica o por falla debido a inundaciones, crecidas, avalanchas, emisión de material particulado, alteraciones estéticas y paisajísticas, drenaje ácido, etc.

La principal fuente de información en materia de abandono de faenas mineras es el Catastro de Tranques de Relave elaborado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) entre los años 1989 – 1990, el que entregó una “foto” del estado de los tranques de relaves (no incluye botaderos de estéril, rípios u otras instalaciones) del año 1989 desde el punto de vista de seguridad geomecánica y haciendo algunas alusiones al estado ambiental y a sus posibles impactos. Durante 1999, el Ministerio de Minería ha realizado un estudio tendiente a identificar estas faenas abandonadas y priorizarlas desde un punto de vista de riesgo ambiental, con objeto de definir un plan de rehabilitación. La figura 7.20 muestran un resumen del número de tranques de acuerdo a su condición de operativos, no operativos y abandonados, y las superficies cubiertas por éstos a nivel regional.

Figura 7.20: Tranques de relaves abandonados y superficie cubierta por ellos, por Regiones.



Continuación Figuras 7.20



Fuente: Sernageomin, 1989.

En resumen, entre la II y la VII Región la distribución de los tranques de relaves en 1989 era la siguiente:

CUADRO 7.9: RESUMEN DE LA SITUACIÓN DE TRANQUES DE RELAVES A NIVEL NACIONAL, 1989

Situación de los Tranques	N°	Superficie cubierta [Ha]
Tranques operativos	275	5.939
Tranques no operativos	243	1.987
Tranques abandonados	106	102
Total	624	8.028

Fuente Sernageomin, 1989.

Los principales impactos ambientales producidos por este tipo de instalaciones son:

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): alteración del hábitat costero, disminución de flora y fauna y contaminación de playas.

Tranques abandonados cerca de ciudades (Tranque Ojancos en la ciudad de Copiapó): alteración estética y paisajística, emisión de material particulado y riesgo de accidentes por fallas geomecánicas.

Tranques abandonados en el cauce de ríos (ríos Copiapó y Huasco): Riesgo de contaminación por crecidas o fallas geomecánicas, riesgo de

contaminación por percolación de aguas lluvias y drenaje ácido.

IV Región: Tranques abandonados cerca de ciudades (Andacollo): alteración estética y paisajística, emisión de material particulado y riesgo de accidentes por fallas geomecánicas.

Tranques abandonados en el cauce de ríos (río Elqui): Riesgo de contaminación por crecidas o fallas geomecánicas, riesgo de contaminación por percolación de aguas lluvias y drenaje ácido.

Tranques abandonados en zonas agrícolas (valle del Elqui): Contaminación del suelo.

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 paisajística, emisión de material particulado y riesgo 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.

Se destaca que estos impactos fueron generados por tranques que ya se hallaban abandonados en 1989. El presente análisis no incluye todos los tranques abandonados en el periodo 1989-2002, de los cuales no existe un catastro oficial.

7.1.2.5 Riesgo de generación de drenaje ácido de minas

La formación de drenaje ácido de minas (DAM) es un impacto ambiental que se produce cuando se conjugan cuatro factores (Min. Minería, 1997):

- Primero, la existencia de agua, ya sea de origen natural, como las aguas lluvia, subterráneas o de ríos; agua de proceso, tal como el agua utilizada para transportar los relaves hasta los tranques; o el agua de lavado, utilizada por ejemplo, para lavar las instalaciones.

- Segundo, que dicha agua entre en contacto con roca o material tratado (relaves, ripios de lixiviación) que ha sido removido de la mina y almacenado o depositado en botaderos, o la roca superficial de la mina misma que ha quedado al descubierto tras la explotación, ya sea de rajo abierto o subterránea.

- Tercero, que la roca o material que entra en contacto con el agua, y en presencia de oxígeno, tenga una composición tal que al producirse dicho contacto, se produzca una reacción química de oxidación que genera ácido. Esto es muy común cuando aguas de acidez neutra entran en contacto con rocas de tipo pirítico. Debe tenerse en cuenta también la capacidad de tampón de la roca que acompaña al mineral, la que en condiciones específicas, podría neutralizar el ácido generado.

- El cuarto factor es la existencia de microorganismos, que junto a la disponibilidad de dióxido de carbono, nutrientes y la presencia de elementos traza, permiten el desarrollo de dichos microorganismos y su intervención catalizadora en el proceso de oxidación.

La generación de aguas ácidas ha sido reportada en minas de cobre, zinc, plomo, níquel, uranio, plata, oro y carbón (Bell, 1996). Es un problema que se puede presentar tanto durante las etapas de operación como de cierre y abandono, siendo más frecuente en estas últimas etapas. Esto ha sido calificado como el mayor problema ambiental de la minería en los Estados Unidos (Anderson, 1993), y en Canadá se considera como uno de los mayores problemas ambientales de la minería (Taller Canadá-Chile, 1996).

Las consecuencias ambientales del DAM son variadas: se solubilizan parte de los metales contenidos en los materiales lavados, y dichos metales son transportados por las aguas hasta zonas agrícolas, fuentes de agua potable, o los sedimentos de ríos y/o el mar. La existencia de aguas ácidas con contenido metálico puede eliminar, dañar o alterar el hábitat de los cursos de agua superficiales y pueden percolar hasta las napas subterráneas, alterando su composición; también pueden dañar instalaciones de infraestructura tales como conductos de alcantarillado, rellenos sanitarios, fundaciones, etc.

En Chile el drenaje ácido de mina no había sido estudiado hasta el año 2000, en que la Unidad Ambiental del Ministerio de Minería realizó el estudio “Catastro del Potencial de Generación de Aguas Ácidas de Minas y Elaboración de Guía Metodológica para la Prevención y Control del Drenaje Ácido de Minas en Chile”, cuyo objetivo principal fue elaborar un diagnóstico y análisis del potencial de generación de drenaje ácido de minas en Chile, desde la I a la VI Región (Min. Minería, 2000).

La metodología de riesgo geográfico tiene por objetivo identificar las zonas del país, desde la I a la VI Región, en donde la actividad minera tiene mayor riesgo relativo de producir drenaje ácido debido a la presencia combinada de los cuatro factores que gatillan la producción de DAM.

El riesgo geográfico no depende de las medidas de control y/o mitigación que pueda implementar una cierta operación minera para prevenir y/o controlar el drenaje ácido. Este riesgo está asociado a la geografía *per se* y tiene por objetivo identificar las zonas geográficas en donde la presencia actual o futura de actividad minera pudiera provocar mayor riesgo de generación de drenaje ácido, y servir de guía para proyectos mineros actuales y futuros

en el momento de identificar y evaluar sus impactos ambientales.

De los cuatro factores anteriores, el oxígeno y las bacterias están presentes en todo el territorio nacional y es difícil asociar su mayor o menor presencia a las distintas zonas geográficas del país. De esta manera el riesgo geográfico fue definido en dicho estudio a partir de:

- Presencia de minerales con potencial de generación de drenaje ácido.
- Presencia de agua, evaluada a partir de las precipitaciones, cuya distribución geográfica puede ser definida analizando la distribución geográfica del valor promedio anual (mm/año).

Para evaluar el riesgo de la presencia de minerales sulfurados precursores de drenaje ácido, el país se dividió en 12 franjas geológicas cuyas características metalogénicas son comparables (cuadro 7.10). Para cada una de estas franjas se determinó la presencia de los principales minerales generadores de ácido descritos en la literatura: pirita, pirrotita, marcasita y arsenopirita. La fuente de información para realizar este análisis fue obtenida de la literatura disponible y de una encuesta realizada a las diversas faenas mineras metálicas no ferrosas del país.

CUADRO 7.10 FRANJAS METALOGÉNICAS CON SUS RESPECTIVAS FAENAS

Franja	Descripción	Faenas
F-1	Franja Metalogénica de Cobre Jurásico	Cía Minera de Tocopilla
		Minera Michilla
		Minera Rayrock Ltda.
		Cía Minera Mantos Blancos
		Cía Minera Las Luces
F-2	Franja Metalogénica de Cobre Cretácico Inferior (entre los 26° y 27° S)	Cía Minera Mantos Blancos. División Manto Verde
F-3	Franja Metalogénica de Cobre Cretácico Inferior (entre los 27° y 28° S)	Cía Minera Candelaria
		Cía Minera Punta del Cobre
		Cía Minera Ojos del Salado
F-4	Franja Metalogénica de Cobre Cretácico Inferior (entre los 29°50' y 34° S)	Cía Minera Carmen de Andacollo
		Cía Minera Dayton
		Cía Minera Disputada de Las Condes. El Soldado
F-5	Franja Metalogénica de Oro Cretácico Superior	Cía Minera CDE de Petorca
		Cía. Minera Cerro Negro
		S.L.M. Las Cenizas Uno de Cabildo
		Soc. Minera Pudahuel Ltda.

Continuación

CUADRO 7.10 FRANJAS METALOGÉNICAS CON SUS RESPECTIVAS FAENAS

Franja	Descripción	Faenas
F-6	Franja Metalogénica de Cobre-Plata-Oro del Paleoceno (entre los 19°30' y 21°30' S)	Compañía Minera Cerro Colorado Minera e Inmobiliaria Cascada S.A.
F-7	Franja Metalogénica de Cobre-Plata-Oro del Paleoceno (entre los 22° 50' y 25°55' S)	Compañía Minera Cerro Dominador Compañía Minera Lomas Bayas Cía Minera Meridian Compañía Minera Soledad
F-8	Franja Metalogénica de Cobre-Molibdeno del Eoceno superior- Oligoceno	Compañía Minera Quebrada Blanca Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi Soc. Contractual Minera El Abra CODELCO Chile Div. Radomiro Tomic CODELCO Chile Div. Chuquicamata Compañía Minera Zaldívar Minera Escondida Codelco Chile- División Salvador
F-9	Franja Metalogénica de Oro de Maricunga	Cía. Mantos de Oro Cía. Minera Maricunga
F-10	Franja Metalogénica Miocena de Oro-Plata de El Indio	Cía. Minera El Indio Cía. Minera El Indio. Mina El Tambo
F-11	Franja Metalogénica de Cobre-Molibdeno del Mioceno Superior-Plioceno	Cía. Minera Pelambres Codelco Chile-División Andina Cía. Minera Disputada de Las Condes Codelco Chile-División El Teniente
F-12	Franja de Depósitos Australes	Cía. Minera CDE Fachinal Soc. Contractual Minera El Toqui

Fuente: Min. Minería, 2000.

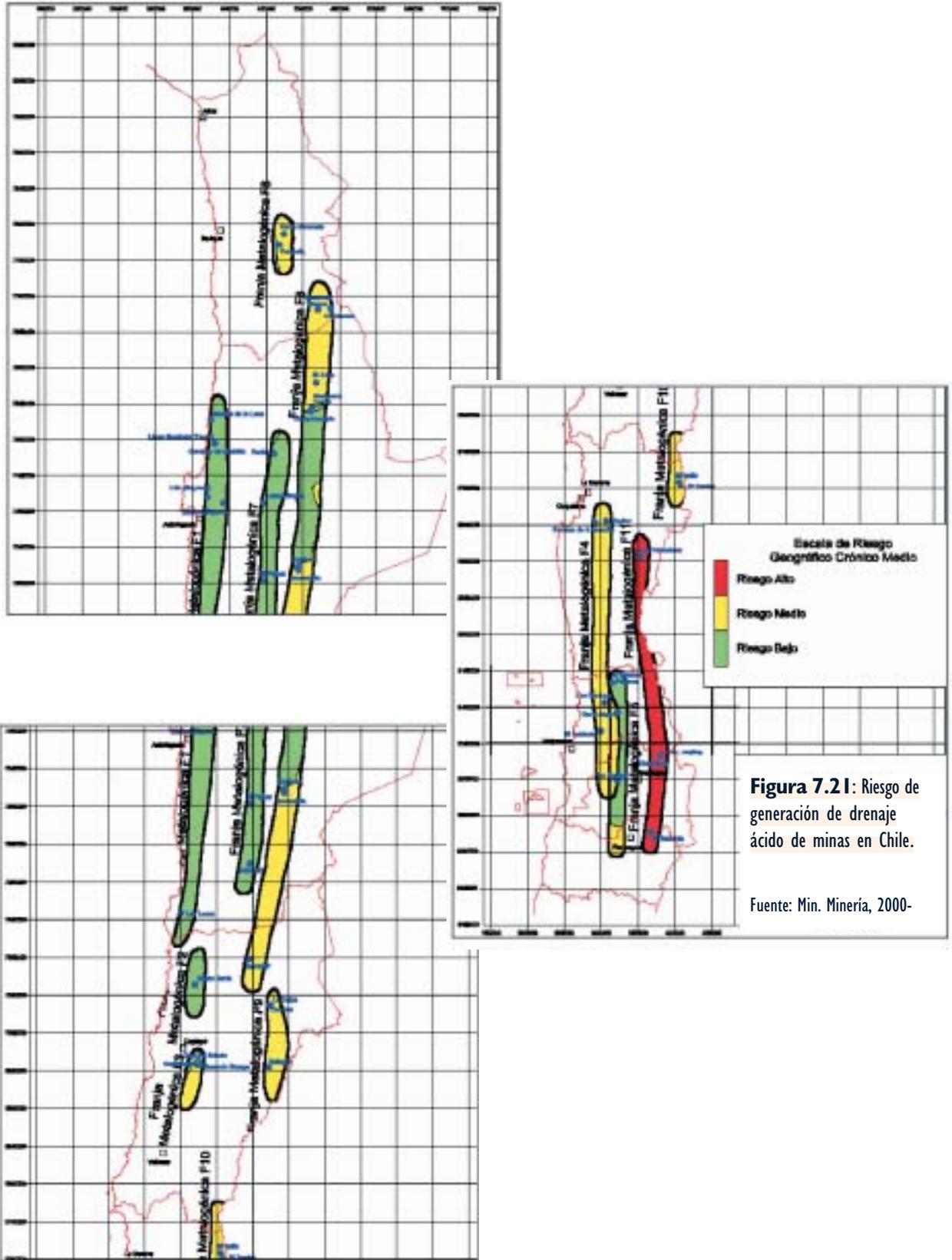
El análisis de la presencia de precipitaciones se realizó considerando los promedios anuales medidos en mm/año, los que son reportados por la DGA.

A partir de este análisis, el estudio confeccionó un mapa de riesgo de generación de drenaje ácido para Chile al superponer los mapas de pluviometría con mapas geológicos que indiquen las zonas del país en donde es más probable encontrar rocas con potencial de generación de drenaje ácido. La escala de riesgo considera: Riesgo Alto, Riesgo Medio y Riesgo Bajo.

El ranking de las zonas geográficas obtenido presenta un análisis de riesgo comparativo y apli-

cable solamente a la situación chilena y no permite comparaciones con otros países. El objetivo de este mapa no es “vetar” ciertas zonas geográficas en Chile por ser de alto riesgo, sino establecer un criterio que permita a la autoridad y al operador de una faena minera saber *a priori* que ciertas zonas del país, dadas sus características geográficas, son, desde un punto de vista del riesgo de drenaje ácido, relativamente más delicadas que otras.

Este informe ha sido el único estudio a nivel nacional en el tema del drenaje ácido de minas y plantea importantes desafíos futuros para la minería y la autoridad ambiental.



7.2 CAUSAS Y CONDICIONANTES QUE EXPLICAN EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE MINERO Y DE HIDROCARBUROS

Las presiones que la actividad minera ejerce sobre el medio ambiente están condicionadas por las características de los ecosistemas en los que están insertas, la necesidad de producción y generación de divisas, las tecnologías empleadas, la característica del manejo de los residuos generados y las complejidades derivadas de la situación social de la pequeña minería.

Más de un 90% de la producción minera chilena está en manos de grandes compañías, incluida Codelco. El consumo doméstico de minerales es muy bajo, por lo que la producción de cobre, oro, litio, plata, etc., se orienta principalmente a los mercados internacionales. La generación de divisas a través de estas exportaciones ejerce una fuerte presión sobre la economía interna, la que eventualmente condiciona la aplicación de políticas ambientales precautorias.

7.2.1 Inserción geográfica

La ubicación geográfica de las actividades mineras es un factor de presión en el uso del agua. El país no está exento de conflictos derivados por la competencia del uso minero de agua versus el uso agrícola, principalmente en las regiones III, IV y V. Paralelo a ello, la minería ha explorado y comenzado a utilizar aguas subterráneas, las cuales potencialmente pueden afectar hábitats altiplánicos como bofedales, salares, etc. Este tema es una de las principales áreas de preocupación de estas compañías, las que continuamente monitorean los efectos de la extracción de las aguas. En este contexto, el desarrollo tecnológico ha permitido mejorar ostensiblemente la productividad de las empresas mineras y disminuir sus costos de operación; asimismo, ha aumentado notoriamente la eficiencia en el uso del agua, recurso escaso y por lo tanto, caro. La implementación de múltiples estrategias de reciclaje de agua al interior de las compañías ha provocado una disminución en el consumo uni-

tario de agua fresca, así como una disminución en la generación de riles (Lagos, 1997b).

Los residuos derivados de la minería se convierten en otro factor de presión ambiental. La ubicación geográfica donde éstos se ubiquen, su adecuada disposición, el monitoreo y las medidas de controles a largo plazo determinan el riesgo a que se somete el medio ambiente y las actividades económicas potencialmente afectadas por una contaminación proveniente de estos residuos. La forma como se manejan los residuos, derivadas de exigencias y compromisos legales, obviamente influye en la situación ambiental y en los costos ambientales de las explotaciones.

Paralelamente a la actividad de la mediana y gran minería, se desarrolla una explotación de bajo volumen, artesanal, muchas veces al margen de la institucionalidad ambiental, pero que tiene un gran impacto social debido a la gran cantidad de mano de obra que utiliza y que corresponde a la pequeña minería. La complejidad de los grupos sociales más pobres dedicados a este tipo de minería también se convierte en un factor de presión importante. Las formas artesanales, no obstante consumir pocos insumos, producen residuos que no son adecuadamente manejados, debido a la precariedad económica y técnica de las explotaciones. Muchas veces el nivel de impacto ambiental producido por estas empresas no se condice con su pequeño volumen de explotación. Ejemplos de ellos hay múltiples, principalmente en la III, IV y V Región.

7.2.2- Producción de recursos mineros

El Informe País en términos generales no aborda el tema de la producción ligada a un determinado bien o recurso. No obstante, en el caso de los minerales y de los hidrocarburos, es fundamental exponerla, puesto que se convierte en el factor básico que define la situación ambiental de las actividades de producción. Los demás bienes y recursos como el suelo, el agua, los bosques nativos, se estudian con relación a lo que le sucede al propio bien o recurso. En el caso de la extracción y transformación primaria de los minerales, este

estudio no se dirige a ellos, sino al efecto de estas actividades en su entorno, suelo, aguas, etc. Por esta razón es que la producción define un elemento de presión fundamental en el análisis ambiental.

El cuadro 7.11 presenta la información de producción de los principales recursos no renovables chilenos en el período 1970-2000. Los productos considerados son: cobre, molibdeno, oro, plata, hierro, litio, nitratos, yodo, petróleo, gas natural y carbón. El molibdeno es un subproducto de la producción de cobre. La producción de oro y plata se origina a partir de minas de oro y plata, y también a partir de minas de cobre. Una fracción del oro

producido a partir de minas de cobre se exporta en los concentrados, mientras que el resto se recupera en Chile a partir de los barros anódicos, subproducto de la electrorrefinación del cobre.

El oro, la plata y el litio son los productos cuya producción creció más en el período considerado, con índices de crecimiento superior a 10 veces, como se aprecia en la figura 7.22.

En una segunda categoría, como se muestra en la figura 7.23, se ubican el cobre, el molibdeno y el yodo, con índices que bordean 6 veces de aumento en el período.

Figura 7.22 Índices de crecimiento para la producción chilena del oro, plata, y litio, 1970=1, excepto para el litio, 1984=1.

Fuente: SERNAGEOMIN, 2001.

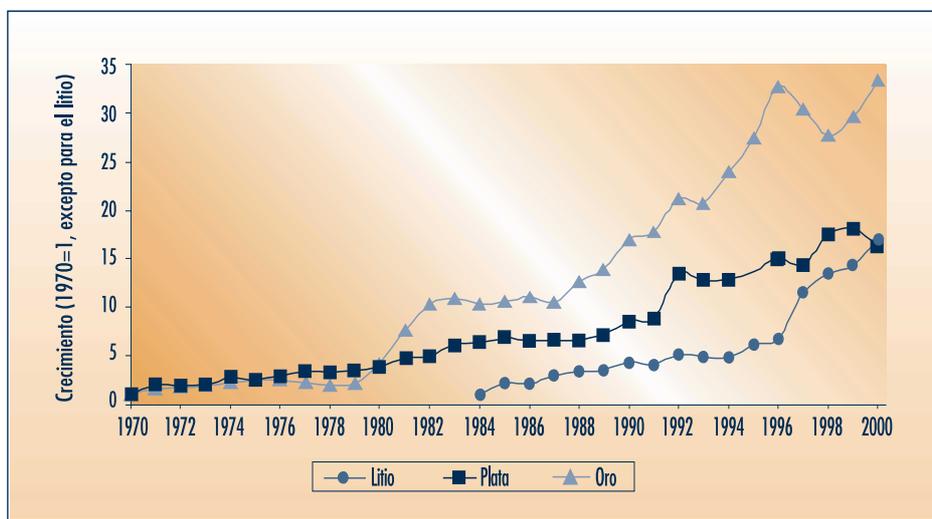
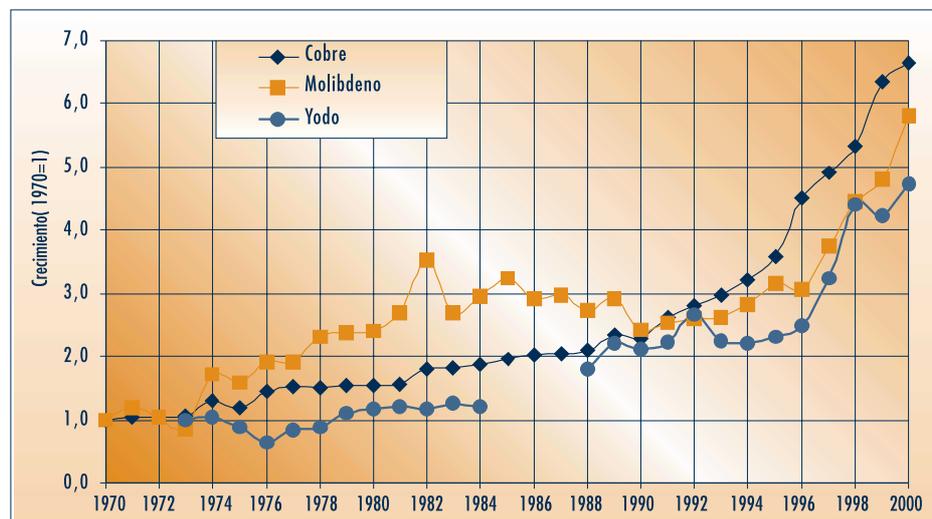


Figura 7.23 Índices de crecimiento para la producción chilena de: cobre, molibdeno y yodo, 1970=1.

Fuente: SERNAGEOMIN, 2001.



CUADRO: 7.11 PRODUCCIÓN CHILENA DE LOS PRINCIPALES RECURSOS NO RENOVABLES: PERÍODO 1970-2000. COCHILCO, 2001; SERNAMEOMIN, 2001; BANCO CENTRAL, 2002; CNE, 2000

Producción Chilena del Cobre - Producción Minera Chilena: periodo 1970-2000											
AÑOS	Cobre Miles de ton de Fino	Molibdeno ton de Fino	Oro Kg. de Fino	Plata Kg. de Fino	Hierro Miles de ton de Minerales	Carbonato de Litio ton	Nitratos ton	Yodo ton	Petróleo m3	Gas Natural Millones de m3	Carbón ton Netas
1970	691,6	5,701,0	1,622,9	96,204,6	11,264,9		6,73,800	n/d	1,976,470	7,628	1,382,440
1971	708,3	6,792,0	2,577,3	153,025,0	11,227,6		8,28,900	n/d	2,048,120	7,986	1,519,520
1972	716,8	5,890,0	2,941,5	145,856,4	8,639,9		707,300	n/d	1,991,500	8,073	1,334,990
1973	735,4	4,891,0	3,226,1	156,732,0	9,416,4		696,500	2,210	1,817,500	7,376	1,292,600
1974	902,1	9,757,0	3,708,0	207,558,4	10,296,4		738,800	2,272	1,598,562	7,042	1,409,630
1975	828,3	9,092,0	3,997,2	193,959,5	11,006,7		726,700	1,961	1,422,562	7,007	1,392,350
1976	1,005,2	10,899,0	4,017,7	228,349,6	10,054,6		619,000	1,423	1,330,960	7,032	1,222,540
1977	1,054,2	10,937,0	3,619,7	263,179,1	8,021,3		562,200	1,856	1,131,895	6,719	1,270,870
1978	1,034,2	13,196,0	3,181,5	255,373,6	7,813,4		529,600	1,922	998,528	6,167	1,089,850
1979	1,062,7	13,559,0	3,465,3	271,835,6	8,225,1		529,600	2,409	1,202,048	5,732	915,000
1980	1,067,9	13,668,0	6,835,7	298,545,1	8,834,6		621,300	2,601	1,933,137	5,396	995,560
1981	1,081,2	15,360,0	12,456,3	361,107,4	8,514,2		620,400	2,688	2,401,331	5,079	1,147,120
1982	1,242,2	20,048,0	16,906,9	382,187,8	6,469,9		624,400	2,596	2,484,212	5,064	975,070
1983	1,257,1	15,264,0	17,759,2	468,276,0	5,973,7		576,800	2,792	2,283,782	4,803	1,077,830
1984	1,290,7	16,861,0	16,828,6	490,365,4	7,115,8	2,110	622,500	2,661	2,236,719	4,808	1,306,785
1985	1,356,2	18,391,0	17,240,1	517,332,6	6,510,0	4,508	786,891	n/d	2,074,350	4,638	1,369,763
1986	1,401,1	16,581,0	17,947,1	500,076,0	7,009,0	4,458	827,000	n/d	1,940,328	4,357	1,441,016
1987	1,418,1	16,941,0	19,034,7	499,761,1	6,690,2	6,139	826,000	n/d	1,736,398	4,352	1,736,152
1988	1,457,0	15,515,0	20,614,0	506,501,4	7,865,7	7,332	822,000	3,967	1,420,392	4,279	2,470,416
1989	1,609,3	16,550,0	22,558,9	545,412,2	8,760,7	7,508	826,271	4,881	1,281,912	4,236	2,403,553
1990	1,588,4	13,830,0	27,503,4	654,602,8	8,247,9	9,082	769,870	4,658	1,137,894	4,198	2,729,289
1991	1,814,3	14,434,0	28,879,9	676,339,1	8,414,4	8,575	776,310	4,935	1,033,312	4,067	2,740,561
1992	1,932,7	14,840,0	34,472,7	1,024,822,7	7,224,0	10,823	828,970	5,907	862,233	4,038	2,108,085
1993	2,055,4	14,899,0	33,637,5	970,067,9	7,379,0	10,369	863,755	4,978	825,082	4,196	1,793,066
1994	2,219,9	16,027,7	38,785,9	983,004,5	8,340,5	10,439	822,441	4,881	714,088	4,244	1,662,963
1995	2,488,6	17,888,5	44,585,4	1,041,007,5	8,431,6	12,943	894,750	5,103	605,135	3,783	1,484,867
1996	3,115,8	17,415,0	53,177,1	1,147,002,4	9,081,7	14,180	808,500	5,514	532,709	3,632	1,444,083
1997	3,392,0	21,339,4	49,459,1	1,091,311,4	8,738,2	24,246	847,000	7,154	489,043	3,211	1,413,297
1998	3,686,9	25,296,9	44,979,7	1,340,199,1	9,112,1	28,377	881,682	9,722	468,693	3,218	230,175
1999	4,391,2	27,308,6	48,068,8	1,380,711,4	8,345,0	30,231	916,200	9,317	367,845	2,957	507,350
2000	4,602,0	33,186,8	54,142,6	1,242,193,5	8,728,9	35,869	988,410	10,474	325,849	2,702	503,350

Fuente: Cochilco, 2001; Sernageomin, 2001; Banco Central, 2002; CNE, 2000.

Finalmente, en una tercera categoría, (figura 7.24), se ubican los demás productos. En este grupo, el nitrato es el único producto que aumenta levemente su producción, mientras que el hierro, el gas natural, el petróleo y el carbón, la reducen en el período. Como se aprecia, el carbón elevó su producción fuertemente entre 1980 y 1991, para posteriormente iniciar un período rápido de descenso, con el cierre sucesivo de las diversas minas, siendo las principales Pecket, Lota y Schwager. El cierre se debió a motivos económicos originados por el costo de explotación de estos yacimientos y por la calidad calorífica del carbón, que estaba en desventaja respecto al carbón importado y también al gas natural.

El cobre, el molibdeno, el litio, el oro, la plata, los nitratos y el yodo son productos dirigidos principalmente a la exportación, mientras que el petróleo, el gas natural y el carbón son exclusivamente para el mercado nacional. La producción de hierro está dirigida al mercado interno y externo.

La figura 7.25 ilustra el decreciente aporte de la producción chilena de petróleo al consumo nacional. Cabe señalar que toda la producción chilena de petróleo se realiza a través de la Empresa Nacional de Petróleo. Se observa un aumento de la producción a fines de la década del 70 debido a que comienza la producción “costa afuera”. Una situación similar ocurre con el carbón.

Figura 7.24 Índices de crecimiento para la producción chilena de hierro, nitratos, petróleo, gas natural, y carbón, 1970=1.

Fuente: Sernageomin, 2001.

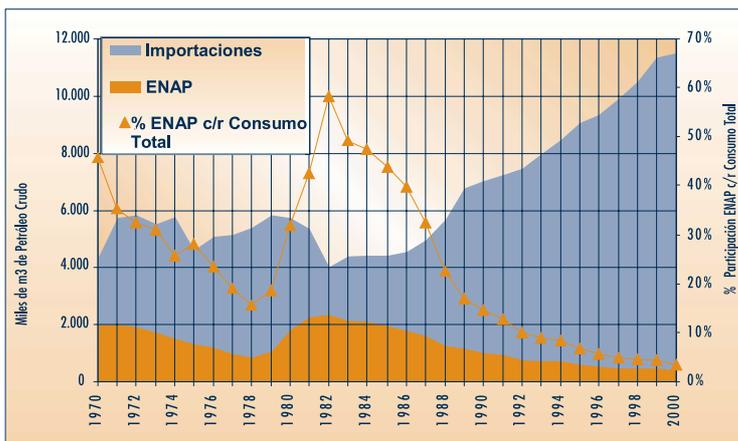
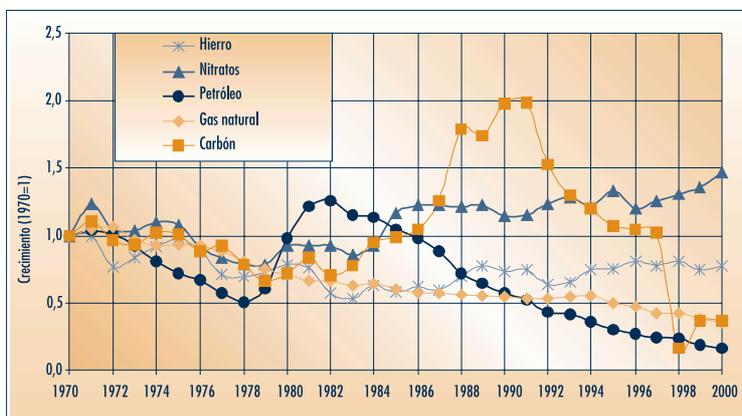


Figura 7.25 Producción de petróleo de ENAP e importaciones de petróleo de Chile. Importación más producción nacional de Enap es igual al consumo.

Fuente: CNE, 2001.

En términos de la participación mundial de las exportaciones mineras metálicas, las más importantes son el cobre, el litio, el yodo y el molibdeno, como se indica en la Figura 7.26. En el 2000, Chile será el primer productor del mundo de cobre, li-

tio y yodo. El oro y la plata producidos en Chile contribuyeron con cerca del 2,3 y el 6,9% del mercado mundial respectivamente en el 2000. No se tiene información para la producción mundial de nitratos.

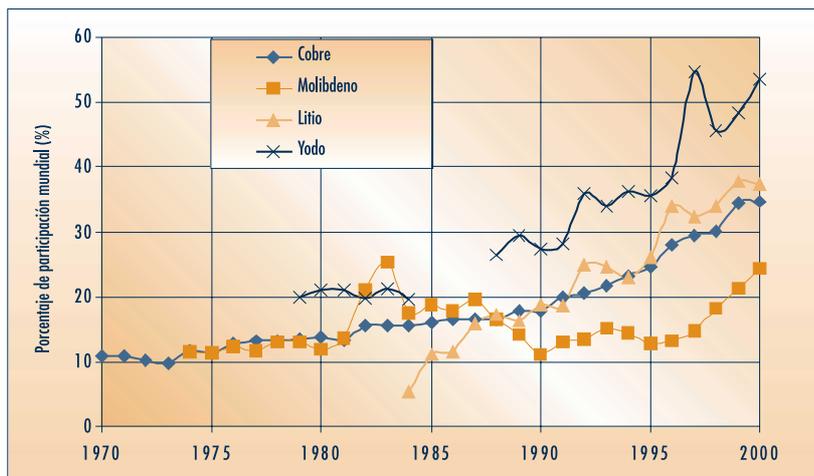


Figura 7.12 Porcentaje de la participación de Chile en la producción mundial de cobre, litio, yodo, y molibdeno.

Fuentes: USBM, 2001; Roskill, 1999.

7.2.3 Generación de divisas

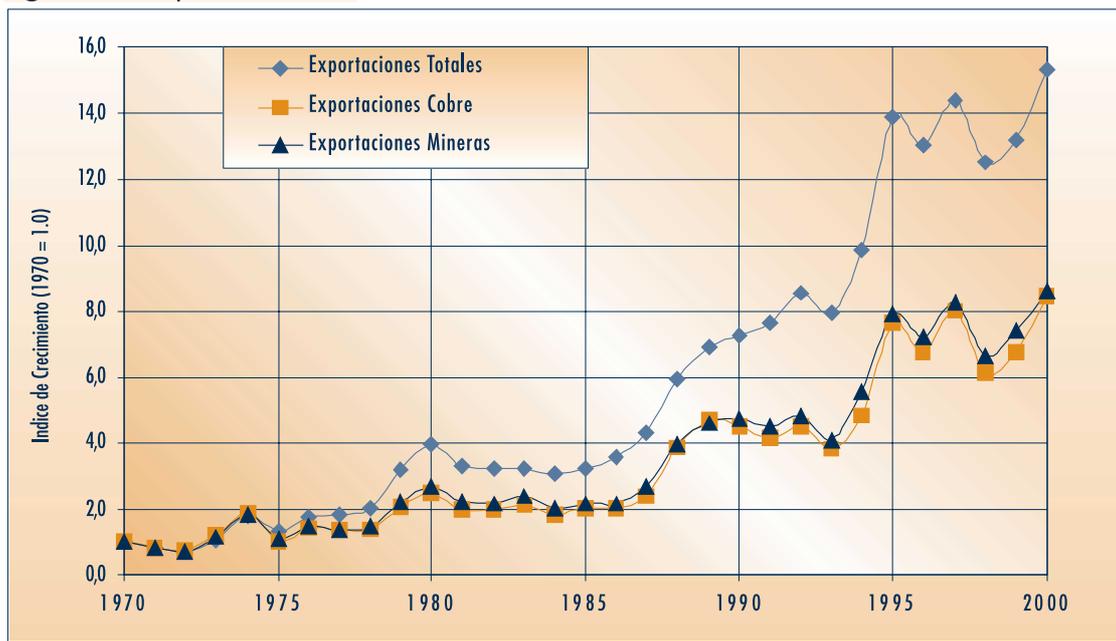
El Cuadro 7.12 muestra las exportaciones de metales y otros productos de la minería chilena en el período 1970-2001.

La figura 7.27 muestra la importante diversificación de las exportaciones de Chile en el período 1970-2000, a pesar del rápido crecimiento de las exportaciones mineras durante la década de los 90. Mientras en 1970 las exportaciones de cobre representaban más del 90% de las exportaciones de Chile, en 1990 ellas representaban 60% y en el 2000 un 39,8%. Este último valor estuvo influenciado por el bajo precio del cobre en los últimos 3 años.

Por otra parte, las exportaciones de cobre siguen dominando las exportaciones mineras. En 1970 las exportaciones de cobre representaban cerca del 90% de las exportaciones mineras. En 1990 dicha cifra había disminuido a 83%, y esta participación se mantuvo en el 2000.

En 1970 las exportaciones de cobre representaban cerca del 90% de las exportaciones mineras. En 1990 dicha cifra había disminuido a 83%, y esta participación se mantuvo en el 2000.

Figura 7.27: Exportaciones de Chile.



Fuente: Banco Central, 2002

CUADRO 7.12 MUESTRA LAS EXPORTACIONES DE METALES Y OTROS PRODUCTOS DE LA MINERÍA CHILENA EN EL PERÍODO 1970-2001

ESTADÍSTICAS DE EXPORTACIÓN (Con MUSS (FOB))												
AÑOS	Exportaciones Totales	Cobre	Molibdeno	Oro Metálico, Mineral de Oro, doré y Oro aleado	Plata Metálica y mineral de Plata	Plata metálica	Mineral de Oro y Plata	Hierro	Carbonato de Litio	Salitre Potásico y Sódico	Yodo	Salitre y Yodo
1970	1,184,4	870	11,2					71,0				24,5
1971	984,7	701,8						67,7				35,2
1972	836,2	657,6										
1973	1,247,6	1,025,5	9,0					62,0				33,6
1974	2,148,1	1,653,6	22,4					72,7				60,7
1975	1,552,1	800,4	30,3					90,9				55,2
1976	2,082,6	1,246,5	46,1					86,3				41,3
1977	2,190,3	1,187,4	53,6					81,5				39,8
1978	2,407,8	1,201,5	47,3					79,6				46,8
1979	3,763,4	1,799,6	193,5					110,4				58,4
1980	4,670,7	2,152,9	129,3			120,0	62,5	157,6		58,2	31,0	
1981	3,906,3	1,714,9	106,7			82,0	89,4	161,9		50,8	32,1	
1982	3,821,5	1,731,4	107,4			81,5	91,9	158,2		44,4	30,2	
1983	3,835,5	1,835,7				114,4	143,7	112,0		49,8	33,9	
1984	3,657,2	1,586,6				87,2	64,8	110,6		44,2	30,1	
1985	8,823,0	1,760,7	144,6	151,1	77,8			91,5	13,3	50,5	34,6	
1986	4,222,4	1,771,0	97,6	161,4	74,1			88,4	12,4	53,4	39,1	
1987	5,101,9	2,100,5	99,8	223,5	80,3			101,0	16,4	49,5	49,4	
1988	7,048,3	3,375,3	108,0	255,6	82,8			109,8	19,6	56,4	65,0	
1989	8,190,4	4,068,1	113,0	259,2	90,3			124,6	22,5	51,9	78,8	
1990	8,580,3	3,913,4	94,3	312,1	89,7			140,5	23,6	51,4	57,6	
1991	9,048,4	3,590,0	78,6	306,5	59,1			157,4	25,3	59,0	49,7	
1992	10,123,6	3,903,0	83,9	319,2	89,0			135,3	30,9	74,8	49,3	
1993	9,415,0	3,337,5	77,4	265,1	81,1			112,2	31,7	72,9	34,1	
1994	11,643,4	4,191,0	128,7	362,6	114,7			124,6	32,4	61,8	37,4	
1995	16,444,7	6,646,8	373,7	428,5	132,5			123,9	38,6	70,8	62,3	
1996	15,396,2	5,881,0	122,8	480,7	153,4			146,9	39,6	71,8	91,8	
1997	17,024,8	6,975,8	189,2	411,6	136,7			149,9	40,5	77,5	140,2	
1998	14,829,6	6,321,1	172,4	278,5	130,1			163,3	30,3	76,1	183,8	
1999	15,615,6	5,888,5	146,9	304,1	124,0			126,4	47,9	73,8	141,7	
2000	18,158,0	7,346,6	147,5	344,2	91,8			141,9	52,9	63,7	146,4	

Fuente: Banco Central (2002).

7.2.4 La presión social de la pequeña minería de pirquineros

En la actualidad existen tres definiciones de Pequeña Minería: una utilizada por el Servicio de Impuestos Internos para fines tributarios; otra empleada por Enami y la que usa Sernageomin.

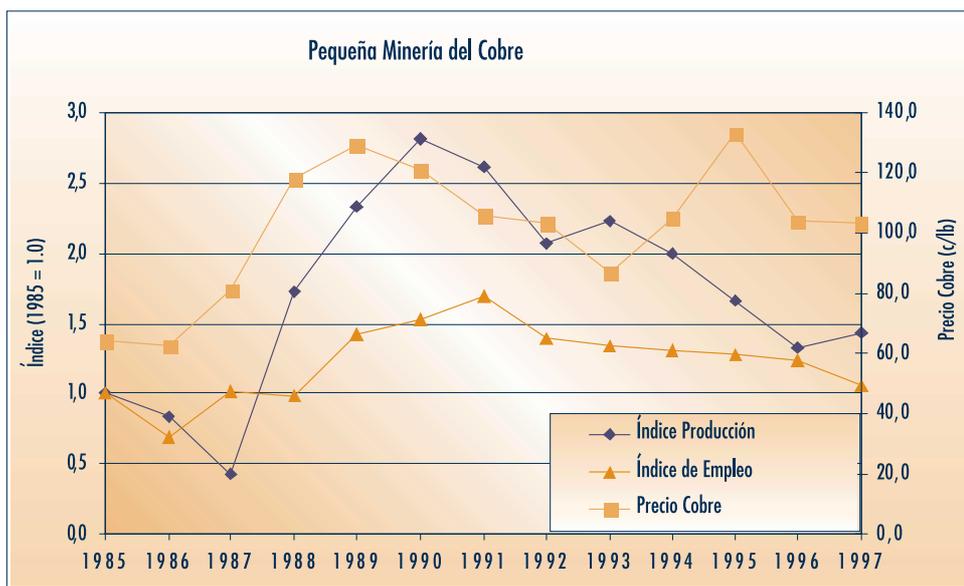
De acuerdo a la definición tributaria, la "pequeña Minería" se entiende como la actividad productora que se realiza en minas o en plantas de beneficio de minerales, cuyos dueños sean personas naturales o sociedades mineras, siempre que el capital pactado en su estatuto social no sea superior al equivalente a 70 sueldos vitales anuales de la escala A del Departamento de Santiago, y que no estén afectos a lo dispuesto en el DFL N° 251, del 20 de mayo de 1931, sobre Compañías de Seguros, Bolsas de Comercio y Sociedades Anónimas. La Enami, por su parte, define a la Pequeña Minería como todos aquellos productores que extraen menos de 200 toneladas por día de mineral. Por último, el Servicio Nacional de Geología y Minería, Sernageomin, clasifica a los pequeños mineros como aquellos que producen exclusivamente minerales, y a los medianos mineros como aquellos

que producen concentrados. A partir de 1998, Sernageomin ha definido a la pequeña minería como aquellos productores mineros con menos de 200 mil horas hombre trabajadas durante el período de un año. Esto corresponde al trabajo promedio aproximado de menos de 80 trabajadores durante el año. Cabe agregar que esta última definición representa un tamaño mayor que las definiciones anteriores, por lo que se observa un quiebre brusco (en aumento) en el empleo de la pequeña minería del cobre a partir de 1998. Es por esto que el análisis sólo se puede realizar entre periodos comparables, es decir entre 1985 y 1997 y entre 1997 y el 2000.

En este trabajo se han considerado las estadísticas de empleo y producción de la pequeña minería proporcionadas por Sernageomin, el que usó la definición del Servicio de Impuestos Internos hasta 1997.

La figura 7.28 muestra los índices de producción y empleo para la pequeña minería del cobre, y el precio del cobre. Mientras la producción de cobre de este segmento representaba en 1997 el 0.6% de la producción chilena de cobre, la correspondiente cifra de empleo era 11%.

Figura 7.28: Índices de producción y empleo para pequeña minería del cobre, y precio del cobre.



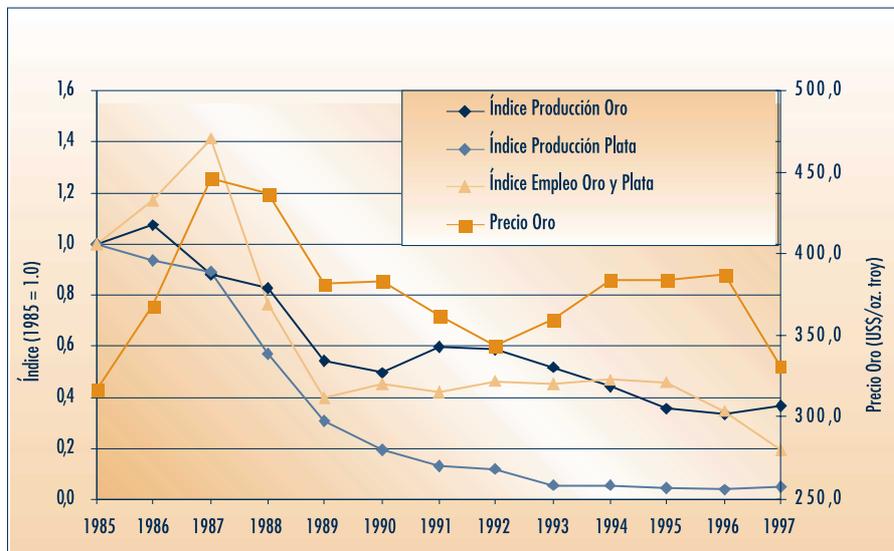
Fuentes: Sernageomin, 1998, Cochilco, 1998. Índice Producción: 1985=1=15736 toneladas de cobre fino; Índice de Empleo: 1985=1=3961 personas.

Es posible observar que en la pequeña minería del cobre hasta el año 1992 hay una fuerte correlación entre el comportamiento del precio del cobre y el empleo. Sin embargo, el alza de los precios en los años 94 y 95 no fue correspondida por un aumento de empleo y producción, cuya reduc-

ción continua se debería a una reducción persistente de las reservas de este segmento desde 1985 (Jiménez, 1999). Desde esta perspectiva, una política de subsidio a este sector que no considere la inversión en exploración, estaría destinada al fracaso.

La Figura 7.29 Índices de producción y empleo para la pequeña minería del oro y la plata, y el precio del oro.

Fuentes: Sernageomin, 1998; Cochilco, 1998. Índice Producción: 1985=1=2132 kg de oro = 65589 kg de plata; Índice de Empleo: 1985=1=8423 personas en minería del oro y la plata.



En la figura 7.29 se observa que la correlación entre la producción de oro y plata, el empleo y el precio del oro es fuerte en el período 1985-1991. Posteriormente, el empleo y la producción del sector no reaccionaron al aumento de precio del oro observado en los años 1993 y 1994, lo que continuó declinando desde 1996 en adelante. También es posible ver que la producción de plata declinó ininterrumpidamente desde 1985 a 1996, llegando a casi cero en este último año.

Como se mencionó anteriormente, a partir del año 1998 SERNAGEOMIN cambió la definición de “pequeña minería”. A partir de ese año, se la define como “aquellos productores mineros con menos de 200 mil horas hombre trabajadas durante el período de un año”. El cuadro 7.13 muestra los nuevos antecedentes de la pequeña minería elaborados por el Sernageomin en base a la nueva definición. Es posible observar la falta de continuidad de la información:

CUADRO 7.13 ANTECEDENTES DE LA PEQUEÑA MINERÍA. SE PUEDE OBSERVAR LA FALTA DE CONTINUIDAD DE LA INFORMACIÓN DEBIDO AL CAMBIO EN LA DEFINICIÓN DE LA PEQUEÑA MINERÍA APLICADO POR SERNAGEOMIN A PARTIR DE 1997.

	COBRE		ORO y PLATA		
	Producción (ton)	Empleos	Producción Oro (Kg)	Producción Plata (Kg)	Empleos
1996	20.899	4.895	704,6	2.310,1	2.893
1997	22.607	4.198	778,3	3.303,5	1.641
1998	39.999	2.081	6.298,5	22.728,8	1.012
1999	48.331	1.839	4.120,7	19.648,0	1.090
2000	44.603	1.710	3.484,0	13.665,0	992

Fuente: Sernageomin, 2001.

7.3- FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA MINERÍA

7.3.1 La estructura institucional pública

Las instituciones estatales que regulan el sector minero son el Ministerio de Minería, la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), el Banco Central y el Servicio Nacional de Minería y Geología (SERNAGEOMIN). Las dos empresas estatales, Codelco y Enami, han desempeñado y aún desempeñan un papel especial en el marco institucional del Estado. La Sociedad Nacional de Minería (SONAMI, la organización empresarial de los mineros), el Instituto de Ingenieros de Minas (IIMCh) y el Centro de Investigación Minera y Metalúrgica (CIMM) han sido instituciones importantes para el desarrollo de la minería en Chile. En 1998 se forma el Consejo Minero, organización que agrupa a las más importantes empresas del cobre chileno. Esta sección resume los roles de estas instituciones.

a- Ministerio de Minería

El papel principal del Ministerio de Minería, junto a otras agencias estatales, es formular las políticas mineras y de energía de Chile, y traducir estas políticas en programas de acciones concretas a través de las instituciones mencionadas anteriormente y en conjunto con el sector privado. Las políticas de energía se han delegado a la Comisión Nacional de Energía, una agencia que tiene calidad de Ministerio pero que depende, al menos formalmente, del Ministerio de Minería. El Ministerio tiene un papel regulador que se cumple mediante la elaboración y participación en la elaboración y firma de todos los Decretos Presidenciales nuevos que tengan que ver con minería. Toda nueva legislación sobre minería debería ser elaborada, o al menos analizada y aprobada por el Ministerio antes de ser enviada al Congreso.

El Ministerio, además, preside los directorios de las tres compañías estatales del sector: la Corporación del Cobre de Chile, CODELCO, la Empre-

sa Nacional de Minería, ENAMI, y la Empresa Nacional del Petróleo, ENAP.

b- La Comisión Chilena del Cobre, Cochilco.

La Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) fue creada en 1976, el mismo año de la creación de Codelco, por el Decreto Ley 1.349. El objetivo de Cochilco es servir de asesor técnico especializado del Gobierno en materias relacionadas con el cobre y sus subproductos y con todas las sustancias minerales, metálicas y no metálicas, con excepción del carbón y los hidrocarburos, y desempeñar funciones fiscalizadoras. Dentro de las atribuciones específicas fijadas por el D.L. se pueden mencionar: Asesorar al Gobierno en la formulación de políticas para el desarrollo del sector minero; fomentar el desarrollo de la producción y exportación de productos manufacturados de cobre y de sus subproductos; fiscalizar el cumplimiento de la políticas generales fijadas por el Gobierno en materias relacionadas con el cobre y sus subproductos, entre otras. Cochilco tiene un directorio presidido por el Ministro de Minería, y formado por el Ministro de Defensa Nacional, el Jefe del Estado Mayor de la Defensa Nacional, dos representantes designados por el Consejo del Banco Central y dos representantes designados por el Presidente de la República.

Con respecto al diseño de políticas, su papel es muy amplio y, por consiguiente, está autorizado para participar en diversos aspectos del marco institucional minero. Hay un especial énfasis en la identificación y desarrollo de ideas estratégicas sobre actividades mineras. Desde el punto de vista normativo, su papel es asegurar que se cumpla la reglamentación que afecta la operación de las empresas mineras, sean éstas estatales o privadas. Junto con el Ministerio de Planificación (MIDEPLAN), COCHILCO evalúa la factibilidad económica y técnica de los programas y proyectos de inversión de CODELCO y ENAMI. Finalmente, en conjunto con el Banco Central, también supervisa las exportaciones de cobre.

c- El Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN

El Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) fue creado en 1980, por Decreto Ley N°3525 y fusionó al ex - Servicio de Minas del Estado y el ex - Instituto de Investigaciones Geológicas. El objetivo del Sernageomin es realizar la investigación básica en geología; controlar la propiedad minera, es decir, los derechos de exploración y explotación minera; generar información técnica y estadística básica, y hacerse cargo de ciertas funciones ambientales tales como la salud y seguridad ocupacional y el otorgamiento de permisos de construcción y operación de instalaciones mineras relacionadas, por ejemplo, con tranques de relaves.

d- CODELCO

CODELCO, compañía estatal, fue creada formalmente el 1° de abril de 1976 por el Decreto Ley 1350 que fusionó las minas nacionalizadas de Chuquicamata, Exótica, El Salvador, Andina y El Teniente en un solo conglomerado. Desde su nacionalización en 1971, esta compañía ha constituido la Gran Minería del Cobre y es la compañía de cobre más grande del mundo. En 1976 entró en vigencia el Decreto Ley 1167, el cual reconoce que Codelco pertenece al Estado de Chile.

Codelco es presidida por el Ministro de Minería y su directorio está formado por el Ministro de Hacienda, diferentes representantes del gobierno, las fuerzas armadas y los trabajadores. Sin embargo, el poder ejecutivo reside en el Presidente Ejecutivo, nombrado por el Presidente de la República.

e- ENAMI

La Empresa Nacional de Minería (ENAMI) fue creada en 1960 por el Decreto Ley 153, con la fusión de la Fundición Nacional y el Banco de Crédito y Fomento de la Minería (Enami, 1995). La compañía pertenece al Estado de Chile y está presidida por el Ministro de Minería. Su directorio está formado por representantes del gobierno y de la Sociedad Nacional de Minería. La función de

ENAMI es apoyar a la pequeña y mediana minería del cobre y el oro en Chile. Enami compra minerales, precipitados y concentrados producidos por mineros pequeños y medianos y luego los procesa para producir cobre refinado y metal doré. Con este fin, Enami tiene varias plantas procesadoras y dos fundiciones de cobre, la fundición Hernán Videla Lira, ubicada al norte de la ciudad de Copiapó, y Ventanas, ubicada en la costa a 40 kms al norte de Valparaíso. En la actualidad, Enami no posee faenas mineras o yacimientos mineros propios.

f- ENAP

La Empresa Nacional del Petróleo se creó en 1950 mediante la Ley N° 9618. Esta ley le confiere los derechos de exploración, explotación, refinación y ventas del petróleo y sus subproductos, además de permitirle desarrollar cualquier actividad que tenga relación con hidrocarburos o sus derivados, dentro o fuera del país. El rol de Enap se revisará más profundamente en la próxima sección, al analizar la Ley sobre hidrocarburos.

7.3.2 La legislación sobre los recursos mineros y su actividad productiva

7.3.2.1 Marco general

En general, los inversionistas extranjeros pueden utilizar las garantías del Decreto Ley 600, de 1974, para realizar sus inversiones. El DL 600 (Mayorga y Montt, 1993), está basado en tres principios: trato no discriminatorio a los inversionistas extranjeros comparado con los inversionistas nacionales, salvo en la obtención de créditos en entidades chilenas; libre acceso a todos los sectores de la economía; y la intervención mínima de las autoridades en las actividades del inversionista.

Un contrato firmado entre un inversionista y la autoridad tiene carácter de contrato legal porque sólo puede ser modificado por mutuo acuerdo de las partes. El estatuto ha sido enmendado varias veces desde 1974, y la modificación más reciente fue hecha a través de la Ley 19207 (marzo de 1993) para mejorar la eficiencia para los inver-

sionistas. El DL 600 otorga los siguientes derechos a los inversionistas extranjeros: repatriación de utilidades sin límite de tiempo, excepto que esto no se puede realizar antes del primer año después que el dinero haya ingresado al país; el inversionista puede decidir los términos y la moneda que desea comprar para la repatriación; el inversionista puede optar a un régimen tributario invariable con una tasa real de 42% por 10 años, y hasta 20 años en caso de grandes proyectos de inversión. El inversionista también está exento de pagar el impuesto al valor agregado por la importación de maquinaria y equipos no producidos en Chile e incluidos en la lista del Ministerio de Economía. El régimen tributario es el mismo para todos los inversionistas extranjeros.

Respecto a la propiedad, la constitución de 1980 establece que el Estado de Chile es el dueño exclusivo y absoluto de los yacimientos mineros, lo que ratifica el concepto expresado en la Ley 17.450 de 1971 de nacionalización de las minas de cobre. Por otra parte, la Ley Minera de 1982 (Ley 18.097 publicada en el Diario Oficial el 21 de enero de 1982) tiene categoría constitucional, es decir, requiere de tres quintos del Parlamento para ser modificada. Esta Ley establece que el Estado puede otorgar un permiso o concesión de exploración o explotación a un individuo o compañía. Estas concesiones son otorgadas por los tribunales de justicia y dan derecho al poseedor del permiso de apropiarse de todos los minerales o sustancias permitidas dentro de los límites de la propiedad minera. La concesión de exploración vence después de 4 años, mientras que la concesión de explotación es indefinida, siempre que se pague una patente minera anual. Estas concesiones pueden coexistir con la propiedad de la tierra.

La Ley Minera de 1982 establece además que en caso que el Estado expropie la propiedad, la indemnización se calculará sobre la base del valor presente neto de los futuros flujos de caja, estimados a precios probables de mercado. Este procedimiento para estimar el valor de la indemnización es claramente diferente de lo que se estableció en la ley de nacionalización de 1971, en la que las utilidades excesivas obtenidas por las compa-

ñías expropiadas antes de 1971 fueron restadas de la indemnización total que el Estado pagó a las compañías (Lagos, 1997a).

Las dos motivaciones principales de la Ley Minera de 1982 fueron aumentar la inversión extranjera en minería en el corto plazo, para así contar con más divisas para pagar la deuda externa, que en esa época era muy alta; y en el largo plazo, aumentar la capacidad exportadora de Chile, un factor considerado fundamental para el crecimiento económico futuro (Gana, 1988). La Ley Minera de 1982 pavimentó el camino para la inversión extranjera en minería otorgando las siguientes garantías a los inversionistas extranjeros: invalidar en la práctica la cláusula constitucional (Constitución de 1980) que establece que todas las minas son de exclusiva propiedad del Estado de Chile (Gana, 1988), asegurando a las compañías mineras extranjeras la propiedad de la mina y que no habría acontecimientos tales como nuevas nacionalizaciones; un criterio de indemnización claro en caso de expropiaciones futuras; estabilidad de las reglas debido a la calidad constitucional de la ley; la libertad de las compañías para tomar decisiones relacionadas con el desarrollo de la mina y otras actividades comerciales.

7.3.2.2 La ley sobre hidrocarburos

En el año 1926, durante el gobierno de Carlos Ibáñez del Campo se promulgó la Ley 4109, que reservó en forma exclusiva para el Estado chileno la propiedad sobre todos los yacimientos de hidrocarburos existentes en el subsuelo, cualquiera fuese el dominio de los terrenos superficiales. Al año siguiente, se promulgó la Ley 4217 que facultaba al Presidente de la República para otorgar concesiones mineras a particulares, fuesen éstos chilenos o extranjeros. Sin embargo, en 1928, a través de la Ley 4281, se dio término a la libertad en materia de concesiones mineras petrolíferas, dejando a cuenta del Estado la realización de las prospecciones. De esta manera, el Estado comienza con los sondeos de estudios para ver las posibilidades de encontrar ya-

cimientos de hidrocarburos que comercialmente fueran aprovechables para la economía del país.

En 1939 se crea la Corporación de Fomento de la Producción, la que en 1943, bajo la presidencia de Juan Antonio Ríos, gestiona la contratación de la United Geophysical Company, para comenzar los trabajos en Magallanes y las actividades de exploración sísmica en Tierra del Fuego y en el continente. En diciembre de 1945 se realiza la primera extracción de petróleo chileno desde el pozo de Springhill en la Isla grande de Tierra del Fuego, el cual se convertiría en el primer yacimiento productor de petróleo comercial de nuestro país.

En 1950, el presidente Gabriel González Videla promulgó la Ley 9618 del Ministerio de Economía, la cual en su primer artículo estipula: “El Estado tiene la propiedad absoluta, inalienable e imprescriptible de los yacimientos de petróleo en cualquier terreno en que se encuentren”. En la misma se creó la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP). Esta ley confiere los derechos de exploración, explotación, refinación y ventas del petróleo y sus subproductos, además de desarrollar cualquier actividad que tenga relación con hidrocarburos o sus derivados, dentro o fuera del país, a una Empresa Comercial dependiente de la CORFO, con personalidad jurídica autónoma del Estado, que mantendrá sus derechos y responsabilidades en el campo petrolero.

Los objetivos establecidos por la normativa vigente para ENAP son los siguientes:

1. Realizar toda clase de exploraciones, ya sean geológicas, geofísicas o por cualquier otro método, tendientes a descubrir o reconocer yacimientos de petróleo.
2. Efectuar perforaciones destinadas a explotar, descubrir, ubicar o explotar yacimientos petrolíferos.
3. Adquirir, arrendar, construir e instalar maquinaria, equipos, campamentos, caminos y demás elementos que estime convenientes para la exploración y explotación de dichos yacimientos.

4. Adquirir, arrendar, construir e instalar estanques, cañerías, vehículos, embarcaciones y, en general, toda clase de elementos necesarios para el transporte y almacenamiento del petróleo y sus derivados, sea en estado líquido o gaseoso.

5. Construir, instalar, adquirir, arrendar y operar plantas para el tratamiento, transformación, refinación y aprovechamiento del petróleo, sus derivados y subproductos.

6. Comprar y vender petróleo, sus derivados, subproductos, materias primas, reactivos u otras sustancias que necesite para el desarrollo de sus actividades o lo que se obtenga en ellas.

7. Realizar toda clase de estudios, investigaciones, y experiencias que estime convenientes para la exploración y explotación de los yacimientos petrolíferos y para la refinación y tratamiento o aprovechamiento del petróleo, sus derivados y subproductos.

8. Desarrollar cualquiera actividad industrial, agrícola, minera, comercial, financiera, o de cualquiera índole que convenga a la consecución de sus finalidades, sea directamente o en asociación con terceros.

9. En general, ejecutar todas las operaciones y celebrar todos los actos y contratos, civiles o comerciales, o de cualquiera naturaleza, relacionados directa o indirectamente con la exploración y explotación de yacimientos petrolíferos o con la refinación, transporte, almacenamiento, aprovechamiento o venta del petróleo, sus derivados o subproductos, que obtenga o adquiera en el desarrollo de sus actividades, sin ninguna limitación.

En 1981, ENAP se organizó como un holding. Sus filiales son las refinerías RPC S.A. y Petrox S.A.; SIPETROL, encargada de proyectos, explotación y exploración petrolera en el extranjero; PETRO SERVICIO Corp S.A., que ofrece servicios petroleros al área latinoamericana; y la Empresa Almacenadora de Combustibles Ltda., EMALCO, encargada del almacenamiento y distribución de productos, además de prestar servicios a oleoductos y arrendar terrenos y estanques a las compañías distribuidoras.

En 1982, ENAP ofreció suscribir contratos de operación para explorar y explotar petróleo con compañías privadas nacionales e internacionales en todo el territorio, excepto Magallanes. En 1983 se acordó evaluar el potencial petrolero de Chile fuera de Magallanes, con la firma francesa BEICIP. En 1987, se seleccionó a HUNT OIL para contratos de exploración en el Salar de Atacama.

En 1992 se realizaron contratos de exploración y explotación de yacimientos de petróleo y gas en Colombia, Ecuador y Argentina. En 1996 se llegó a un acuerdo entre ENAP y Petro Ecuador para la exploración y explotación en la región amazónica y costa afuera ecuatoriana.

En 1998, la filial Sipetrol comenzó con actividades de exploración en Brasil y Egipto. En este último país se celebró un convenio por 4 bloques, ubicados en el norte del desierto egipcio y en el golfo de Suez.

7.3.2.3 La legislación específica sobre el litio

En 1961, el Instituto de Investigaciones Geológicas realizó un reconocimiento preliminar del Salar de Atacama con el objeto de informar sobre la posible existencia de sales en las salmueras de dicho Salar. En 1974 se creó el Comité de Sales Mixtas de CORFO con el objetivo de impulsar el desarrollo de la industria química en el Norte Grande, incluyendo también proyectos tendientes a mejorar la situación competitiva de la industria salitrera. Entre los años 1975 y 1979, mientras la Compañía Foote Minerals de los Estados Unidos, desarrollaba estudios técnicos para evaluar la extracción del litio del Salar de Atacama, se perfeccionaron los términos de un convenio entre el Estado y dicha empresa. Debido al interés nuclear asignado al litio por la legislación chilena, en ella participó la Comisión Chilena de Energía Nuclear. Dentro de este contexto, se rebajó a un tercio el monto de las patentes mineras que amparaban las pertenencias mineras constituidas sobre salares. Además, al dejar de ser las sales potásicas reservadas al Estado, mediante el D.L. N° 2886 (14.11.1979) se validaron las 32.768 pertenencias mineras (163.840 hás.) mensuradas por CORFO en el Salar de Atacama.

El mismo Decreto Ley N° 2886 reservó el litio para el Estado, exceptuando de esta disposición al litio existente en pertenencias ya constituidas sobre litio o en trámite de constitución, cuya manifestación hubiese sido inscrita antes del 1° de enero de 1979, condición en que se encontraban las pertenencias de propiedad de CORFO en el Salar de Atacama. Asimismo, el referido cuerpo legal otorgó a la Comisión Chilena de Energía Nuclear la facultad para autorizar toda clase de contratos o actos jurídicos en relación al litio o sus compuestos extraídos en el país, lo que básicamente significa que dicho organismo controla la comercialización de este elemento.

En relación a la legislación minera vigente sobre el litio, la ley Orgánica Constitucional sobre concesiones mineras (N° 18.097 de 21.01.82) y el nuevo Código de Minería (Ley N° 18.248 de 14.10.83) conciliaron lo dispuesto por el D.L. N° 2886, estableciendo que el litio no es susceptible de concesión minera. Sin embargo, se exceptúan de esta disposición aquellos yacimientos de litio con concesiones mineras válidamente constituidas en fecha anterior a la declaración de no concesibilidad o de importancia para la seguridad nacional, correspondiendo esto último a los depósitos de litio existentes en el Salar de Atacama y Salar de Pedernales que a la fecha de promulgación de la Ley N° 18.097 se encontraban totalmente en poder del Estado (CORFO y CODELCO, respectivamente).

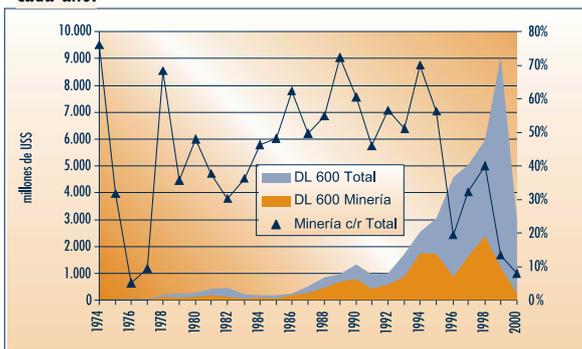
A fines de 1979, se creó la Sociedad Chilena del Litio Ltda. perteneciente a Foote Minerals de los Estados Unidos, a la que se le otorgó derechos para extraer una cantidad limitada de litio del Salar de Atacama. Dicha compañía comenzó la producción de litio en 1984. Posteriormente, SQM, filial de Soquimich, obtendría derechos para extraer una cantidad también limitada de litio del Salar de Atacama, y comenzaría su explotación en 1998.

7.3.3 Inversión pública y privada en los Recursos Mineros e Hidrocarburos

La figura 7.30 muestra la inversión extranjera en Chile y en la minería en el período 1974-1997, materializada mediante la aplicación del DL 600.

La participación en la minería es de un 44,6%. Se observa que dicha participación se mantuvo en un promedio cercano al 60% en el período 1986-1994, y que con posterioridad, bajó a niveles aproximados al 30%, en moneda nominal de cada año.

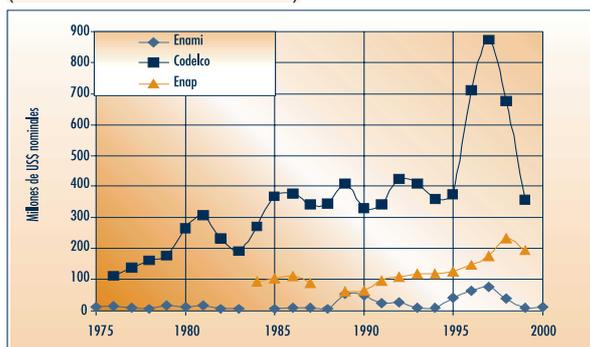
Figura 7.30: Inversión extranjera materializada en el período 1974-2000 mediante el DL 600. Dólares de EE.UU. de cada año.



Fuente: Comité de Inversiones Extranjeras.

La figura 7.31 muestra la inversión en dólares nominales de CODELCO, ENAP y ENAMI en el período 1975-1998. No hay información respecto a la inversión de ENAMI en los años 78, 81, y desde el 84 al 88. Se aprecia que la inversión de Enami aumentó desde 1995 en adelante debido a la modernización requerida por los Planes de Descontaminación que debieron cumplir las Fundiciones de Hernán Videla Lira y de Ventanas. CODELCO aumentó considerablemente la inversión en los años 96 (712 US\$ millones) y 97 (872 US\$ millones) debido a la construcción de la Mina Radomiro Tomic. En 1998, la alta inversión de CODELCO continuó (675 US\$ millones), debido a la expansión de la División Andina.

Figura 7.31: Inversión de Codelco, Enap y Enami (dólares nominales de los EE.UU.)



Fuente: Codelco, 1999; Enap, 2000, Enami, 2000.

7.3.4 Certificación ambiental de la minería

El uso de las normas ISO 14000 para la certificación ambiental, ha sido una herramienta de gestión ambiental muy valorada a nivel internacional, pues permite comparar los compromisos y rendimientos ambientales de distintas empresas ubicadas en diferentes países. Pese a que este tipo de certificaciones son -por definición- “voluntarias”, los mercados internacionales han valorado positivamente que las empresas cuenten con dichas certificaciones que les permiten tener una mejor penetración de sus productos en los mercados desarrollados. A nivel gubernamental, este tipo de certificación también es muy valorada, pues permite garantizar el tan ansiado “autocontrol” en el tema ambiental.

En el caso particular de las normas ISO 14001, lo que se certifica es que la empresa, o algún subproceso de ella, tiene un compromiso de protección ambiental explícito y un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en su organización, que le permite responder adecuadamente a los requerimientos ambientales impuestos por las normativas del país de origen y que se adecua a las mejores prácticas ambientales aplicables.

A fines del 2001, el Instituto Nacional de Normalización (INN) tenía en sus registros un total de 18 procesos productivos con certificación ISO 14001. De éstos, 7 correspondían a procesos mineros. El cuadro 7.14 resume los procesos mineros certificados, los cuales corresponden a 3 empresas mineras metálicas y a una empresa no metálica, todas ellas transnacionales.

Al año 2001 podría afirmarse que gran parte de las operaciones unitarias que llevaron a la producción de más del 30% del cobre mina chileno se realizaron bajo la certificación ISO 14001. Cabe señalar que en el último tiempo la certificación ambiental ha tomado un fuerte impulso a nivel internacional y ha pasado a formar parte de las metas estratégicas de muchas empresas mineras, entre ellas CODELCO, quien se puso un plazo tentativo del 2003 para certificar sus divisiones con ISO 14001. De materializarse esto último, en el

CUADRO 7.14: EMPRESAS MINERAS QUE OPERAN EN CHILE CON CERTIFICACIÓN ISO 14001

N°	Empresa	Tipo	Alcance
1	Minera Escondida Ltda.	Metálica (Cobre)	Puerto de Coloso: Recepción, filtrado y embarque de concentrados de cobre
2	Minera Escondida Ltda.	Metálica (Cobre)	Planta Concentradora
3	Minera Escondida Ltda.	Metálica (Cobre)	Planta de Óxidos
4	Cía. Minera Candelaria	Metálica (Cobre)	Proceso completo. Desde explotación mina hasta embarque del concentrado
5	Cía. Minera Doña Inés de Collahuasi	Metálica (Cobre)	Planta de Chancado, proceso de lixiviación y obtención de cátodos de cobre
6	Cía. Minera Doña Inés de Collahuasi	Metálica (Cobre)	Mineroducto, recepción, filtrado y embarque de concentrados de cobre
7	Cemento Melón	No Metálica (Cemento)	Planta: Proceso de producción de cemento y distribución

Fuente: INN, 2002

mediano plazo Chile podría llegar a producir más del 60% del cobre mina bajo la certificación ISO 14001.

Este nivel de certificación permite vislumbrar que la producción cuprífera chilena se adecua a los estándares ambientales internacionales y de esta manera es muy difícil que los mercados internacionales pudieran restringir estas exportaciones por problemas ambientales, amenaza que en estos momentos tiene la industria forestal y acuícola chilena.

Pese a estos logros, es necesario avanzar en la certificación ambiental. Importantes desafíos se presentan para las fundiciones de cobre, la producción aurífera y la minería no metálica del país.

7.4 CONCLUSIONES

El periodo 1998-2001 se caracterizó por la caída sostenida de los precios de los metales en el mercado internacional, que llevó al sector minero a un nuevo escenario. En particular, las exportaciones mineras de Chile han ido disminuyendo progresivamente su participación con respecto a las exportaciones totales, esto explicado en parte tanto por la mayor diversidad de las exportaciones

nacionales como por la menor cotización de los metales. La producción de cobre ha seguido creciendo en los últimos años, con una leve tendencia al estancamiento en el periodo 1999-2000, e incluso, con fuertes rumores de reducción de la producción por parte de CODELCO y otras empresas mineras privadas para el año 2002, dado el escenario de bajos precios. Según estimaciones de la Sonami, la producción nacional del cobre crecerá sólo un 0,1% el año 2002, considerando un incremento del 1,5% en la producción privada y un descenso de un 2,6% de la producción estatal. Asimismo se estima que la producción de oro y plata disminuirá durante el 2002 en un 14,8% y un 8,0% respectivamente.

Por otro lado, los recursos mineros de cobre y oro que habían tenido notables crecimientos en el periodo 1993 -1998, han mostrado un estancamiento evidente en el último año, quizás por una menor inversión en prospección. Es así como la vida útil de la minería del cobre chilena, estimada como las reservas totales de cobre dividido por la producción anual de cobre, ha mostrado una notable tendencia a la baja, pasando de cerca de 140 años en 1994 a 80 años el 2000. Esta estimación, pese a no ser del todo correcta desde el punto de vista de la definición dinámica del concepto de recurso y reserva,

muestra un estancamiento en el crecimiento de las reservas nacionales de recursos mineros.

El oro, la plata y el litio siguen siendo los 3 metales con mayor índice de crecimiento de producción en el periodo, seguidos por el cobre, el molibdeno y el yodo. Tendencias sostenidas a la baja son las del petróleo, gas natural y carbón.

En los últimos años, Chile ha consolidado su participación mundial en la producción de varios minerales. El cuadro 7.15 resume la participación chilena en la producción minera mundial de algunos minerales metálicos y no metálicos estimada para el año 2001:

CUADRO 7.15: PARTICIPACIÓN DE LA PRODUCCIÓN MINERA CHILENA A NIVEL MUNDIAL

Mineral	Lugar a nivel mundial	% de la producción mundial
Cobre	1°	35%
Oro	14°	2,3%
Plata	6°	6,9%
Molibdeno	3°	24,4%
Yodo	1°	51%
Litio	1°	33%

Durante el periodo 1999-2001 se cumplieron los plazos para la finalización de la ejecución de los planes de descontaminación de las fundiciones de Chuquicamata, Paipote y Ventanas. Desafortunadamente, la información recopilada por las Conama regionales no permitió hacer un análisis completo, por ser insuficiente. Se sabe que en este período se pusieron en marcha los planes de descontaminación de las fundiciones Caletones (de la división El Teniente de CODELCO) y Potrerillos (de la división El Salvador). Completos antecedentes se presentan en el Capítulo I Aire. Sin embargo, a la luz de las informaciones públicas, parecería que estos procesos marchan de acuerdo a los plazos comprometidos con la autoridad.

Con respecto al uso del agua por parte del sector minero, no se ha realizado una actualización sobre las estimaciones realizadas por la DGA en 1996. Esto mismo ocurre con respecto al catastro de faenas mineras abandonadas en Chile, cuyo principal documento de referencia data de 1989 (SERNAGEOMIN, 1989). Cabe señalar que la tendencia a la baja de los precios de los metales ha generado una fuerte presión sobre las pequeñas y medianas empresas mineras, muchas de las cuales han cerrado sus operaciones. No existe información actualizada que permita estimar el impacto de estos cierres, tanto a nivel social como ambiental.

Durante este periodo, la autoridad puso en la agenda ambiental de la minería el tema del drenaje ácido de faenas mineras y el cierre y abandono de faenas mineras. Con respecto al drenaje ácido, se elaboró un estudio que evaluó el riesgo comparativo de generación de este tipo especial de contaminación en Chile, dando un marco de referencia para los proyectos ya existentes y los nuevos proyectos (Ministerio de Minería, 2000). Con respecto al cierre de faenas mineras, la autoridad, en conjunto con el sector minero, ha avanzado en la elaboración de un borrador de legislación para este tema. Deben destacarse como un avance importante de los últimos años, los procesos de certificación ambiental de la minería que se han traducido en certificados para siete grandes empresas bajo ISO 14001.

Finalmente, un hecho notable en este periodo es la fuerte disminución que tuvo la inversión extranjera en minería con respecto a la inversión extranjera total materializada en Chile. Durante el periodo 1985 – 1995 esta participación bordeó el 60%, disminuyendo en torno al 30% en el periodo 1996 – 1998, para finalmente caer aproximadamente al 8% el año 2000, influenciado fuertemente por la baja cotización de los metales en las bolsas internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, K., and S.K. Purcell (1993), Editors, *Proceeding, International Conference on Pollution Prevention in Mining and Mineral Processing, Snowmass Village, Colorado, August 24-27, 1993*.
- Banco Central, 2001. “*Cuantificación de los principales recursos minerales de Chile, 1985-2000*”, Elaborado por Banco Central y Servicio Nacional de Geología y Minería.
- _____, 2002. *Boletines mensuales*, diversos meses.
- Bell, Al. “*Acid Rock Waste Management at Canadian Base Metal Mines*”, Taller sobre la elaboración, aplicación y puesta en vigor de normas y criterios de calidad ambiental para la explotación minera, Proyecto de cooperación ambiental Chile-Canadá, Santiago, 13 y 14 de marzo, 1996.
- CNE, 2001. “*Balance Nacional de Energía 1970-2000*”, Comisión Nacional de Energía.
- _____, 2001. “*Estadísticas del cobre y otros minerales*”, Comisión Chilena del Cobre.
- _____, 2002. “*Resumen de los planes de descontaminación de las fundiciones de cobre chilenas*”, www.cochilco.cl
- CODELCO, 1990. “*Manual de Estadísticas Básicas*”, Corporación Nacional del Cobre de Chile.
- _____, 1999. “*Manual de Estadísticas Básicas*”, Corporación Nacional del Cobre de Chile.
- CONAMA, 2002. Información de calidad del aire y emisiones de las fundiciones proporcionadas por las Comunas regionales.
- Crowson, P. (1992). “*The infinitely finite*”, The International Council on Metals and the Environment, Ottawa, Canadá
- DGA, 1996. “*Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile*”. Dirección General de Aguas
- DGA, 2002. Datos de Calidad de Agua de las Cuencas Hídricas Chilenas. Centro de información de recursos hídricos, Ministerio de Obras Públicas.
- ENAMI, 2000. “*Memoria Anual*”, Empresa Nacional del Petróleo, Santiago, Chile.
- ENAP, 2000. “*Memoria Anual*”, Empresa Nacional de Minería, Santiago, Chile.
- Evans R.K. (1978). “Lithium Reserves and Resources”, *Energy Vol. 3, No 3*, pp 379.
- Gana J. (1998). “*Distintas visiones sobre política minera en Chile*”, Cuadernos de Cesco, Agosto, Santiago, Chile.
- Haigh, M. and Kingsnorth, D.J. (1989) “*The Lithium Minerals Industry*”, Glass
- Hiriart, L. (1964). “*Braden, historia de una mina*”, Editorial Andes, Santiago, Chile.
- INN, 2002. Instituto Nacional de Normalización, www.inn.cl
- Jiménez, S. (1999). “Entrevista al Ministro Sergio Jiménez”, *El Mercurio*, 27 de septiembre, página C-9, Santiago, Chile
- Lagos, G. (1986). “*El Litio, un nuevo recurso para Chile*”, Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Lagos G. (1997a). “Developing National Mining Policies in Chile: 1974-1996”, *Resources Policy*, Vol. 23, NO 1/2, pp 51-69.
- Lagos G. (1997b). “Eficiencia del Uso del Agua en la Minería del Cobre”, Publicado por el Centro de Estudios Públicos, CEP, en Serie de Documentos de Trabajo “*Gestión del agua en la minería*”, No 273, Octubre, pp. 55-67.
- Mayorga y Montt (1993). “*Inversión Extranjera en Chile*”, Editorial Jurídica, Santiago, Chile.
- Ministerio de Minería, 1997. “*Análisis de Normativas para el Cierre y Abandono de Faenas Mineras*”, elaborado por la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Ministerio de Minería, 2000. “*Catastro del Potencial de Generación de Aguas Ácidas de Minas y Elaboración de Guía Metodológica para la Prevención y Control del Drenaje Ácido de Minas en Chile*”, elaborado por SIGA Consultores.
- Roskill, 1999. *Roskill Information Services*, Londres, Inglaterra
- SERNAGEOMIN, 1989. “*Levantamiento Catastral de los Tranques de Relave en Chile*”, Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Chile.
- _____, 1998. “*Anuario de la Minería Chilena*”, Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Chile.
- SERNAGEOMIN, 2001. “*Anuario de la Minería Chilena*”, Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Chile.

SGA, 1998. "Cuantificación y Caracterización de los Residuos Mineros Masivos en Chile", SGA Ibersis S.A.

Strauss, S. (1986). "Trouble in the third kingdom", Mining Journal Books Ltd, London

Taller Canadá-Chile, 1996. *Sobre la elaboración, aplicación y puesta en vigor de normas y criterios de calidad ambiental para la explotación minera*, Proyecto de cooperación ambiental Chile-Canadá, Santiago, 13 y 14 de marzo, 1996.

USBM, 1986. *Mineral Commodities Summary*, U.S. Bureau of Mines.

USBM, 1986b. *Lithium availability - Market Economy countries*, information circular 9102

USBM, 2001. *Mineral Commodities Summary*, U.S. Bureau of Mines.

ANEXO 1

anexo

DEFINICIÓN DE RESERVAS Y RECURSOS DE COBRE

Los recursos mineros están constituidos por el mineral total contenido en uno o varios yacimientos, parte del cual, en la actualidad, puede ser explotado con beneficio económico. El resto, siendo no económico, puede constituirse como mineral económicamente explotable en el futuro, como resultado del advenimiento de nuevas tecnologías, o por aumento de precios. Reservas son “la parte identificada del recurso mineral, con el mayor grado de factibilidad económica de extracción y razonable certeza geológica” (Manual de estadísticas básicas de Codelco, 1990). Reservas y recursos se pueden segmentar dentro del yacimiento, según su nivel de reconocimiento y posición: reservas o recursos *medidos* son aquellos identificados con suficiente información proveniente de sondajes, muestreos en piques, galerías subterráneas o mues-

treos en zanjas en la superficie; reservas o recursos *indicados* son aquellos identificados por información aceptable y consistente en muestreos de zanjas en la superficie y de sondajes; reservas o recursos *demostrados* es la suma de reservas o recursos medidos e indicados; reservas o recursos *inferidos* son aquellos volúmenes de roca mineralizada con un contenido de metal medianamente confiable y que requiere reconocimientos adicionales; reservas o recursos *identificados* son la suma de las reservas o recursos demostrados e inferidos.

Adicionalmente pueden segmentarse las reservas en económicas, marginales o sub-económicas. Finalmente, hay categorías adicionales de reservas o recursos, tales como hipotéticos y especulativos.

ANEXO 2

anexo

ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA EL ANÁLISIS DEL INVENTARIO Y DEL POTENCIAL AGOTAMIENTO DE RECURSOS NO RENOVABLES

Las reservas minerales sólo existen en la medida que se realice exploración para identificarlas y cuantificarlas. Las reservas sólo adquieren un valor económico cuando existe una disposición a explotaras. Pero incluso, cuando los recursos y reservas minerales de una empresa son

bien conocidos y se conocen las características físicas del yacimiento, tales como la ley del mineral, el porcentaje de impurezas, el tonelaje, espesor, profundidad, orientación y forma del yacimiento, existe incertidumbre respecto a la recuperación final (Crowson, 1992). El verdadero tamaño

de un yacimiento se conoce cuando ha sido explotado.

La sola existencia no tiene un valor económico asociado. Prueba de ello es que Zaire y Zambia, que a fines de la década de los 60 en conjunto producían más cobre que Chile, hoy producen un poco más que el Teniente, o 10 veces menos que Chile.

La existencia de reservas minerales de calidad es la base para realizar la futura explotación y por tanto, para asignar un valor económico al yacimiento. Para que esto ocurra, sin embargo, deben darse varias condiciones:

- el precio debe ser adecuado.
- debe manejarse una tecnología que permita producir a costos competitivos.
- el marco institucional-legal del país tiene que proveer la claridad, estabilidad y garantías para permitir que las compañías materialicen las inversiones necesarias para explotar el mineral.
- hay que contar con mano de obra calificada o en condiciones de ser entrenada en plazos razonables. Se estima que en Chile en 1998 el trabajador promedio de la minería del cobre tenía a su cargo instalaciones o equipos valuados en aproximadamente 500 mil dólares.

En esta sección se analizará la relación que existe entre las reservas mineras y la exploración, el precio y la tecnología de explotación. Se discutirá también el uso de las reservas para estimar la vida útil de una mina y la fracción de las reservas que se transforma en producto.

Exploración y reservas

En su inmensa mayoría, la exploración de minerales es realizada por compañías multinacionales; es cara y de alto riesgo, pero las recompensas son también altas. La exploración es altamente sensible al precio de los metales y a la percepción de rentabilidad. Por eso ésta aumenta cuando existen booms tales como el del cobre chileno, iniciado en la segunda mitad de los años 80 con la construcción de la mina Escondida, y que ha llevado a Chile a incrementar su producción de cobre en un 278%

entre 1990 y el año 2000. Lo mismo ocurrió a nivel mundial con el boom del Uranio entre los años 1940 y 1950, y con la fiebre del oro durante la mayor parte de los 80. La exploración es también sensible a las condiciones políticas, como se evidenció en América Latina, África y Asia durante las décadas de los 60 y 70, donde la exploración se redujo debido a los nacionalismos que llevaron a la expropiación de diversos yacimientos de recursos no renovables.

Sin exploración no pueden aumentar las reservas o recursos minerales. De aquí que el crecimiento o reducción de reservas y recursos minerales no pueden ser analizados sin referencia a la exploración. Una compañía puede tener medidas, en términos de horizonte de vida de una mina, las mismas reservas durante años, sin que ello tenga un significado específico. Tal fue el caso de las reservas de níquel de la compañía Canadiense Inco, la que durante medio siglo informó reservas estimadas en 30 años de explotación. En la década de los 90, la información sobre reservas se transformó en más importante debido a que muchas de las compañías mineras transnacionales han sido objeto de operaciones de fusión y adquisición, y su valor ha dependido en forma importante de sus reservas de minerales.

La exploración puede estar orientada a mejorar el conocimiento de una mina en explotación, o de un yacimiento conocido, o a descubrir nuevos yacimientos. En cuanto a lo primero, existe una relación clara entre el nivel de inversión en exploración y el conocimiento de las reservas y recursos, como lo muestra la figura 7.3. En dicha figura los aumentos puntuales de inversión de 1982 y 1985, se asocian a los descubrimientos de El Huevo (yacimiento de oro) y de Altamira (yacimiento de cobre). La inversión mostrada corresponde al total asignado por Codelco, y puede ser segmentada de acuerdo a la clasificación del Metals Economic Group, Vancouver, Canadá, en: proyectos "grassroots" o semilla, proyectos en etapa hasta factibilidad, y en sitios de minas existentes. La asignación de Codelco a estos tres tipos de proyectos ha variado fuertemente de un año a otro, de acuerdo a las necesidades específicas del momento. En 1992, por ejemplo, la asignación a estos tres

tipos de proyectos se distribuyó casi uniformemente; en 1993 el 74,3% fue destinado a proyectos en etapa hasta factibilidad (posiblemente Radomiro Tomic y El Abra), mientras que en 1998 la distribución fue 67,6% a proyectos semilla, 23,8% a proyectos hasta la etapa de factibilidad, y el 8,5% restante a las minas existentes. Lo anterior sugiere que a principios de los 90 había un fuerte énfasis en conocer mejor los recursos mineros que poseían los actuales yacimientos, y por ende, se pensaba que estos no eran suficientemente conocidos. Sugiere también que, en la actualidad, Codelco estima que el conocimiento de sus yacimientos conocidos, incluidos los que están en explotación, es adecuado, y que el énfasis debe ser colocado en descubrir nuevos yacimientos.

La totalidad de las inversiones de Codelco han estado destinadas a metales base, específicamente cobre, mientras que una fracción, aún pequeña, ha sido destinada a buscar nuevos yacimientos fuera de Chile. En 1998, Codelco se ubicó en el número 40 entre las compañías mineras del mundo en cuanto a inversión en exploración. La empresa con un presupuesto más alto, también en 1998, fue la BHP de Australia, con un gasto 8,2 veces mayor que el de Codelco.

El desarrollo de la tecnología de exploración está muy relacionada con las reservas. Específicamente, las nuevas tecnologías de exploración tuvieron un fuerte efecto en descubrimientos realizados en los últimos años. Por ejemplo, ahora es posible descubrir yacimientos que antes hubiera sido imposible conjeturar que existían. Es el caso del descubrimiento de Escondida y Ujina (este último es uno de los tres yacimientos de la empresa Doña Inés de Collahuasi) en Chile durante los 80 y 90, los que se hallan “escondidos”, es decir, no afloran a la superficie. Fue posible inferir su presencia debido a la existencia de nuevos modelos geológicos y a la existencia de nuevas técnicas de exploración remota. Sin embargo, la demostración de reservas sólo puede lograrse mediante la perforación y muestreo de las rocas u otros materiales.

Horizonte de vida de una mina

La relación entre las reservas minerales y su horizonte de vida de acuerdo a los ritmos de ex-

plotación actual, se ha denominado reservas estáticas, mientras que la relación entre las reservas mundiales de minerales y su demanda proyectada en el mercado mundial es un indicador que se ha denominado dinámico (Crowson, 1992). Los indicadores de reservas estáticas y dinámicas pueden ser usados con las debidas precauciones.

Reservas y plan de explotación

Las reservas y recursos no pueden ser analizadas solamente como números. Chuquicamata, por ejemplo, en 1997, teóricamente tenía recursos identificados suficientes para 65 años de explotación al ritmo de dicho año, y sus reservas demostradas alcanzarían para 20 años. Sin embargo, una parte significativa de su producción son óxidos provenientes de la mina Sur o Exótica, la que tenía reservas para aproximadamente 5 años. Incluso la mina principal (sulfuros) en Chuquicamata, deberá re-evaluar su plan de explotación a cielo abierto cuando el rajo sea demasiado profundo, incluyendo entre las opciones analizadas, la explotación subterránea. En el caso de la División Andina, la que tiene recursos identificados para 150 años de explotación al ritmo actual (aproximadamente 240 mil toneladas anuales de cobre contenido), que también deberá re-analizar su método de explotación subterránea en 25 años más, con los consiguientes efectos para sus costos. De lo anterior se deduce que la tecnología de explotación tiene una importancia fundamental en la competitividad futura de los recursos y reservas actualmente conocidos. Son raros los casos en que desde el punto de vista tecnológico hay certidumbre cuando se analiza la explotación de un yacimiento a más de 20 o 25 años plazo. Incluso en el caso de El Teniente, con recursos identificados suficientes para 217 años de explotación al ritmo de 1997, una parte fundamental de su producción futura la deberá a las tecnologías que puedan desarrollarse para garantizar la seguridad de los trabajadores ante las explosiones de roca y la subsistencia del recurso mismo.

Desde reserva a producto

No todos los recursos demostrados en definitiva se transforman en cobre. Según un estudio realizado

en 1996 por la Gerencia de Exploraciones de Codelco, sólo el 51% de sus recursos demostrados se transforma en reservas base demostradas (el resto queda a la espera de nuevas tecnologías de extracción); un 90% de éstas llega a las unidades de explotación de las minas (el resto se considera no “minable” de acuerdo a tecnologías actuales); un 90% de esta última se recupera en la mina (el resto se pierde en pilares, etc.), y un 83% se recupera en la planta (el resto son pérdidas que van a los relaves, rípios, escorias, polvos de fundición, y otros residuos mineros). Una fracción de esto último se recupera, aunque no hay cifras disponibles. En total, sólo un 34% de los recursos demostrados se transforma en cobre. Y si se considera que éstos constituyen en promedio el 46,5% de los recursos identificados de Codelco entre 1992 y 1997, sólo el 15,8% llega hasta cátodo.

Reservas y tecnología

En la medida que emergen y están disponibles nuevas tecnologías de extracción y procesamiento, las reservas mineras aumentan, y se puede explotar minas con leyes de cobre inferiores, sin que ello signifique un aumento en los costos de operación.

La figura 7.32 muestra la ley media del mineral de Codelco para cada año del período y los costos de operación en moneda de 1997. Se observa que a pesar que la ley media del mineral se redujo en este período en un 32%, los recursos mineros aumentaron en un 160%.

La figura 7.32 indica que los costos, si bien aumentaron en cerca de 2/3 entre 1986 y 1994, posteriormente bajaron en términos reales a los niveles que tenían en 1983 a 1985. Entre los factores más importantes que han afectado los costos de operación¹ de Codelco en los últimos 25 años se cuentan la tasa de cambio, la productividad laboral, la tecnología de extracción y procesamiento, el precio de los subproductos, y la gestión. Por ejemplo en 1982 los costos de operación eran de más de 70 ¢/lb, debido a la artificial valorización del peso, y en 1983 cayeron prácticamente a la mitad debido, fundamentalmente, a la devaluación. La caída de los costos desde 1995 en adelante se debió, en cambio, a una mejor gestión de las Divisiones, a la utilización de tecnologías más adecuadas para la explotación, en el caso de Chuquicamata, y al alto precio del Molibdeno, importante sub-producto de Codelco. Es decir, las mayores fluctuaciones de los costos fueron independientes de la ley del mineral, o calidad de las reservas.

En términos generales, la introducción de la tecnología de extracción por solventes y electro-obtención, SX/EW, en la década de los 60 permitió explotar a costos mucho menores las reservas de óxidos de cobre y de sulfuros secundarios. Por ello, en la actualidad, aproximadamente un tercio de la producción chilena se realiza por la vía del proceso SX/EW.

Otro ejemplo del efecto de la tecnología sobre las reservas se da en el caso de la mina El Teniente. En 1997 sus reservas identificadas (con una ley me-

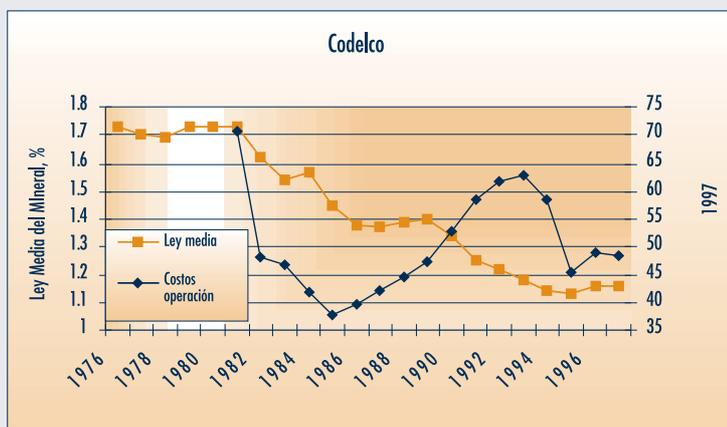


Figura 7.32: Ley media del mineral y costos de operación de Codelco. Se descuentan créditos por subproductos, pero no se incluye el costo hasta cá todo para toda la producción.

Fuente, Codelco Chile.

¹ Los costos de operación pueden definirse de diversas maneras. En este trabajo se refieren a aquellos costos que excluyen la depreciación y los costos de amortización de la deuda.

dia de cobre de 1,24%) daban un horizonte de 124 años de vida a la mina, mientras que un siglo antes, en 1897, en carta escrita por el ingeniero Marcos Chiapponi a William Braden -por encargo de los dueños de la mina, Don Enrique Concha y Toro y Don Juan de Dios Correa-, ofrecía este yacimiento en venta, el que contenía reservas estimadas en 500 mil toneladas de mineral, de los cuales había 250 mil a la vista y se infería que al menos había otro tanto oculto, con una ley media de 4,5% y con una posible capacidad de producción de 2000 toneladas de cobre fino anuales. El horizonte útil de la mina era de 11,3 años (Hiriart, 1964). Lo mismo ha ocurrido con otras grandes minas de cobre del mundo que comenzaron a explotarse a principios de siglo y siguen en operación en 1999, tales como Chuquicamata en Chile y Bingham Canyon en los Estados Unidos.

Reservas y precio

Las reservas de hoy pueden ser una fracción de las reservas de mañana si el precio del cobre se desploma por bajo niveles aceptables para sostener la producción primaria, tal como ocurrió con el Estaño en 1985 (Strauss, 1986). En el caso del cobre y de otros metales base, se argumenta que

justamente por ello, existe un piso para el precio, el que no ha sido nunca reducido. En 1999, el precio del cobre llegó a estar cerca de los 0,6 US\$ por libra, por lo que algunas minas cerraron sus operaciones, entre otras una gran cantidad de minas pequeñas y algunas medianas en Chile. Específicamente cerraron Punta Grande en 1998 (12 mil toneladas anuales), Ojos del Salado y Las Luces en 1999 (20 mil y 10 mil toneladas anuales respectivamente), más una infinidad de minas más pequeñas, cuya producción estimada era cercana a las 8 a 10 mil toneladas anuales. En total, los cierres en Chile llegaron aproximadamente a 50 mil toneladas de cobre fino, o un 1,4% de la producción de 1998. Esto mismo indica algo sobre la estructura de costos de la industria del cobre chileno en dicho año. Se argumentó que el precio era el más bajo alcanzado históricamente en términos reales, pero ello, si bien es correcto, ocurrió en un momento en que los costos medios de operación a nivel mundial eran también los más bajos de la historia. Por otro lado, altos precios tales como los registrados desde 1989 a 1992, incentivaron a muchas compañías a abrir nuevamente sus minas, y por ende, a aumentar las reservas económicamente explotables.

ANEXO 3

anexo

DEFINICIÓN DE LOS RESIDUOS MASIVOS DE LA MINERÍA

- **Relaves.** Son residuos que se producen en el proceso de flotación de minerales de cobre y oro. Los relaves están 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 se disponen en tranques, hasta donde son conducidos en forma de pulpa (mezcla de 50% en peso de sólidos y 50% de

agua). Una fracción del agua contenida en los relaves es reciclada hacia la planta y la otra fracción, en conjunto con los sólidos, queda almacenada en el tranque.

- **Escorias:** Estos desechos se producen durante la etapa de fundición de los concentrados de cobre. Las escorias fijan principalmente el Fe y

otros metales presentes en el concentrado, mediante la generación de compuestos estables con la sílice que se utiliza como fundente. Las escorias son retiradas desde los hornos y son dispuestas en botaderos.

- **Ripios:** Un proceso muy utilizado en la actualidad para recuperar metales es el proceso de lixiviación. En este proceso el mineral molido, con un tamaño aproximado a un cuarto de pulgada, se dispone formando una pila en la cual se hace pasar un fluido lixivante (ácido sulfúrico en el caso de minerales de cobre y cianuro en el caso del oro), el cual solubiliza el metal de interés contenido en la pila. Una vez extraído el metal valioso, el mineral “agotado” que queda recibe el nombre de ripio de lixiviación o de cianuración. Los ripios pueden

ser compactados y sobre ellos construirse una nueva pila, o bien pueden ser removidos y dispuestos finalmente en otro sitio.

- Los **estériles** incluyen aquellos materiales que sólo han sido removidos del yacimiento y que en ningún momento han entrado al proceso de beneficio. Estos desechos provienen de todos aquellos sectores del yacimiento cuyo contenido de mineral valioso es muy bajo para hacer atractiva su recuperación, pero que de todas maneras es necesario remover para poder acceder a zonas más ricas. Este tipo de residuo se conoce como estéril o lastre. Una vez removido el estéril del yacimiento, se dispone formando las características “tortas” de estéril que rodean los yacimientos mineros.

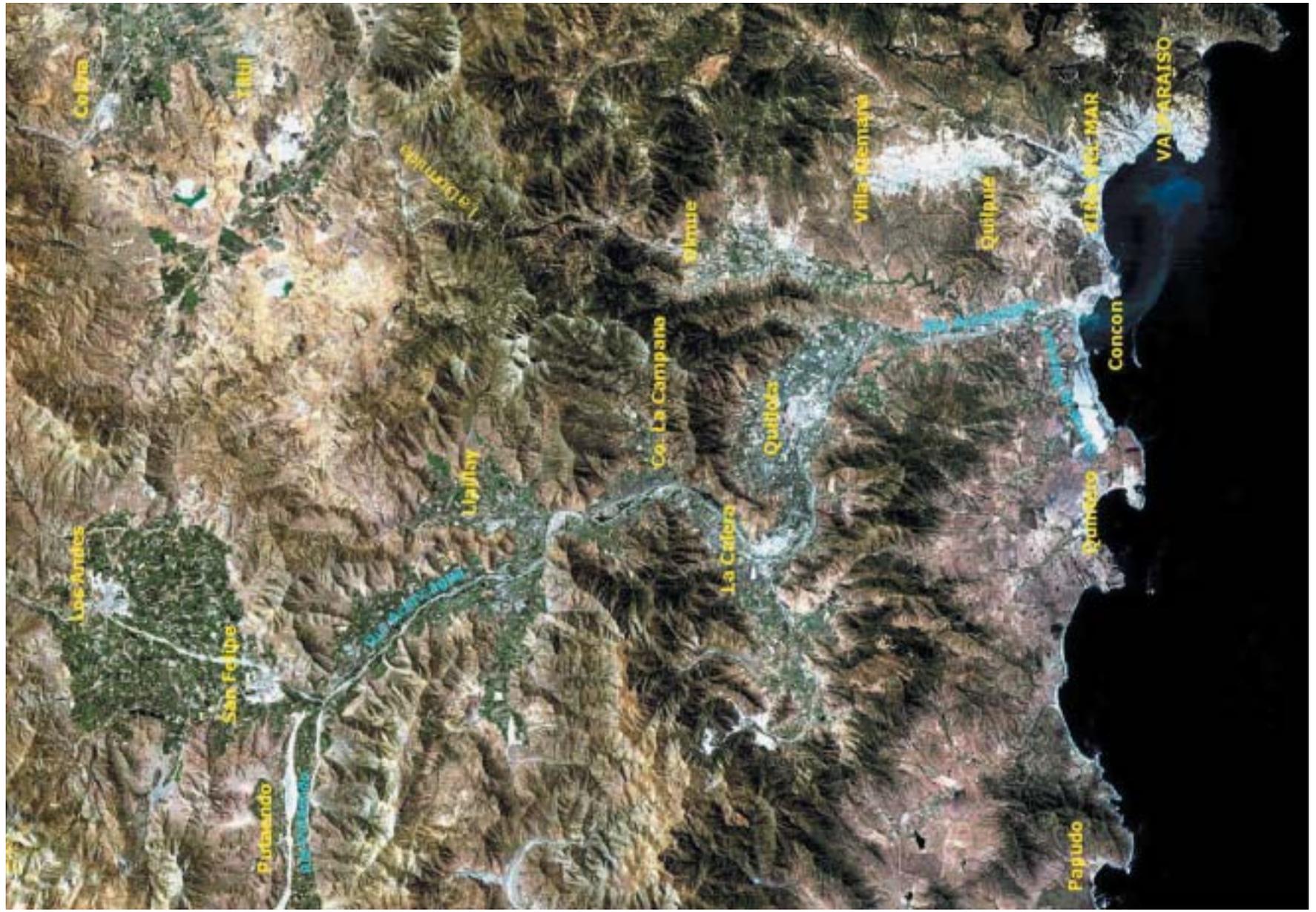
Capítulo 8



Asentamientos Humanos

INDICE

■ 8 ASENTAMIENTO HUMANO	353
■ 8.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS	359
8.1.1 El sistema de asentamientos	359
8.1.2 Dinámica de los asentamientos humanos	360
■ 8.2 LA CALIDAD DE VIDA EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS	363
8.2.1 Pobreza	363
8.2.2 Vivienda	365
■ 8.3 CALIDAD AMBIENTAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS	366
8.3.1. Uso del suelo	366
8.3.2 Generación de Residuos	372
■ 8.4. RESPUESTAS E INICIATIVAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS	375
8.4.1 El marco institucional	375
8.4.2. Normas e instrumentos de gestión ambiental	375
■ 8.5. CONCLUSIONES	379
■ BIBLIOGRAFÍA	379



8.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS

De acuerdo con los documentos de la Conferencia Hábitat II, los asentamientos humanos sustentables conllevan una promesa de desarrollo humano y de protección de los recursos naturales debido a su capacidad para sostener a muchas personas, limitando su impacto sobre el medio natural (ONU, 1996). Sin embargo, en muchos asentamientos se están generando efectos negativos asociados al crecimiento, la producción y consumo, el uso del suelo, la movilidad de la población y la degradación de su estructura física; y algunos están también sujetos a limitaciones en lo que se refiere al abastecimiento de agua, saneamiento y drenaje, así como a una dependencia de fuentes energéticas no renovables y a una pérdida irreversible de la base de recursos naturales.

En la actualidad, probablemente uno de los desafíos mayores consiste en el mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo en el conjunto de asentamientos humanos, poniendo énfasis en la vivienda, la infraestructura social y física y los servicios.

En el caso de las ciudades principales, los problemas ambientales están asociados a la expansión física de las ciudades producto de la presión demográfica, lo que trae aparejado no sólo consumo de suelo sino, además, problemas de desplazamiento, de aumento de los tiempos de viaje, y congestión vehicular y, su principal consecuencia, la contaminación atmosférica. Lo anterior también se traduce en una necesidad creciente de expansión y aumento de las redes y coberturas de agua potable y de alcantarillado, de mejoramiento de la gestión en materia de tratamiento de las aguas servidas, de la producción de residuos y del consumo de recursos naturales.

En el caso de los asentamientos rurales, su mantenimiento y desarrollo exige actividades agrícolas y forestales sostenibles, así como diversificación económica y aumento de las oportunidades de empleo, mediante el estímulo a la inversión ambientalmente sostenible, tanto en la industria como en las actividades conexas de producción económica y en los servicios.

8.1.1 El sistema de asentamientos

La dinámica de desarrollo de Chile, y particularmente aquella de sus asentamientos humanos, ha estado directamente relacionada al descubrimiento y desarrollo de los recursos naturales o a las necesidades de políticas específicas, tales como la empresa de la conquista y colonización de nuevos territorios o el afianzamiento de la soberanía. La localización y explotación de los recursos es quizás el factor más determinante de la localización de las principales ciudades en la zona central del país, entre el Aconcagua y el Biobío. Fuera de esta zona el proceso de urbanización se desarrolló a partir de las necesidades de colonización y ampliación de la frontera agrícola y de la incorporación de nuevos espacios a la actividad económica nacional.

El análisis del territorio delimitado por el Aconcagua y el Biobío permite observar que del universo de las 96 ciudades mayores a 10 mil habitantes, según el censo de 1992, más del 50 por ciento se localizan entre estos límites. El porcentaje aumenta si se considera la totalidad de los centros poblados de menor tamaño.

En las últimas décadas, en el marco de la estrategia de apertura económica, la evolución del sistema de asentamiento ha dejado en evidencia las diferencias existentes: aquellos con mayores ven-

tajas han crecido a ritmos acelerados, dando lugar, en algunos casos, a procesos de conurbación¹ y desarrollo de verdaderos sistemas de centros. Esto es especialmente evidente en la Región Metropolitana de Santiago, la que concentra el 44,9 por ciento de la población urbana total del país y el 40,1 por ciento de la población total, tendencia que se mantiene prácticamente inalterada durante las últimas cuatro décadas (variación de alrededor de 4 puntos, ya que la concentración de población urbana en la capital era de 40,2 por ciento en 1952, (CELADE, 1994; INE, 2002).

Respecto de los asentamientos rurales, éstos muestran una particular situación, ya que varias localidades presentan un decrecimiento marcado, asociado a una emigración creciente que se ve reflejada en sus bajas tasas de crecimiento, en la mayoría de los casos, y en tasas de crecimiento negativas, en otros. Este patrón de población que presentan las áreas rurales, y que resulta de la pérdida de dinamismo de esos lugares, se traduce en condiciones deficientes de calidad de vida, lo cual conlleva a que la relación entre el asentamiento y el medio natural que lo rodea sea negativa y problemática, en desmedro del medio ambiente. Los datos preliminares del Censo 2002 (INE, 2002), no hacen sino corroborar esta tendencia ya que la población rural disminuye en un número significativo de comunas del país.

8.1.2 Dinámica de los asentamientos humanos

El carácter urbano del país se consolida en la segunda mitad del siglo XX, con un constante au-

mento de la brecha entre la población urbana y rural. En 1970 un 75,6 por ciento de la población es considerada como urbana; proporción que alcanza al 86,7 por ciento en el año 2002.² (figura 8.1)

Durante el período intercensal 1992-2002, la población nacional creció en 12,8 por ciento (17,7% en las áreas urbanas). Los resultados preliminares del censo de población 2002 indican que la población nacional aumenta a ritmos desiguales en el país (figura 8.2), siendo más importante el crecimiento poblacional en las regiones que han tenido un mayor grado de explotación de sus recursos naturales (minería, bosque y pesca). La esperanza de vida de la población también aumenta en forma significativa. El proceso de urbanización del país adquiere en la última década una proporción muy elevada, como evidencia de los profundos cambios ocurridos en la estructura territorial, en las formas de producción de zonas rurales y en los desplazamientos de su población.

La densidad promedio en Chile es de 19,9 hab/km² (INE, 2002), observándose el indicador más alto en la Región Metropolitana con 392,1 hab/km², seguida por la Región de Valparaíso con 94,1 hab/km². Las zonas extremas del país, son aquellas que presentan una menor densidad: las Regiones de Atacama y Antofagasta tienen apenas una densidad de 3,4 y de 3,9 hab/Km² respectivamente y la Región de Aisén tan sólo 0,8 hab/Km², lo que la convierte en la región menos poblada de Chile, apenas superada por la de Magallanes y de La Antártica Chilena con 1,1 hab/Km².

Como se aprecia en el cuadro 8.1, la población del país se concentra principalmente en tres regiones. La mayor concentración de población se

¹ Se entiende como conurbación al proceso que afecta a ciudades relativamente cercanas y que, producto del crecimiento horizontal, sobrepasan el umbral que permite diferenciarlas claramente en el espacio como dos sistemas independientes. El resultado es la conformación de una ciudad de superficie mayor y dinámica más compleja.

² Según la definición del INE, asentamiento urbano corresponden a aquel en que viven 2.000 ó más personas, o que fluctuando entre 1.001 y 2.000 habitantes tiene el 50% o más de su población económicamente activa, dedicada a actividades secundarias y/o terciarias. También se consideran como urbanos aquellos centros turísticos con más de 250 viviendas que no cumplen con el requisito de población. Los asentamientos urbanos se clasifican en ciudades y pueblos. Las primeras son aquellas que poseen más de 5.000 habitantes y los segundos aquellos cuya población fluctúa entre 2.001 y 5.000. Los asentamientos humanos rurales son los que, concentrados o dispersos, tienen una población que no supera los 1.000 habitantes, o entre 1001 y 2000 en caso que la población económicamente activa dedicada a las actividades secundarias y/o terciarias sea inferior al 50%. La aldea es la clasificación para aquellos asentamientos rurales con viviendas concentradas cuya población fluctúa entre 301 y 1.000 habitantes.

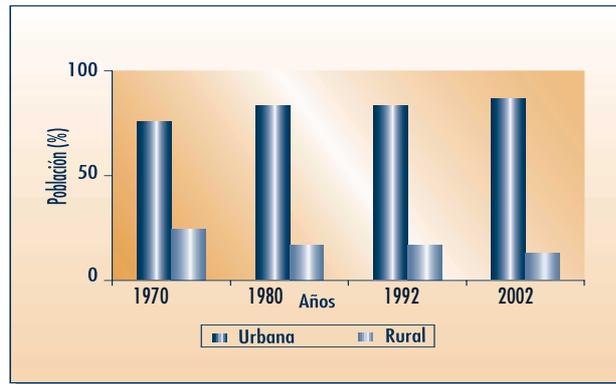
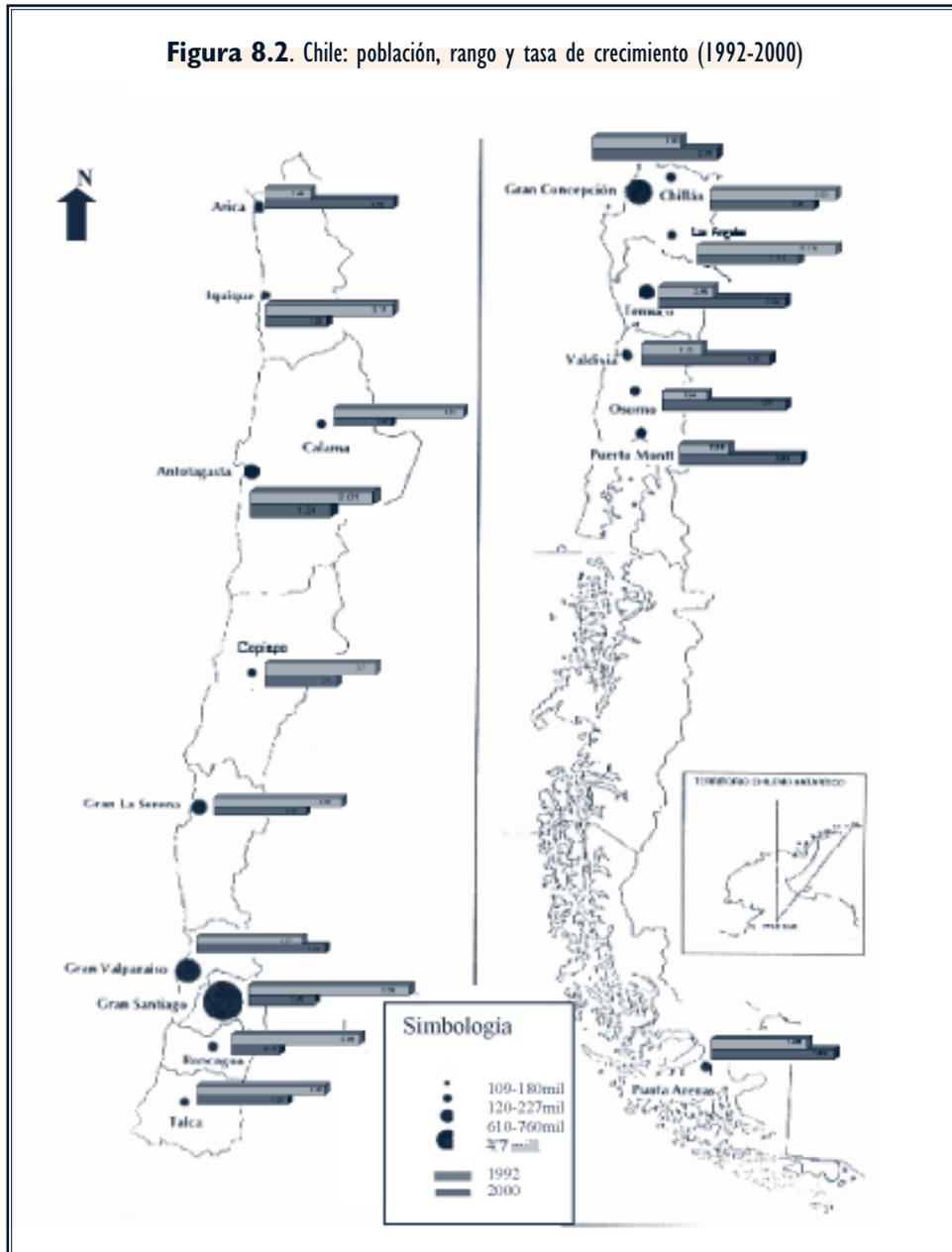


Figura 8.1. Chile, distribución de la población según área urbana-rural.

Figura 8.2. Chile: población, rango y tasa de crecimiento (1992-2000)



CUADRO 8.1 CHILE: DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR GRANDES ZONAS (%)

Años	Norte Grande		Norte Chico		Centro			Sur			Austral		RM
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM
1992	2,5	3,1	1,7	3,8	10,4	5,2	6,3	13,0	5,9	7,1	0,6	1,1	39,4
2002	2,8	3,3	1,7	4,0	10,2	5,1	6,0	12,3	5,7	7,1	0,6	1,0	40,1

Fuente: INE 1992 y 2002.

CUADRO 8.2 CHILE: POBLACIÓN URBANA POR ZONAS (%)

Años	Norte	Grande Norte	Norte Chico	Centro			Sur			Austral		RM	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM
1982	93,7	98,6	91,2	73,6	90,3	64,1	56,0	75,9	56,8	58,3	77,0	90,3	96,2
1992	93,9	97,3	90,5	70,4	90,2	63,9	59,8	77,4	61,3	61,1	71,8	90,8	96,5
2002	93,4	95,9	91,2	79,3	91,2	71,1	66,8	82,3	67,6	68,2	79,7	92,6	97,0

Fuente: INE 1992 y 2002.

produce en la Región Metropolitana, con 5.257.937 habitantes, lo que corresponde al 39,4 por ciento de la población nacional en 1992, y 6.038.974, lo que corresponde al 40,1 por ciento en 2002.

En 1992, la Región del Biobío es la segunda más poblada, concentrando un 13,0 por ciento de la población, equivalente a 1.734.305 habitantes, y aunque en el año 2002 desciende a un 12,3 por ciento, dicho porcentaje equivale a 1.853.678 habitantes. La sigue la Región de Valparaíso con 10,4 por ciento de la población nacional en 1992 y un 10,2 por ciento en el 2002. Estas cifras contrastan con el escaso porcentaje de población que, en el 2002, habita en las zonas extremas del país: 6,1 por ciento en la zona del Norte Grande y apenas un 1,6 por ciento en la zona Austral.

En las tres regiones más pobladas se ubican las tres metrópolis³ que existen en el país: Santiago, Concepción y Valparaíso. Esto significa que el país

no sólo presenta una concentración geográfica de la población, sino que además, de carácter marcadamente urbana (cuadro 8.2).

Excluyendo la Región Metropolitana (RM), se observa que aquellas zonas con menor cantidad de población, las zonas extremas, presentan a su vez los más altos porcentajes de urbanización (cuadro 8.3).

Existe una marcada concentración de la población en las capitales regionales o en los asentamientos conurbados, como Iquique, Antofagasta, La Serena-Coquimbo, Valparaíso-Viña del Mar, Concepción-Talcahuano, Punta Arenas, entre otras, con niveles elevados de primacía urbana. Las excepciones más notables corresponden a las regiones de Tarapacá y Los Lagos, las que se caracterizan por tener dos ciudades, la primera, y tres, la segunda, relativamente equilibradas, con una distribución de su población menos concentrada que el resto del país.

³ *Metrópolis*: Es la mayor representación urbana que tiene un país. Concentra más de un millón de habitantes y corresponde a un elevado porcentaje de la población total nacional. La metrópoli está conformada por un conjunto de comunas en su área urbana, que se han unido en el tiempo como consecuencia de su expansión territorial y de los procesos de *conurbación*. Se considera en este nivel a la metrópoli de Santiago que por su gran envergadura poblacional tendrá un tratamiento especial.

Grandes Áreas Urbanas: Son áreas macrourbanas, que unen entidades urbanas de diversas comunas y que por procesos de conurbación han conformado una gran área urbana, sin apreciarse límites de separación entre ellas. El monto poblacional de las grandes áreas urbanas en su conjunto supera los 250.001 habitantes. Se distingue en este nivel cuatro grandes áreas urbanas: "Gran Valparaíso", "Gran Concepción", "Gran La Serena" y "Gran Temuco".

Ciudad: Es una entidad urbana con 5.001 habitantes y más.

(fuente: INE, 2002)

CUADRO 8.3 CHILE: POBLACIÓN POR ZONAS (POR CIENTO RESPECTO AL TOTAL NACIONAL)

Años	Norte Grande	Norte Chico	Centro	RM	Sur	Austral
1980	5.4	5.36	22.42	37.68	27.42	1.7
1990	5.67	5.19	21.8	39.75	25.75	1.82
2002	6.11	5.67	21.4	40.13	25.12	1.59

Fuente: INE, 1980, 1990 y 2002.

Sin que se trate de determinismo geográfico, se observa que el relieve también condiciona, en cierta forma, la distribución de la población. El valle central o depresión intermedia, concentra un 74 por ciento; el litoral, un 24 por ciento y la precordillera y cordillera, un 2 por ciento de la población. La aridez (y en algunos casos la altitud) del extremo norte dificultan la vida en las zonas rurales y obligan a los habitantes a concentrarse en las zonas urbanas, las que ofrecen mejores condiciones de vivienda y servicios. En el extremo sur, en tanto, con una excesiva humedad y bajas temperaturas, se reproduce la misma situación y los habitantes deben vivir en áreas provistas de servicios básicos y viviendas adecuadas al clima.

Aunque los procesos de migración no son determinantes en el Chile de las últimas décadas, luego del gran proceso de migración campo-ciudad, ocurrido desde la década de 1930 hasta los años setenta, se da paso a una migración interna desde las regiones hacia la capital, principalmente, y en menor medida hacia los otros dos grandes centros urbanos del país y algunas otras ciudades intermedias o en crecimiento. También se da un proceso, por ahora incipiente, de traslado de habitantes desde los núcleos centrales de las metrópolis, hacia sus núcleos satélites, en muchos casos incentivados por razones de carácter ambiental (Arenas e Hidalgo, 2001).

En general, los desplazamientos de personas a través del territorio son motivados principalmente por la búsqueda de empleo. Es muy probable que con todas las políticas orientadas a la liberali-

zación del mercado laboral y la transformación productiva ocurrida desde mediados de los años 70 a la fecha, el grado de movilidad de la población haya aumentado en forma significativa (Martínez, 1999). Un proceso de movilidad de residencia que tiene cierta importancia es el de los trabajos temporales, sobre todo en el área agrícola. Dicho proceso adquiere relevancia fundamentalmente en la zona sur y en los valles del norte, ante todo debido al aumento de las exportaciones en el rubro agrícola, el cual significa a su vez un aumento en la oferta de puestos de trabajo.

8.2 LA CALIDAD DE VIDA EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

8.2.1 Pobreza

Durante la última década son evidentes los procesos de disminución de los niveles de pobreza e indigencia de la población y de mantención de los altos niveles de concentración del ingreso en un reducido sector de la población. La situación de inequidad se mantiene estática desde mediados de los setenta, a pesar de la reducción de la pobreza experimentada por el país en la última década (MIDEPLAN, 1998). Es el crecimiento económico y las políticas sociales lo que ha contribuido a disminuir el número de pobres y no una mejor distribución del ingreso. Cabe destacar que la metodología para el cálculo de la línea de pobreza⁴ actual se mantiene sin cambios sustantivos desde

4 La medición de la pobreza en Chile se hace a través de la encuesta CASEN, que define pobreza como, básicamente, la carencia de ingresos que permita superar un nivel mínimo de consumo determinado por la canasta básica. La línea de pobreza utilizada por la encuesta CASEN se calcula sobre la base del costo de la canasta básica de alimentos, que es aquella que satisface los requerimientos nutritivos según estándares internacionales establecidos por la FAO. Esta canasta se multiplica por dos para tomar en cuenta el costo de satisfacer otras necesidades básicas. La composición de la canasta y el factor de multiplicación son establecidos sobre la base del consumo de un segmento medio de la población, de acuerdo a la información obtenida a través de la Encuesta de Presupuestos Familiares.

mediados de la década de los 80. La encuesta CASEN distingue entre pobres e indigentes y entiende que éstos últimos son aquellos que no cuentan con un ingreso suficiente para cubrir las necesidades básicas, es decir una canasta.

De acuerdo a la encuesta CASEN, los porcentajes de pobreza en Chile mantienen una sostenida baja durante la última década, tanto indigencia como pobreza no indigente, siendo el número absoluto de pobres en el 2000, un 37 por ciento menor que en 1990 (cuadro 8.4). Sin embargo, la encuesta CASEN 2000 muestra que el porcentaje de indigentes aumenta respecto al año 1998 y que los pobres no indigentes siguen disminuyendo en relación con el año base de 1990.

La distribución de la pobreza por regiones es desigual y hay diferencias en cuanto a pobreza e indigencia (cuadro 8.5). Hasta 1998 se observa una constante baja de la indigencia en todo el país, salvo en la Región Metropolitana, que sube en un 1,2 por ciento. Sin embargo en el último bienio la indigencia aumenta en 7 de las trece regiones, se mantiene en el caso de la Región de Coquimbo y dis-

minuye en las Regiones de: O'Higgins, del Maule, del Biobío, de la Araucanía y de Los Lagos. La incidencia de la pobreza total aumenta en el período 1998-2000 en cinco de las trece regiones, destacándose la Región de Tarapacá que sube cerca de 5 puntos porcentuales. A nivel de comunas (Anexo, Tabla 8.1), excluidas las de la Región Metropolitana, se destacan como más críticas Tocopilla, Valdivia, Illapel, Cauquenes, Coronel, Lebu, Penco, San Carlos, Tomé, Angol, Padre Las Casas, Victoria y La Unión, todas las cuales superan el 10 por ciento de población en situación de indigencia. En el caso de La Unión ella supera el 15 por ciento. En cuanto a la población pobre no indigente los casos más preocupantes corresponden a las comunas de Constitución, Parral, Curanilahue, Lota, Angol, Villarrica y Osorno, cada una de las cuales supera el 25 por ciento.

En consecuencia, existe un número significativo de comunas cuyo porcentaje de pobreza, indigente y no indigente, supera a un tercio de su población, lo que probablemente se refleja de manera principales en los respectivos asentamientos humanos. Entre los

CUADRO 8.4 CHILE: EVOLUCIÓN DE LA POBREZA E INDIGENCIA

		1990	1992	1994	1996	1998	2000
Indigentes	Miles de personas	1.659	1.169	1.036	813	820	849
	%	12,9	8,8	7,6	5,8	5,6	5,7
Pobres no indigentes	Miles de personas	3.306	3.162	2.743	2.474	2.340	2.231
	%	25,7	23,8	19,9	17,4	16,1	14,9
Total pobreza	Miles de personas	4.965	4.331	3.780	3.288	3.160	3.081
	%	38,6	32,6	27,5	23,2	21,7	20,6

Fuente: Casen 1990-1992-1994-1996-1998-2000.

CUADRO 8.5 CHILE: INCIDENCIA DE LA POBREZA POR REGIONES (% POBRES RESPECTO POBLACIÓN REGIONAL)

	Años	Norte Grande		Norte Chico		Centro			Sur			Austral		RM
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM
Indigentes	1996	4,7	4,2	7,1	8,1	4,7	6,0	9,4	10,5	12,0	7,7	4,4	2,7	2,7
	1998	4,1	2,9	5,5	6,2	4,2	5,2	7,0	10,0	11,7	8,7	1,7	1,1	3,5
	2000	4,8	3,3	7,7	6,2	5,3	4,5	6,7	8,0	11,1	6,8	4,8	3,6	4,3
Total Pobreza	1996	21,6	16,6	26,5	30,5	22,2	26,5	32,5	33,9	36,5	32,2	21,9	13,4	14,8
	1998	16,1	13,2	28,5	25,1	18,8	22,7	29,3	32,3	34,3	29,4	14,8	11,8	15,4
	2000	20,9	13,9	23,6	25,2	19,2	20,6	25,3	27,1	32,7	24,7	14,3	10,9	16,1

Fuente: Casen 1996-1998.

casos más relevantes, por el porcentaje de población urbana comunal, se encuentra Tocopilla, cuya población pobre se aproxima al 40 por ciento.

8.2.2 Vivienda

De acuerdo con la encuesta CASEN, entre los años 1990 y 2000 se observa una disminución del déficit habitacional cuantitativo, puesto que la tasa de crecimiento de la población es menor que la tasa de aumento de viviendas, el número de casas que se requieren disminuye para el período en 174.500 unidades.

Según las cifras preliminares del Censo del 2002 las viviendas en Chile alcanzan a las 4.434.521 unidades con una variación intercensal respecto a 1992 de un 31,6 por ciento, lo que representa en cifras absolutas un incremento de 1.064.672 viviendas en el decenio. Dicho incremento alcanza al 35,3 por ciento en las áreas urbanas y al 13,7 por ciento en las zonas rurales. Sin embargo, el déficit habitacional ha descendido en una proporción menor al crecimiento del número de viviendas ya que una parte de las nuevas unidades corresponden a viviendas secundarias.

Adicionalmente, aunque en la última década se avanzó bastante en cuanto a superar el déficit habitacional, debido a la preocupación por lograr satisfacer las necesidades al menor costo posible (por la escasez de recursos del Estado), se ha derivado en una búsqueda constante de terrenos de

menor valor, provocando que las viviendas sociales se concentren en sectores periféricos de la ciudad, incluso en zonas de riesgos, lo que genera una dificultad de carácter ambiental, que se hace evidente con ocasión de algún evento natural.

En los últimos años se puede constatar que el déficit cualitativo también disminuye en la última década, específicamente en un -45,10 por ciento en cuanto al déficit de materialidad y en -22,20 por ciento respecto del déficit de saneamiento (ver Cuadro 8.6).

En un ámbito más específico, se puede señalar que entre las comunas de ciudades de más de 20 mil habitantes que presentan mayores niveles de déficit en el indicador de saneamiento, referido a los servicios básicos de urbanización, se encuentran Illapel (18,9%), Cauquenes (16,7%), San Javier (17,2%), San Carlos (18,0%), Padre Las Casas (26,4%) y Villarrica (21,7%) (ver Anexo, Tabla 8.2).

Las cifras mencionadas dan cuenta de importantes carencias en materia de vivienda, pero también de avances no despreciables en esta materia en la última década, que han repercutido en la conformación de los asentamientos humanos del país. Según información del MINVU, en el último decenio se edificaron cerca de 900 mil viviendas sociales, muchas de las cuales se vincularon al Programa de Vivienda Básica, que es una vivienda de estándares mínimos, cuya superficie construida por unidad bordea en promedio los cuarenta metros cuadrados (ver Recuadro 8.1).

CUADRO 8.6 CHILE: EVOLUCIÓN DE LOS DÉFICIT HABITACIONALES 1990 - 2000

	1990	1992	1996	1998	2000	Variación 1990-2000 (%)
Déficit cuantitativo:						
Hogares allegados	918.756	844.851	746.19	758.201	743.45	-19,00
Déficit cualitativo:						
Hogares en viviendas con:						
déficit materialidad	290.34	242.603	181.451	176.274	159.469	-45,10
déficit saneamiento	257.773	241.59	248.836	221.09	200.575	-22,20
déficit material y sanitario	118.081	99.87	73.24	62.493	61.135	-48,20
Total	666.194	584.063	503.527	459.857	421.179	-36,80

Nota: Algunos hogares están afectados simultáneamente por ambos tipos de déficit, por lo que no se deben sumar.

Fuente: MIDEPLAN, Encuestas CASEN 1990, 1992, 1996, 1998 y 2000.

8.3 CALIDAD AMBIENTAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

8.3.1. Uso del suelo

Los asentamientos humanos ocupan el 0,24 por ciento de la superficie nacional. En efecto, de un total de 75.629.252,7 hectáreas de superficie que tiene el país, sólo 181.916,5 Ha corresponden a áreas urbanas e industriales, de las cuales 14.300 Ha corresponden a zonas de minería industrial y 167.615,5 Ha a pueblos, ciudades y zonas industriales (CONAF-CONAMA, 1999).

Esta escasa utilización urbana del suelo se mantiene en el conjunto de las regiones, con ciertas excepciones en las regiones V y Metropolitana, que si bien tienen igualmente una utilización baja de la superficie regional como urbana o industrial, están muy por encima de la media nacional y ciertamente de las regiones más extre-

mas del territorio. Esta situación se corresponde con la concentración de población y, a su vez, con las más altas tasas de densidad poblacional del país. Más atrás, las regiones VI y VIII también sobrepasan la media nacional, aunque por bastante menos que las regiones previamente mencionadas.

El mayor efecto que causa la urbanización sobre los suelos es el de la utilización de suelos aptos para la actividad agrícola, en expansión urbana. Si bien la expansión urbana puede materializarse tanto vertical como horizontalmente, la tendencia ha sido la de expandirse horizontalmente. Recién a partir de esta última década se ha ido consolidando la expansión vertical, principalmente en el Gran Santiago, pero todavía la ciudad sigue creciendo en extensión, ocupando tierras de gran riqueza y fertilidad. En regiones la expansión urbana también se presenta en forma significativa (ver recuadro 8.2 y figuras 8.3).

RECUADRO 8.1

LA VIVIENDA SOCIAL EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS EN CHILE

En el transcurso del siglo XX el Estado chileno ha ejecutado una serie de acciones para dar solución al problema de la vivienda, el cual ha afectado con especial vigor a los grupos sociales de más escasos recursos. En el momento que la solución de dichas condicionantes dejó de ser un asunto de caridad, las actuaciones oficiales en materia habitacional han ido dejando su herencia inconfundible en las ciudades chilenas.

En febrero de 2006 se cumplirán cien años de la promulgación de la Ley de Habitaciones Obreras de 1906, la primera normativa social chilena, que sentó las bases para una de las acciones más potentes que en el campo de la provisión de bienes y servicios públicos ha desarrollado el Estado chileno en la última centuria.

La vivienda social es una residencia producto de las políticas habitacionales dirigidas a los grupos más desposeídos de la sociedad, que no pueden optar por sus propios recursos a las viviendas del mercado inmobiliario. Cuando las actuaciones públicas en el sector han buscado además beneficiar a los sectores medios, estamos ante la presencia de una vivienda de promoción pública, que trata de incentivar a dichos grupos al acceso a la "casa propia".

El término en cuestión es una abreviación del concepto de «Vivienda de Interés Social» que fue promovido hacia la década de 1950 por la Unión Panamericana, agencia de cooperación promovida por el gobierno de los

Estados Unidos.

En general aproximadamente entre 40 y 50 por ciento del espacio de una ciudad se encuentra ocupado por la función residencial. Algunas cifras señalan que desde la creación del Ministerio de Vivienda y Urbanismo en 1965 hasta finales de los años noventa, se habían construido aproximadamente un millón y medio de viviendas sociales en Chile. Una primera aproximación de ello nos permite señalar que cerca de un tercio de las viviendas del país corresponden a viviendas sociales edificadas en el último tercio del siglo XX, acción que se ha llevado a cabo preferentemente en las ciudades.

La localización de los conjuntos de vivienda ha seguido parámetros económicos vinculados al precio del suelo en donde se han edificado dichos conjuntos, lo que se ha traducido en la construcción de las distintas "periferias" que la ciudad ha tenido a lo largo del tiempo. Esto último ha redundado en que los espacios residenciales de la vivienda social han tenido algunas características que han marcado la imagen de los conjuntos, como la desprovisión de equipamientos y servicios, tanto en el ámbito educacional, salud, seguridad y esparcimiento y recreación. A su vez el grado de "aislamiento" de esos espacios ha llevado a aumentar los tiempos de desplazamiento de los habitantes a sus lugares de trabajo, contribuyendo al aumento de la segregación social y espacial en la ciudad.

Fuente: R. Hidalgo, 1999.

RECUADRO 8.2

EXPANSIÓN URBANA DE TRES LOCALIDADES DE LA ISLA GRANDE DE CHILOÉ

La expansión urbana corresponde a un fenómeno que no es exclusivo de los grandes asentamientos humanos del país. El desarrollo de actividades económico-productivas no tradicionales en la zona de Chiloé, tales como el turismo y la salmoneicultura, ha provocado una modificación en los patrones de uso del espacio que se traduce en una marcada extensión física, en una cada vez más densa ocupación de la línea de costa y en dificultades crecientes en materia de residuos y de contaminación por aguas servidas. Es probable que de mantenerse las actuales tendencias económico-demográficas, aparezcan en los próximos años los primeros conflictos ambientales en la zona asociados a la competencia por el uso del espacio entre distintas actividades económicas.

En términos espaciales, la ciudad de Ancud presenta una tendencia de expansión en dirección Este sobre la península Hueihuen, alcanzando la ribera occidental del estuario del Pudeto. Ancud contaba en 1961 con una superficie de 19,9 ha, registrando en 1986 254,6 y alcanzando en 1996 a 392,2 Ha, lo que significa que la ciudad aumentó su superficie en 20 veces durante el período analizado.

Durante el mismo período, Dalcahue aumenta su superficie de 7,5 Ha en 1961, dispuestas en forma discontinua a la manera de islotes

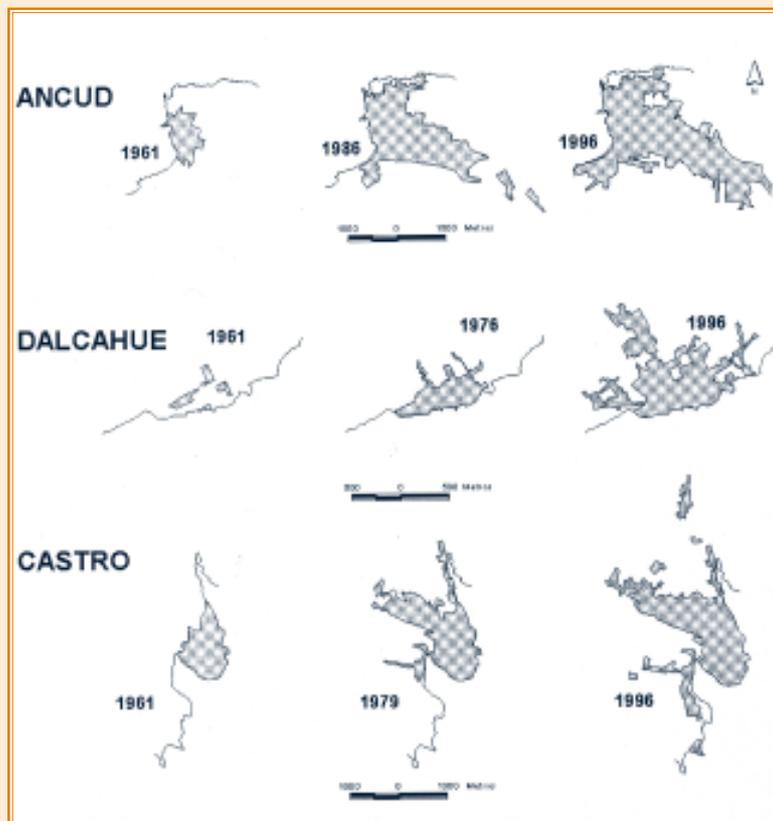
urbanos, a 21,4 Ha en 1979 y a 59,4 en 1996, lo que implica un crecimiento de 7,9 veces en términos de superficie. La tendencia de crecimiento de esta localidad es en torno a las vías de acceso, configurando un centro poblado con crecimiento tentacular.

Hacia 1960, la ciudad de Castro ocupaba alrededor de 88,7 ha de suelo urbano, correspondiendo a una ciudad pequeña; en 1979 alcanzaba una superficie de 192,68 ha y más tarde, en 1996, esta era de 291,49 ha; lo que equivale a un incremento cercano a 5 ó 6 hectáreas anuales (3,3 veces entre 1961 y 1996). En términos espaciales, la ciudad ha crecido hacia el sector Noroeste del casco antiguo, limitada hacia el sur por el estero Gamboa. Sin embargo, ya desde fines de los años setenta se evidencia la incorporación como suelo urbano de ciertos sectores cercanos a Castro y aledaños a la carretera que lleva a la ciudad de Chonchi. Esta es una ocupación asociada al desarrollo de la actividad turística. En ella se plantean dificultades particulares desde el punto de vista ambiental.

(Proyecto FONDECYT N° 1990593, "Caracterización ambiental aplicada y ordenamiento del territorio: El caso de la Costa Oriental de la Isla Grande de Chiloé (entre Ancud y Chonchi)", dicha expansión fue medida utilizando la cartografía regular (IGM), ortofotos (CIREN) y fotografías aéreas (SAF) georreferenciadas, abarcando el período 1961-1996)

Expansión física de
Ancud, Dalcahue y Castro.

Fuente: Arenas, Andrade, Quense (2001).



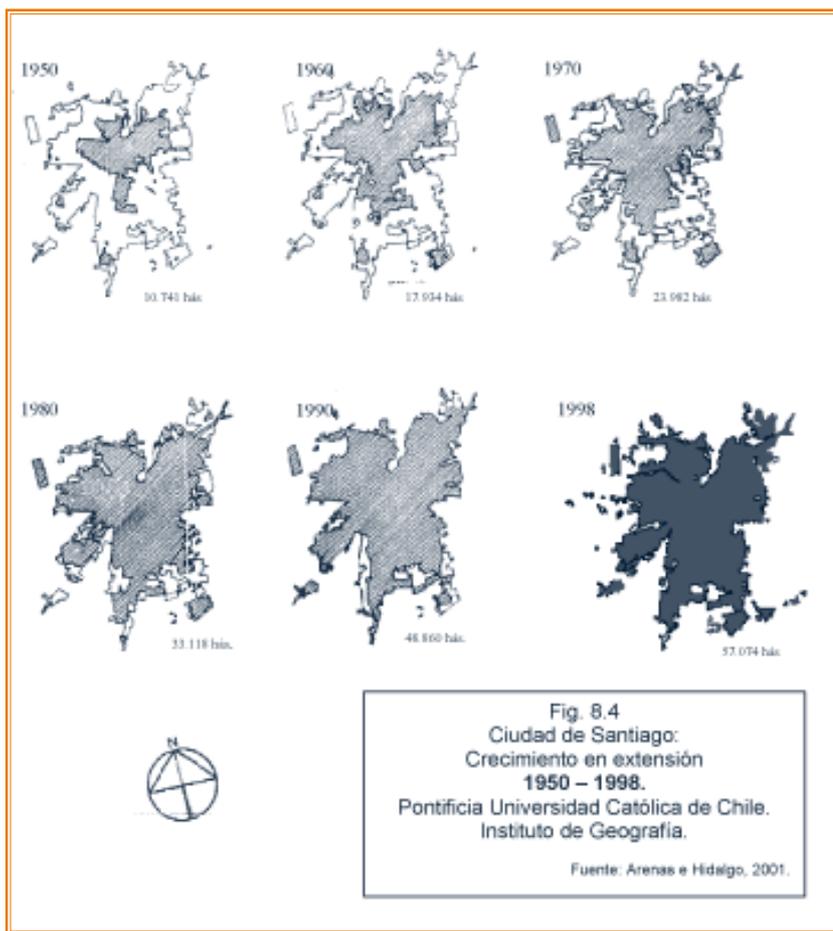


Figura 8.3
Expansión física de Santiago.

Desde una perspectiva social, las ciudades se caracterizan por una extremada segregación socio-espacial y funcional, presentando problemas estructurales que dificultan su funcionamiento. La expansión horizontal y la segregación funcional de la ciudad generan efectos negativos sobre el sistema de transporte, dado que las zonas dentro de la ciudad tienden a homogeneizarse, identificándose claramente las zonas de mayor pobreza y de menor habitabilidad. Esta situación obliga a las personas de menos recursos a trasladarse a través de largos tramos para poder acceder a su trabajo, generalmente ubicado en los barrios más ricos y pudientes. El uso del automóvil ha seguido materializándose (ver recuadro 8.3).

En términos de superficie se ha pasado en el período 1930-2000, de 6.500 hectáreas a cerca de 60.000, lo que representa un crecimiento anual de cerca de 800 hectáreas. Esto quiere decir que la

ciudad ha crecido en una proporción cercana a las 2 hectáreas diarias. Algunos estudios del sector privado (Arenas e Hidalgo, 2001) consideran que bajo una densidad de población de 80 habitantes por hectárea, se requerirán 14.900 hectáreas adicionales en la Macro Zona Central (MZC), y casi 27.000 a nivel del país, para satisfacer el aumento de demanda en el año 2010. Esto significa que anualmente se requerirá de 1.655 hectáreas habitables adicionales en la MZC, y de casi 3.000 para Chile (ver Anexo, Tabla 8.3).

En los últimos años, aparte de las modificaciones del uso del suelo por expansión urbana, no hay cambios radicales en cuanto a la utilización en extensión de los suelos del territorio nacional, ni tampoco en cuanto a la notoria concentración en la depresión intermedia o valle central, seguido por el área litoral y con una ocupación casi nula de la precordillera y la cordillera.

RECUADRO 8.3

LA CANTIDAD DE AUTOS AUMENTÓ EN CHILE EN UN 28,2% ENTRE 1995 Y 1999

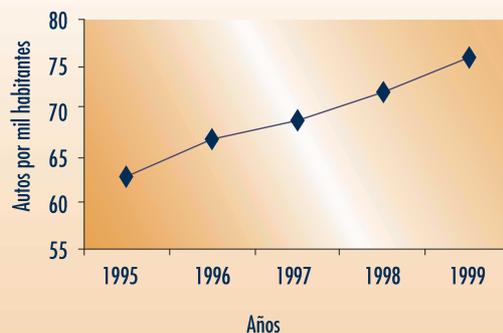
Año a año la cantidad de automóviles ha venido aumentando sostenidamente en Chile. Este incremento, para los autos y station wagon, alcanzó a un 28,2% entre 1995 y 1999 (INE, 2000). El total de autos y station en 1995 era 888.645 y en 1999 llegó a 1.139.433. La mayor cantidad pertenece a la Región Metropolitana, que concentra el 50,7% de los autos del país, mientras que en la Región de Valparaíso se encuentra el 11% y en la Región del Biobío el 7,7% del total nacional.

Al considerar el número de automóviles por mil habitantes es notoriamente más elevado en las regiones extremas y en la Metropolitana. Tarapacá registró en 1999 una existencia de 52.084 automóviles. Es la región que presenta una mayor proporción de vehículos por habitante en los últimos años. La sigue la Duodécima Región de Magallanes, con 20.771 automóviles, pero dado su menor población, ostenta el segundo lugar, de acuerdo a este indicador. El tercer lugar es para la Región Metropolitana, con 577.422. El aumento del parque automotor y su alta densidad poblacional han convertido este problema en uno de los más agudos de la ciudad capital.

En el Gran Santiago se realizan 8,4 millones de viajes diarios, los que muestran una fuerte dependencia de modos de transporte motorizados. Del total de viajes, un 17% se efectúa en transporte privado (automóviles y taxis), el 53% en transporte público, el 20% corresponde a caminata y el resto (10%) a otros modos, tales como bicicleta y motos (CONAMA, 2002). Con respecto al transporte público se constata que éste tiene una injerencia fundamental en la situación ambiental de las ciudades. Algunos de los inconvenientes asociados a este aumento del parque automotor son los problemas de congestión urbana, el aumento de partículas en suspensión debido al

desgaste de neumáticos y frenos, el levantamiento de polvo y la emisión de gases tóxicos. En el caso de Santiago, no sólo es responsable de trasladar a 4.551.237 de personas al día, según datos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (1997) sino que además tiene recorridos de gran longitud en ambos sentidos, alcanzando los 61,8 kilómetros en recorridos de norte a sur y 54,2 kilómetros, en recorridos de oriente a poniente. Si se tiene en consideración la expansión de la planta física de la ciudad, y de no mediar una iniciativa específica sobre el tema de la extensión de los recorridos, es probable que estos conserven e incluso aumenten su actual extensión. Entre las mega-respuestas para este problema se encuentra la decisión de creación durante el primer semestre del 2002 de una autoridad coordinadora del transporte para la ciudad de Santiago.

Chile: N° de Autos por habitantes 1995 -1999



RECUADRO 8.4

LA PÉRDIDA DE SERVICIOS AMBIENTALES CAUSADA POR EL CRECIMIENTO DE LAS CIUDADES

Las ciudades chilenas grandes e intermedias han aumentado considerablemente su extensión espacial durante los últimos años como consecuencia de su crecimiento poblacional, económico y funcional, así como debido a cambios en los patrones de consumo y movimiento de sus habitantes, que en la medida que su ingreso lo permite, tienden a ocupar áreas cada vez más alejadas del centro y de menor densidad urbana, por razones socio-culturales, ambientales y de seguridad ciudadana. El crecimiento de las ciudades tiene lugar sobre terrenos que han estado cubiertos por cultivos agrícolas, praderas, humedales, planos de inundación de ríos, quebradas y esteros, o bien por remanentes de bosques y matorrales naturales. Algunos de dichos rasgos perduran transitoriamente al interior de las ciudades como reservas de espacios intersticiales entre los ejes o bordes de crecimiento, que se orientan a lo largo de los caminos o en la periferia urbana.

Los paisajes urbanizados recientemente y los que rodean a la ciudad y que serán urbanizados en el futuro, ofrecen a la sociedad un conjunto de servicios fundamentales para la calidad de vida de las poblaciones, que, de desaparecer, contribuirían a generar riesgos y contaminación de difícil solución. Los terrenos agrícolas y la vegetación natural absorben calor y gases contaminantes y facilitan la infiltración de las aguas, controlando las inundaciones y asegurando la recarga de los acuíferos, fundamentales para el abastecimiento durante los períodos secos. A través de sus hojas, aportan humedad a la atmósfera (consumiendo calor en el proceso de evapotranspiración) y retienen partículas contaminantes, además de proteger la erosión de los suelos. Los humedales y suelos saturados de humedad concentran muchos de estos servicios ambientales y por ello su mantención es de gran valor para el desarrollo de las ciudades.

Al interior de las ciudades existen innumerables terrenos cubiertos por vegetación, destacando los parques y plazas, calles forestadas, recintos de

portivos y recreacionales, casas-quinta, patios y antejardines de viviendas, bordes de ríos, esteros y canales. Todos estos terrenos ofertan servicios ambientales y pueden corresponder a parches aislados en medio del «desierto» urbano o bien formar corredores a lo largo de los bandejones y veredas de las calles, cursos de agua y por coalescencia de patios contiguos, a través de los cuales fluyen sedimentos y agua, plumas de aire más frío, húmedo y limpio y, esencialmente, biomasa, de los cuales depende la biodiversidad de los paisajes urbanos.

La Figura A presenta los cambios en las áreas de concentración de biomasa que ha provocado la expansión de Santiago entre 1989 y 2001 y que son captadas por las imágenes de satélite. Predomina la pérdida de paisajes naturales y cultivados en el piedemonte andino (en especial en el sector Nororiente y las comunas de Las Condes, Peñalolén, La Florida y Puente Alto), en el triángulo comprendido entre la Ruta 68 y Avenida Pajaritos (comunas de Pudahuel y Maipú) y el sector Norponiente a lo largo de la Circunvalación Américo Vespucio. Respecto a la humedad del suelo (Fig. B), las superficies de mayores pérdidas se encuentran en la Cuenca del Estero de Las Hualtatas en Lo Barnechea (donde nace parte del sistema hídrico de la cuenca de Santiago) y en los bordes de la Carretera Panamericana Norte en Quilicura (donde se deposita parte de las aguas provenientes del piedemonte). Los cambios en las coberturas de vegetación y humedad del suelo han alterado los balances térmicos, apreciándose un incremento generalizado de las temperaturas de emisión, generándose una extensa isla de calor, superior a 2°C respecto a la media, que cubre gran parte de la ciudad (Fig. C). Significativos islotes de calor, superiores a 4°C se observan en áreas de reciente urbanización en el piedemonte andino, lo que permite inferir una disminución neta de los servicios ambientales de este sector de la ciudad. Esta misma conclusión se obtiene de la Figura D, que muestra los parches y corredores vegetales que han desaparecido recientemente y que se concentran en el piedemonte andino y en las comunas de Pudahuel, Maipú y Cerrillos, y en torno a la expansión urbana del Norponiente.

La Figura E presenta la relación existente entre superficie urbanizada y número de parches vegetales al interior de cuatro ciudades intermedias chilenas. Quillota, la ciudad más pequeña entre aquellas seleccionadas por estar experimentando cambios rápidos en su estructura y funcionalidad, está ubicada en la región mediterránea y posee sólo 153 parches vegetales en su interior. El número de parches urbanos va aumentando no sólo en función del tamaño de la ciudad sino también debido al aumento de las lluvias hacia el sur del país. Temuco alcanza a 883 parches vegetales. Su superficie es 4,1 veces mayor que Quillota, pero sus parches lo son en 5,7 veces más. Temuco es también la ciudad que presenta la mayor diversidad de tamaño de los parches (Fig. F), ofertando 4 mayores a 20 Hás. y 3 entre 15 y 20 Hás. Su vecina ciudad de Los Angeles sólo posee un área verde de gran tamaño. Del tamaño de los parches dependen la complejidad y servicios ambientales que las ciudades ofertan a sus habitantes, por lo cual Temuco y muchas otras ciudades del sur chileno deben evitar su reducción, fragmentación y deterioro como causa del crecimiento y densificación urbanos.

La configuración espacial de los parches y corredores vegetales ubicados al interior de las ciudades origina funciones ambientales específicas. La Figura G muestra que al interior de Los Angeles se localizan paisajes que actúan como refugios, escalones y corredores de las especies biológicas y que cumplen los servicios ambientales fundamentales para la ciudad. La Figura H presenta la actual superficie urbana y la proposición de expansión urbana formulada recientemente por las autoridades municipales. Se propone que grandes superficies de alta calidad ambiental (actualmente ocupadas por biomasa cultivada y natural, humedales y planos de inundación fluviales, productoras de aire limpio y frío) deberían ser reemplazadas por suelos urbanos, demostrando que los planes reguladores comunales no están incorporando a los servicios ambientales como elementos claves para la calidad de vida de los habitantes de las ciudades.

Figura A

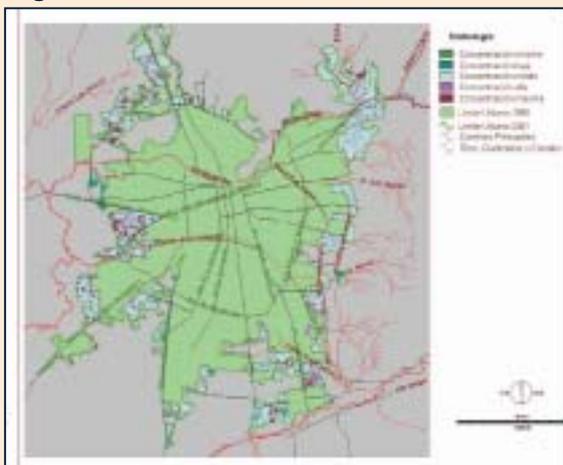
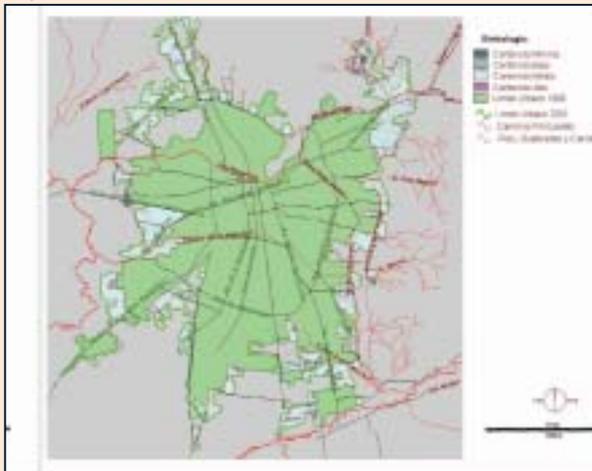


Figura B



8.3.2 Generación de Residuos

Residuos Sólidos

La generación de residuos domiciliarios por habitante aumenta tanto por el crecimiento relativo de la población urbana como por efectos del incremento del consumo de bienes y servicios, así como también por patrones de su producción sin las precauciones ambientales correspondientes. En cuanto a la composición de los residuos, se aprecia una leve disminución en la generación de residuos de tipo orgánico con el consiguiente aumento de envases y embalajes (Durán, 1994).

Los residuos sólidos domiciliarios, es decir, la basura, ha venido en constante aumento. Entre los años 1996 y 2000 los residuos domiciliarios aumentaron en un 35,7 por ciento, concentrándose en la Región Metropolitana el 55,5 por ciento del total nacional (cuadro 8.7).

De los residuos domésticos en Chile se recicla solamente el papel (50%), vidrio (30%) y plásticos (3%). Algo se hace con el compost (tratamiento natural para la descomposición de la parte orgánica de la basura para producir un material de buena textura pero que no es, necesariamente, un abono) en algunos lugares (comuna La Reina, Santiago), utilizando los restos vegetales de las ferias y de las podas. El reciclaje que hoy se hace se apoya fuertemente en un grupo social muy marginal de la sociedad, quienes hacen su trabajo en forma directa de los depósitos domiciliarios, y no se basa en una separación de los residuos reciclables en el origen. La eliminación de los residuos por la vía de las plantas incineradoras es poco factible en nuestro país, producto del bajo poder calorífico de la basura, valor que se estima en alrededor de 1000 KC/kg, por lo que el residuo no se quema solo y requiere agregársele mucha energía (Durán, 1996).

Además de los domiciliarios, entre los residuos sólidos se consideran los industriales, hospitalarios y los derivados de otras actividades como la construcción. El volumen de estos desechos sólidos se incrementa cada año en el mundo y en Chile, lo que genera serios problemas de tratamiento de basura y ubicación de vertederos. Sólo en la Región Metropolitana (cuadro 8.8) desde 1997, el

total anual de residuos sólidos depositados en rellenos sanitarios sobrepasa las 2.200.000 toneladas, cifra que se acrecienta sostenidamente hasta el año 2000, alcanzando a las 2.707.946 toneladas. En el año 2001 se aprecia una disminución de 128.739 toneladas, que se explicarían por la baja en el consumo a raíz de la crisis económica vivida por el país en los últimos años.

En resumen, las tendencias nacionales en materia de gestión de residuos apuntan en el mejor de los casos a una disposición final de los residuos con muy poca calidad. La normativa es insuficiente. No hay implementación de las políticas de minimización. No hay gestión de los residuos peligrosos y los hospitalarios son débilmente manejados. Contrariamente a las tendencias mundiales hay cada vez más residuos en los hogares, en las calles y en los basurales (CONAMA, 2000).

Residuos Líquidos

Los residuos líquidos están compuestos en su mayoría por eliminación de excretas, seguidos por residuos líquidos industriales (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 1993), y son la causa principal de contaminación de las aguas de ríos, lagos y mar. La disposición de las aguas servidas domésticas e industriales -ocupadas en procesos productivos-, que se descargan a los cauces receptores, sin tratamiento adecuado, son las responsables de la contaminación y deterioro de la calidad del agua, debido a que contienen sustancias como gérmenes patógenos, materia orgánica o productos tóxicos. El principal origen de estos residuos proviene de las áreas urbanas, donde la cobertura del alcantarillado alcanza al 87,4 por ciento. La escasa cobertura para las zonas rurales (4,4%) aparece como el desafío aún pendiente, ya que éstas mantienen un contacto directo con su entorno, y por ende, de impacto más inmediato, tanto para el ambiente natural como para la calidad de vida de sus habitantes (CASEN, 1996).

La cobertura de tratamiento de aguas servidas para asentamientos de más de 20 mil habitantes presenta diversas situaciones, aun cuando las estimaciones indican que hacia el año 2010 la mayoría de ellos tendrá una cobertura del 100 por ciento

CUADRO 8.7 CHILE: PRODUCCIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS POR REGIÓN

Regiones	Años 1996	2000	Instalaciones de disposición final (1)	Instalaciones con autorización sanitaria (1)	Instalaciones con vida útil < 5 años (1)
Tarapacá	83.88	90.6	10	1	3
Antofagasta	102.24	222	11	2	1
Atacama	55.08	79.8	11	2	1
Coquimbo	93.6	139.2	16	5	5
Valparaíso	341.28	420	17	14	8
O'Higgins	106.56	195.6	17	2	0
Maule	117.72	144	20	10	8
Biobío	317.16	324	35	11	16
Araucanía	115.92	76.8	29	12	15
Los Lagos	140.04	180	40	7	13
Aisén	14.4	24	25	2	2
Magallanes	30.24	121.2	11	1	3
Metropolitana	1.819.080	2.512.800	4	3	2
Total	3.337.200	4.530.000			

Nota: (1) Información vigente para el año 2000

Fuente: Catastro de Sitios de Instalaciones de Disposición Final de RSD, año 2000.

Subdepartamento Residuos, Conama

CUADRO 8.8 REGIÓN METROPOLITANA: RESIDUOS SÓLIDOS DEPOSITADOS EN RELLENOS SANITARIOS PERÍODO 1997-2001

Año	Total (ton)	Variación (%)
1997	2,283,310	
1998	2,509,911	9.9
1999	2,671,571	6.4
2000	2,707,946	1.4
2001	2,579,207	-4.8

Fuente: SESMA

(Anexo, Tabla 8.4). Entre los casos especiales, llama la atención el caso de Padre Las Casas, que es la única localidad de más de 20 mil habitantes que no tiene inversiones destinadas a ampliar su cobertura, que es del 0,0 por ciento.

En el norte del país, la mayoría de las ciudades de más de 20 mil habitantes tienen coberturas superiores al 90 por ciento (Arica, Iquique, Antofagasta, Copiapó, Vallenar, Coquimbo, Illapel, La Serena, Los Vilos y Ovalle), con excepción de Tocopilla y Calama que no tienen cobertura de tratamiento de aguas servidas.

De las 11 ciudades de más de 20 mil habitantes de la Región de Valparaíso, Villa Alemana, Viña del

Mar, Valparaíso y Quilpué tienen coberturas superiores al 94 por ciento mientras que el resto se encuentra sin sistema de tratamiento de aguas servidas (Concon, La Calera, La Ligua, Limache, Los Andes, Quillota, San Antonio y San Felipe).

En la Región de O'Higgins, las 5 ciudades de más de 20 mil tienen coberturas mayores al 80 por ciento (Graneros, Machalí, Rancagua, Rengo, San Fernando), mientras que en la Región del Maule, solamente Curicó trata sus aguas. El resto, es decir, Cauquenes, Constitución, Linares, Molina, Parral, San Javier y Talca no tienen plantas de tratamiento.

En la Región del Biobío se presentan diversos grados de cobertura en Chillán, Coronel, Cura-

nilahue, Lota, Penco, Lirquén, Talcahuano y Tomé, mientras que no hay tratamiento de aguas servidas en Concepción, Lebu, Los Angeles, Mulchén, Nacimiento, San Carlos y San Pedro de la Paz. En la Araucanía y Los Lagos, solamente Victoria y Valdivia tienen plantas de tratamiento, mientras que Angol, Padre las Casas, Temuco, Villarrica, Ancud, Castro, La Unión, Osorno, Puerto Montt y Puerto Varas no tienen cobertura de tratamiento de aguas servidas. La tendencia en materia de contaminación, en la última década y sobre todo en los últimos años, ha sido bastante alentadora tanto por el mejoramiento constante de la norma, como por el aumento del volumen de aguas servidas tratadas (Anexo, Tabla 8.5). Con la incorporación de 12 nuevas plantas de tratamiento de aguas servidas en el año 2001, en diciembre de ese año, el total de plantas de tratamiento de aguas servidas alcanzaba a 115 en el país. Según tipos de tecnología, un 37 por ciento de ellas usa el sistema de lagunas de estabilización, que corresponde a las plantas más antiguas. El 19 por ciento utiliza el sistema de lagunas aireadas. Muchas de estas fueron originalmente lagunas de estabilización que se adaptaron a este sistema más eficiente. El sistema de lodos activos también es importante, pues representa el 23 por ciento del total, mientras que la alternativa de emisario submarino es usada en un 15 por ciento de los casos, específicamente en las localidades costeras. Sólo un 4 por ciento corresponde a plantas de tratamiento por zanjas de oxidación.

La Región de O'Higgins posee el mayor número de plantas de tratamiento de aguas servidas, seguida por las regiones del Biobío, de Valparaíso y de Coquimbo. La cobertura de tratamiento de aguas servidas en el ámbito nacional es de un 39,4 por ciento. Considerando los programas de inversiones de las empresas sanitarias para los años que vienen, las estimaciones de cobertura alcanzan a 44,4 por ciento para el año 2002, 83,6 por ciento para el 2005 y a 98,7 por ciento para el 2010. Algunos sectores de la Región Metropolitana, de la Región de la Araucanía y de la Región de los Lagos presentan los menores índices de cobertura en el contexto nacional, aun cuando ciertos sectores de aquellas regiones, como Valdivia y Maipú, presentan más de un 90 por ciento de cobertura. Sobre el 90 por ciento se encuentran también las regiones de Tarapacá y Coquimbo.

La Agenda Ambiental País 2002-2006 de la CONAMA, busca conseguir una sincronía entre las normas de descarga de RILES a los alcantarillados y a los cauces naturales, con la puesta en marcha de las plantas de tratamiento de aguas servidas para el año 2006, de manera de conseguir una mejora del 83 por ciento de la calidad de las aguas, respecto a la situación 2002, que sólo alcanza a 30 por ciento. Se incluye también la entrada en vigencia de normas de calidad, lo que permitirá recuperar gran parte de los recursos de agua dulce del país.

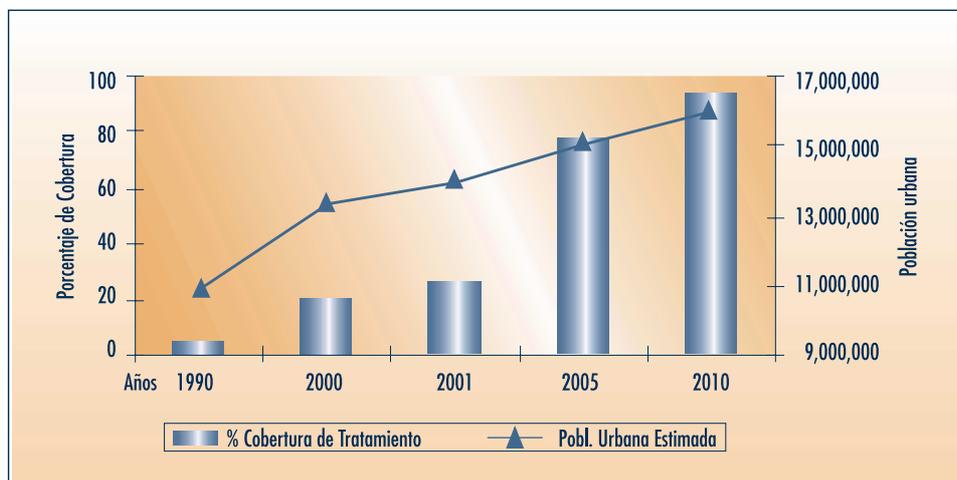


Figura 8.4

Chile: Cobertura de tratamiento de aguas servidas referida a población urbana

Fuente: CONAMA, Agenda Ambiental País 2000-2005.

8.4. RESPUESTAS E INICIATIVAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

8.4.1 El marco institucional

En materia de ordenamiento territorial y edificación es el Ministerio de Vivienda y Urbanismo la institución competente, sin embargo, es el Municipio el encargado de dictar la Ordenanza Municipal que regula los usos de suelo de la comuna, esto es, el Plan Regulador Comunal.

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo, además, es el que administra el sistema de subsidios habitacionales, mediante el cual el Ministerio actúa también como institución de ordenamiento del territorio urbano, ya que determina cuáles son los terrenos a ocupar por las viviendas sociales.

El Municipio tiene dos funciones relacionadas con el tema: por una parte, es el encargado de administrar la gestión de los residuos sólidos domiciliarios y, por otra, es el Concejo Municipal quien aprueba el Plan Regulador.

El Gobierno Regional, por su parte, compuesto por el Intendente y los Consejeros Regionales, tiene como funciones en materia de ordenamiento territorial, establecer políticas para el desarrollo armónico de los asentamientos humanos y fomentar la protección, la conservación y el mejoramiento del medio ambiente.

Con relación a la fiscalización de las normas ambientales, la institución con mayores competencias en el área urbana es el Servicio de Salud.

8.4.2. Normas e instrumentos de gestión ambiental

Dentro de estos instrumentos se distinguen las políticas ambientales y los que dicen relación con el ordenamiento territorial urbano y rural.

Políticas

Entre las políticas relevantes por su efectos en el medio ambiente urbano se encuentra la

Política de Fomento de la Producción Limpia, dictada en 1997, que tiene como propósito general “catalizar, incentivar y facilitar el aumento de la competitividad y el desempeño ambiental de las empresas, apoyando el desarrollo de la gestión ambiental preventiva para generar procesos productivos más limpios”. Se trata de promover la prevención de la contaminación, la minimización de los residuos y emisiones, incentivar la reutilización de los recursos, el reciclaje de insumos y productos y contribuir al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías.

En el marco de esta política ya se han desarrollado algunas experiencias exitosas: en materia de reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera, el reemplazo de combustibles de leña por gas o petróleo; el reciclaje de residuos, transformándolos en materias primas y combustible; la implementación de premios por desempeño ambiental.

Otro instrumento relevante es la Política sobre Gestión Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios, aprobada en 1997, que tiene como objetivo general, “lograr una gestión integral de los residuos sólidos domiciliarios que minimice su impacto ambiental, elimine los efectos negativos sobre la salud de la población, y sea social y económicamente eficiente y viable” y como objetivos específicos: diseñar un sistema de manejo y gestión de residuos domiciliarios, internalizar costos del manejo de residuos domiciliarios, fomentar la participación ciudadana y el compromiso público con las acciones que se implementen, y definir un marco regulatorio e institucional de la gestión integral de residuos sólidos domiciliarios.

Normas e instrumentos de ordenamiento territorial

En el tema específico de asentamientos humanos, la norma que regula el ordenamiento territorial y la edificación es la Ley General de Urbanismo y Construcciones. Esta ley establece las competencias y procedimientos para establecer los distintos usos del suelo, la desafectación de esos usos, las características generales de edifi-

cación y los organismos competentes en la materia. En el ámbito comunal, la norma que ordena los diversos usos del suelo, densidades, áreas urbanas y rurales, es el Plan Regulador, que es una norma, ya que, una vez aprobado por el Consejo Municipal, tiene jerarquía de Ordenanza y constituye un instrumento de gestión, ya que es una herramienta de planificación y de ordenamiento del territorio.

De acuerdo a la ley de Bases Generales del Medio Ambiente, los Planes Reguladores deben presentar un Estudio de Impacto Ambiental. Esto significa que deben prever los impactos que la planificación tendrá en el medio ambiente comunal, de acuerdo a la línea de base que se establezca. Además de los requisitos generales de un EIA establecidos por el Reglamento, se destaca para los planes reguladores el requerimiento de establecer el sistema de áreas verdes, un plan de seguimiento de la legislación ambiental aplicable (calidad ambiental - emisiones- estándares) y el sistema de infraestructura sanitaria. Además, se establece que la línea de base del EIA debe explicar las potencialidades y limitaciones que se generan para el asentamiento de la población y el desarrollo de las actividades, en términos de calidad del agua, aire y ruido, infraestructura sanitaria y energética. Se deben identificar aquellas zonas con vegetación o fauna de valor ambiental, ya sea por su diversidad biológica o por su fragilidad, aquellos sitios con valor paisajístico, como bordes costeros y miradores; y se deben reconocer aquellas zonas incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Estado. Se deben identificar los usos y aptitudes de los suelos de la comuna y aquellas áreas de riesgo para la población. En cuanto al medio socioeconómico, el Plan Regulador debe contemplar la densidad, las tasas de crecimiento y proyecciones de la población, distribución urbano-rural de la población, la distribución de la población según actividad económica y según características socioeconómicas. Finalmente, se establece que el Plan Regulador debe contener todos aquellos aspectos que contribuyan a entender y justificar la propuesta ambiental que contiene. Una vez que el Plan esta-

blezca una línea de base, deberá predecir los impactos en el medio ambiente y proponer las medidas necesarias para mitigar, reparar o compensar los problemas ambientales que el Plan genere.

Cabe destacar que los últimos años se han desarrollado Planes Reguladores Intercomunales, de manera de integrar territorios homogéneos y promover el desarrollo armónico de zonas que sobrepasan los límites comunales. De igual manera se han iniciado en distintas regiones del país, estudios para el ordenamiento territorial ambientalmente sustentable (ver Recuadro 8.5).

En el ámbito regional opera como instrumento de ordenamiento territorial el Plan Regional de Desarrollo Urbano (aplicado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo), que incorpora la dimensión ambiental con el objetivo explícito de «preservar las mejores condiciones ambientales de la región, teniendo presente que ellas se sustenten en el tiempo».

El Plan de Desarrollo Urbano contempla: el diagnóstico de los eventuales impactos ambientales de la estructura y funcionamiento de la economía regional, el aprovechamiento de los potenciales recursos ambientales y la definición de las modalidades e intensidad de uso de suelo y la intensidad de ocupación adecuada de manera de preservar las características de la región. Debe proponer las magnitudes deseables de población, las condiciones necesarias de conectividad e identificar aquellos asentamientos humanos que requieren tratamiento prioritario, ya sea por su fragilidad, vulnerabilidad o potencialidad.

La CONAMA ha determinado que los Planes Regionales de Desarrollo Urbano deben ingresar al SEIA y ha establecido los siguientes lineamientos ambientales que debieran incorporar: Condiciones de usos de suelo e intensidad para las áreas cuya ocupación requiera ser restringida o excluida, por presentar riesgos para la salud de la población, o con el propósito de favorecer la conservación de suelos de aptitud silvoagropecuaria, para proteger áreas de importancia para el ciclo hidrobiológico (por ejemplo, fuentes de agua potable), para proteger áreas que presentan rasgos distinti-

RECUADRO 8.5

PROYECTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL AMBIENTALMENTE SUSTENTABLE (OTAS) DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

El Gobierno Regional Metropolitano impulsó a fines de 1995 una política de promoción del desarrollo armónico y equitativo del territorio en el marco de política nacional de desarrollo económico con equidad y sustentabilidad ambiental.

La política antes referida responde al mandato señalado en dos leyes de alcance nacional, la Ley N° 19.175 Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional (1993) y la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente (1994), que obligan a los Gobiernos Regionales a tomar decisiones en materia de política, referidas al Ordenamiento Territorial y de la Protección, Conservación y Preservación del Medio Ambiente.

La Región Metropolitana de Santiago es el motor comercial e industrial del país (aporta el 47% del PIB). La población, desde 1950, ha crecido de 1,4 millones a 6,3 millones de habitantes. Este crecimiento ha generado una demanda por territorio cuya tendencia en el uso del suelo se calcula en unas 1.200 ha por año, con la consecuente transformación de los recursos naturales de la Región Metropolitana. Por ello, existe la necesidad de impulsar un desarrollo territorial que se realice en forma equilibrada, sustentable, considerando sus aspectos económicos, sociales y ecológicos.

El Proyecto OTAS se ha definido en dos fases: La primera se inició a fines de 1995 y terminó en abril de 2001, concluyéndose con una Planificación Ecológica a escala regional de carácter científico-técnico independiente (Ver mapa).¹ La Primera Fase consistió en recomendaciones de objetivos ambientales, los cuales se definieron como de “reparación” y “protección”. Se propuso áreas a proteger legalmente y “medidas y requerimientos a los usos para implementar dichos objetivos. También en la Primera Fase se inició el análisis de las variables no ambientales, como son las de carácter social y económico, desagregadas por comunas, y la descripción cartográfica de los principales planes sectoriales.

La Segunda Fase comenzó el año 2001 y terminará el año 2004 y corresponde a un proceso de integración de los aspectos estudiados en la Primera Fase con los aspectos sociales y económicos, para estructurar el Plan de Ordenamiento Territorial Sustentable. También debe elaborarse una propuesta de un “Marco Orientador de Consenso para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable”, que se retroalimentará con el nivel comunal a través de las Áreas Piloto Estratégicas en cada una de las 5 provincias rurales, como expresión del plan aludido.

El enfoque de la Política de Ordenamiento del Territorio Regional pone énfasis en oferta de áreas para su uso actual y la reserva de áreas con valor ecológico, que garantice un desarrollo armónico y propenda al bienestar de la población, aprovechando las potencialidades y posibilidades que ofrece toda la Región.

Para lograr el objetivo del Proyecto de contribuir a fortalecer la institucionalidad regional en la gestión del ordenamiento territorial ambientalmente sustentable, para un desarrollo armónico de la Región Metropolitana, se establecieron 5 líneas de trabajo que responden a los siguientes objetivos específicos:

- Interactuar con los actores relacionados con el sistema de planificación para acordar y aplicar los criterios y procedimientos para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable (OTAS).

- Interactuar con los actores regionales y comunales para acordar y aplicar un Marco Orientador para el OTAS.
- Disponer de un sistema de apoyo técnico y de personal capacitado para la generación, procesamiento y difusión en materia de OTAS.
- Fortalecer al Gobierno Regional de la Región Metropolitana como gestor del OTAS que, además, coordina e interactúa con el programa bilateral Chileno – Alemán para mejorar su eficiencia, promoviendo el Ordenamiento Territorial a escala nacional.

RESULTADOS

En el trabajo contextualizado en el convenio entre el Gobierno Regional y la Universidad de Chile se han logrado los siguientes resultados:

- Una propuesta ambiental territorial para la Región Metropolitana (Planificación Ecológica) elaborada en conjunto con el sector público regional.
- Una guía metodológica para la planificación ecológica del territorio.
- Se dispone de 10 planes georreferenciados actualizados al 2002 y validados por las respectivas instituciones de los sectores: agropecuario, silvícola, infraestructura (2000 – 2010), economía, minería, turismo, vivienda y urbanismo, educación, salud y residuos sólidos.
- Un Marco Legal de incidencia territorial.
- Un diagnóstico actual del territorio.
- Una propuesta de lineamientos estratégicos específicos y criterios operacionales para el OTAS de la Región Metropolitana.
- Una primera versión del Marco Orientador para el OTAS de la Región Metropolitana.
- Un CD de marketing de difusión de las 5 provincias rurales de la Región Metropolitana.
- Capacitación para 400 funcionarios públicos en diversos cursos vinculados al Ordenamiento Territorial.
- Dictación del Diplomado en “Desarrollo y Gestión Regional en Áreas Metropolitanas”. Impartido por la Universidad de Chile, en cooperación con las Universidades de Dortmund y Dresden.
- 99 Cartas o Mapas y 215 láminas a distintas escalas, la gran mayoría a 1:100.000 y 1:250.000 y otras 1:700.000 y 1:45.000. Las cartas contienen los siguientes tópicos:

Sistema Físico-Ambiental: Aguas Subterráneas, Aguas Superficiales, Vegetación, Suelos, Aire, Fauna, Clima, Riesgos Naturales, Objetivos Ambientales Zonificados, Prioridades y Preferencias Ambientales, Protección Legal Ambiental, Uso del Territorio, Sistema de Asentamientos Humanos.

Sistema Socio-Productivo: Inventario, Sistema Relacional- Ejes de Desarrollo, Indicadores Socioeconómicos.

Fuente: Vladimir Hermosilla, Universidad de Chile, INAP, Proyecto OTAS.

¹ La primera fase fue realizada por la Universidad de Chile, a través del Departamento de Investigación y Desarrollo (DID). La Segunda Fase también la realiza la Universidad de Chile, ahora bajo la responsabilidad del Instituto de Asuntos Públicos (INAP).

vos por su diversidad biológica (por la fragilidad de sus ecosistemas, por su singularidad, entre otros), o con el propósito de proteger áreas que presentan valor paisajístico y/o turístico; identificación de las aptitudes ambientales del territorio para acoger zonas industriales exclusivas; identificación de las aptitudes ambientales del territorio para acoger el emplazamiento de plantas de tratamiento y de disposición final de residuos sólidos; identificación de las aptitudes ambientales del territorio para acoger el emplazamiento de plantas de tratamiento de aguas servidas e industrias, y de disposición final de lodos; identificación de subcentros de equipamiento de nivel regional y proposición de medidas tendientes a generar condiciones para su consolidación, con el propósito de racionalizar los desplazamientos y el tráfico vehicular (y con ello disminuir la congestión, ruido y contaminación del aire); y la identificación de un sistema de parque suburbanos y áreas de recreación a nivel regional.

Aunque hay avances importantes en materia institucional y normativa, el pasivo ambiental del país permanece elevado, presentándose cierto atraso en términos del ritmo con el que se realiza tanto el proceso normativo como el fortalecimiento institucional, lo que ha impedido la superación de la visión sectorial del Estado en el manejo de la temática ambiental.

Existen, sin embargo, avances específicos en ciertos temas ambientales directamente relacionados con los asentamientos urbanos. Tal es el caso del tratamiento de las aguas servidas, cuyas plantas han aumentado significativamente en los últimos años. No puede sostenerse lo mismo respecto del tema del tratamiento y la disposición final de residuos sólidos, donde los avances son bastante menos importantes y se evidencia dificultades crecientes de gestión de los mismos.

En el caso de las ciudades principales, se ha hecho evidente la necesidad de innovar en materia institucional, avanzando hacia nuevas formas de gestión de los espacios metropolitanos, que permitan manejar los principales problemas de las áreas urbanas, entre otros, aquellos ligados al transporte, al desarrollo de la infraestructura y a la gestión de los residuos. Por el momento la respuesta del sector público ha mantenido las formas centralizadas de solución, en desmedro de un reforzamiento de la estructura descentralizada más próxima a la escala metropolitana.

Finalmente, es muy significativo el hecho de que en el marco de la Agenda Ambiental País 2002-2006, impulsada por CONAMA, se releve el tema de la recuperación ambiental de las ciudades, con desafíos concretos en materia de agua, descarga de RILES y residuos sólidos. En este último caso, con metas asociadas al porcentaje de depósito de basura domiciliaria en rellenos sanitarios evaluados ambientalmente, y al porcentaje de reciclaje. En materia de aire, la Agenda prevé la aplicación de redes de monitoreo en distintas ciudades y la aplicación de la Ley de Bonos de Descontaminación.

8.5. CONCLUSIONES

Aunque el ritmo de crecimiento de la población ha disminuido de 1,6 a 1,2 entre 1992 y el 2002, las principales tendencias de concentración y distribución espacial se han mantenido.

El modelo de desarrollo continúa propiciando la presión sobre la base de recursos naturales, por lo que es posible que la sobreexplotación de ciertos recursos termine deprimiendo la actividad económica en ciertas regiones en las que dichos recursos aportan lo fundamental en materia de dinámica económica actual, provocando los consabidos desplazamientos migratorios que no harían sino reforzar las actuales dificultades ambientales en los asentamientos receptores de esa migración, con el respectivo deterioro de los asentamientos de origen.

BIBLIOGRAFÍA

- Arenas, F., Andrade, B. y Quense, J. "Valorización de un espacio periférico: El caso de la costa oriental de la Isla Grande de Chiloé". *En Revista de Geografía Norte Grande*, N° 28, pp. 79-90, Santiago de Chile, 2001.
- Arenas, F. y Hidalgo, R. "El crecimiento urbano en el sistema de ciudades en Chile. Implicancias para la gestión metropolitana". Seminario sobre los nuevos modos de gestión de la metropolización. Proyecto ECOS-CONICYT N° C99H02 "Relaciones entre actores institucionales y territorio: estudio comparativo entre Francia y Chile", Santiago, 2001.
- Arenas, F. y Sabatini, F. "Comunidades territoriales pobres y explotación de recursos naturales" *En Ambiente y Desarrollo*, Vol X, N° 3, pp 36-42, CIPMA, Santiago, 1994^a.
- Arenas, F. y Sabatini, F. "Gestión pública en pobreza y recursos naturales" *En Ambiente y Desarrollo*, Vol X, N° 3, pp 43-47, CIPMA, Santiago, 1994^b.
- Banco Central de Chile. Anuario de Cuentas Nacionales 1998. Banco Central de Chile. Santiago, 1998.
- Banco Mundial. World Development Report Knowledge for Development. Oxford University Press. New York, 1999.
- Banco Mundial. Informe sobre el desarrollo mundial 1992. Desarrollo y Medio Ambiente. Banco Mundial. Washington D.C., 1992.
- Banco Mundial. World Development Report 1978. Banco Mundial. Washington D.C., 1978.
- CELADE. La migración interna y sus efectos en dieciséis ciudades de Chile. Naciones Unidas, CEPAL, CELADE. Santiago de Chile, 1999.
- CELADE. Dinámica de la población de Chile. Notas sobre el proceso de redistribución espacial. Naciones Unidas, Fondo de Población de las Naciones Unidas, Programa Global de Formación en Población y Desarrollo, CELADE. Santiago de Chile, 1994.
- CEPAL-CELADE. Población, equidad y transformación productiva. Naciones Unidas. Santiago, 1993.
- CEPAL-CELADE-BID. Impacto de las tendencias demográficas sobre los sectores sociales en América Latina. CEPAL-CELADE-BID. Santiago, 1996.
- CIDER. Modernización de la vida rural. CIDER, 1996.
- Comité de Ministros de Desarrollo Productivo, Política sobre Gestión Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios, Santiago, 1997.
- CONAF-CONAMA. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales, Santiago, marzo de 1999.
- CONAMA. Agenda Ambiental País 2002-2006, Santiago, 2002. (en www.conama.cl).
- CONAMA. Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos. CONAMA, Santiago, 6 de noviembre de 2000.
- CONAMA. Perfil Ambiental de Chile. CONAMA. Santiago, 1994. CONAMA. Santiago.
- CONAMA-COSUDE. "Diagnóstico de la calidad del aire en regiones urbano-industriales de Chile. (en www.conama.cl).
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Agenda 21. Desarrollo Sostenible en Chile. IICA y Consejo de la Tierra. Río de Janeiro, 1992.
- Durán de la Fuente, Hernán. Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos: el caso de los residuos sólidos urbanos e industriales en Chile a la luz de la experiencia internacional. CEPAL. Santiago, 1994.
- Espinoza, G., Gross, P. y Hajek, E. Percepción de los problemas ambientales en las regiones de Chile. CONAMA. Santiago, 1994.
- Fundación Nacional para la Superación de la Pobreza. Propuestas para la futura política social. FNSP. Santiago, 1999.
- Hidalgo, R. Continuidad y cambio en un siglo de vivienda social en Chile (1892-1998). Reflexiones a partir del caso de la ciudad de Santiago. *En Revista de Geografía Norte Grande*, N° 26, pp. 69-77, 1999. Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- IMD. The World Competitiveness Year Book. IMD, 1998.
- INE. Cifras preliminares Censo 2002. INE. En www.ine.cl Santiago, julio, 2002.
- INE. Enfoques Estadísticos N° 5, Medio Ambiente. Boletín Informativo del Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago, junio 2000.

- INE. Compendio Estadístico 1999. INE. Santiago, 1999.
- INE. Compendio Estadístico 1998. INE. Santiago, 1998.
- INE. Compendio Estadístico 1996. INE. Santiago, 1996.
- INE. Ciudades y Pueblos del País. Censo 1992. INE. Santiago, 1992.
- INE. Compendio Estadístico 1990. INE. Santiago, 1990.
- INE. Compendio Estadístico 1986. INE. Santiago, 1986.
- INE. Compendio Estadístico 1982. INE. Santiago, 1982.
- INE. Ciudades y Pueblos del País. Superficie, viviendas, población y densidad. XV Censo Nacional de Población y IV de Vivienda. Abril 1982. INE. Santiago, 1982.
- Kraemer, H y Céspedes, C. Gestión Ambiental y Participación (Estudio de casos). Serie de Talleres del Instituto de Sociología. P. Universidad Católica de Chile. Santiago, 1999.
- Larraín, S.; Larraguibel, C. y Reyes, B. Por un Chile Sustentable. Propuesta ciudadana para el cambio. Programa Chile Sustentable. Santiago, 1999.
- Lavanderos, L.; Gastó, J. y Rodrigo, P. Hacia un ordenamiento ecológico-administrativo del territorio. Sistemas de información territorial. Ministerio de Bienes Nacionales, P. Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Valparaíso, Corporación Chile-Ambiente. Santiago, 1994.
- Martínez Pizarro, Jorge. La migración interna y sus efectos en 16 ciudades de Chile. CEPAL/CELADE, LC/DEN/R.302, Santiago, 5 de noviembre, 1999.
- Max-Neef, M; Elizalde, A. y Hopenhayn, M. Desarrollo a escala humana, una opción para el futuro. Development Dialogue. Número especial 1986. Cepaur. Fundación Dag Hammarskjöld. Santiago, 1986.
- MIDEPLAN. Pobreza y distribución del ingreso en Chile. Resultados de la VII Encuesta CASEN 1998. MIDEPLAN, 1998.
- Ministerio de Economía, Política de Fomento de la Producción Limpia, Santiago, 1997.
- Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, SEREMI Metropolitano. Estudio de Demanda de Transporte Público de Superficie de Santiago 1997. Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones Región Metropolitana. Santiago de Chile, 1997.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Plan Regulador Metropolitano de Santiago. Departamento de Desarrollo Urbano e Infraestructura, Unidad de Planificación. Santiago, 1994.
- ONU. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos (Hábitat II). Nueva York, 1996.
- PNUD. Desarrollo Humano en Chile 1998. Las Paradojas de la Modernización. PNUD. Santiago, 1998.
- Putnam, Robert D. Marking Democracy Work. Civic traditions in modern Italy. Princeton University Press. USA, 1994.
- Pujadas, R. y J. Font. *Ordenación y Planificación Territorial*, Editorial Síntesis, Serie Mayor Espacios y Sociedades. Madrid, 1998.
- Sunkel, O. y Gligo, N. Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina. Fondo de Cultura Económica. México, 1981.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios. Informe de Gestión del Sector Sanitario, 1998. S.S.S. Santiago, 1998.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios. Informe de Gestión del Sector Sanitario, 1996 - 1997. S.S.S. Santiago, 1997.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios. Memoria anual, 1995. S.S.S. Santiago, Enero 1995.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios. Memoria, 1990 - 1993. S.S.S. Santiago, Enero 1994.
- Universidad de Chile. Informe País: Estado del medio ambiente en Chile 1999. Universidad de Chile, Centro de Análisis de Políticas Públicas, PNUMA/ORPALC, CONAMA, Santiago, 2000.

ANEXO

anexo

TABLA 8.1 CHILE: POBLACIÓN SEGÚN LÍNEA DE POBREZA EN COMUNAS DE CIUDADES DE MÁS DE 20.000 HABITANTES. AÑO 2000
(EXCLUIDA LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO)

Ciudad	Indigente		Pobre no indigente		No pobre	
	N°	%	N°	%	N°	%
Arica	7.519	4,0	38.794	20,6	141.572	75,4
Iquique	8.120	4,5	20.761	11,4	153.346	84,2
Antofagasta	7.773	3,1	24.439	9,8	216.486	87,0
Calama	1.766	1,3	9.072	7,0	127.802	91,8
Tocopilla	3.093	10,2	8.864	29,3	18.347	60,5
Copiapó	8.977	7,3	18.220	14,9	95.000	77,7
Vallenar	6.469	12,5	10.029	19,4	35.120	68,0
Coquimbo	6.202	4,2	32.144	2,6	110.659	74,3
Illapel	3.635	11,8	6.671	22,0	20.4	66,2
La Serena	6.138	4,4	16.747	12,0	116.258	83,6
Los Vilos	1.545	8,8	3.629	20,7	12.394	70,6
Ovalle	5.788	6,0	15.655	16,3	74.396	77,6
La Calera	3.162	6,4	5.063	10,2	41.554	83,5
La Ligua	1.658	5,1	7.002	21,6	23.830	73,3
Limache	2.277	5,9	6.445	16,7	29.995	77,5
Los Andes	3.361	5,9	7.338	12,9	46.404	81,3
Quillota	5.158	7,0	7.908	10,8	60.132	82,1
Quilpué	1.525	1,2	10.796	8,8	110.293	90,0
San Antonio	6.112	6,9	15.667	17,8	66.450	75,3
San Felipe	3.102	4,8	9.359	14,6	51.696	80,6
Valparaíso	25.465	8,9	45.988	16,1	214.975	75,1
Villa Alemana	1.815	2,1	9.309	10,6	76.815	87,3
Viña del Mar	7.218	2,3	28.948	9,3	276.276	88,4
Graneros	1.321	5,4	4.205	17,1	19.134	77,6
Machalí	1.062	4,1	5.636	21,6	19.374	74,3
Rancagua	7.847	3,6	26.809	12,0	183.903	84,4
Rengo	580	1,1	8.631	16,4	43.514	82,5
San Fernando	2.342	3,7	11.699	18,7	48.475	77,5
Cauquenes	4.137	10,2	9.404	23,2	27.053	66,6
Constitución	3.441	7,3	13.254	28,1	30.503	64,6
Curicó	3.02	2,6	20.862	17,8	93.020	79,6
Linares	8.317	9,8	16.289	19,2	60.320	71,0
Molina	2.179	5,9	7.603	20,6	27.152	73,5
Parral	3.141	7,9	11.089	27,9	25.457	64,1
San Javier	2.604	7,1	4.443	12,0	29.855	80,9
Talca	7.378	3,9	26.932	14,3	154.153	81,8
Chiguayante	2.329	3,7	7.894	12,6	52.933	83,7
Chillán	11.373	6,6	27.238	15,8	133.545	77,6

Continuación TABLA 8.1

Ciudad	Indigente		Pobre no indigente		No pobre	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Concepción	8.696	4,1	29.641	14,0	173.307	81,9
Coronel	10.181	10,7	22.947	24,1	62.197	65,2
Curanilahue	3.572	9,2	13.302	34,2	22.044	56,6
Lebu	3.802	14,7	6.990	27,0	15.105	58,3
Los Angeles	13.127	8,2	28.914	17,8	120.160	74,1
Lota	5.030	9,7	16.593	32,1	30.035	58,1
Mulchén	2.341	7,4	6.669	21,2	22.438	71,3
Nacimiento	2.455	8,3	4.771	16,2	22.203	75,4
Penco	5.801	12,5	10.627	22,8	30.104	64,7
San Carlos	7.170	13,7	12.361	23,7	32.674	62,6
San Pedro de Paz	9.797	9,0	11.046	11,4	77.476	79,6
Talcahuano	12.071	4,3	33.149	11,8	234.828	83,9
Tomé	5.953	11,8	10.870	21,5	33.652	66,7
Angol	6.203	12,1	13.985	27,3	31.107	60,6
Padre Las Casas	6.441	10,8	13.678	23,0	39.294	66,1
Temuco	16.571	7,0	29.464	12,4	192.022	80,7
Victoria	3.445	10,3	10.566	31,5	19.485	58,2
Villarrica	2.074	5,4	11.400	29,8	24.727	64,7
Ancud	1.271	2,7	8.705	18,6	36.702	78,6
Castro	421	1,3	3.43	10,4	29.100	88,3
La Unión	6.450	15,1	10.413	24,4	25.743	60,4
Osorno	11.282	7,9	41.641	29,3	89.223	62,8
Puerto Montt	9.709	6,3	23.036	15,0	120.320	78,6
Puerto Varas	1.466	4,9	4.794	16,1	23.592	79,0
Valdivia	7.178	5,4	23.315	17,6	102.112	77,0
Coyhaique	1.273	2,8	3.670	8,1	40.405	89,1
Punta Arenas	4.640	3,8	7.801	6,4	109.130	89,8

Fuente: Mideplan. Encuesta CASEN 2000.

TABLA 8.2 INDICADOR DE SANEAMIENTO EN COMUNAS DE CIUDADES DE MÁS DE 20.000 HABITANTES, AÑO 2000
(EXCLUIDAS LAS COMUNAS DE LA REGIÓN METROPOLITANA).

Ciudades	Bueno	Aceptable	Regular	Menos que regular	Deficitarias	Total
Arica	93,2	1,5	4,2	0,1	1,0	100
Iquique	88,5	1,0	1,3	0,0	9,2	100
Antofagasta	98,8	0,0	1,2	0,0	0,0	100
Calama	90,5	2,2	6,3	0,1	0,9	100
Tocopilla	93,8	0,0	1,6	0,0	4,5	100
Copiapó	94,6	1,4	1,7	0,0	2,3	100
Vallenar	89,3	2,1	3,1	0,4	5,2	100
Coquimbo	91,5	4,6	1,5	0,0	2,4	100

Continuación TABLA 8.2

Ciudades	Bueno	Aceptable	Regular	Menos que Regular	Deficitarias	Total
Illapel	66,2	4,0	8,3	2,7	18,9	100
La Serena	84,1	7,9	2,3	0,0	5,7	100
Los Vilos	67,9	9,1	7,6	0,7	14,7	100
Ovalle	69,0	3,0	12,3	1,9	13,7	100
La Calera	85,0	5,4	6,8	1,7	1,1	100
La Ligua	51,4	19,7	21,8	0,9	6,2	100
Limache	76,0	7,6	11,3	1,2	3,9	100
Los Andes	91,0	1,8	2,2	0,0	5,0	100
Quillota	83,1	7,3	4,1	0,0	5,6	100
Quilpué	90,5	6,1	2,6	0,0	0,8	100
San Antonio	86,8	2,4	7,6	1,5	1,7	100
San Felipe	84,8	5,4	8,0	1,3	0,6	100
Valparaíso	96,0	0,1	3,0	0,0	0,9	100
Villa Alemana	89,5	2,1	6,2	1,7	0,5	100
Viña del Mar	95,8	0,5	3,3	0,4	0,0	100
Graneros	77,5	3,6	15,1	1,6	2,3	100
Machalí	69,6	9,8	15,1	2,2	3,2	100
Rancagua	95,5	1,1	1,8	0,7	0,9	100
Rengo	62,2	13,3	15,7	3,8	5,1	100
San Fernando	71,2	8,7	13,2	0,6	6,3	100
Cauquenes	71,7	3,0	8,1	0,6	16,7	100
Constitución	58,2	8,8	21,1	2,9	8,9	100
Curicó	79,5	1,8	5,7	0,0	3,0	100
Linares	79,6	4,0	5,3	0,4	10,7	100
Molina	69,4	7,4	15,3	0,7	7,3	100
Parral	55,9	13,2	14,8	2,3	13,8	100
San Javier	52,4	12,4	16,9	1,1	17,2	100
Talca	93,7	0,8	3,4	0,9	1,2	100
Chiguayante	91,8	5,4	2,7	0,0	0,1	100
Chillán	84,8	0,7	10,4	0,2	3,8	100
Concepción	89,8	2,2	5,7	0,4	1,9	100
Coronel	76,6	7,6	11,2	0,1	4,4	100
Curanilahue	71,1	11,2	11,0	2,5	4,1	100
Lebu	73,9	3,8	14,7	1,3	6,4	100
Los Angeles	70,0	3,5	12,1	1,1	13,3	100
Lota	81,6	6,1	10,4	0,5	1,3	100
Mulchén	58,0	4,9	19,9	0,6	16,6	100
Nacimiento	69,7	2,9	12,0	0,6	14,8	100
Penco	80,3	2,0	5,6	9,0	3,2	100
San Carlos	51,3	5,1	25,5	0,2	18,0	100
San Pedro de Paz	79,5	8,2	9,9	0,0	2,4	100
Talcahuano	90,4	1,9	6,0	0,3	1,5	100
Tomé	63,6	16,0	12,5	0,2	7,7	100

Continuación TABLA 8.2

Ciudades	Bueno	Aceptable	Regular	Menos que Regular	Deficitarias	Total
Angol	85,3	1,4	4,9	1,6	6,9	100
Padre Las Casas	55,6	2,9	14,4	0,7	26,4	100
Temuco	85,2	4,8	6,6	1,9	1,5	100
Victoria	68,7	8,0	11,5	1,4	10,4	100
Villarrica	60,8	10,7	5,4	1,4	21,7	100
Ancud	53,3	11,9	13,8	4,2	16,8	100
Castro	60,5	8,4	19,4	0,6	11,1	100
La Unión	48,5	18,8	16,8	2,6	13,3	100
Osorno	88,0	3,7	3,4	0,9	4,0	100
Puerto Montt	78,4	5,0	8,1	0,4	8,2	100
Puerto Varas	64,4	15,7	5,8	0,0	14,2	100
Valdivia	83,9	6,8	5,1	0,0	4,2	100
Coyhaique	80,1	0,7	6,0	2,1	11,0	100
Punta Arenas	96,4	0,7	1,6	0,1	1,2	100

Fuente: Mideplan. Encuesta CASEN 2000.

TABLA 8.3 SUPERFICIE REGIONAL DE ÁREAS URBANAS E INDUSTRIALES, 1998 (CIUDADES-PUEBLOS-ZONAS INDUSTRIALES)

	Norte Grande		Norte Chico		Centro			Sur		Austral			RM
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM
Superficie (Ha)	2.712	3.315	1.44	1.959	25.868	10.163	11.402	24.686	10.735	13.2	2.162	2.965	57.048
% respecto a la superficie total	0,05	0,03	0,02	0,05	1,61	0,62	0,38	0,67	0,34	0,20	0,02	0,02	3,68

Fuente: CONAF. 1998

TABLA 8.4 CHILE: COBERTURA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN CIUDADES DE MÁS DE 20.000 HABITANTES. SITUACIÓN ESTIMADA AL 31/12/2001

Localidades	Población urbana estimada		% de cobertura referida a población proyecciones			
	Total	%	Dic. 2001	Dic. 2002	Dic. 2005	Dic. 2010
Arica	185.851	46,2	98,5	90,4	93	100
Iquique	206.778	51,4	98,9	90,6	195	100
Antofagasta	261.143	58,5	96,8	100	100	100
Calama	135.720	30,4	0,0	100	100	100
Tocopilla	29.128	6,5	0,0	100	100	100
Copiapó	127.945	54,0	95,6	95,7	96,0	96,0
Vallenar	49.174	20,8	98,4	98,5	98,7	98,9
Coquimbo	155.595	30,5	98,9	98,9	99,0	99,0
Illapel	25.372	5,0	92,6	94,0	97,0	99,0
La Serena	143.005	28,0	98,5	98,5	99,0	99,0
Los Vilos	25.344	5,0	93,2	95,5	99,0	99,0
Ovalle	80.547	15,8	97,8	99,5	99,5	99,5
Concón	24.512	1,7	0,0	80,0	87,5	100
La Calera	39.174	2,8	0,0	93,5	95,9	100

Continuación TABLA 8.4

Localidades	Población urbana estimada		% de cobertura referida a población proyecciones			
	Total	%	Dic. 2001	Dic. 2002	Dic. 2005	Dic. 2010
La Ligua	20.228	1,4	0,0	95,1	96,9	100
Limache	33.050	2,4	0,0	91,7	94,8	100
Los Andes	59.513	4,2	0,0	97,2	98,2	100
Quillota	58.449	4,2	0,0	98,8	99,3	100
Quilpué	121.552	8,7	94,8	95,4	97,1	100
San Antonio	86.657	6,2	0,0	0,0	92,2	96,9
San Felipe	50.161	3,6	0,0	98,7	99,2	100
Valparaíso	284.852	20,3	95,8	96,3	97,7	100
Villa Alemana	87.493	6,2	96,0	96,4	97,8	100
Viña del Mar	308.273	22,0	94,9	95,4	97,2	100
Graneros	20.397	3,9	89,7	96,0	100	100
Machalí	21.135	4,0	80,9	85,0	95,0	100
Rancagua	217.666	41,7	97,4	98,6	100	100
Rengo	31.096	6,0	86,5	87,7	90,0	95,0
San Fernando	51.569	9,9	93,2	94,5	100	100
Cauquenes	36.428	6,0	0,0	0,0	100	100
Constitución	30.675	5,1	0,0	0,0	100	100
Curicó	113.911	18,9	98,9	98,9	100	100
Linares	70.426	11,7	0,0	0,0	100	100
Molina	23.799	3,9	0,0	0,0	100	100
Parral	28.810	4,8	0,0	0,0	100	100
San Javier	21.914	3,6	0,0	0,0	100	100
Talca	188.904	31,3	0,0	0,0	100	100
Chiguayante	78.572	5	0	0,0	42,2	100
Chillán	184.802	11,8	96	97,1	100	100
Concepción	239.986	15,3	0,0	0,0	98,0	100
Coronel	94.428	6,0	33,2	53,0	95,0	100
Curanilahue	36.154	2,3	75,6	82,2	90,0	100
Lebu	22.187	1,4	0,0	0,0	97,0	100
Los Angeles	114.284	7,3	0,0	0,0	98,0	100
Lota	52.368	3,3	76,1	81,0	90,0	100
Mulchén	23.891	1,5	0,0	0,0	90,0	100
Nacimiento	23.127	1,5	0,0	0,0	90,0	100
Penco Lirquén	44.536	2,8	88,7	91,7	95,0	100
San Carlos	31.233	2,0	0,0	0,0	95,0	100
San Pedro de Paz	74.121	4,7	0,0	0,0	98,0	100
Talcahuano	275.522	17,6	48,7	56,4	98,0	100
Tomé	40.977	2,6	65,9	69,2	90,0	100
Angol	49.395	8,7	0,0	0,0	100	100
Padre Las Casas	33.843	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Temuco	231.47	40,7	0,0	0,0	100	100
Victoria	23.928	4,2	93,1	96,5	100	100
Villarrica	25.281	4,4	0,0	0,0	97,0	98,5

Continuación TABLA 8.4

Localidades	Población urbana estimada		% de cobertura referida a población proyecciones			
	Total	%	Dic. 2001	Dic. 2002	Dic. 2005	Dic. 2010
Ancud	32.246	6,2	0,0	0,0	100	100
Castro	25.492	4,9	0,0	0,0	100	100
La Unión	21.884	4,2	0,0	0,0	99,0	99,0
Osorno	133.362	25,6	0,0	0,0	100	100
Puerto Montt	134.215	25,8	0,0	0,0	100	100
Puerto Varas	20.114	3,9	0,0	95,5	100	100
Valdivia	125.562	100	90,8	91,3	93,9	98,5
Coyhaique	42.554	62,6	97,1	98,0	98,5	99,6

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios.

TABLA 8.5 CHILE: COBERTURA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS. RESUMEN NACIONAL

Región	Empresa	Población urbana estimada	% de cobertura referidas a población			
			Dic. 2001	Dic. 2002	Dic. 2005	Dic. 2010
I	ESSAT SA	402.366	96,3	88,3	93,4	99,4
II	ESSAN SA	446.716	61,1	100,0	100,0	100,0
III	EMSSAT SA	236.962	72,0	75,5	83,1	94,4
IV	ESSCO SA	510.890	93,5	95,6	97,4	98,0
V	ESVAL SA	1.402.117	61,9	83,4	93,2	97,7
V	COOPAGUA SA	3.294	20,7	25,0	35,0	98,0
RM	AGUAS ANDINAS SA	5.387.565	22,4	23,2	73,0	99,5
RM	AGUAS CORDILLERA	398.883	0,0	0,0	0,0	0,0
RM	AGUAS LOS DOMINICOS SA	13.400	0,0	0,0	34,0	100,0
RM	AGUAS MANQUHUE SA	16.452	39,8	42,9	43,4	100,0
RM	SERVICOMUNAL SA	68.044	85,2	85,2	88,3	95,7
RM	SMAPA MAIPU	570.964	99,9	100,0	100,0	100
VI	ESSEL SA	522.022	78,6	84,4	92,1	97,4
VII	ESSAM SA	603.945	23,8	23,8	99,9	100,0
VIII	ESSBIO SA	1.564.726	32,5	35,9	95,3	100,0
IX	ESSAR SA	568.263	9,0	13,0	81,4	91,3
X	ESSAL SA	520.531	7,4	14,9	94,8	98,0
X	AGUAS DECIMA SA	125.562	90,8	91,3	93,9	98,5
XI	EMSSA SA	67.926	70,3	70,9	72,6	73,5
XII	ESMAG SA	145.742	10,6	10,6	100,0	100,0
Totales		13.576.370	39,4	44,2	82,8	95,7

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Capítulo 9



Energía

ÍNDICE

■ 9.1. CONSUMO DE ENERGÍA EN EL PAÍS	393
9.1.1 Análisis de las fuentes energéticas primarias y secundarias	394
9.1.2 La energía requerida por los diferentes sectores usuarios	394
9.1.3 Importancia relativa de las importaciones en el consumo de energía	396
9.1.4 La energía y la sustentabilidad del desarrollo	397
■ 9.2. LA INDUSTRIA DE LA ENERGÍA	397
9.2.1 El sistema eléctrico chileno	397
9.2.2 El sector petróleo y gas natural	398
9.2.3 Producción de carbón	401
■ 9.3. LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE	401
9.3.1 Impactos de proyectos presentados al SEIA energéticos de instalación reciente	402
9.3.1.1 Proyectos de generación eléctrica	402
9.3.1.3 Proyectos de transporte de gas natural	404
9.3.2 Emisiones de gases de efecto invernadero vinculadas a la energía	405
■ 9.4. PROYECCIONES Y RECURSOS ENERGÉTICOS	
9.4.1 proyecciones energéticas	407
9.4.2 Recursos energéticos adicionales	407
■ 9.5. POTENCIAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	410
■ 9.6. POTENCIAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	411

9.1. CONSUMO DE ENERGÍA EN EL PAÍS

El significativo crecimiento de la economía nacional durante los últimos años se ha traducido en una extraordinaria expansión de la demanda de energía primaria. En efecto, entre 1986 y 2000, la demanda de derivados del petróleo creció a una tasa promedio anual de 5,9%, y la demanda de electricidad en un 8,2%.¹ Se prevé que la recuperación económica debería acarrear un importante

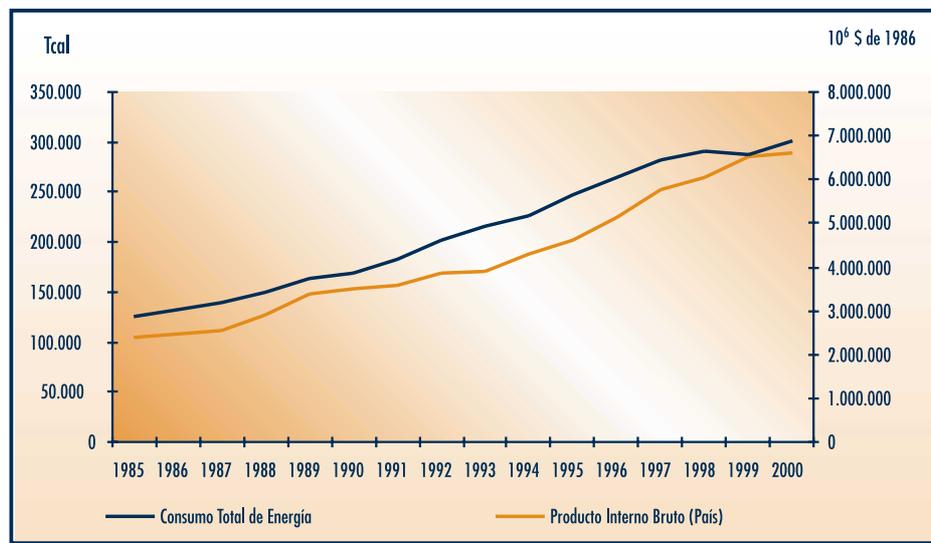
crecimiento de la demanda de energía, debido a la elevada tasa de crecimiento del parque de vehículos automotores, el desarrollo industrial y el proceso de electrificación residencial y comercial.

La figura 9.1 muestra la evolución de la demanda de energía y del PIB nacional para el período 1985-2000.

Al año 2000, el país consumió aproximadamente 1,7 toneladas de petróleo equivalente (TPE)/habi-

Figura 9.1: Evolución de la demanda energética secundaria y Producto Interno Bruto período 1985-2000.

Fuente: Banco Central² y Balance Nacional de Energía (CNE).



tante/año³, lo cual es significativamente inferior al consumo de los países industrializados como los Estados Unidos, que supera las 7 TPE/habitante/año. Es difícil que se repitan los patrones de consumo y los procesos de desarrollo que caracterizaron la evolución de las economías industrializa-

das en la época del petróleo barato. Sin embargo, es indudable que un crecimiento acelerado ejerce una fuerte y genuina presión por aumentar los requerimientos energéticos del país⁴.

En términos generales, el enfoque tradicional al problema energético se ha limitado a aumentar

¹ La información estadística relativa a los consumos de energía proviene del Balance de Energía de la Comisión Nacional de Energía (CNE) del año 2000, salvo que se especifique otra cosa.

² Los valores del Producto Interno Bruto para los años 1999 y 2000 son provisionales.

³ Consumo de energía obtenido del Balance de Energía de la CNE y la información de población proviene de una estimación del Instituto Nacional de Estadística (INE). Se excluye el uso de gas natural para la producción de metanol.

⁴ Como resultado de la crisis asiática y de la crisis que afecta a los países industrializados y del Cono Sur, la tasa de crecimiento se ha desacelerado en los últimos años.

el abastecimiento, instalando grandes equipos de generación o de transformación de las fuentes primarias, opción que podría revelarse como inviable económica, técnica, ambiental y políticamente (Programa Chile Sustentable, «Por un Chile Sustentable», capítulo «Un desarrollo energético sustentable para Chile»).

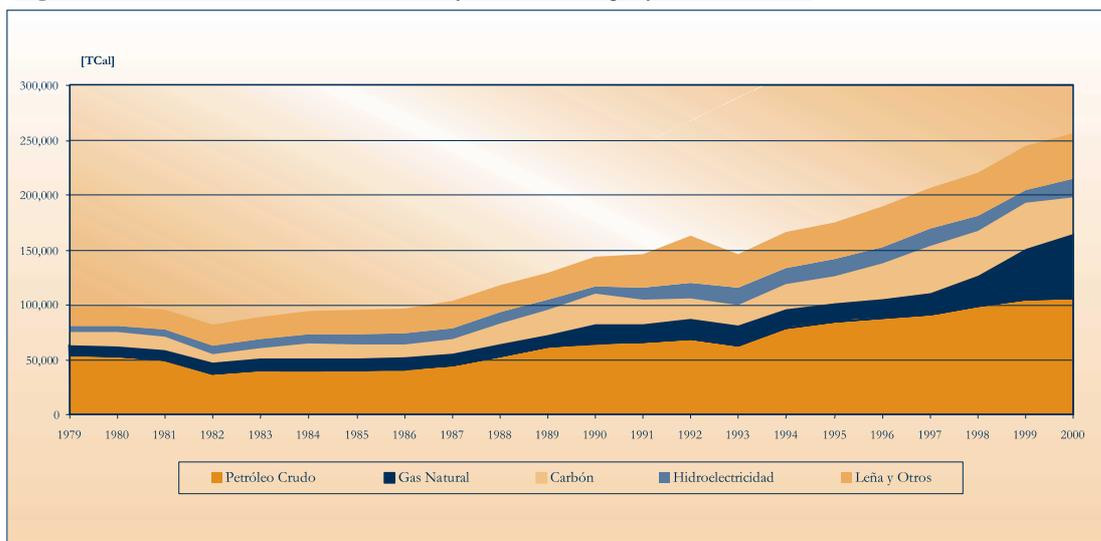
9.1.1 Análisis de las fuentes energéticas primarias y secundarias

A pesar que el petróleo tiene un precio inestable y elevado, continúa formando parte importante de la matriz energética nacional. Incluso su consumo muestra un crecimiento de 63% duran-

te los 90'. Al año 2000, las fuentes primarias de energía se distribuyeron de la siguiente manera: 41% petróleo, 23% gas natural, 6% hidroelectricidad, 17% leña y 13% carbón. A su vez, el consumo total de energía se distribuye de la manera siguiente: 24% para el transporte, 26% para la industria y la minería, 19% para los sectores residenciales, comerciales y públicos y 31% en consumos propios y pérdidas de los centros de transformación.

La figura 9.2 muestra la evolución de las fuentes primarias de energía para el período 1979-2000, donde se aprecia la mantención de la importancia relativa del petróleo y el acelerado crecimiento del gas natural en los últimos años.

Figura 9.2: Evolución del consumo de fuentes primarias de energía, período 1973-2000



Fuente: Balance Nacional de Energía (CNE).

9.1.2 La energía requerida por los diferentes sectores usuarios

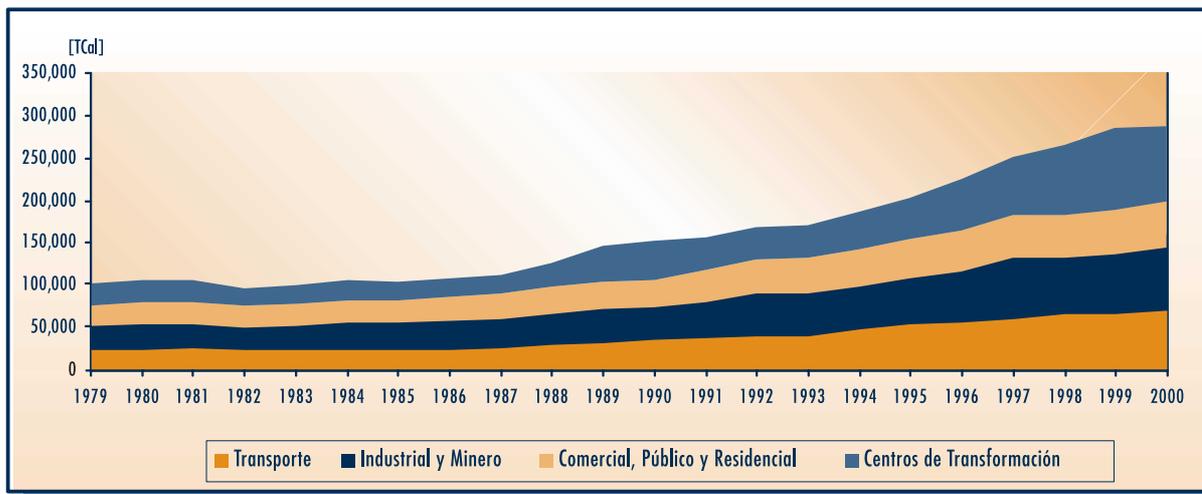
La figura 9.3 siguiente muestra el consumo de energía agrupado según los cuatro principales sectores usuarios: transporte, industrial y minero, comercial, público y residencial y centros de transformación⁵. Cabe señalar que entre 1980 y 1990

el consumo de energía creció en un 50%, mientras que entre 1990 y el 2000 lo hace en un 80%.

El transporte es responsable de parte importante de la demanda de petróleo; por el contrario, en los centros de transformación, el petróleo pierde importancia en forma significativa, como es posible apreciar del cuadro 9.1 y la figura 9.3.

⁵ Los centros de transformación son aquellos que convierten la energía primaria en energía secundaria; es decir, en su forma utilizable por los consumidores finales; es el caso, principalmente, de las refinерías de petróleo, las centrales generadoras de electricidad y la producción de gas y coque.

Figura 9.3: Consumo de energía por sectores usuarios, período 1979 - 2000.



Fuente: Balance Nacional de Energía (CNE).

CUADRO 9.1: EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL CONSUMO DE DERIVADOS DEL PETRÓLEO (EN %, PERÍODO 1980-2000)

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

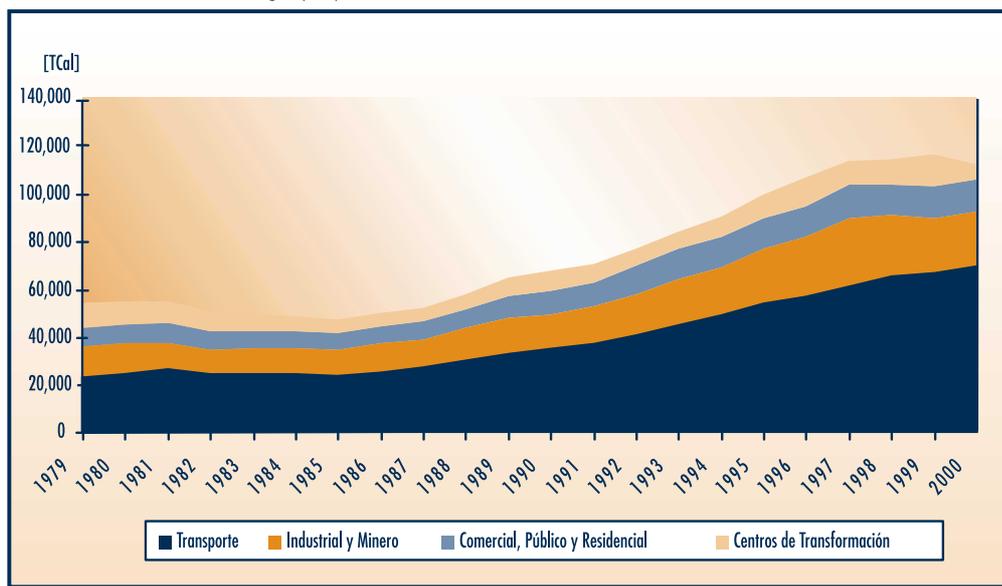
Fuente: Balance Nacional de Energía, (CNE).

En los centros de transformación, el gas natural adquiere una importancia creciente en los últimos años, representando en la actualidad un 47% de los requerimientos totales de dichos centros, concentrándose su consumo en la producción de metanol y la generación de electricidad.

En el sector industrial y minero, los derivados del petróleo y la electricidad son las principales fuentes energéticas, con un 32,0% y 29,8%, res-

Figura 9.4: Demanda de petróleo por sector usuario, período 1979 - 2000.

Fuente: Balance Nacional de Energía (CNE)



pectivamente. Los siguen en importancia, la leña y el gas natural con un 15,2% y un 10,1%. Cabe señalar que el gas natural se ha incorporado recientemente a la matriz energética chilena, por lo que se espera que su importancia aumente en los próximos años en las zonas donde existen gasoductos de distribución⁶.

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

Un aspecto a destacar es la importancia relativa de la leña en el consumo energético residen-

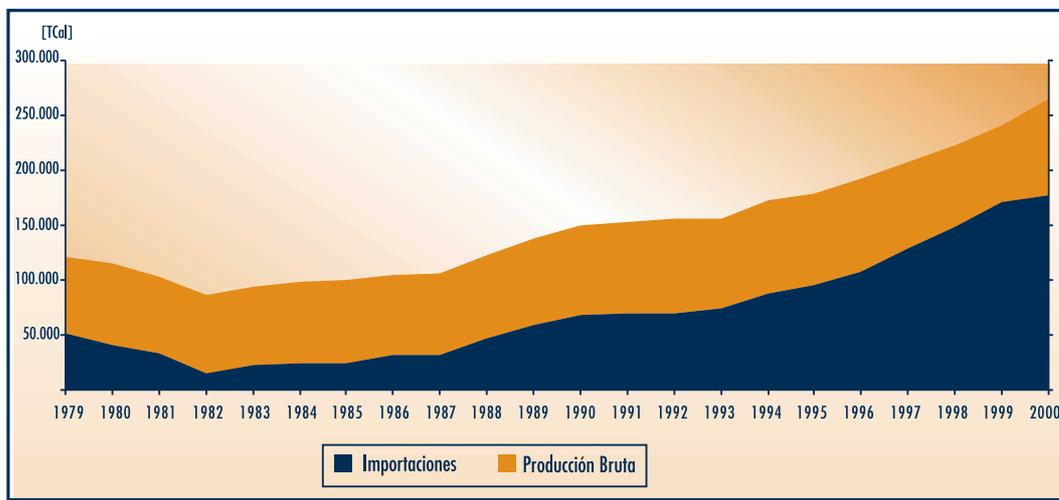
cial, la que se vincula en parte significativa con la falta de acceso geográfico y económico a otras opciones energéticas que los vinculen al confort que dispone el resto de la población, siendo dicha falta de acceso a aquéllas una expresión de la inequidad social. Cabe esperar que a futuro la leña pierda importancia en la medida que mejoren las condiciones socio económicas de la población, lo que no implica que su consumo vaya a tender a cero; más aún, el país debería apuntar a mejorar la eficiencia con que se usa la leña e introducir formas modernas y sustentables de empleo. Ver el capítulo 3.

9.1.3 Importancia relativa de las importaciones en el consumo de energía

En la figura 9.5 se muestra la evolución de las importaciones y del abastecimiento nacional de energía, en Teracalorías, entre el año 1979 y el 2000.

Figura 9.5: Evolución de las importaciones totales y el abastecimiento nacional de energía primaria, período 1979 – 2000.

Fuente: Balance Nacional de Energía (CNE).



Si bien al año 1990 un 48% de la energía primaria era importada, al año 2000 un 67% de ella es importada, lo que señala una creciente dependencia energética. En el año 2000 las im-

portaciones de combustibles totalizaron US\$ 2.831.420.414. El cuadro 9.2 muestra, por energético, las importaciones realizadas durante el año 2000.

⁶ A excepción de la región magallánica donde la presencia del gas natural es antigua, pero su aporte se concentra en la producción de metanol, destinándose pequeñas proporciones de este energético a la generación eléctrica, los usos residenciales y el transporte (en forma de proyecto demostrativo).

CUADRO 9.2: IMPORTACIONES DE COMBUSTIBLES DURANTE EL AÑO 2000
(EN MILES DE US\$ CIF)

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

Fuente: Comisión Nacional de Energía.

La cifra de 2.831 millones de dólares en importaciones de combustibles en el año 2000 equivale a un 20% del total de importaciones de bienes de consumo e intermedios del país. La dependencia energética por fuentes puede sintetizarse de la manera siguiente: Chile importa un 97% de sus necesidades de petróleo, un 92% de sus necesidades de carbón, un 63% de sus necesidades de gas natural. A su vez, los efectos de la variabilidad del precio internacional del crudo tienen un impacto económico muy relevante. En efecto, durante el año 2000, de acuerdo con una estimación efectuada sobre la base de una hipótesis de mantención de los precios históricos, se habría producido un mayor gasto de US\$ 1.200 millones y un aporte a la disminución del PIB de un 1% en el año 2000.⁷

9.1.4 La energía y la sustentabilidad del desarrollo

Es posible plantearse hasta qué punto, desde la perspectiva del desarrollo sustentable con equidad, el problema del desarrollo energético chileno ha sido abordado en su integridad o se le ha asignado la importancia que corresponde. En este contexto, probablemente el país debería tratar de responder, entre otras, a preguntas como las siguientes:

- ¿Qué significa para el país depender casi exclusivamente de fuentes energéticas importadas: petróleo, carbón y gas natural?
- ¿Cómo afectarán las restricciones actuales -presumiblemente mucho más severas en el futuro- que la sociedad chilena y la comunidad internacional impondrán a los desarrollos hidroeléctricos y a la combustión del carbón y de los hidrocarburos?
- ¿Qué efectos tendrán los distintos patrones o estilos de desarrollo industrial, desarrollo urbano, calidad de vida, etc., sobre el nivel y composición de la demanda de energía?
- ¿Quién y cómo, bajo las condiciones de mercado, con grados crecientes de internacionalización, garantiza, en el largo plazo, un suministro eficiente y oportuno de energía?
- ¿Hasta qué punto el crecimiento acelerado de la demanda energética puede constituirse en un impedimento para el desarrollo sustentable?

9.2. LA INDUSTRIA DE LA ENERGÍA

Para los fines del presente documento, se entiende por industria de la energía aquella encargada de explotar, convertir, transportar y distribuir la energía para ponerla a disposición de los consumidores finales. A continuación se presenta una breve descripción de la misma. Los aspectos que se destacan de ella son aquellos que se consideran pertinentes desde la perspectiva del presente documento.

9.2.1 El sistema eléctrico chileno

El sector eléctrico chileno presenta un gran dinamismo. Entre los años 1986 y 2000 el consumo eléctrico nacional total creció a una tasa anual promedio de aproximadamente un 8%, cifra que se

⁷ Exposición sobre el estado de la Hacienda Pública, Ministro Eyzaguirre, Octubre del 2001.

ubica casi por sobre un punto del crecimiento promedio del PIB⁸.

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

El Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) se extiende entre Tarapacá y Antofagasta, Primera y Segunda Regiones de Chile, respectivamente, cubriendo una superficie de 185.148 km², equivalente a un 24,5% del territorio de Chile Continental. La potencia instalada en el SING es de 3.041 MW, y la demanda máxima en el año 2000 alcanzó los 1.213 MW, mientras que la producción bruta alcanzó el valor de 9.327 GWh.

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

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

La potencia instalada en el SIC, a diciembre del año 2000, representaba aproximadamente el 71% del parque generador disponible en el país, con una potencia instalada equivalente a 6.653 MW. El año 2000 la demanda máxima fue de 4.516 MW,

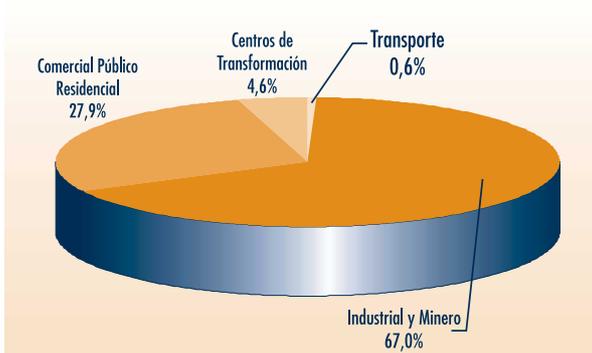
en tanto que la generación bruta de energía llegó a los 29.577 GWh. De esta generación, un 62,6% fue de origen hidroeléctrico mientras que el restante 37,4% de naturaleza termoeléctrica.

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

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

Cabe destacar que el sector industrial y minero es el principal "cliente" de las Empresas Eléctricas, alcanzando al año 2000 el 67% de la demanda total. La figura 9.6 muestra el consumo eléctrico nacional total dividido por sectores económicos, donde se aprecia claramente la importancia del sector industrial y minero.

Figura 9.6: Consumo eléctrico nacional total por sector económico, año 2000.



Fuente: Balance de Energía, CNE.

9.2.2 El sector petróleo y gas natural

Los yacimientos petrolíferos y de gas natural están concentrados en la Cuenca de Magallanes, en tres zonas denominadas «Distritos»: Continen-

⁸ La tasa de crecimiento real promedio del PIB entre los años 1986 a 1999 fue de un 6,8% (International Financial Statistics, 1999 - International Monetary Fund).

te, Isla Tierra del Fuego y Costa Afuera. Actualmente la mayor producción de petróleo crudo y gas natural, proviene de los yacimientos Costa Afuera, desarrollados a partir de la década de los ochenta. Los yacimientos son de propiedad del Estado, quien puede ejercer la facultad de explotarlos a través de la Empresa Nacional del Petróleo, ENAP, de concesiones administrativas o bien mediante Contratos Especiales de Operación Petrolera (CEOP).

- Sub sector petróleo

Hasta el año 2000 el registro de la producción acumulada asciende a 68.910 miles de m³ de petróleo y 88.674 millones de m³ de gas natural.

En Chile existen las siguientes plantas de refinación:

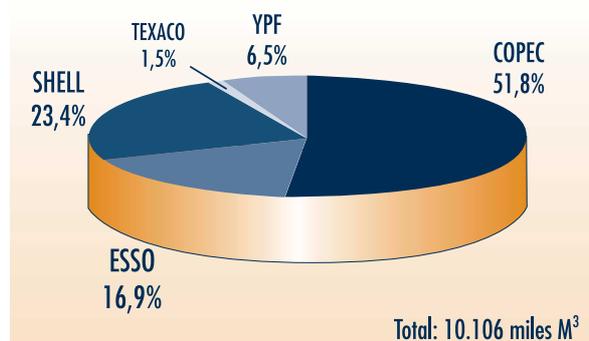
- Refinería de Petróleo de Concón S.A., RPC (V Región)
- Refinería de Petróleo de Talcahuano, Petrox S.A., (VIII Región)
- Topping de Gregorio (XII Región)

En el año 2000, la producción de derivados de petróleo de RPC, fue de 16.218 m³/día; por su parte, Petrox alcanzó una producción de 15.293 m³/día; mientras que la producción de Gregorio fue de 3.516 m³/día.

La política de precios en Chile se basa en los precios de paridad del mercado internacional; es decir, los valores no se encuentran sometidos a ningún tipo de fijación por parte del Estado.

En el año 1978 comenzó la liberalización de la distribución de combustibles, la que fue completada en 1982 con la liberalización de los precios. En 1979, a partir de la derogación del decreto N°20 de 1964, se inicia la apertura del mercado de combustibles líquidos con la entrada de nuevas compañías, siendo actualmente la participación de mercado la que se presenta en la figura 9.7.

Figura 9.7: Participación de Mercado Empresas distribuidoras de Combustibles Líquidos.



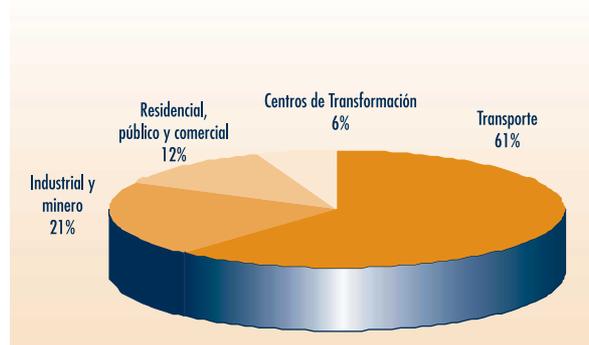
Fuente: Comisión Nacional de Energía.

Durante el año 2000 se importaron 10,8 millones de m³ de crudo, principalmente de Argentina (el 64%), Ecuador (9%) y Nigeria (15%). Asimismo, las ventas de combustibles de las refinerías sirvieron para abastecer el 82,4% del mercado nacional, debiendo las empresas importar el 17,6% restante. Los tres principales combustibles importados fueron el petróleo diesel, gas licuado y gasolina automotriz. El total de combustible comercializado el 2000 fue de 11,3 millones de TPE.

En la actualidad, Chile cuenta con una capacidad de almacenamiento en terminales de petróleo crudo, combustibles líquidos y gas licuado de aproximadamente 3,3 millones de m³ (información CNE, 1999). De este total un 35% corresponde a petróleo crudo, un 7% a gas licuado y un 58% a derivados.

La figura 9.8 se muestra la distribución del consumo de derivados del petróleo por sectores usuarios.

Figura 9.8: Distribución de consumos de los derivados del petróleo, Año 2000.



Fuente: Balance Nacional de Energía (CNE).

En la última década, las refinerías han tomado acciones vinculadas con la protección del medio ambiente lo que se ha traducido en un cumplimiento de normas de calidad de los combustibles, cada vez más exigentes y que se han aplicado en forma paulatina en el país. De hecho, en este período el contenido máximo de azufre en el diesel ha bajado más de 30 veces, de 1 a 0,03%, al tiempo que ha subido el cetano (equivalente al octanaje en las gasolinas) de 45 a 50, lo cual implica un mejor rendimiento del combustible. Algo parecido ha ocurrido con las gasolinas, con el agregado de que ya no se producen las de bajo octanaje (81 y 86 octanos), y que en menos de una década el uso de gasolinas premium (de alto octanaje) representa más de la mitad del volumen que se vende en el país.

Las gasolinas 95 y 97 (sin plomo) han sido otros de los derivados que han mejorado sus estándares de calidad, incorporándose al mercado nacional desde 1994. Esto debido a la importación de vehículos que requerían de ese nivel de octanaje y, además, al permanente desafío de refinar combustibles menos contaminantes.

A fines del mes de marzo de 2001 se dejó de expender en todo Chile la llamada bencina 93 octanos roja, combustible con un alto contenido de plomo. En tanto, a principios de abril del mismo año apareció en el mercado el nuevo diesel ciudad, que disminuye considerablemente las emisiones de azufre. El nuevo diesel ciudad tiene ahora 300 partículas de azufre por millón (antes tenía 1000) lo que significa una reducción no menor ya que es un combustible usado por la gran mayoría del transporte en Santiago. Se estima que este diesel es el mejor de América Latina y contribuirá a una reducción del orden de un 15% en las emisiones de los vehículos petroleros. En este sentido, las cifras hablan de una disminución de las emisiones de material particulado del parque petrolero de 1.650 toneladas a 1.474 toneladas anuales. Asimismo, esto significará un ahorro de 38,5 millones de dólares en salud para la población capitalina y, por ende, un mejoramiento de la calidad de vida.

El 10 de mayo del 2001 se publicó en el Diario Oficial el Decreto 174 del Ministerio de Economía, que obliga a incluir un trazador químico en el kerosene para que la Superintendencia de Electricidad y Combustibles pueda fiscalizar en terreno la eventual adulteración del diesel por este combustible.

El Diesel Ciudad debería evolucionar hasta un máximo de 50 ppm de azufre en el año 2004.

- Sub sector Gas Natural

Desde 1961 ENAP ha construido 1.400 Km. de gasoductos en la Región de Magallanes, la gran mayoría asociados a la explotación de gas natural de los yacimientos de la zona y a su procesamiento en las plantas de Cullen y Posesión. En agosto de 1997, se iniciaron las importaciones de gas natural argentino a la zona central de Chile a través del gasoducto internacional GASANDES, el cual desde la Cuenca Neuquina transporta gas para el abastecimiento de la compañía distribuidora de Santiago y 3 centrales termoeléctricas del SIC. El abastecimiento de la V Región, desde el "city gate" de GASANDES, lo realiza el gasoducto ELECTROGAS desde 1998.

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

El gasoducto del Pacífico inició el transporte de gas natural desde la Cuenca Neuquina hasta la VIII Región en octubre de 1999, para abastecer principalmente a empresas distribuidoras industriales y residenciales de la zona.

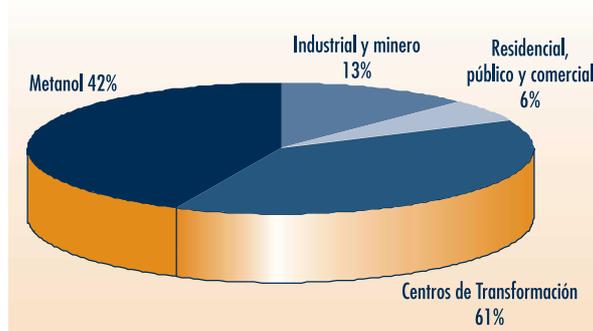
Durante el año 2000, la principal zona de consumo de gas natural en el país fue la XII Región (2.755 millones de m³ lo que corresponde al 43% del total), fundamentalmente para la producción de metanol⁹. Del total consumido a nivel nacional, el 70% fue importado desde Argentina, siendo el

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

30% restante obtenido de yacimientos de la cuenca magallánica chilena.

La figura 9.9 muestra la estructura del consumo de gas natural por sectores consumidores.

Figura 9.9: Distribución sectorial del consumo de gas natural. Año 2000.



Fuente: Balance Nacional de Energía (CNE).

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

9.2.3 Producción de carbón

• Explotación

La oferta de carbón nacional proviene de tres centros productores: uno ubicado en la VIII Región, otro en la X Región y un tercero ubicado en la XII Región. En la VIII Región los productores son: la Empresa Nacional del Carbón (ENACAR, a través de sus filiales CARVILE y Río Trongol), Minera Copar y la pequeña minería artesanal. En la X Región la explotación la realiza la Carbonífera Catamutún y en la XII la compañía Cocar, que cerró su extracción a tajo abierto en 1997, vendiendo sus activos a Carbonífera del Sur, quien actualmente se encuentra evaluando la posibilidad de la extracción subterránea. Todas son empresas privadas, salvo ENACAR.

• Consumo

El carbón térmico llega básicamente a los principales usuarios a través de importaciones, siendo este

segmento más del 80% de la oferta. En forma mayoritaria, se importa carbón térmico desde Australia, Indonesia y Canadá, existiendo estabilidad de suministro a precios internacionalmente competitivos. Además, en cantidades mucho menores, se importa carbón coqueificable para la industria siderúrgica.

Los mayores consumidores de carbón térmico son las empresas generadoras de electricidad que operan unidades a carbón. La demanda del sector termoeléctrico en el consumo de carbón depende de las condiciones hidrológicas anuales y de la política de despacho eléctrico en la zona norte.

En el año 2000 se consumieron 4.590 miles de ton. de carbón: el 90% de este consumo fue importado y el 10% restante fue extraído de minas nacionales. El 68% del total fue consumido por las empresas generadoras, la industria manufacturera en general consumió un 16% de ese total y la industria siderúrgica un 15,6% destinado a producir coque para el proceso de reducción del mineral de hierro.

9.3. LA ENERGÍA Y EL MEDIOAMBIENTE

Los problemas ambientales de la producción y uso de la energía en Chile no pueden desvincularse de lo que ocurre en el resto del planeta, debido no sólo a la elevada dependencia energética que caracteriza al abastecimiento nacional, sino que además, debido a que resulta difícil que un país cuya estrategia de desarrollo se centra en forma importante en la apertura comercial, se desvincule de los esfuerzos que realizan sus futuros socios comerciales destinados a gestionar el uso de la energía e introducir opciones energéticas de menor impacto a nivel local y global.

En el caso de la explotación, transporte y uso del petróleo, gas natural y carbón, los impactos ambientales afectan igualmente al ecosistema local, regional y global. En efecto, dichos impactos son el resultante de las emisiones fugitivas asociadas a la explotación de los yacimientos de estos

energéticos¹⁰, derrames de petróleo durante su transporte¹¹, explosiones resultantes de filtraciones de gas natural, depósitos de lastres y percolación a napas subterráneas y emisiones atmosféricas contaminantes como resultado del uso de los combustibles fósiles (partículas, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, compuestos orgánicos volátiles, monóxido de carbono, etc).

Además, el consumo de combustibles para usos finales (industriales y mineros, residenciales, comerciales y públicos y muy principalmente en el transporte) es responsable de un elevado porcentaje de emisiones de GEI vinculadas a la energía. De acuerdo con el inventario de GEI de 1998, un 65% de las emisiones de GEI corresponden a los usos finales de la energía¹².

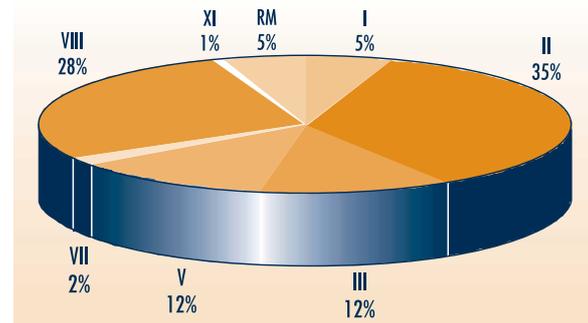
Los problemas de contaminación del aire, derivados de la producción y uso de la energía, se tratan en detalle en el capítulo I: Aire.

9.3.1 Impacto de proyectos presentados al SEIA

9.3.1.1 Proyectos de generación eléctrica

Desde la puesta en operación del sistema de evaluación de impacto ambiental, se han presentado y aprobado 30 proyectos relacionados con generación y transmisión eléctrica (instalación de centrales, ampliaciones, cambio de combustibles y líneas de transmisión), por un monto cercano a los 4.100 millones de dólares. Estas inversiones se han concentrado en la Segunda y Octava Regiones, con proyectos de centrales de ciclo combinado en el norte (Tocopilla, Nueva Tocopilla, Mejillones, Térmica Atacama, etc.). En el sur se han presentado diversos proyectos de generación, tanto térmicos como hidráulicos, siendo el más relevante la central Ralco. El gráfico siguiente muestra la distribución por regiones de las inversiones en proyectos de generación eléctrica entre los años 93 y 2000¹³.

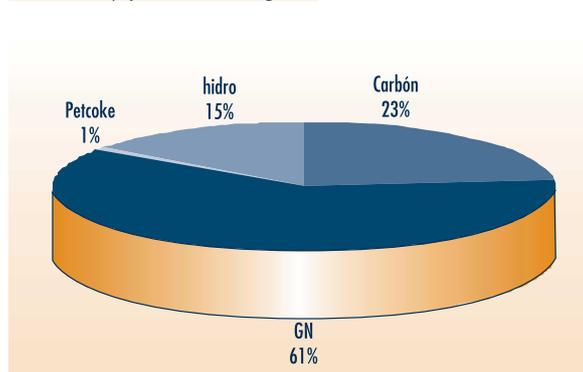
Figura 9.10: Distribución por regiones de las inversiones en proyectos eléctricos presentados al SEIA



Fuente: Elaboración propia en base a CONAMA (Estudios de impacto ambiental).

El aporte en potencia instalada que representan estos proyectos llega a los 5.506 MW de los cuales el 15% corresponde a generación hidráulica y el 85% a generación térmica en base a carbón, gas natural y coque de petróleo (petcoke). En la figura 9.11 se observa, por tipo de combustible, la potencia de centrales presentadas al SEIA y que ya han sido instaladas, con la excepción de Ralco, que se encuentra en construcción.

Figura 9.11: Distribución de las centrales presentadas al SEIA y que se encuentran instaladas (excepto Ralco que se encuentra en construcción) por fuente energética.



Fuente: Elaboración propia en base a CONAMA (estudios de impacto ambiental).

Es importante hacer notar que, si bien el petcoke aparece con un porcentaje muy bajo, ello se debe a que la figura 9.11 anterior consideró el tipo

¹⁰ Básicamente CH₄.

¹¹ Aunque constituye un hecho excepcional, la refinera RPC enfrenta posibles multas por filtraciones de petróleo en Quintero y en el río Aconcagua durante el año 2002 (La Tercera, 15 de agosto del 2002).

¹² PRIEN, "Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero: energía, procesos industriales y uso de solventes, Chile 1986-1998", CONAMA, Santiago, Diciembre 2000.

¹³ Gran parte de los cuales se encuentran instalados o en etapa de construcción.

de combustible con que originalmente fue diseñada e instalada la central. En este momento varias de las unidades de carbón funcionan con mezcla carbón-petcoke, por lo que el 1% corresponde a la única central instalada que fue diseñada específicamente para funcionar con este combustible (Petro-power).

Los principales proyectos presentados al SEIA entre el año 1993 y 2000 se muestran en el Cuadro 9.3:

CUADRO 9.3: PRINCIPALES PROYECTOS PRESENTADOS AL SEIA ENTRE 1993 Y 2000.

Nombre	Región	Titular	Inversión (MUSS)	Potencia MW	Tipo central
Central Termoeléctrica Patache y Sistema de Transmisión Asociado	I	Compañía de Electricidad . Tarapacá Celta S.A.	220	175	Carbón
Central Termoeléctrica Nueva Tocopilla	II	Norgener S.A.	180	274,4	Carbón
Central Termoeléctrica Mejillones	II	EDELNOR S.A.	180	243	Carbón
Central Termoeléctrica Nueva Tocopilla Unidad 2	II	Norgener S.A.	13,5	132,4	Carbón
Central Termoeléctrica Mejillones Unidad 2	II	EDELNOR S.A.	200	160	Carbón
Central Térmica Atacama	II	NOPEL	300	740,7	Gas Natural
Central Termoeléctrica Taltal	II	Compañía Eléctrica Taltal Ltda.	160	370	Gas Natural
Central Termoeléctrica de Ciclo Combinado Tocopilla	II	Electroandina S.A.	125	390	Gas Natural
Central Termoeléctrica de Ciclo Combinado Coloso	II	Electroandina S.A.	150	390	Gas Natural
Central Termoeléctrica Ciclo Combinado Mejillones, CTM3	II	EDELNOR S.A.	150	243	Gas Natural
Aumento de Potencia de Generación y Uso de Mezclas de Petcoke y Carbón en la Central Termoeléctrica Nueva Tocopilla	II	Norgener S.A.	0		Carbón
Uso de Mezclas de Carbón y Coque de Petróleo como Combustible Central Tocopilla (segunda presentación)	II	Electroandina S.A.	0		Carbón
Uso de un Combustible Alternativo en las Unidades 1 y 2 de la Central Térmica Mejillones	II	EDELNOR S.A.	0		Carbón
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero	III	Empresa Eléctrica Guacolda	480	304	Carbón
Usos de Mezclas de Carbón y Petcoke en Central Termoeléctrica Guacolda	III	Empresa Eléctrica Guacolda	0		Carbón
Central Termoeléctrica Renca y Nueva Renca	R.M.	Empresa Eléctrica Santiago S.A. (ESSA)	204	470	Gas Natural
Central Termoeléctrica de Ciclo Combinado Central San Isidro	V	Compañía Eléctrica San Isidro S.A.	200	370	Gas Natural
Central Termoeléctrica de Ciclo Combinado Nehuenco	V	Empresa Eléctrica Colbún Machicura S.A.	220	372	Gas Natural
Ampliación Capacidad Instalada en Nehuenco (Segunda Presentación)	V	Empresa Eléctrica Colbún Machicura S.A.	80		Gas Natural
Central Hidroeléctrica Loma Alta	VII	Pehuenche S.A.	60	40	Hidro
Central Hidroeléctrica Ralco	VIII	Empresa Nacional de Electricidad S.A. ENDESA	470	570	Hidro
Central Termoeléctrica Laja	VIII	Energía Verde S.A.	21	8,7	Aserrín
Coque y Cogeneración Petro Power	VIII	Petrox S.A. Refinería de Petróleo	220	48,6	Coke de petróleo
Centrales Hidroeléctricas Peuchén-Central Mampil-S/E Rucúe	VIII	Compañía Eléctrica Mampil	162		Hidro
Central Hidroeléctrica Rucúe	VIII	Empresa Eléctrica Colbún Machicura S.A.	182	160	Hidro
Central Hidroeléctrica Quilleco	VIII	Empresa Eléctrica Colbún Machicura S.A.	79,6	33,6	Hidro
Central Hidroeléctrica Lago Atravesado	XI	Empresa de Electricidad de Aysén, EDELAYSEN S.A.	24	10,5	Hidro

Fuente: Elaboración propia en base a CONAMA (Proyectos presentados y aprobados por el SEIA).

La llegada del gas natural al país se tradujo en la construcción y operación de grandes proyectos de gasoductos que transportarían el energético desde Argentina. El gas natural sería principalmente utilizado para generación de electricidad y para la sustitución de combustibles en el sector industrial de la zona central del país.

Los proyectos más importantes para transporte de gas son el Gasoducto Atacama de la empresa Gasoducto Atacama S.A., Gasoducto del Norte Grande (Norandino) de la empresa Gasoducto Norandino S.A., Gasoducto Gas Andes de la empresa GasAndes S.A. y Gasoducto del Pacífico. Los dos primeros se encuentran en la zona norte del país, el tercero en la zona central y el cuarto en la Región del Bío-Bío.

El gasoducto Atacama corresponde a una tubería de 930 Km. de longitud de los cuales 410 Km. se encuentran en territorio chileno. Representa una inversión de 120 millones de dólares y su capacidad máxima es de 8,5 millones de m³/día. El gasoducto Norandino tiene una longitud de 875 Km. de los cuales 430 Km. cruzan territorio nacional. La inversión inicial fue de 120 millones de dólares y el principal objetivo de este gasoducto es abastecer a las centrales generadoras de la I y II Región, así como a las actividades mineras e industriales cercanas a su trazado; su capacidad máxima es de 7,1 millones de m³/día.

El gasoducto GasAndes se conecta al sistema gasífero de Argentina a través del gasoducto La Mora; desde allí comienza su trazado que llega a la comuna de San Bernardo en la Región Metropolitana. En el comienzo del proyecto se estimó una demanda diaria de 1,82 millones de m³/día, siendo la capacidad máxima de 9 millones de m³/día. Gran parte del abastecimiento de gas se emplea en generación eléctrica (cerca al 70% de la demanda total). La inversión inicial de este proyecto corresponde a 284 millones de dólares.

El Gasoducto del Pacífico atraviesa 530 Km. desde Loma de la Lata (Neuquén) hasta la costa del océano Pacífico, en el sector industrial de Tal-

cahuano. La inversión total del proyecto incluidos los ramales y sistemas de distribución es de 460 millones de dólares y la capacidad máxima de 9,7 millones de m³/día¹⁴.

Las centrales hidroeléctricas y térmicas generan impactos en el medioambiente, los cuales deben ser mitigados para reducir los efectos que producen en el entorno este tipo de instalaciones.

Los recursos y actividades que se ven afectadas por la construcción y operación de centrales eléctricas son los siguientes:

- Recurso agua
- Recurso aire
- Recurso suelo
- Recursos ecológicos
- Ruido
- Actividades socioeconómicas
- Turismo e impacto visual (estética)

9.3.1.3 Proyectos de transporte de gas natural

En los últimos años se han presentado para aprobación de impacto ambiental 22 proyectos de transporte de gas natural. El cuadro 9.4 resume la situación.

Al respecto se puede señalar que no ha habido mayores problemas para la aprobación de los EIA, a la excepción del gasoducto de Gas Andes, el que dio origen a movimientos de resistencia por parte de las comunidades locales y debates a nivel nacional.

La resolución de CONAMA introdujo en el proyecto Gas Andes un conjunto de medidas de mitigación destinadas a satisfacer las exigencias de sustentabilidad estimadas indispensables.

En forma resumida se pueden señalar, entre otras, las siguientes medidas de mitigación:

- Protección de la calidad del aire durante la construcción.
- Protección del suelo durante la construcción y revegetación al término de ésta.

¹⁴ Las capacidades máximas corresponden a lo informado en la página Web de la CNE.

CUADRO 9.4: PROYECTOS DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL SOMETIDOS AL SEIA

Nombre	Tipo	Región	Titular	Inversión (Mill US\$)	Estado
Gasoducto Atacama	EIA	II	Gasoducto Atacama S.A.	120	Aprobado
Gasoducto del Norte Grande (Nor Andino)	EIA	II	Gasoducto Nor Andino S.A.	120	Aprobado
Gasoducto Taltal	EIA	II	Gasoducto Taltal Ltda.	38	Aprobado
Suministro de Gas Natural para las Divisiones Chuquicamata y Radomiro Tomic de Codelco	EIA	II	Gasoducto Nor Andino S.A.	1,2	En Calificación
Gasoducto Gasandes Extensión a Quinta Región	EIA	Inter	GasAndes S.A.	284	Aprobado
Gasoducto Trasandino y Distribución de Gas Natural en Chile	EIA	Inter	Gasoducto Trasandino S.A.	850	Aprobado
Oleoducto San Vicente-Temuco	EIA	Inter	Sociedad Nacional de Oleoductos S.A.	47	Aprobado
Oleoducto Concón-Maipú	EIA	Inter	Sociedad Nacional de Oleoductos Ltda.	31,1	Aprobado
Gasoducto Gas Andes, Extensión VI Región	EIA	Inter	GasAndes S.A.	50	Aprobado
Gasoducto GasAndes Extensión a la VI Región Ruta San Vicente, Caletones	EIA	Inter	GasAndes S.A.	35	En Calificación
Gasoducto Gas Andes	EIA	R.M.	GasAndes S.A.	284	Aprobado
Estación de Compresión Los Ratones	EIA	R.M.	Electrogas S.A.	20	Aprobado
Red de Ductos Quintero Concón	EIA	V	Sonacol S.A.	12,8	Aprobado
Distribución Gas Natural en Intercomuna Concepción	EIA	VIII	GASCO Concepción S.A.	13,65	Desistido
Gasoducto del Pacífico, Tramo Concepción Talcahuano	EIA	VIII	Gasoducto del Pacífico S.A.	15	Aprobado
Gasoducto Kimiri Aike - Cabo Negro	EIA	XII	Empresa Nacional del Petróleo - Magallanes	30	Aprobado
Gasoducto Dungenes - DAU2	EIA	XII	Empresa Nacional del Petróleo - Magallanes	5,5	Aprobado
Poliducto Catalina Sur - Gregorio	EIA	XII	Empresa Nacional del Petróleo - Magallanes	15,5	Aprobado
Gasoducto Posesión - Cabo Negro, Tramo Posesión - Kimiri Aike	EIA	XII	Empresa Nacional del Petróleo - Magallanes	12	Aprobado
Bloque Fell - Explotación de Yacimiento Molino	EIA	XII	Empresa Nacional del Petróleo - Magallanes	1,3	Aprobado
Normalización de Poliducto Planta o Posesión - Cabo Negro	EIA	XII	Empresa Nacional del Petróleo - Magallanes	3	Aprobado
Red de Gasoductos Area Isla Troncal Cullen - Sara - Chañarillo - Victoria Norte	EIA	XII	Empresa Nacional del Petróleo - Magallanes	4,1	Aprobado

Fuente: SEIA, CONAMA.

- Manejo de laderas.
- Evitar derrames de hidrocarburos, productos químicos y aceites en los cursos de agua.
- Protección de los trabajadores respecto a ruidos provocados por las tronaduras y uso de equipos de perforación.
- Implementación de un programa de repoblamiento vegetal mediante recolonización espontánea y siembra de especies.

9.3.2 Emisiones de gases de efecto invernadero vinculadas a la energía

- El efecto invernadero

En junio de 1992, cerca de 155 países, entre ellos Chile, firmaron en Río de Janeiro la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el primer instrumento internacional legal vinculante que trata directamente el tema del cambio climático. El objetivo último de dicha Convención es la estabilización de la concentración de

GEI en la atmósfera a un nivel tal que prevenga la interferencia antropogénica dañina con el sistema climático. Dicho nivel debe alcanzarse dentro de un período de tiempo suficientemente largo como para permitir a los ecosistemas adaptarse naturalmente al cambio climático¹⁵. Chile ratificó la Convención el 24 de diciembre de 1994, y entró en vigor como Ley de la República el 13 de abril de 1995.

En 1997 fue firmado el Protocolo de Kyoto, por los países desarrollados (países pertenecientes al Anexo I), suscribiéndose así el compromiso de alcanzar la reducción conjunta de las emisiones de GEI, al menos en un 5% bajo los niveles existentes al año 1990, durante el primer período de compromiso comprendido entre los años 2008 al 2012. Chile ratificó el Protocolo de Kioto durante el mes de julio del 2002, lo que no implica un compromiso de re-

ducción sino que hace posible la incorporación de proyectos nacionales en el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Inventario de GEI

Como parte de los compromisos de la Convención, Chile elaboró un inventario de GEI para el año 1994 y posteriormente, se prepararon inventarios que cubrían el período 1986-1998.

De acuerdo con la CNE, en 1998, las principales fuentes de energía primaria fueron el petróleo crudo, la leña y sus derivados, con un 17% del total, y la hidroelectricidad con un 60%.

La figura 9.12 incluye, en forma agregada, el resto de los demás gases de efecto invernadero, ello con el objeto de simplificar la presentación de la información y no como una manera de representar un efecto acumulado sobre el calentamiento global.

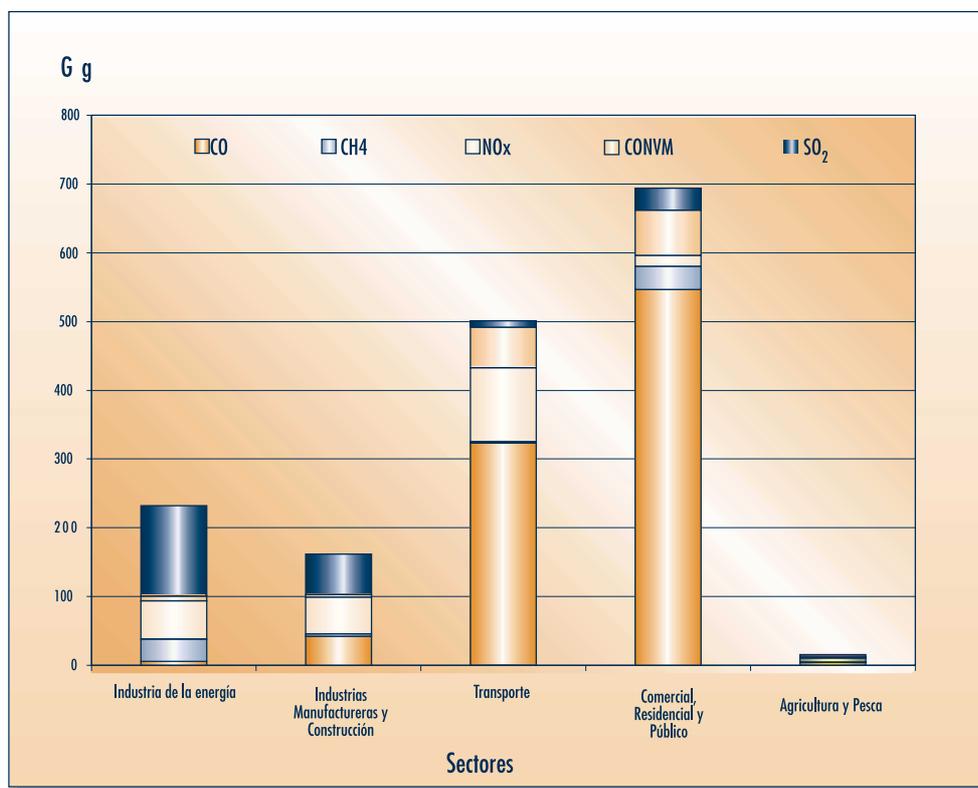


Figura 9.12: Emisiones del resto de los GEI por sectores originarios de la emisión.

Fuente: Inventario de Emisión de Gases de Efecto Invernadero Energía, Procesos Industriales y Uso de Solventes, Informe Final, CONAMA, 2000.

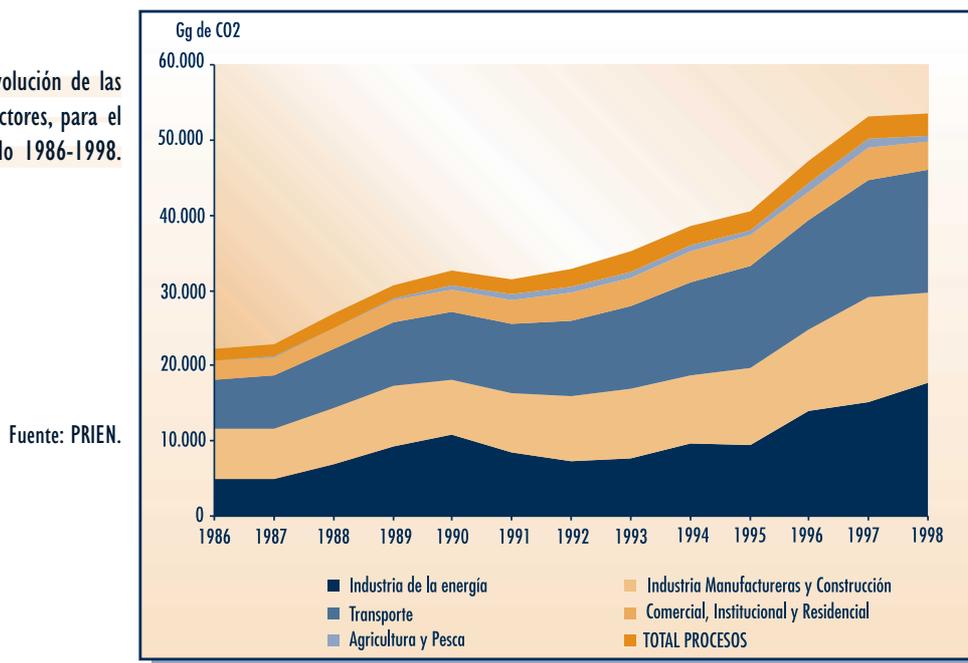
¹⁵ IPCC (1995).

La figura 9.13 muestra la evolución de las emisiones de CO₂ para los sectores individualizados previamente, durante el período 1986 – 1998. Además, se incluyen las emisiones de proceso de las industrias del cemento, hierro y acero, es decir, las emisiones no energéticas que completan las emisiones totales de GEI durante el período en cuestión. De este modo, se puede observar claramente que el consumo de

energía es la principal fuente de emisiones de CO₂.

Por otra parte, es posible apreciar el efecto introducido por la sequía de 1990, la que se tradujo en un aumento de la generación térmica de energía eléctrica y, por ende, de las emisiones de CO₂ por sobre la tendencia histórica. Igual situación se habría producido en el año 1999, si existiese un inventario para ese año.

Figura 9.13: Evolución de las emisiones de CO₂ por sectores, para el período 1986-1998.



9.4 DEMANDA Y RECURSOS ENERGÉTICOS

9.4.1 Proyecciones de demanda energética

La previsión de la demanda de energía se encuentra sometida a una cantidad de variables que hace difícil definir los niveles que ésta alcanzará en un horizonte de mediano y largo plazo.

En efecto, la evolución de las tecnologías de uso y generación de energía, los cambios en los patrones de consumo y producción, las exigencias medio-ambientales, la evolución del PIB y de la distribución de ingresos, limitan la posibilidad de uti-

lizar modelos macroeconómicos, opción convencional habitualmente utilizada para estos fines. Ello conduce a utilizar métodos distintos basados en los usos finales (calor de alta, media y baja temperatura, calentamiento de agua, fuerza motriz, sistemas de distribución, iluminación, refrigeración, etc.) por sectores usuarios. El estudio de mitigación de GEI ya mencionado¹⁶ utilizó este enfoque y aun cuando la situación económica coyuntural ha modificado las condiciones que determinan el consumo en el corto plazo, se estima que permite disponer de cifras de referencia para la demanda energética nacional, desde una perspectiva de mediano

¹⁶ PRIEN, "Mitigación de gases de efecto invernadero. Chile, 1994-2020". CONAMA, julio 1999.

y largo plazo, lo que no implica que no sea recomendable abordar la reactualización de dicho estudio¹⁷.

El cuadro 9.5 resume la estimación de la demanda eléctrica y las necesidades de generación bruta.

CUADRO 9.5: GENERACIÓN BRUTA DE ELECTRICIDAD EN CHILE (EN GWh/AÑO)

Años	Consumo final	Pérdidas de distribución	Pérdidas de transmisión	Consumos Propios	Generación Bruta
1994	22.567	1.046	1.208	456	25.277
2000	37.679	1.891	1.906	419	41.895
2005	45.323	2.411	2.300	505	50.539
2010	54.266	2.942	2.756	606	60.570
2015	62.647	3.401	3.182	699	69.929
2020	72.406	3.968	3.679	809	80.862

Fuente: PRIEN, "Mitigación de gases de efecto invernadero. Chile, 1994-2020". CONAMA, julio 1999.

En el cuadro 9.6 que se incluye a continuación se resume la demanda nacional de derivados del petróleo.

CUADRO 9.6: DEMANDA NACIONAL DE DERIVADOS DEL PETRÓLEO (EN m³/AÑO)

Años	Gasolina	Diesel	F.O	Gas Licuado	Otros	Total
1994	2.552.529	3.372.997	1.745.952	1.363.720	679.159	9.714.356
2000	3.377.948	4.779.926	1.879.063	1.891.811	926.482	12.855.229
2005	5.228.302	5.995.148	1.636.107	2.303.865	1.362.649	16.526.072
2010	7.499.605	6.528.132	1.393.152	2.495.534	1.662.832	19.579.256
2015	9.033.528	7.148.835	1.150.197	2.663.661	2.065.574	22.061.796
2020	10.580.971	7.764.825	907.242	2.898.072	2.501.683	24.652.793

Nota: En el rubro otros se incluye el kerosene (tanto para aviación como para usos en calor)

Fuente: PRIEN, "Mitigación de gases de efecto invernadero. Chile, 1994-2020". CONAMA, julio 1999 (Revisado).

El cuadro 9.7 resume la estimación de la demanda de gas natural, incluida la demanda de la región magallánica y la del resto del país.

CUADRO 9.7: DEMANDA DE GAS NATURAL PARA CHILE (EN MILLONES DE m³/AÑO)

Años	Región magallánica	Total demanda resto de país		Total demanda nacional	
		Sin Interconexión	Con interconexión	Sin interconexión	Con interconexión
1994	2.745	221	221	2.966	2.966
2000	3.841	4.004	4.004	7.845	7.845
2005	3.868	6.250	5.947	10.118	9.815
2010	3.895	8.547	7.919	12.442	11.814
2015	3.921	10.133	8.338	14.054	12.259
2020	3.949	12.305	9.445	16.254	13.394

Fuente: PRIEN, "Mitigación de gases de efecto invernadero. Chile, 1994-2020". CONAMA, julio 1999 (Revisado).

En este cuadro se incluyen dos escenarios de la demanda de gas natural, tanto con interconexión eléctrica con Argentina como sin interconexión,

lo que tiene significativas implicancias en la demanda de gas natural.

¹⁷ Salvo que se indique lo contrario, las cifras de proyección de la demanda que se incluyen en esta sección tienen como fuente el estudio de mitigación de GEI mencionado, revisado para algunos casos.

9.4.2 Recursos para la generación de energía.

Como fuera señalado en la sección 9.1, Chile presenta un elevado nivel de dependencia respecto del abastecimiento energético, dependencia que es particularmente crítica en el caso del petróleo y gas natural, debido no sólo a que Chile se abastece desde el exterior en un 97% en el caso del petróleo, un 92% en el caso del carbón y un 63% en el caso del gas natural, sino que, además, debido a que tanto la demanda de derivados del petróleo como la de gas natural crecen con significativo dinamismo.

De acuerdo a antecedentes disponibles, las reservas probadas de petróleo crudo en Chile serían del orden de unos 2.300.000 m³ y disminuirían para llegar al 2005 a 1.700.000 m³.

En el caso del carbón, las reservas medidas alcanzarían a unos 200 millones de toneladas, concentrándose parte fundamental de esas reservas en la región magallánica, donde el carbón es del tipo subbituminoso (del orden de 4.000 Kcal/Kg) y con alto contenido de cenizas. En la zona de Concepción, Arauco y Lebu, la explotación prácticamente se abandonó debido a los altos costos de producción y en la Región de Los Lagos se mantiene un nivel reducido de explotación. En la región magallánica se prevé reiniciar la explotación del carbón, probablemente con yacimientos subterráneos.

Las reservas de gas natural en Magallanes han permitido abastecer de unos 2.200 millones de m³ a Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir y principalmente a la planta Metanex, productora de metanol.

El cuadro 9.8 permite dar una visión de los recursos hidroeléctricos disponibles.

CUADRO 9.8: DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL POTENCIAL HIDROELÉCTRICO NACIONAL ESTIMADO EN MW

Zona	Total recursos	En explotación	Recursos disponibles
I a IV Región	200	35	165
V a X Región	12.600	4.000	8.600
XI a XII Región	5.900	9	5.891
Total país	18.700	4.044	14.656

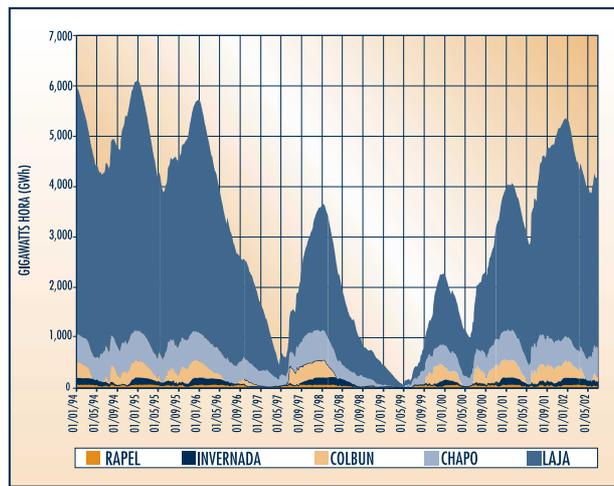
Fuente: Información proporcionada por el Ing. Iglesias de la CNE en el año 2000 y elaboración propia.

A pesar de que en el cuadro anterior se muestran recursos hidroeléctricos muy significativos, ello no debe llevar a pensar que el abastecimiento de electricidad está automáticamente asegurado, particularmente en los casos de regímenes de hidrología extraordinariamente seca. En Chile existen cinco embalses que permiten almacenar energía para regular el abastecimiento: Rapel, Invernada, Colbún, Lago Chapo y Laja, representando este último un 80% de la capacidad de embalse total del país.

La magnitud del agua almacenada en estos embalses es fuertemente variable, de modo tal que cuando el régimen hidrológico disminuye en forma drástica (como ocurriera en algunos meses de los años 1997, 1999 y 2000), la energía almacenada es inferior a los 1000 GWh. La figura 9.14 muestra la magnitud de la energía almacenada en los embalses del SIC entre los años 1994 y 2002.

Figura 9.14: Energía Embalsada en el SIC.

Fuente: Comisión Nacional de Energía.



Se ha dicho, por otro lado, que la generación de electricidad es vital para el país, de tal modo que al producirse una escasez de ella las pérdidas para el país son cuantiosas. Para evitar este hecho, se requiere mantener unidades de reserva térmicas suficientes como para abastecer la totalidad del consumo normal de electricidad. Es factible demostrar formalmente que el negocio de instalar unidades de generación de respaldo (serían necesarias entre 500 y 600 MW) para estos períodos de sequía, no resulta rentable.

9.5 POTENCIAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

A partir de mediados de los 80' se inicia en el país un debate en torno a la eficiencia energética, el que tuvo un carácter más bien académico, involucrando a algunos sectores industriales caracterizados por tener procesos que hacen un uso intensivo de la energía.

En los 90' la autoridad empieza a asumir la tarea de promover la eficiencia energética apuntando a la superación del obstáculo vinculado al desconocimiento de las opciones disponibles para gestionar la energía. Ello se tradujo en material impreso y mediático destinado a concientizar a los usuarios residenciales acerca de la conveniencia y beneficios de ahorrar energía —particularmente, aunque no exclusivamente— en situaciones de crisis energética-, y seminarios y cursos destinados a difundir las tecnologías energéticamente eficientes tanto al nivel de los usuarios industriales como de los diseñadores de viviendas y edificios.

En los últimos años se han desplegado esfuerzos destinados a establecer normas de eficiencia (normas de ensayos y especificaciones) para electrodomésticos, iluminación, climatización, motores y bombas, transformadores de distribución y cables eléctricos. A diferencia de los países desarrollados, en Chile estas normas no son obligatorias. Sin embargo, para la construcción de viviendas se ha introducido una norma de techos que es obligatoria.

Igualmente, la autoridad patrocinó y financió la realización de diagnósticos y auditorías energéticas en distintos tipos de industrias con el objeto de evaluar y mostrar a los empresarios las potencialidades de mejora en el uso de la energía.

En un estudio reciente de la CNE se analizó la evolución de indicadores de eficiencia en el sector industrial y minero¹⁸. El estudio analizó a nivel global el índice energético (consumo total de energía agregado o por subsector), el índice de activi-

dad (medida de la producción generada por el sector o subsector) y la intensidad energética (relación entre el consumo de energía y el valor agregado del sector o subsector), y a nivel desagregado el índice energético, el índice de actividad, el índice de estructura (incorpora la variación de la composición de la canasta de energéticos del subsector) y el índice de eficiencia (apunta a independizar el indicador de intensidad energética de las variaciones en la canasta de energéticos).

Como resultado del estudio se desprende que a nivel global no se aprecian cambios significativos en la eficiencia con que se usa la energía; que existen algunos subsectores intensivos en el uso de energía, donde se aprecian mejoras (básicamente el cobre y la siderurgia) debido a la introducción de procesos que introducen la eficiencia energética en el diseño de los mismos, u otros en que los cambios de combustibles se traducen en menores consumos de energía global (es el caso, por ejemplo, de la industria del cemento). Por último, el informe concluye que no es posible avanzar más en el análisis en la medida que no se desagregue en forma más detallada el uso de la energía en la industria (ver cuadro 9.9).

En este sentido, conviene traer a colación el ya mencionado informe de mitigación de las emisiones de GEI¹⁹, donde se desagregaron los consumos de energía por uso final (calor de alta, media y baja temperatura, producción de agua caliente, iluminación, fuerza motriz, climatización, transporte, etc.), por tipo de usuario, tipo de equipo y condiciones de uso. Ello permitió identificar un conjunto de tecnologías que para las condiciones de uso y tarifas que paga cada usuario fueran rentables para éste, definir las posibles tasas de penetración de las tecnologías eficientes y su evolución para el horizonte del estudio. En base a estos elementos se estimaron en forma conservadora las posibles mejoras en la eficiencia con que se usa la energía en el país, las que se resumen en los cuadros siguientes.

¹⁸ Comisión Nacional de Energía, "Índices de Eficiencia energética en Chile. Tendencias en el sector industrial y minero. 1990-1999. Santiago, Chile. Marzo de 2002

¹⁹ PRIEN, op. cit.

CUADRO 9.9: ESTIMACIÓN DE POTENCIALIDADES DE MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA EN EL USO DE LA ELECTRICIDAD (GWh/año)

Años	Escenario Base	Escenario Mitigación	Potencialidades de mejoramiento
2000	41.895	38.669	3.226
2005	50.539	44.948	5.591
2010	60.570	53.586	6.984
2015	69.929	58.700	11.229
2020	80.862	67.501	13.361

Fuente: PRIEN, "Mitigación de gases de efecto invernadero. Chile, 1994-2020". CONAMA, julio 1999 (Revisado).

9.6 ENERGÍAS RENOVABLES

La situación de las energías renovables en Chile no puede compararse con la descrita para los países desarrollados. En efecto, expertos nacionales relacionados con el tema²⁰, advierten que las aplicaciones para este tipo de energías son básicamente:

- Suministro energético mínimo para los sectores rurales aislados geográficamente (Estadísticamente, el grado de electrificación nacional urbana es del 98%, en zonas rurales es de 78%; Programa PER de la CNE).

- Suministro energético para industrias que requieren de zonas sin contaminación por lo que deben excluir o al menos restringir el uso de energías convencionales (crianza de ostiones u otros moluscos)

- Suministro energético para zonas con sistema ecológico crítico como la Isla de Pascua o Juan Fernández

- Suministro energético para zonas que por razones turísticas, zoológicas o botánicas, deben mantener sin alteración el hábitat correspondiente (Chungará, Parques Nacionales, Parque Pumalín).

- Casas o actividades de uso esporádico que no justifican suministros continuos por lo restringido del consumo (casas de veraneo, refugios para esquiadores).

- Pequeños consumidores de energía que no justifican líneas de suministro (teléfonos en carreteras, señales de tránsito).

- Lugares de difícil acceso (faros y balizas).

Estas potenciales aplicaciones no consideran, por supuesto, los grandes consumos de energía que resultan de las grandes aglomeraciones de personas o de empresas, teniendo presente que la densidad de la energía renovable es por lo general baja, y que, en el esquema económico vigente, debe competir con otras alternativas. De este modo, de no cambiar las condiciones actuales, se observa como poco probable seguir en el corto plazo los pasos europeos.

En el país, existen una serie de factores que se conjugan en contra de las fuentes renovables no convencionales. En primer lugar, se podría mencionar que el costo de este tipo de tecnologías, es comparativamente todavía más elevado que las tecnologías más maduras, si bien se observa una evolución hacia precios competitivos (ver cuadro 9.10).

CUADRO 9.10: COSTOS DE GENERACIÓN CON RENOVABLES (EN US MILLS/kWh)

Tecnología	Costo actual	Costo futuro
Biomasa	50-150	40-100
Eólica	50-130	30-100
Fotovoltaica	250-1250	50 a 60-250
Solar térmica	120-180	40-100
Hidroeléctrica	20-80	20-80
Hidro pequeña	40-100	30-100
Geotérmica	20-100	10 a 20-80

Fuente: PRIEN.

Por otro lado, existe un mercado desconocimiento de la disponibilidad del recurso. Su carácter aleatorio atenta contra el desarrollo masivo de estas fuentes, ya que a diferencia del recurso hidroeléctrico a gran escala, no se dispone de estadísticas completas, confiables y de largo plazo

que permitan evaluar económicamente proyectos basados en energías renovables.²¹

Asimismo, al desconocimiento del recurso se agrega la falta de capacitación técnica para la correcta instalación y operación de este tipo de equipos. Es necesario recordar que el éxito de la introducción de una determinada tecnología no consiste en demostrar que ella funciona o incluso que ella es útil, sino que ella puede operar en la realidad socioeconómica concreta de la localidad o región donde ella se implantará. Ello no ocurre en el caso de estas energías, constituyéndose en un obstáculo a su desarrollo.

Tal vez uno de los obstáculos más gravitantes para el desarrollo de las energías renovables en el país es la falta de un marco regulatorio que incorpore la variable ambiental y que introduzca los incentivos necesarios para su desarrollo. En efecto, el hecho de que los proyectos se evalúen desde el punto de vista ambiental, contra sí mismos y no por sus méritos relativos respecto de los otros proyectos, constituye una limitante contra los proyectos basados en las energías renovables. En este mismo contexto, la no internalización de las externalidades afecta la competitividad de las energías renovables.

La posibilidad de que las fuentes renovables no convencionales adquieran una importancia relevante en el balance energético del país pasa por el reconocimiento por parte de las autoridades responsables de la planificación y regulación del sector, de su carácter de opción válida, y de la necesidad ineludible de considerarla al evaluar las alternativas para satisfacer los requerimientos energéticos del desarrollo nacional.

A pesar de la situación descrita, este tipo de tecnologías se ha estado instalando desde hace unos 20 años. Al año 2000, es posible identificar unas 1.232 instalaciones en operación²², las que generan unos 10.295 MWh al año, concentrados principalmente en las microcentrales hidroeléctricas y en la energía solar. La figura 9.15 muestra la generación a partir de renovables, por tipo de tecnologías. Si bien esta cantidad de energía es insignificante comparada con la energía secundaria generada en el país, es posible prever, desde una perspectiva de mediano plazo, un cambio significativo si se establecen las políticas adecuadas para explotar los recursos renovables existentes.

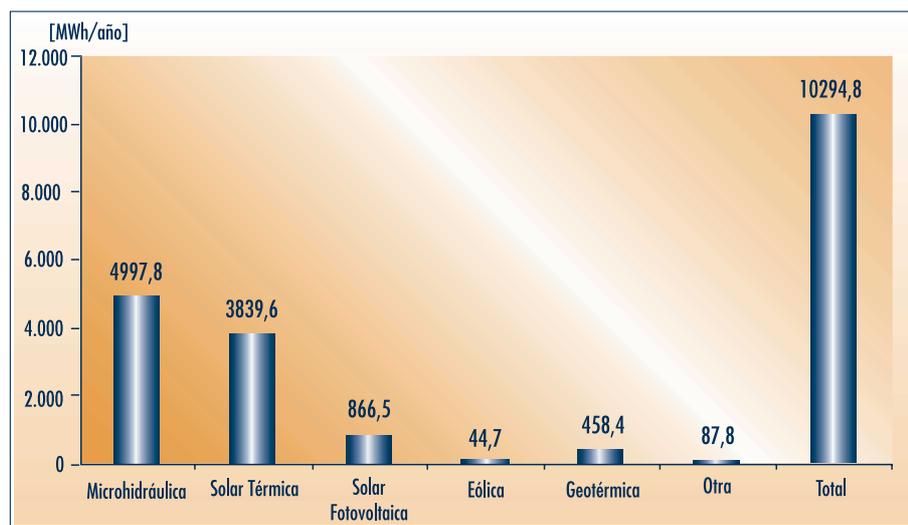


Figura 9.15: Generación de energía en Chile, a partir de Fuentes Renovables no Convencionales, año 2000.

Fuente: ENERGER S.A. y ASELAT Ltda. "Elaboración de catastro nacional de instalaciones de energías renovables no convencionales", 2000.

²¹ Conviene señalar que el país dispone de catastros rigurosos y registros de los principales recursos hidroeléctricos que abarcan más de 50 años.

²² "Elaboración de catastro nacional de instalaciones de energías renovables no convencionales" 2000, ENERGER S.A. y ASELAT Ltda.

Por otra parte, existen importantes proyectos en operación reciente o que se encuentran en desarrollo, principalmente en el área geotérmica y eólica. Entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

- La central Eólica Alto Baguales al norte de Coyhaique en la XI Región. Esta central de casi 2 MW de Potencia, demandó una inversión de unos US\$ 2,4 millones y está generando entre 2.700 y 3.000 MWh/año.

- Proyecto Geotérmico de Calabozo, ubicada en la VI Región, el que podría generar entre 750 – 1.500 MW, dependiendo de su viabilidad económica, y podría iniciar su etapa piloto antes del 2005 y expandirse a partir del 2009²³.

- Proyecto Geotérmico en el Norte Grande, destinado a generar electricidad y suministrar agua a empresas mineras, que podría generar entre 250 – 450 MW, que podría entrar en operación a partir del 2009²⁴.

En la misma línea de acción se destaca otro hito importante para el desarrollo de la geotérmica en el país; esta es la publicación de la Ley N° 19.657 sobre Concesiones de Energía Geotérmica, del 7 de enero de 2000, la cual establece un marco apropiado para regular e incentivar la participación privada en la exploración y explotación de la energía geotérmica, lo que augura un mejor porvenir para el desarrollo de las fuentes renovables no convencionales de energía.

A lo anterior deben sumarse las interesantes posibilidades de la energía eólica en las zonas costeras del sur de Chile, y las posibilidades de utilización de los recursos de radiación solar del norte de Chile, los que podrían vincularse, por ejemplo, a la producción de hidrógeno para alimentar celdas de combustible, ya sea para la producción de electricidad o para su uso en vehículos de transporte público urbano e interurbano.

Un recurso particularmente interesante para Chile es la explotación sustentable y moderna de la biomasa, es decir, la generación de electricidad a partir de los desechos de la industria de la madera.

El cuadro 9.11 da una idea de la disponibilidad del recurso biomasa a partir de los desechos de la industria forestal.

CUADRO 9.11: PROYECCIONES DE DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA TOTAL Y ASERRABLE DE PINO RADIATA EN CHILE (MILLONES DE M³/AÑO)

Período	Total	Aserrable
1998 - 2000	19,6	10,6
2004 - 2006	30,3	19,4
2010 - 2012	30,4	20,2
2019 - 2021	37,0	24,9
2025 - 2027	39,6	27,6

Fuente Instituto Forestal: Disponibilidad de Madera de Pino radiata en Chile. 1998 – 2027. Informe Técnico N° 142, 1999.

²³ Este recurso se ha evaluado en una zona que va desde las Termas de El Flaco hasta la Laguna del Maule

²⁴ En este proyecto estarían asociados ENAP y CODELCO.

POLÍTICAS E INSTRUMENTOS
PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL



TERCERA PARTE

I. LA GESTIÓN AMBIENTAL EN CHILE

El tema medioambiental ha tenido una evolución muy asociada a los nuevos desafíos del país, donde básicamente el constante dinamismo hacia una gestión solidaria con la naturaleza ha provocado serios cambios en cuanto a modelos de desarrollo que permitan internalizar los impactos, tanto positivos como negativos, que percibe el ecosistema como parte del crecimiento económico y social. Esta evolución teórico-práctica, ha sido posible gracias a la participación de diversos actores relevantes ligados al quehacer social, econó-

mico, cultural y legal, tanto nacionales como internacionales; esta última situación se ha dado gracias a la política externa, la que, a través de acuerdos y tratados, ciertamente ha permitido tener acceso a tópicos tan preponderantes como la información y la tecnología. Sin duda, esto fue un aspecto importante a la hora de establecer la institucionalidad ambiental del país, la que si bien aún no cumple una década, ha sentado las bases para ir mejorando cada vez más en la incorporación de sustentabilidad ambiental al desarrollo. El cuadro I muestra una comparación en el tema de la gestión ambiental para la década 1990 – 2000.

CUADRO I: COMPARACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN CHILE 1990 – 2000

Al año 1990	Al año 2000
• Ausencia ambiental explícita a nivel nacional, regional y local.	- Política nacional publicada - Políticas regionales (6) - Políticas sectoriales (agua y residuos)
• Legislación y normativa ambiental dispersa (alrededor de 1.000 normas).	- Dispersión de legislación y normativa ambiental (alrededor de 1.000 normas). - Promulgación Ley marco.
• Falta legislación y normativa sectorial específica.	- Falta legislación y normativa sectorial específica.
• Ausencia de instrumentos de gestión.	- Disponibilidad de instrumentos: SEIA, Normas y Planes; SINIA; Participación ciudadana; Permisos de emisión transables; Instrumentos económicos (formalizados pero no desarrollados); y Cuentas nacionales (formalizadas pero no desarrolladas).
• Pocas instituciones ambientales explícitas (SESMA, DISAM, CONAF, entre otras).	- Se agregan instancias de carácter coordinador: 1 CONAMA, 13 COREMAS y 17 Unidades ambientales sectoriales.
• Ausencia de descentralización ambiental en municipios.	- Ausencia explícita de descentralización en municipios, en tanto casi un 25% de ellos han constituido unidades ambientales.
• Creación de condiciones para enfrentar el tema.	- Desarrollo sostenible para recuperar y mejorar la calidad ambiental, prevenir el deterioro y fomentar la protección del patrimonio ambiental. - CONAMA creada por decreto del Ministerio de Bienes Nacionales. - CONAMA creada por ley. - Ausencia de diagnósticos sobre el estado del medio ambiente. - Informe nacional sobre el estado del medio ambiente ("Informe País").

Continuación CUADRO 1: COMPARACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN CHILE 1990 – 2000

Al año 1990	Al año 2000
<ul style="list-style-type: none"> • Temas no prioritarios en sector privado, salvo en grandes compañías transnacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Introducción de consideraciones ambientales en sectores productivos. Creación de comisiones ambientales en diversas instituciones: ASIQUIM, C.Ch.C, SOFOFA, SONAMI, Cámara de Comercio, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Catastro de problemas medioambientales vinculados al “subdesarrollo”, el que refleja 1.300 problemas a nivel regional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Permanencia de problemas ambientales del “subdesarrollo” y problemas de nuevos problemas vinculados al “desarrollo”.
<ul style="list-style-type: none"> • Insuficientes espacios y mecanismos para el fortalecimiento de la participación ciudadana en las decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Espacios formales de participación ciudadana en EIA y en formulación de normas de calidad/emisión y planes de descontaminación y prevención. - Creciente tendencia a aplicar conceptos de participación ciudadana anticipada al ingreso de proyectos de inversión al SEIA. - Participación formal de la sociedad civil en los Consejos Consultivos de CONAMA.

Fuente: Ruthenberg, 2001.

CUADRO 2: ALGUNOS INDICADORES RELEVANTES DE LA EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN CHILE

Indicadores relevantes	Al año 1990	Al año 2000
Presupuesto CONAMA	US\$ 76.000	US\$ 21 millones aprox. (en 1999)
Recursos del sector público en el tema medio ambiental	Sin información	US\$ 289 millones
Personal de CONAMA	6 personas	370 personas
Personal público ambiental	Sin información	4.758 personas
Unidades ambientales	2	10
ONG con relevancia ambiental	27	60
EIA ingresados en la década	0	1.873
EIA aprobados en la década	0	1.137
Planes de descontaminación	0	8
Promulgación de normas y estándares	0	8
Instancias formales de participación ciudadana (EIA, normas, planes, Consejo Consultivo)	0	4
Prioridad de la comunidad	12%	7%
Consultoras ambientales	5	> 50

Fuente: Ruthenberg, 2001.

Tal como se muestra en los cuadros 1 y 2, la evolución ha sido bastante significativa tanto en el ámbito de infraestructura como de la base conceptual. Ciertamente, esta última ha permitido ir avanzando en el tema de manera expedita, aun cuando quedan bastantes desafíos por asumir, sobre todo en lo que a definición de instrumentos económicos, indicadores y criterios ambientales se refiere.

2. AVANCES EN LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL

2.1 Normas de emisión

La revisión de las principales leyes, normas y decretos asociadas al quehacer ambiental se encuentran bastante difusas y gozan de una desarmonía que muchas veces genera una redundancia



en las materias que ellas norman. La revisión de la mayoría de éstas se presenta en el primer documento editado en 1999, por lo que, para este caso, sólo se hará mención de aquellas leyes, normas y decretos que han entrado en vigencia a partir de 1999, donde, entre las más importantes, es posible identificar las siguientes:

En el tema de la contaminación atmosférica, el Decreto N° 65 del 2 de junio de 1999, establece la norma de emisión para la regulación del contaminante arsénico emitido al aire. La norma tiene por objeto proteger la salud de las personas y los recursos naturales renovables. Como resultado de su aplicación, se espera un mejoramiento substancial de la calidad atmosférica en las zonas afectadas y una reducción de la exposición al arsénico de las personas y de los recursos naturales renovables.

Por su parte, y en cuanto a aspectos de contaminación lumínica, el Decreto N° 686 del 2 de agosto de 1999, establece normas de emisión para su regulación. El objetivo fundamental es prevenir la contaminación lumínica de los cielos nocturnos de la II, III y IV Regiones para proteger la calidad astronómica de dichos cielos mediante la regulación de la luminosidad. Se espera conservar la calidad actual de los cielos señalados y evitar su deterioro futuro.

El tema de la emisión de hidrocarburos no metánicos en todo el territorio nacional para vehículos livianos y medianos, señalados en los Decretos Supremos 211 y 54, de 1991 y 1994, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que operen con gas natural comprimido, está regulado por el Decreto N° 103 del 2 de mayo del 2000. Muy relacionado con el anterior está el Decreto N° 104 del 2 de mayo del 2000, el cual establece para todo el territorio nacional, norma de emisión de Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos Totales (HCT) para las motocicletas cuya primera inscripción en el Registro Nacional de Vehículos Motorizados se solicite a contar del 1 de septiembre de 2001. Estos vehículos sólo podrán circular por calles y caminos públicos del país si son mecánicamente aptos para cumplir con los

límites de emisión señalados en el artículo 3° del presente decreto, sin perjuicio del cumplimiento de las demás normas establecidas para su revisión técnica.

Publicado el 6 de enero de 2001, el Decreto 136 del 7 de agosto de 2000, establece la norma de calidad primaria para plomo en el aire, la que tiene por objetivo fundamental proteger la salud de toda la población del país y en particular, de la población infantil, de aquellos efectos crónicos y crónicos diferidos generados por la exposición a niveles de concentración de plomo en el aire.

El Decreto N° 3582 del 18 de agosto de 2000 modifica el Decreto N° 609 de 7 de mayo de 1998 del Ministerio de Obras Públicas y establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado.

Por su parte, el Decreto N° 90 del 7 de marzo de 2001, establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. El objetivo principal de esta norma es prevenir la contaminación de las aguas continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores. Un alcance importante es que esta ley rige actualmente para todas las fuentes nuevas, mientras que las fuentes antiguas tienen plazo hasta septiembre de 2006⁽¹⁾.

En la temática del Reglamento Ambiental para la Acuicultura, el Decreto N° 320 del 14 de diciembre de 2001, establece regulaciones aplicables a todo tipo de actividades de Acuicultura. De manera más específica, todo aquel que realice actividades de acuicultura quedará sujeto al cumplimiento de las medidas de protección ambiental, que de forma general o particular, se establezcan para un área geográfica de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura.

¹ Erica Correa, Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Comunicación personal julio de 2002.



2.2 Resoluciones ambientales

En cuanto a las Resoluciones, entre las más importantes están: la Resolución N° 1523 del 14 de julio de 2001, en el tema de Vegetales Modificados Genéticamente, que establece normas para la internación e introducción al medio ambiente de organismos vegetales vivos modificados. Esta norma dice que solo se podrán introducir «Organismos Modificados» al país previa autorización del SAG y contando con un informe favorable, luego de haber realizado un Análisis de Riesgo. El objetivo es compatibilizar el desarrollo agropecuario del país con el resguardo de la biodiversidad y el medio ambiente local.

En el tema de la Emisión de Arsénico, está la Resolución N° 4.309 del 31 de julio de 2001, que aprueba la metodología para las Normas de Emisión del Contaminante Arsénico Emitido al Aire, de acuerdo a lo estipulado en el DS N° 165/1999. Asimismo, establece la responsabilidad de la División El Teniente de CODELCO en el cumplimiento de la metodología presentada, y en el envío de los informes sobre las emisiones al Servicio de Salud O'Higgins, quien fiscalizará el cumplimiento de ésta.

Por su parte, en el tema de la Aplicación de Agroquímicos, específicamente en la V Región, la Resolución N° 155 del 3 de agosto de 2001, establece Regulaciones en aplicaciones aéreas de agroquímicos en el área de jurisdicción del Servicio de Salud Viña del Mar. En este contexto, toda aplicación deberá ser notificada por escrito 48 horas antes al Servicio de Salud. También se prohíbe la aplicación aérea en predios que colinden con zonas urbanas, y utilizar personas como señaleros. Del mismo modo, se deberá mantener una distancia de seguridad de 100 metros con respecto a casas colindantes y se deberá dar aviso a cualquier vecino 24 horas antes de la aplicación.

En el **anexo I** se presentan el cuarto y el quinto Programas Priorizados de Normas, correspondientes a los períodos 1999/2000 y 2000/2001 respectivamente; mientras que para el período 2001/2002 se presentan las Solicitudes de Nuevas Normas que pasarían a constituir el sexto Programa Priorizado de Normas.

3. GASTO PÚBLICO EN MEDIO AMBIENTE

La Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (19.300/94) sienta las bases para la implementación del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, el cual corresponde a un esquema institucional de tipo transversal integrado por todos los ministerios, organismos sectoriales de la administración central y organismos descentralizados. Dada la característica de transversalidad del sistema nacional de gestión ambiental, el gasto público para un desarrollo sustentable no se concentra en la agencia ambiental, sino que se define en programas presupuestarios que son ejecutados y financiados por los distintos ministerios con componentes y competencias ambientales.

El gasto público en Medio Ambiente durante el período 1992 – 2000, realizado por CONAMA, los Ministerios de Economía y Minería y CONAF del Ministerio de Agricultura, pasaron de 230 millones de pesos en 1990 a 10.596 millones de pesos (misma moneda) en el 2000; vale decir, experimentaron un crecimiento de casi 50 veces respecto al primer año. En este sentido, es importante señalar que, según Focus (2000), citado por Brzovic, Miller y Lagos (2001), entre las actividades a las cuales el sector público destina la mayor proporción de sus recursos y de acuerdo a sus definiciones de categorías de gasto ambiental, destacan las acciones de “protección ambiental”, representando el 67% del gasto; la “investigación y planificación ambiental”, que alcanza un valor cercano al 11%, mientras que las actividades de “control ambiental” representan un 9%. Finalmente, están las actividades de “participación ciudadana” y “educación ambiental” con un porcentaje menor.

En cuanto a las empresas del Estado, la mayor parte de los recursos destinados a la gestión ambiental se concentran en CODELCO, con cerca del 55%. En segundo lugar se encuentran las Empresas Sanitarias con algo más del 28%. En tercera posición se encuentra la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), con el 11% del

gasto total en gestión ambiental en las empresas estatales, y finalmente está la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), con cerca del 6%.

Tal como se aprecia en el cuadro 3, el presupuesto nacional dedicado al medio ambiente ha tenido un crecimiento continuo desde 1990, año en que se inició formalmente la gestión ambiental en el país.

CUADRO 3: GASTO PÚBLICO EN MEDIO AMBIENTE (MILLONES DE PESOS DE 2000)

Año	Gasto corriente	Gasto de inversión	% del PIB	% del Presupuesto Total
1998	86,107,0	51,533,8	0,040	1,980
1999	74,636,5	82,429,9	0,050	1,850
2000	80,614,0	85,298,0	0,050	1,860
2001(*)	153,430,3	15,391,7	S/I	1,760

(*) = Estimación provisoria sobre la base de cifras presupuestadas para año 2000.

Fuente: Focus (2000) para los años 1999 – 2001; Rifo (1998) para el año 1998; citado en Brzovic, Miller y Lagos (2001).

4. AVANCES EN LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DEFINIDAS POR LA LEY MARCO SOBRE MEDIO AMBIENTE

4.1 Principales avances en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Terminada una década, es factible realizar una evaluación de los logros obtenidos con la implementación, primero voluntaria y luego, a partir de 1997, obligatoria, del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). En este contexto, puede señalarse que indudablemente, 1999 fue el año en que el SEIA se consolidó como la más importante y efectiva herramienta para prevenir el deterioro ambiental, puesto que a través de ésta se ha ido mejorando significativamente la calidad ambiental de los proyectos de inversión que se ejecutan en el país (CONAMA, 2000).

El SEIA es uno de los instrumentos de gestión ambiental en el cual se ha materializado, caso a caso, el objetivo de desarrollo sustentable que el país se ha impuesto como política. Es en el marco de la Evaluación de Impacto Ambiental donde se equilibran los tres vértices del desarrollo sustentable: crecimiento, equidad y protección ambiental.

Tal como se hizo mención en los cuadros 1 y 2, la realidad de la mayoría de las inversiones ejecutadas hasta hace menos de 5 años era la siguiente:

- muchos proyectos no se diseñaban en consideración al cumplimiento de normas ambientales;
- los proyectos no contemplaban medidas para evitar o mitigar los impactos ambientales;
- los proyectos no contemplaban medidas para restaurar o compensar los efectos que producían;
- los proyectos no contemplaban explícitamente planes de control de riesgos ambientales;
- los proyectos no monitoreaban los efectos ambientales que producían;
- los proyectos no eran fiscalizados integralmente para verificar el cumplimiento de las normas, y
- no existía un mecanismo de información y consulta ciudadana respecto de los impactos ambientales que los afectaban.

Haciendo un breve repaso de los hitos más importantes, es posible identificar lo siguiente (CONAMA, 2000):

i) *Recursos de reclamación:* Se tramitaron 25 recursos de reclamación ante la Dirección Ejecutiva y el Consejo Directivo de CONAMA, de acuerdo a lo establecido en la Ley 19.300.

ii) *Seguimiento y Fiscalización:* Durante 1999, CONAMA dio inicio a un *Programa de Fiscalización*



de los proyectos de inversión que fueron calificados favorablemente en el SEIA, el cual tiene como objetivo fundamental verificar el cumplimiento de las condiciones y normas sobre las cuales fueron aprobados. Lo anterior, porque el SEIA no sólo tiene por misión evaluar los potenciales impactos ambientales que se puedan generar por actividades productivas y establecer exigencias ambientales –preventivas, correctivas o mitigadoras– para minimizarlos. Es primordial, además, realizar acciones de fiscalización sostenidas en el tiempo para comprobar que se cumplen las exigencias planteadas por la CONAMA. Este programa de cobertura nacional *inspeccionó 207 proyectos* actualmente en ejecución, abarcando actividades de los más diversos sectores, entre los que destacan energético, inmobiliario, eléctrico, forestal, industrial, hidrobiológico y minero, entre otros. Ello se suma a los 94 proyectos que fueron fiscalizados durante 1998. El programa de fiscalización cumplió ampliamente los objetivos planteados para 1999, en el que, en principio, se esperaba inspeccionar 150 proyectos. En las acciones de *fiscalización* se ha contado con la participación coordinada de todos los organismos públicos que poseen competencia en el ámbito de la inspección ambiental, entre los que se cuentan los Servicios de Salud, la CONAF, el SAG, la Dirección General de Aguas, la DIREC-TEMAR, el Consejo de Monumentos Nacionales, el Sernageomín y la Superintendencia de Servicios Sanitarios, entre otros.

Para verificar el grado de cumplimiento de las exigencias ambientales, se han llevado a cabo visitas de inspección de todos los proyectos contemplados en el programa. Estas acciones han sido complementadas con medición de emisiones y control de programas de monitoreo.

Asimismo, en todas las regiones del país se conformaron Comités Operativos Regionales de Fiscalización, los cuales tienen como responsabilidad determinar las prioridades, definir los programas de acción y realizar las actividades de fiscalización propiamente tal. Finalmente, CONAMA elaboró y difundió un Instructivo para la aplicación de sanciones en el SEIA.

Como consecuencia de este Programa y en acciones de fiscalización realizadas anteriormente, la CONAMA ha sancionado a más de 30 proyectos, a los cuales les ha aplicado desde amonestaciones hasta multas de 500 Unidades Tributarias Mensuales, alcanzando éstas un total cercano a los 120 millones de pesos.

iii) Evaluación Ambiental en el Territorio Antártico: Durante 1999, CONAMA evaluó y aprobó los primeros proyectos presentados a evaluación ambiental en el Territorio Antártico, dando así pleno cumplimiento al Protocolo de Madrid, que es parte del Tratado Antártico. Con este paso, Chile se ha incorporado a la élite de países que evalúan ambientalmente los proyectos en el continente helado, lo que permitirá proteger efectivamente el medio ambiente antártico. Asimismo, durante 1999 CONAMA elaboró y despachó para los trámites correspondientes, un reglamento para la evaluación ambiental de los proyectos de inversión que se ejecuten en la Antártica. Con la aplicación de la evaluación ambiental en la Antártica, Chile está cumpliendo plenamente el tratado internacional sobre protección al Medio Ambiente en ese continente. Este acuerdo calificó a la Antártica como una reserva natural, consagrada a la paz y a la ciencia, y comprometió a las partes a la protección global de su medio ambiente, sólo permitiéndose el turismo, como actividad adicional.

Entre otras obligaciones, el tratado establece que las actividades en la Antártica serán planificadas y realizadas sobre la base de información suficiente que permita evaluaciones previas y un juicio razonado sobre su posible impacto ambiental, antes que se ejecuten. Para la evaluación ambiental, la CONAMA ha constituido un Comité de organismos científicos, civiles y de las fuerzas armadas que se relacionan con la Antártica (el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Instituto Antártico Chileno, la Armada, la Fuerza Aérea de Chile y el Ejército, entre otros), el que está a cargo de la evaluación ambiental de los proyectos.

iv) Modificación al Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental: Desde la entrada en vigencia del SEIA en abril de 1997, se ha logrado

acumular una significativa experiencia en la administración y funcionamiento de este instrumento. Esta situación ha brindado la oportunidad de identificar ciertos elementos en el texto reglamentario actual, que dificultan el cabal cumplimiento de los objetivos fundamentales del SEIA y que son susceptibles de ser mejorados. Lo anterior motivó a CONAMA a preparar una propuesta de modificación al Reglamento del SEIA, con el objetivo principal de hacer más operable, expedito y eficaz el texto de la Ley 19.300 respecto a los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental, a través de la aclaración, precisión y definición de algunos aspectos específicos.

Durante 1999 se concluyó el período de consulta pública de la propuesta y se redactó el texto final, el que fue aprobado en agosto por el Consejo Directivo de CONAMA. Actualmente, dicho texto se encuentra en trámites previos para su envío y toma de razón en la Contraloría General de la República.

v) *Coordinación y capacitación con ministerios, servicios públicos y municipios:* Durante 1999 se ha continuado con la formulación de directrices, metodologías y criterios, en conjunto con todos los ministerios y servicios públicos, para hacer más expedito y eficaz el funcionamiento del SEIA. Destaca en este sentido, el inicio del diseño e implementación de un sistema electrónico de intercambio de información entre CONAMA y todos los organismos públicos que participan en el SEIA. A través de 14 jornadas se capacitaron más de 600 funcionarios municipales de todo el país, que participan activamente en los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental. Asimismo, se preparó y distribuyó a todas las comunas del país el Manual del Rol de los Municipios en el SEIA, lo que ha permitido operar en forma más expedita y eficaz el Sistema.

vi) *Manuales para el SEIA:* A fin de facilitar la participación de todos los actores relevantes en el SEIA, durante 1999 CONAMA elaboró un conjunto de manuales y guías metodológicas para mejorar la Evaluación de Impacto Ambiental de los proyectos e incorporar efectivamente la dimensión ambiental en sus fases de diseño y ejecución. Entre los manuales y guías que se elaboraron, se encuentran:

- Guía Metodológica de proyectos de saneamiento ambiental (tratamiento de aguas, manejo de residuos, etc.).
- Guía Metodológica de proyectos de cultivo de recursos hidrobiológicos.
- Guía Metodológica de proyectos de la industria de la madera (celulosas, aserraderos, etc.).
- Guía Metodológica de proyectos de manejo de sustancias peligrosas.
- Guía Metodológica para proyectos inmobiliarios.
- Guía Metodológica de proyectos de estaciones de servicio.
- Guía Metodológica de proyectos de instalaciones fabriles.
- Guía Metodológica de proyectos de planteles de animales porcinos.
- Manual del Rol de los Municipios en el SEIA.
- Manual de Criterios para aplicación y funcionamiento de la póliza de seguro por daño ambiental y alcances de la autorización provisoria.
- Participación Ciudadana Temprana en el marco del SEIA: Guías para titulares de proyectos de inversión.
- Guías para la Evaluación de Impacto Ambiental de los Instrumentos de Planificación Territorial.

vii) *El SEIA en página web:* Se ha seguido operando y mejorando la página del SEIA en Internet, de características únicas en el mundo por su amplia cobertura, ya que entrega información sobre el funcionamiento del Sistema y da respuestas a las preguntas más frecuentes de la ciudadanía en general, así como a proponentes de proyectos de inversión, universidades, centros académicos y empresas consultoras. También dispone de módulos con la normativa aplicable a los proyectos, orientaciones para la elaboración de Estudios o Declaraciones de Impacto Ambiental, participación ciudadana, la evaluación de los Instrumentos de Planificación Territorial, el mecanismo de autorización provisoria y póliza de seguro por daño ambiental, entre otros. El sitio cuenta con módulos de búsqueda que permiten obtener información de cada uno de los pro-



yectos sometidos al SEIA, agrupados por regiones, tipo de proyectos, montos de inversión, fechas de ingreso, titulares y consultoras, facilitando el realizar consultas de las más diversa índole.

La página ha sido visitada en **22.470** ocasiones desde su puesta en marcha en septiembre de 1998, convirtiéndose en uno de los sitios web más utilizados del Estado de Chile.

4.2 Balances de los proyectos presentados al SEIA

Durante 1999 fueron presentados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental 837 proyectos de inversión o actividades en todo el país, de los cuales 47 presentaron Estudio de Impacto Ambiental y 790 lo hicieron a través de una Declaración de Impacto Ambiental, lo que corresponde a un monto total de 5.949 millones de dólares. En el año se resolvieron 629 en el país, 552 continúan en proceso de evaluación y 34 proyectos de los presentados durante 1999 se desistieron.

La Región de los Lagos es el área del país que concentra la mayoría de los proyectos de inversión sometidos a Evaluación de Impacto Ambiental, cuya Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) ha acogido a trámite durante 1999, 144 procesos, seguida por la Región Metropolitana, donde han ingresado 142 proyectos durante el mismo año.

En la Región Metropolitana se encuentra la más alta diversidad de tipos de proyectos de inversión por sector, presentando casos de infraestructura, equipamiento, inmobiliarios, mineros, saneamiento y fabriles, mientras que la Décima Región concentra la mayoría de los proyectos de saneamiento ambiental y los que corresponden a Instrumentos de Planificación Territorial. Entre la Segunda y Cuarta Región se concentran la mayoría de los proyectos del sector Minero.

Los proyectos que se localizan en más de una región (InteReg) y que han sido evaluados en la Dirección Ejecutiva son 8.

Los proyectos sometidos a Evaluación de Impacto Ambiental en la Región Metropolitana suman 1.732 millones de dólares, lo cual significa que concentra el 29% de la inversión en el país. Siguen en orden de magnitud los proyectos ubicados en la VIII Región, con un 25% de la inversión en el país, y la II Región, la que acumula un 14% de la inversión, al igual que en el año 1998.

En la Región Metropolitana, un 35% de la inversión total de la Región corresponde a proyectos del sector de Infraestructura de Transporte y 27% a proyectos del sector Inmobiliario.

Para los años 2000 y 2001, se desarrollaron una serie de planes de prevención y descontaminación. Un ejemplo de lo anterior se pasa a describir de manera muy resumida en el cuadro 4:

CUADRO 4: RESUMEN DE LOS PLANES DE DESCONTAMINACIÓN Y PREVENCIÓN

Nº Rol	Denominación	Fecha Inicio	Estado Expediente	Plazos	Gestiones Pendientes
PL1/2000	Revisión, Reformulación y Actualización del Plan de Descontaminación y Prevención de la Región Metropolitana	01 de mayo del 2000	Proyecto Definitivo Aprobado por Consejo Directivo de CONAMA		Dictación Decreto Supremo
PL2/2000	Revisión y Reformulación Plan de Descontaminación María Elena y Pedro de Valdivia	21 de mayo de 2000	Etapas de Consulta Pública del Anteproyecto del Plan (Resolución N°1.361 de 2001 de CONAMA, publicada en Diario Oficial el 02/01/2001)		Publicación del Anteproyecto en el Diario Oficial
PL1/99	Reformulación del Plan de Descontaminación de Chuquicamata	19 de diciembre de 1999	Proyecto Definitivo aprobado por Consejo Directivo de CONAMA		Dictación Decreto Supremo

Fuente: Tabla Pública. 25 de enero de 2001. www.conama.cl/seia

A la fecha, los avances en el tema han sido bastante importantes. En este aspecto se puede señalar que del total de 31 normas priorizadas:

- El 35,5% (11 normas) han sido publicadas.
- Del 35,5% de las normas que ya han sido iniciadas:
- 6 tienen los proyectos definitivos listos y están en trámite.
- 2 están en la etapa de elaboración de proyecto definitivo.
- 3 están en etapa de anteproyecto.
- Del 29% restante
- 2 pasaron a ser parte del Plan de Descontaminación (PPDA) de la Región Metropolitana.
- 1 pasó a ser parte de otra norma.
- 1 se regulará a través de acuerdos voluntarios.
- 5 no han sido iniciadas.
- De las 5 normas no iniciadas, se tiene programado comenzar durante el año 2001, la elaboración de 4 normas.

5. ASPECTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL A NIVEL LOCAL

En el sistema de Gobierno y administración del Estado que se ha venido desarrollando en Chile en las últimas décadas, el subsistema municipal es el más fiel exponente de la descentralización. La Municipalidad está radicada en la unidad territorial denominada Comuna, su carácter es corporativo, sus autoridades son electas por la ciudadanía, goza de capacidad jurídica y patrimonio propio. Ella constituye un espacio que permite a la comunidad adoptar iniciativas e intervenir responsablemente en la satisfacción de sus necesidades y en el desarrollo integral de la comuna.

El hecho de ser los municipios el medio fundamental para promover el desarrollo local, que implica que cada día los requerimientos de la población se acrecienten, hace imperioso que los órganos locales sean cada vez más eficientes y multifuncionales.

Una de las vías para intentar la solución a esta dificultad durante estos años, es el asociativismo entre municipios para abordar el tratamiento conjunto de ciertas materias, orientado por el propósito de prestar mejores servicios a la comunidad y de apoyar el desarrollo local mediante el fortalecimiento del sistema institucional y el mejoramiento de la gestión.

Las Municipalidades del país han generado durante los últimos años importantes experiencias de asociatividad y trabajo conjunto para abordar temas comunes, entre los que destaca la gestión ambiental local. Los resultados de los sucesivos congresos, seminarios y encuentros desarrollados por la Asociación Chilena de Municipalidades (A.Ch.M.) señalan entre sus principales acuerdos en este ámbito, los siguientes:

- a) El fortalecimiento de la gestión ambiental en los municipios con la creación de unidades técnicas ambientales.
- b) La planificación territorial considerando los riesgos ambientales.
- c) La generación de un modelo de ordenanza ambiental municipal.
- d) La incorporación de contenidos ambientales en la educación municipalizada.
- e) El acceso a fondos ambientales nacionales e internacionales.
- f) La promoción de la participación ciudadana en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- g) La promoción de un rol de mediación de los municipios en problemas ambientales.
- h) El fomento de la incorporación de criterios ambientales en la elaboración y aplicación de los Planes de Desarrollo Comunal, entre otros.

Uno de los aspectos centrales para el fortalecimiento de las capacidades municipales para la gestión ambiental, está vinculado con la comprensión, internalización y aplicación de los principios, objetivos, contenidos y alcances de los diversos instrumentos de gestión ambiental que se han aplicado durante la última década.



i) Ordenanzas Municipales Ambientales

Este es un desafío constante de las Municipalidades y tiene que ver con el cómo hacer que las ordenanzas sean coherentes con la normativa regional y sectorial vigente, y que sean coherentes con los otros cuerpos legales que ordenan el tema ambiental en el país. Se está trabajando en simplificar la legislación ambiental, en limpiar todo lo que se ha ido acumulando en estos años, y hacer a nivel local algo muy importante en tales materias. Durante los últimos años se han realizado una serie de eventos de capacitación y reflexión, con la colaboración de entidades universitarias y también de Centros de Estudios, tendientes a establecer ordenanzas tipo, lo que permitirá a los diferentes Municipios del País contar con un instrumento técnico, con el objeto de poder enfrentar los problemas de mejor manera.

ii) Apertura de mayores espacios a las organizaciones comunitarias en la gestión ambiental en el nivel local y vecinal

Se ha constatado que en muchas partes las acciones comunitarias tienen un mayor impacto en el cuidado de árboles y parques, control de basurales clandestinos, realización de denuncias de industrias o pequeños talleres que dañan el medio ambiente, etc. En definitiva, hay una gran cantidad de ámbitos en los cuales la gestión ambiental debe mejorarse y es muy probable que si no lo hacen las organizaciones comunitarias, no se obtengan buenos resultados, porque incluso para una organización municipal, ha de ser difícil hacerse cargo de todas y cada una de esas pequeñas problemáticas que se dan a nivel vecinal. Con el objeto de poder enfrentar de alguna forma las múltiples necesidades que tienen los municipios, CONAMA a través del Fondo de Protección Ambiental del Fondo de las Américas, creó el Programa de Pequeños Subsidios del PNUD, que ha sido un aporte muy importante en este aspecto.

iii) Contribución a generar capacidades de gestión ambiental en los municipios por medio de programas de capacitación

Se han realizado una serie de programa de capacitación con representantes de municipios de las diferentes comunas del país, lo que ha permitido dar un paso significativo en la sistematización y aprendizaje de los profesionales y técnicos municipales que se desempeñan en materias medioambientales.

v) Colaboración y apoyo en materias propias de la gestión municipal

A nivel de varias Direcciones Regionales de CONAMA, se han desarrollado trabajos con distintos municipios en áreas como manejo de residuos, modificación de los planes reguladores e incorporación de la variable ambiental en temas educacionales.

A su vez, durante la Escuela de Verano de la A.Ch.M. del año 2000, uno de los cursos impartidos fue el de Gestión Ambiental en los ámbitos de los Recursos Naturales. Dicho evento contó con la participación de más de 70 Alcaldes y Concejales de todo el País.

iv) Realización del Encuentro Nacional sobre Gestión Ambiental Municipal: Situación Actual y Tendencias.

El encuentro se realizó los días 8 y 9 de noviembre de 1999, con la asistencia de más de 300 personas provenientes de los diferentes Municipios de Chile. Además, dicho evento contó con la presencia de Ministros y autoridades nacionales, lo que permitió intercambiar visión y experiencias entre las autoridades y las diferentes experiencias que se expusieron.

Durante el mes de septiembre del 2002 se realizó en la CEPAL el curso de Gestión Ambiental Municipal para más de 30 funcionarios de todo el país; y a su vez, complementariamente a lo anterior, se efectuará un encuentro internacional con alcaldes de América Latina y el Caribe.

vi) Publicación del libro de Gestión Ambiental Municipal

La publicación del libro “Gestión Ambiental Municipal: Situación actual y tendencias” es el fruto del encuentro realizado los días 8 y 9 de noviembre de 1999. Dicho evento reunió Alcaldes y Profesionales provenientes de todo el país, lo que permitió realizar un proceso de reflexión y puesta en común de las diferentes acciones que se están realizando.

El Manual de Gestión Ambiental Municipal, publicado por la Corporación Ambiental del Sur y la Fundación Konrad Adenauer, da cuenta de una plataforma instrumental que los municipios pueden utilizar, con el objeto de realizar una mejor gestión ambiental.

Durante estos años se publicó el libro “Participación Ambiente Municipio” sobre la Función del Municipio en el Sistema de evaluación de Impacto Ambiental.

El Centro de Estudios para el Desarrollo (CED), realizó un trabajo con tres municipios de la región Metropolitana, lo que dio como resultado el documento titulado “Gestión Municipal: Políticas, Planes y Programas Ambientales (Experiencias en los Municipios de Alhué, El Bosque y Lampa)”, en el cual se recogen las experiencias del trabajo práctico realizado en las tres comunas, el que perfectamente puede servir de base conceptual para su implementación en otras de similares características.

Sin duda que durante las últimas décadas han sido editados un número significativo de textos e informes que dan cuenta del trabajo desarrollado con relación a la implementación de la gestión local en Chile.

vii) Instrumentos de Gestión Ambiental

La lista de instrumentos de gestión ambiental local cada día se incrementa y por lo tanto, se necesitan mayores recursos humanos calificados y también de tipo financiero. Entre los temas abordados están los siguientes:

1. Educación Ambiental
2. Capacitación Ambiental

3. Participación ciudadana
4. Planos reguladores y Planos seccionales
5. Plano regulador intercomunal
6. Gestión de residuos sólidos domiciliarios
7. Áreas verdes y espacios de recreación
8. Higiene ambiental y la salud
9. Estudios de Impacto Ambiental
10. Auditorías ambientales
11. Planes de Descontaminación
12. Conservación del Patrimonio Ambiental
13. Disposiciones sobre construcción y urbanización

viii) Programas de gestión ambiental implementados en Regiones

Entre las múltiples actividades realizadas a lo largo del país, las de mayor cobertura han sido las siguientes:

- Red de la Agenda Local 21 para América Latina y El Caribe.
- Programa Ambiental Intermunicipal.

6. AVANCES EN LOS DIFERENTES INSTRUMENTOS DE CERTIFICACIÓN PARA APOYAR LA GESTIÓN AMBIENTAL

A la fecha, el proceso de certificación ambiental ha tenido una dinámica bastante lenta. Sin ir más lejos, al presente año (2002), sólo 29 empresas se han certificado ambientalmente ya sea utilizando para ello el sistema ISO ó FSC, dependiendo del objetivo comercial a largo plazo de la empresa.

En cuanto al ecoetiquetado, hasta el momento se han desarrollado estudios de mercado para su implementación, no obteniéndose resultados concretos que permitan su implementación a gran escala.



6.1 Certificación bajo la norma ISO 14001

El representante chileno oficial ante la ISO es el Instituto Nacional de Normalización (INN), fundación privada creada por CORFO en 1973, que entre otros aspectos importantes, se encarga principalmente de elaborar las normas técnicas a nivel nacional, administra un sistema de acreditación y promueve la normalización. En este contexto, el INN elabora normas chilenas oficiales a partir de las ISO internacionales, es decir, homologa la norma internacional.

Hasta ahora, el INN no ha contado con un sistema de acreditación de certificadores de sistemas de gestión ambiental ISO 14.001. Sin embargo, se ha programado para el presente año (2002) el diseño del sistema, por lo que en un mediano plazo será posible contar con acreditación nacional.

A diferencia de otros países de Latinoamérica como Brasil y Argentina, en Chile las empresas han adoptado una posición más bien recatada ante la certificación según norma ISO 14.001. Si bien aquí no existe una instancia oficial que haga un seguimiento al tema de la certificación, no obstante lo anterior es posible señalar que a febrero de 2002, existen 29 empresas certificadas bajo norma ISO 14.001, aunque se han extendido un total de 31 certificados. Esta diferencia es porque Licancel S.A. fue adquirida por Forestal Arauco, por lo que no renovó su certificado al tercer año como lo estipula la norma. Por otra parte, Minera Escondida Ltda., tiene dos certificados por separado.

Si bien no se conoce con certeza cuántas empresas planifican obtener su certificación durante el año 2002, se estima que serían alrededor de 20 certificados, superándose la cifra del 2001. En este caso, se trataría de empresas del sector forestal, minero (CODELCO), vitivinícola, pesca y pinturas.

En cuanto a la Certificación Forestal, un factor importante ha sido la sensibilidad social en el tema del manejo del bosque, la que fuertemente ha repercutido en que el sector forestal ha sido el de mayor dinamismo en el tema de la certificación. De esta manera, una producción orientada mayormente a mercados externos, sin duda ha genera-

do que las empresas adquieran e interioricen los conceptos de certificación, sobre todo para estar en iguales condiciones para competir por un lugar en mercados cada vez más estrechos.

Existen varios esquemas de certificación forestal. Haciendo alusión a lo presentado en los párrafos anteriores, la ISO 14.001 representa una iniciativa orientada principalmente a la implementación de sistemas de gestión ambiental. Para más detalle ver capítulo 3.

6.2 Certificación bajo FSC

Tal como se dijo anteriormente, también existe la Forest Stewardship Council (FSC), organización internacional fundada en 1993 por miembros de representantes de organizaciones sociales y ambientales, de comerciantes de madera y forestales, organizaciones de pueblos indígenas, grupos comunitarios forestales y organizaciones certificadoras de productos forestales de todo el mundo. Esta organización ha desarrollado Principios y Criterios para el Manejo Forestal Sustentable, que sirven de base para el desarrollo de criterios de manejo forestal más específicos para cada región. Además la FSC certifica todo proceso posterior a la cosecha de la madera que presentan las empresas forestales certificadas como transporte, almacenamiento, manufactura, entre otras.

También existe el Pan European Forest Certification Initiative (PEFC), esquema sectorial, privado y voluntario que busca asegurar a los compradores que los productos forestales provienen de bosques manejados, que han sido certificados de forma independiente según los criterios paneuropeos. En este caso se autoriza el logo PEFC en los productos cuya cadena de custodia ha sido verificada.

Al esquema de certificación de productos se adecuan los programas FSC y PEFC descritos anteriormente, por lo que empresas forestales chilenas, reaccionando ante esta demanda, han certificado bajo el esquema FSC. Según consta en los registros FSC, a febrero de 2002 se encuentran certificadas las plantaciones forestales de tres empresas: Forestal Berango, certificada por IMO; Forestal y

Agrícola Monteáguila, certificada por SGS Qualifor y Sociedad Forestal Millalemu, certificada por SGS Qualifor. El mismo registro también da cuenta de 6 empresas en la que se ha certificado la cadena de custodia; éstas son: Andinos S.A., FibroMold Puer-tas, Inber S.A., Inversiones Forestal C.C.A.S.A., Norwood S.A., Sociedad Agrícola y Forestal Pozo y Reyes Ltda. Por último, Forestal Bío Bío, si bien aún no aparece en el registro de la FSC, estaría próxima a recibir su certificado para sus plantaciones.

En Chile, los participantes del FSC han elegido al Comité Nacional pro Defensa de la Fauna y la Flora (CODEFF) como instancia local a escala nacional para que desarrolle los criterios. Según el Comité, ya estaría listo el estándar para bosque nativo, mientras que para plantaciones se espera finalizarlo dentro del transcurso del año. Todos los estándares serían sometidos a consulta nacional y presentados al FSC para validarlos internacionalmente.

Finalmente, es interesante destacar la iniciativa que actualmente está ejecutando Fundación Chile, el Instituto Forestal (INFOR) y la Corporación de la Madera (CORMA), con el apoyo del Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI) de la CORFO, los cuales persiguen el objetivo fundamental de desarrollar un estándar nacional de certificación forestal (“CertFort Chile”) convalidado internacionalmente para plantaciones de bosques naturales de lenga (*Nothofagus pumilio*) y renovals. Es importante destacar que este sistema está subordinado al marco regulatorio nacional vigente, en este caso específico, la ley marco medioambiental (Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente), el DL 701 y las demás normas regulatorias del sector. A la fecha, esta iniciativa cuenta con un estándar de manejo forestal sustentable para plantaciones, discutido en dos talleres y con dos fases de prueba concluidas. Por otra parte, está próximo a iniciarse un trabajo similar en lenga y otro en renovals de bosque siempre verde.

En el contexto de lo anterior, un dato importante relacionado con los “eco-sellos” sería la certificación u obtención de la licencia de uso del sello Nordic-Swan que consiguió la empresa CMPC Celulosa S.A., Planta Santa Fe.

6.3 Certificación ambiental de la salmonicultura chilena

La Certificación Ambiental para la Salmonicultura en Chile es un proyecto desarrollado en las Regiones X y XI desde 1998 y que finalizó en diciembre del 2000, incluyendo la participación de Fundación Chile, apoyada por el Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI) de la CORFO y las empresas salmoneras Marine Harvest Chile S.A., Patagonia Salmon Farming S.A. y Pesquera Eicosal Ltda. Uno de los principales productos del proyecto corresponde a la elaboración de un *Código de Buenas Prácticas Ambientales*, el cual provee criterios para el desarrollo sustentable de la salmonicultura, con especial preocupación por el medio ambiente y la optimización de los procesos productivos.

El Código de Buenas Prácticas Ambientales elaborado por Fundación Chile, entrega un estándar que permite a los centros de cultivo de salmónidos de Chile establecer un sistema de manejo ambiental, bajo un esquema de aplicación común y de carácter voluntario que les permitiría obtener para sus operaciones de cultivo una eco-etiqueta que certificaría la conformidad de la aplicación de buenas prácticas ambientales.

A la fecha no se ha realizado ninguna certificación usando este código puesto que las empresas salmoneras se han interesado más bien en obtener la certificación ISO 14.001, ya que esta tiene mucho en común con el código.

6.4 Certificación de productos orgánicos

Chile cuenta con un Programa para el Desarrollo de la Agricultura Orgánica que establece un Sistema Nacional Voluntario de Certificación de Productos Orgánicos Primarios y con las Normas Chilenas NCh 2439: Producción, elaboración, etiquetado y comercialización de alimentos producidos orgánicamente, y NCh 2079: Criterios generales para la certificación de Sistemas de Producción, Procesamiento, Transporte y Almacenamiento de Productos Orgánicos; sin embargo, no es un



sistema reconocido a nivel internacional. En octubre del 2000 se hizo la postulación oficial como país, para ser considerado por la Unión Europea en la Lista de Terceros Países, que está actualmente en revisión por España y Portugal, países miembros designados para ello. No obstante, por el momento se necesita contar con una aprobación especial en cada país de destino para ingresar con productos orgánicos nacionales.

Para apoyar el desarrollo de la Agricultura Orgánica en el país, en la actualidad uno de los objetivos centrales es conseguir un respaldo legal para el Sistema Nacional de Certificación, para lo cual se está proponiendo un proyecto de Ley sobre Agricultura Orgánica.

Las empresas dedicadas al rubro orgánico representan una amplia diversidad de productos, concentradas entre las regiones VI, VIII y X. Pero es un mercado nuevo y aún pequeño: más del 80% de las explotaciones son menores o iguales a 10 hectáreas, con una antigüedad menor a 5 años.

Desde 1999, existe la *Asociación de Productores Orgánicos*, que hoy cuenta con más de ochenta socios. Esta iniciativa surgió debido a que no existía una entidad de carácter privado que representara inquietudes en el tema, tanto en el país como en el extranjero. Desde su creación han recibido bastante ayuda de entidades como ProChile y el SAG, tanto en la promoción de sus productos en el extranjero, como en materias técnicas, respectivamente. Por ahora, están abocados a consolidar su identidad, a conseguir financiamiento externo e interno, y a identificar nuevos negocios.

Entre los productos chilenos más desarrollados en el exterior están los *vinos y los salmones orgánicos*. Respecto al primero, son más de 60 mil litros de vino orgánico producidos por la Cooperativa Agrícola Vitivinícola de Cauquenes ("*Lomas de Cauquenes*"), la que desde 1998 a la fecha exporta gran parte de su producción a Inglaterra, donde los vinos chilenos orgánicos son muy apetecidos. No obstante lo anterior, en el extranjero es más aceptado el término «vino producido con uvas cultivadas en forma orgánica», pues se trata de uvas que provienen de viñedos en los cuales no

se usan fertilizantes, herbicidas o insecticidas químicos, excepto aquellos autorizados por los principales entes que han normado sobre este tipo de agricultura. Esto implica mayores costos en la etapa de control de malezas, que deben hacerse en forma mecánica. Esta viña recibe varias veces al año la visita de IMO CHILE, que es parte de IMO CONTROL, una empresa suiza de certificación, que se preocupa de inspeccionar los viñedos y la bodega, especialmente durante el período de vendimia.

Por su parte, la Asociación de Exportadores de Productores de Salmón y Trucha de Chile, establecen que en una isla de la costa occidental de Irlanda donde apenas viven 160 personas, está ubicada la primera empresa del mundo que comenzó a producir salmón orgánico. Irlanda y Escocia lideran este tipo de producción. En Chile, el mercado de salmón orgánico es aún pequeño, con apenas 200 a 300 toneladas anuales, pero no obstante, es un mercado en desarrollo que apunta a la diversificación de las empresas. La Asociación realizó en junio de este año un seminario sobre el tema, en el que analizaron las normativas internacionales existentes y las potencialidades para nuestro país. La conclusión fue que el cambio era sencillo, porque los alimentos que consume el salmón son naturales y también por la estructura de producción. Además, el uso de productos químicos es casi inexistente, excepto en algún minuto en que por alguna enfermedad hay que usar algunos antibióticos que evidentemente requieren una recomendación por parte de un médico veterinario. Pero eso no invalida ni impide el tema de la certificación orgánica, porque después de un cierto período de carencia, se cumplen todas las normas.

Los cuadros 5 y 6 presentan las exportaciones de productos orgánicos chilenos al exterior y los principales productos exportados.

En la actualidad existen 20 empresas a las cuales se les ha certificado sus métodos de producción orgánica.

CUADRO 5: EXPORTACIONES CHILENAS AL EXTERIOR: EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE PRODUCTOS ORGÁNICOS CHILENOS 1996-2000

Temporada	1996/97	1997/98	1998/99	1999/2000
Volumen (Kg)	821,129	1,171,398	1,175,435	1,868,007
Valor FOB (US\$)	1,769,973	2,400,378	2,866,918	4,019,194
Tasa crecimiento Vol. (%)	17,16	42,66	-5,04	67,92
Tasa crecimiento Valor (%)	27,91	35,62	19,44	40,19

Fuente: ProChile.

CUADRO 6: PRINCIPALES PRODUCTOS EXPORTADOS Y SUS MERCADOS

Productos	Principales mercados
Kiwis	Europa
Espárragos (frescos y congelados)	Estados Unidos y Japón
Berries (congelados y frescos)	Estados Unidos
Hierbas medicinales	Europa
Manzanas (frescas)	Estados Unidos

Fuente: www.prochile.cl

6.5 Certificación y etiquetado ambiental en el mercado externo

En cuanto a las iniciativas de etiquetas ambientales Tipo I para el mercado nacional, el primer acercamiento en el tema lo desarrolló la ONG Casa de la Paz en 1992, el cual consistió en establecer un sistema de rotulación con el fin de otorgar a determinados productos el derecho temporal a usar un sello de calidad ambiental o productos “amistosos” con el medio ambiente.

La segunda experiencia corresponde al Sello Ozono de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), donde es uno de los cuatro componentes del Programa País para la Protección de la Capa de Ozono. Este es un distintivo otorgado por CONAMA que certifica oficialmente a todos aquellos productos que no contengan o que en ninguna etapa de su fabricación hayan utilizado sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO).

El sello Ozono no ha alcanzado los objetivos esperados: sin ir más lejos, a la fecha, sólo una empresa ha obtenido el sello. Se trata de la empresa norteamericana Johnson & Johnson que lo solicitó para su producto Strerrad 100 que co-

rresponde a cámaras de esterilización para hospitales. Una vez expirada la licencia, la empresa no volvió a solicitarlo. Además la empresa certificadora (SGS Ecocare) tampoco volvió a renovar su contrato con CONAMA. Por lo tanto, es una iniciativa que está inactiva.

Una iniciativa destacable fue el desarrollo de *sello CONAMA para estufas de combustión lenta*, la cual si bien no corresponde a etiquetas ambientales tipo I, es una iniciativa desarrollada por CONAMA IX Región de la Araucanía, en un sector con un alto potencial y con registros de contaminación atmosférica por el funcionamiento de estufas a leña instaladas en los domicilios. En este lugar, el empresariado se comprometió voluntariamente a fabricar sus calefactores con emisión de partículas que no superen los 9 grs/hora. Así, dos empresas se adhirieron al acuerdo, de las cuales no se ha tenido mayor información. No obstante lo anterior, CONAMA ha comenzado un trabajo conjunto con CONAF para establecer los estándares para certificar la calidad de la leña, ya que se ha detectado que es uno de los factores más importantes en las emisiones.



7. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

La participación de la ciudadanía, tanto del tipo formal como informal, se puede generar en la medida que las acciones que desde el gobierno u organismo ambiental se determinen, consideren efectivamente la participación de la sociedad civil en el proceso de enriquecimiento de la propuesta y/o proyecto. La ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19.300/1994) considera la participación ciudadana en diversos tópicos como son: elaboración de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, elaboración de Planes de Descontaminación y Prevención, y en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), las que se pasan a describir como sigue:

7.1 Formas de participación ciudadana en la dictación de normas de calidad ambiental y emisión

Para este caso se identifican varias instancias de participación formal (Main et al., 1999):

- El expediente público con los antecedentes de la Norma y su archivo se mantiene en las oficinas de CONAMA, donde podrá ser consultado por cualquier persona.
- Durante el inicio del proceso, el reglamento señala explícitamente que cualquier persona, natural o jurídica, dentro del plazo señalado por la resolución, podrá aportar antecedentes técnicos, científicos y económicos sobre la materia a normar.
- Una vez publicado el anteproyecto, cualquier persona natural o jurídica puede formular sus observaciones por escrito.

Pero, además, CONAMA ha abierto otras dos instancias de participación no formal en el proceso de elaboración de las Normas:

i) *Comités Ampliados*: CONAMA ha propiciado la formación de “Comités Ampliados”, pese a que su existencia no está contemplada en la ley. Los Comités Ampliados están integrados por representantes de los sectores sociales que serán regulados, las Universidades y en los últimos procesos,

las ONGs. Celebran reuniones periódicas con el Comité Operativo, donde dan a conocer sus opiniones sobre el desarrollo del trabajo. El objetivo más importante de estos Comités Ampliados es comenzar lo antes posible con la discusión del anteproyecto de la Norma. Se asume que los 60 días que la ley contempla para la consulta pública no son suficientes para un análisis en profundidad de materias altamente complejas. Además, ha permitido que el sector productivo adopte mayores compromisos cuando sus opiniones han sido acogidas por el Comité Operativo, el que ha tenido a la vista la información relativa a sus procesos industriales y experiencia técnica.

ii) *Programa Priorizado de Normas*: En marzo de cada año, el Consejo Directivo de CONAMA define el Programa Priorizado de Normas (como ejemplo, ver anexo I). A través de él, se acuerda las Normas que será necesario elaborar durante el año y en qué orden de prioridad (art. 9 D.S. N° 93/95). Los criterios para priorizar el Programa de dictación de Normas son los siguientes:

- población afectada
- gravedad del impacto
- vulnerabilidad del recurso
- disponibilidad de la información
- cumplimiento de tratados internacionales
- beneficios tecnológicos
- relación con Planes de Prevención y Descontaminación

Si bien la reglamentación vigente exige que la consulta sobre el Programa de dictación de Normas sólo se haga a nivel de órganos competentes de la Administración del Estado, CONAMA ha desarrollado programas de participación ciudadana para que otros segmentos de la sociedad entreguen sus opiniones al respecto. En 1998, se hizo un *mailing* a más de cien instituciones, entre ellas Universidades, ONGs, gremios industriales, etc. Además, se realizaron seminarios con el Colegio de Ingenieros, en los que se analizaron las respuestas recibidas y se llegó a una proposición integra-

da. Sin embargo, las respuestas no han sido muchas y año tras año han ido disminuyendo.

7.2 Formas de participación ciudadana en el diseño de los planes de prevención y descontaminación

La elaboración de Planes de Prevención y Descontaminación consta de las mismas etapas que el procedimiento de elaboración de Normas Ambientales. Por ello, los espacios de participación formal en estos instrumentos son muy similares a aquellos descritos en relación a la tramitación de las Normas de Calidad y de Emisión. En cuanto a los espacios no formales, la autoridad ambiental no los ha desarrollado como una práctica sino que más bien, han estado sujetos al ámbito de acción del respectivo Plan y a las medidas que éste implicará (Main et al., 1999).

7.3 Formas de participación ciudadana en el sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA)

Si bien el Reglamento del SEIA es posterior a los de Planes y Normas, el sistema voluntario que funcionó hasta antes de su dictación marcó la experiencia de CONAMA y de los agentes facilitadores de la participación ciudadana (ONGs, consultores, etc.). En este sentido, para CONAMA, la participación ciudadana es un *proceso de comunicación en dos direcciones* que ocurre entre las partes involucradas (proponente, comunidad y autoridades). Su objetivo es que las personas y organizaciones ciudadanas cuenten con la información necesaria para conocer un proyecto y sus posibles impactos, para luego presentar sus opiniones al respecto y que éstas sean consideradas en el proceso de calificación ambiental de los proyectos. El nivel de involucramiento ciudadano puede ir desde la simple entrega o intercambio de información en un extremo de la escala, pasando por instancias de consulta, hasta procesos de negociación o de acuerdos voluntarios en el otro extremo. En

el caso del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la participación ciudadana se concibe tanto en el ámbito informativo como consultivo. Es decir, el propósito es entregar información oportuna y relevante para que la comunidad pueda formarse una opinión fundamentada respecto de un proyecto o actividad y, de este modo, participar entregando sus observaciones, las cuales servirán de insumo al proceso de decisión (Main et al., 1999).

La metodología que utiliza CONAMA para desarrollar los programas de participación ciudadana, es la siguiente (Main et al., 1999):

1. Diagnóstico y Focalización: Consiste en desarrollar las actividades que permiten identificar a los actores involucrados y las características del escenario donde se desarrollará el proceso de participación.

2. Preparación o Apresto: Es el conjunto de actividades que permiten entregar a la población la información que ésta requiere para participar.

3. Discusión Ciudadana: Entregada la información a las comunidades, esta etapa pretende reunir en una misma instancia a las distintas partes involucradas (titular del proyecto, comunidad local, Juntas de Vecinos, organizaciones externas interesadas, entre otros), para intercambiar información y opiniones que permitan a la ciudadanía comprender mejor los alcances del proyecto y así entregar observaciones ciudadanas con la debida fundamentación.

4. Sistematización y ponderación de las observaciones: Finalizado el período de participación, esta etapa consiste en recoger, ordenar e incorporar las observaciones ciudadanas recibidas al proceso de calificación ambiental del proyecto, para, finalmente, hacer la ponderación de ellas según establece la Ley.

5. Información de la Resolución de Calificación Ambiental: Durante esta etapa se informa a las personas y organizaciones ciudadanas que presentaron observaciones sobre la decisión tomada por la COREMA o CONAMA y la forma en que estas observaciones fueron ponderadas, a través del envío de la Resolución de Calificación Ambiental.



7.4 Instructivo presidencial sobre participación ciudadana en políticas y programas públicos

El Instructivo Presidencial se apronta a cumplir un año de vida en diciembre próximo, y, junto con ello, a iniciar su primer seguimiento que permita llegar al 2003 con un informe completo del avance de las metas fijadas para esa fecha. No obstante, en los primeros meses se han logrado varios avances: se formó la red de encargados de participación de cada Ministerio y éstos, por su parte, han conformado equipo con las personas que deben hacer de contraparte en el tema en los respectivos servicios y las reparticiones regionales. Uno de los principales obstáculos para la participación ciudadana en la implementación de planes y proyectos públicos, es la falta de experiencia en Chile de una gestión descentralizada, ya que hasta ahora, en la mayoría de las regiones, no ha habido difusión del Instructivo Presidencial. Esto ha generado un sentido de “no-pertenencia” hacia esta prioridad gubernamental. Por otra parte, los servicios que llegan a definir un encargado de participación suelen darle un bajo perfil, y además, no se dedican recursos adicionales.

En el corto plazo se pretende implementar la *Política Nacional Transversal de Participación Ciudadana*, que complementaría el desarrollo actual de la *Ley de Participación Ciudadana* que está a cargo del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. En este momento se está en una etapa de discusión, que incluye compromisos públicos en esta materia, cada uno de los cuales está asociado a un número mayor de acciones gubernamentales, las que a su vez están asociadas a productos de participación, como pueden ser, por ejemplo, el diseño de una página web con mecanismos de participación, una mesa de diálogo o un proceso de control social en un determinado programa.

7.5 Participación ciudadana en los ministerios

El caso del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones (MOPTT)

Entre los ministerios más avanzados en el tema de participación se destaca el de Obras Públicas, donde el Jefe del Departamento de Participación Ciudadana y Gestión Territorial de la Secretaría de Medio Ambiente y Territorio (SEMAT) es el encargado directo de implementar el proceso. Este Departamento cuenta con profesionales especialistas en el tema; asimismo ha impulsado el Instructivo y la metodología, donde si bien desde principios de los 90 se realizan actividades, procedimientos e instancias de participación en diferentes programas, obras y proyectos, el Instructivo permitió mirar hacia el interior: realizar un diagnóstico participativo con los profesionales de cada Dirección, Subsecretarías de Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones. Además, a partir de la experiencia que se hacía en materia de participación, esto dio pie para conocer cuáles eran los énfasis, los inconvenientes y dificultades con que se encontraban para implementar este tipo de procesos.

En talleres, seminarios y jornadas de capacitación con los equipos ministeriales, se ha palpado la necesidad de buscar un lenguaje común y metodologías que, más allá de las especificidades étnicas, culturales y sociales de las distintas realidades regionales, permitan ir estandarizando procedimientos mínimos en materia de gestión participativa en proyectos de infraestructura.

Como parte de los compromisos adquiridos con el Instructivo, los Directores Nacionales y los Seremis con sus respectivos equipos, han implementado «Mesas de Proyecto» para construir el Plan de Participación en 52 proyectos regionales. En obras viales, portuarias, hidráulicas, aeroportuarias y concesionadas, se abrirán los espacios necesarios de participación donde acudan los usuarios, los posibles impactados positiva y negativamente, la institucionalidad pública y los gobiernos regionales y locales.

El caso del Ministerio de Planificación y Cooperación Nacional (MIDEPLAN)

Para el Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN), el avanzar con el Instructivo Presidencial ha generado la conformación de equipos de participación con contrapartes en los servicios dependientes (FOSIS, CONADI, INJ y FONADI) y las SERPLAC regionales, para luego proceder con ellos a traducir los compromisos adquiridos en metas concretas. En esto, un aspecto fundamental para incorporar los mecanismos de participación ha sido la participación activa de los funcionarios, especialmente las autoridades, ya que con esa base, los conocimientos teóricos y técnicos que se requieran para promover una participación efectiva se van adquiriendo por el camino. No obstante lo anterior, falta impulsar una fuerte estrategia comunicacional para introducir el tema de la participación tanto en el Estado como en la sociedad civil, así como también realizar un trabajo en los Ministerios con quienes toman las decisiones políticas y técnicas: ministros, subsecretarios, directores de servicio, etc.

8. INICIATIVAS AMBIENTALES EN LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS A PARTIR DE INICIATIVAS DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA Y LA CORFO

Una de las grandes iniciativas en el tema ambiental lo ha constituido la segunda versión de la Política de Producción Limpia (2001 – 2005) emanada desde el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción y la CORFO, los cuales dieron forma primeramente, a la Secretaría de Producción Limpia (SEPL), la que con el tiempo, pasaría a llamarse Consejo Nacional de Producción Limpia. En esta nueva versión de la Política de Producción Limpia (PPL) se acentúa la necesidad de establecer medidas preventivas como una metodología eficaz para mejorar la eficiencia en el uso de insumos, y de paso reducir las emisiones y generación de residuos con los respectivos beneficios de diversa índole que esto genera. A la fecha, se en-

cuentran terminadas al menos tres evaluaciones a los diferentes Acuerdos de Producción Limpia. Del mismo modo se han realizado de presentaciones en el tema de la evolución del uso de los instrumentos de fomento de CORFO, además de la constitución definitiva del Centro Nacional de Producción Limpia dependiente de la Corporación de Investigaciones Tecnológicas (INTEC).

8.1. Centro Nacional de Producción Limpia

El Centro Nacional de Producción Limpia (CNPL) comenzó sus labores en 1999, año en que la División de Tecnologías Ambientales de la Corporación de Investigación Tecnológica de Chile (INTEC) se adjudicó la ejecución del programa de Producción Limpia financiado por el Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI) de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), y que nació por iniciativa de la entonces Secretaría de Producción Limpia (SEPL), hoy Consejo de Producción Limpia, entidad dependiente del Ministerio de Economía. En esta tarea, el INTEC-CHILE contó con el apoyo de la Agencia de Cooperación Técnica de Alemania (GTZ) y con el Grupo Fundes Consultoría Internacional.

El objetivo fundamental del CNPL es la implementación de un Programa Nacional de Producción Limpia que considere el diseño organizativo, la operación y puesta en marcha a nivel de experiencia piloto de un Centro para que, verificada su viabilidad, pueda servir de sustento al nodo central de una futura red de centros que promuevan y faciliten la adopción de prácticas de producción limpia (PL) en el sector productivo a nivel nacional. Del mismo modo, siendo el CNPL una organización independiente y sin fines de lucro, busca apoyar a la PYME ofreciéndoles diagnósticos ambientales rápidos, asesorías de planta, capacitación técnica y acreditando consultoras y empresas, entre otras actividades. Por otra parte, se deja en claro el importante papel que juega el Estado promoviendo y estableciendo el marco legal e instrumentos que incentiven su aplicación sostenida.



En cuanto a los logros del centro, es posible identificar una serie de publicaciones técnicas entre las que se destacan: Guía Técnica de Producción Limpia, Guía Técnica de Producción Limpia Rubro Pinturas, Guía Simplificada de Gestión Ambiental en la PYME, Documentos de Difusión “Opciones de Gestión Ambiental” para 12 sectores. También se han desarrollado 17 Planes Pilotos en experiencias prácticas de implementación de Producción Limpia, donde se destacan los siguientes sectores industriales: Galvanoplastia, tintorería, textiles, curtiembres, mataderos, empresas metalmeccánicas, productores de cerdos, productos del mar, fábricas de cecinas, fabricantes de pinturas, imprentas, plásticos y encurtidos.

Otro producto importante de destacar es la *Encuesta Ambiental* desarrollada en conjunto con el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y el Ministerio de Economía, la que se implementó a principios del año 2001 y que está orientada a conocer el comportamiento y las características de la industria manufacturera del país en relación con los aspectos ambientales más relevantes, así como los principales problemas que enfrentan dichos establecimientos para el cumplimiento de normativas ambientales, tramitación de permisos, financiamiento, capacitación, tipo de asistencia técnica y esfuerzos desplegados para el desarrollo de la producción más limpia, etc. Entre sus resultados más importantes está aquél en que se observa una clara tendencia de las empresas a ponerse al día en lo que se refiere al cumplimiento ambiental ya sea desde el ámbito de soluciones de control como de tipo preventivo. Estas últimas han comenzado a ser más recurrentes debido a que su implementación normalmente conlleva menores costos que las primeras. Por otra parte, las normativas que han comenzado a regir en los últimos años y un mayor nivel de fiscalización han contribuido a aumentar la importancia del tema ambiental dentro de las empresas.

En el tema del uso de la energía, CNPL – INTEC ha desarrollado acciones para promover la eficiencia energética en las PYMES. Dentro de las

actividades desarrolladas se incluyen: incluir la eficiencia energética en los diagnósticos integrales realizados a empresas; una guía de gestión energética para consultores y empresas; proveer de información sobre los beneficios ambientales y económicos asociados al aumento de la eficiencia energética en la industria a través de folletos informativos, internet y seminarios; mantener información actualizada a los consultores y proveedores de equipos del área y mantener contactos con instituciones nacionales e internacionales dedicadas al tema para la transferencia de experiencias, documentos técnicos, material informativo y de capacitación, entre otros.

En tanto, el Registro único de Consultores de PL, mantiene dos procesos de inscripción para los nuevos instrumentos de la línea medioambiental de CORFO. Como resultado, a la fecha se encuentran inscritos 80 consultores² para el FAT temático PL y más de 70 consultores para Preinversión. Es importante señalar que los consultores son acreditados mediante un sistema diseñado en consenso entre CNPL-INTEC y la Gerencia de Fomento de CORFO.

8.1.1 Acuerdos de Producción Limpia

El Acuerdo de Producción Limpia (APL) está definido por el Documento Marco, el cual señala que: “se entenderá por acuerdo de producción limpia, a aquel instrumento de política ambiental que sobre la base de un convenio celebrado entre la industria y la administración pública competente, o sobre la base de una declaración unilateral de la industria, persigue lograr objetivos ambientales concretos”. Los objetivos referidos pueden incluir: Reducción de emisiones; calidad ambiental; minimización, recuperación o reciclaje de residuos; reducción o eliminación de determinadas sustancias o materiales; eficiencia energética o minimización del uso de agua; reducción de riesgo; recopilación de información, entre otras.

² Considerando consultores a todas aquellas personas naturales y todos los jefes de proyecto inscritos a través de empresas consultoras.



Durante el año 1999 y principios del 2000, la entonces Secretaría Ejecutiva de Producción Limpia (SEPL) del Ministerio de Economía, impulsó la firma de 7 Acuerdos de Producción Limpia (APL), los cuales involucran a 6 sectores industriales, a saber: Celulosa, Aserraderos, Químicos, Fundiciones, Productores de cerdos y Construcción. Estos sectores estuvieron constituidos por 5 gremios y por cerca de 300 empresas en total. Los Acuerdos también incluyeron la participación de 14 instituciones de gobierno, principalmente como reguladores, fiscalizadores y entidades de fomento.

También se han firmado tres Acuerdos denominados Acuerdos Marcos porque involucran a más de un sector. Estos Acuerdos Marco son: Sector Gran Minería, Sector Exportador Agroindustrial y Alimenticio y Gestión de Envases y Embalajes de Post-consumo.

8.2 Instrumentos de fomento de CORFO

La Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, dispone de una serie de instrumentos de apoyo técnico (cofinanciamientos) y financiero (créditos de largo plazo) para la PYME en distintas áreas. Estos instrumentos apuntan a favorecer el desarrollo tecnológico y la innovación, el mejoramiento de la gestión empresarial, la colaboración y asociatividad entre empresas, el acceso a los diversos servicios del mercado financiero, junto al desarrollo productivo regional y de sectores emergentes.

La CORFO ha definido la Producción Limpia como un lineamiento estratégico prioritario y en el ámbito de Modernización Productiva ha diseñado la Línea de Acción de Apoyo en Materia Medioambiental, que se compone de los siguientes instrumentos:

- *FAT de Especialidad Producción Limpia.*
- *Programa de Apoyo a la Preinversión en Medioambiente.*

Además, en el área de Intermediación Financiera, CORFO cuenta con la Línea de Crédito para el Financiamiento de Inversiones de Protección Medioambiental de Medianas y Pequeñas Empresas (Línea B-14).

8.3 Evaluación de los instrumentos

Los APL son el instrumento central de la Política de Producción Limpia, y por lo mismo, han tenido una atención bastante especial en cuanto a seguir su funcionamiento e implementación efectiva, aun cuando se han detectado una serie de mejoras a realizar en próximos APL.

A grandes rasgos, haciendo mención a evaluaciones existentes y según el punto de vista de los gremios involucrados, los APL han funcionado de manera bastante satisfactoria. En cuanto al cumplimiento de las metas por sector, éstas se muestran en el cuadro 5.

En cuanto al uso de los instrumentos de fomento de CORFO, las figuras siguientes resumen la evolución de los mismos a través del período 1999 – 2001. En este contexto, se puede señalar que INTEC ha recibido diversas propuestas, las que se sometieron a evaluación. Estas generaron: 59 FAT Individuales; 3 FAT Colectivos y 15 PAG PL. La implementación de estos proyectos ha implicado una colocación de fondos por parte de CORFO de MM\$242 y de MM\$104 por parte de las empresas. Entre los sectores que más han utilizado los instrumentos de fomento se encuentran: Alimentos; vinos; lecherías; maderas y metalmecánicos.

8.4 Las Pymes y los instrumentos de fomento a la producción limpia

Considerando lo establecido por los actores involucrados en el proceso de implementación del enfoque de producción limpia, y además de la di-

CUADRO 7: PORCENTAJE (%) DE CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA (APL) SEGÚN SECTOR PRODUCTIVO

Sector Productivo	Item	% cumplimiento promedio	Estado
Celulosa	Residuos industriales líquidos	96	Activo
Fundiciones	Emisiones atmosférica y Tratamiento y Disposición final de residuos sólidos industriales	94	Terminado
Aserraderos	Tratamientos y disposiciones final de residuos sólido y líquido	S/i	S/i
Químico	Residuos industriales líquidos	98	Activo
Químico	Envases	90	Terminado
Agroindustrial (Productores de cerdo)	Minimización de residuos líquidos y sólidos Tratamiento de emisiones a la atmósfera (olores)	89	Terminado
Construcción	Tratamiento de residuos sólidos. Emisiones atmosféricas. Ruido	98	Terminado

s/i= Sin información a la fecha de elaboración del presente documento. Agosto 2002.

Fuente: Elaborado por el autor con información del Consejo Nacional de Producción Limpia. www.pl.cl

námica de uso de los instrumentos de fomento CORFO, es posible establecer la hipótesis de que el uso de los instrumentos CORFO estaría directamente relacionado con la presencia de PYMES en los acuerdos. En este contexto, por ejemplo, la Asociación de Industriales Metalúrgicos de Chile (ASIMET A.G.) posee PYMES en su registro, con un porcentaje de participación igual al 40%. Ahora

bien, si se considera que los instrumentos más usados por las empresas asociadas a este gremio fueron PROFO, FAT, PAG y PDP -destacando el primero que fue utilizado por un 48% de las empresas que firmaron el acuerdo (22 de 45), mientras que el menos usado fue la Línea B 14, la que si bien se presenta bastante atractiva para PYMES del sector, no posee la fluidez necesaria como para

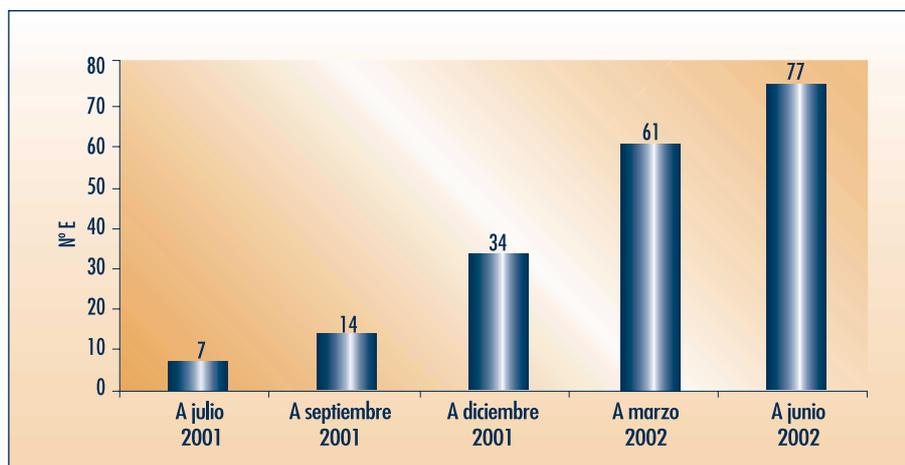
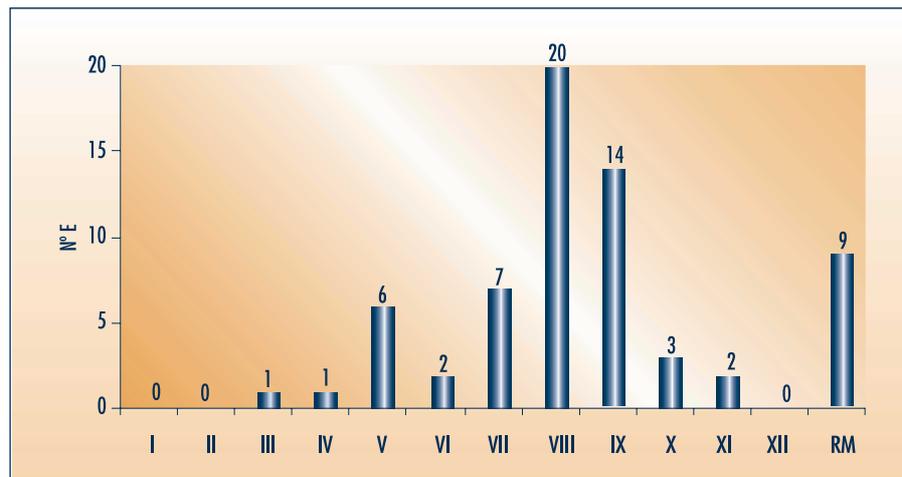


Figura 1: Evolución del uso de los instrumentos de fomento a la PL entre 2001 – 2002 (Número de empresas según período).

Fuente: INTEC – CHILE, www.intec.cl.



Figura 2: Evolución del número de consultores asociados al uso FAT PL a nivel Regional



Fuente: INTEC — CHILE,
www.intec.cl

implementarla eficazmente; es decir, posee una serie de trabas (burocracia) que la hacen menos usada-, se puede afirmar que el uso de los instrumentos de fomento de CORFO estaría muy relacionado con el quehacer ambiental de la PYME. No obstante, en el desarrollo de la ENAPE 2002⁽³⁾, las mismas PYME criticaron las carencias de estímulos de uso de éstos y otros instrumentos de fomento, lo que al parecer obedecería a la falta de difusión de las acciones estatales en torno al tema. Este hecho toma fuerza si se considera que los gremios han establecido que el principal error fue traspasar a la banca privada los fondos para la implementación de los instrumentos, lo que ha determinado que lógicamente los bancos difundan mucho más sus propios productos y servicios, a los que la PYME se enfrenta bastante desfavorecida.

9. CONTEXTO Y COMPROMISOS INTERNACIONALES

9.1. Cooperación internacional

En el transcurso de la última mitad del siglo pasado, y producto de la deuda externa en la década de los ochenta, el país debió ampliar la agenda in-

ternacional para establecer lazos, principalmente económicos, de manera de abrir y recuperar mercados para los productos exportables tradicionales. La política exterior ha buscado fortalecer las relaciones con los países que históricamente han mantenido algún contacto con Chile, como es el caso de Brasil, España, Alemania y los Países Bajos, Japón y Nueva Zelanda, entre otros; el país ha sido receptor de cooperación técnica y financiera proveniente de muchos de estos países. También debe señalarse el ingreso del país, aunque aún no como socio pleno, al Mercado Común del Sur –MERCOSUR–, abriendo nuevas oportunidades de cooperación. Contextos favorables y procesos que están adquiriendo un gran dinamismo, al implicar nuevas formas de cooperación, son aquellos representados por múltiples acuerdos comerciales bilaterales recientes -destacándose aquellos con Canadá, México y los países de Centroamérica- y por avanzadas negociaciones, con la misma orientación, con los EE.UU. y con la Unión Europea, y su asociación con los países de Asia y el Pacífico (APEC). Finalmente, debe destacarse la apertura de Chile a brindar cooperación técnica a los países de Centroamérica.

Chile se reinsertó en el ámbito de la cooperación internacional oficial en 1990 con la creación de la Agencia de Cooperación Internacional

³ En periódico "Legales & Negocios", N° 2. Semana del 14 al 21 de Agosto de 2002.



(AGCI), actualmente dependiente del Ministerio de Relaciones Exteriores, cuya misión es apoyar los planes, programas, proyectos y actividades de desarrollo que impulse el país, mediante la captación, prestación y administración de recursos de cooperación internacional.

Como contrapartida, en 1993 AGCI establece el *Programa de Cooperación Horizontal*, orientado a la transferencia de recursos, principalmente de conocimientos y expertos nacionales, a países de igual o menor desarrollo relativo. La cooperación horizontal tiene objetivos de proyectar las experiencias y capacidades nacionales hacia el exterior; colaborar en los procesos de desarrollo y la estabilidad de los países de la Región, velando por la profundización de su democracia, la equidad y la sustentabilidad; y retroalimentar las capacidades técnicas chilenas a la luz de su incursión internacional. Se ha definido como regiones prioritarias de esta cooperación a Centro América, Cuba, Haití y República Dominicana, el Caribe Anglófono, América del Sur (con énfasis en Ecuador, Paraguay, Bolivia y Perú) y acciones compartidas con reciprocidad con países de un desarrollo igual o superior (Argentina, Brasil, Colombia, Venezuela, México). CONAMA recientemente ha realizado acuerdos de cooperación recíproca al nivel de asistencia técnica ambiental con México, Colombia, Panamá, Argentina, Uruguay y Costa Rica.

El cuadro 8 muestra los resultados del programa de cooperación bilateral y multilateral, mientras que el cuadro 8 presenta la cooperación según áreas prioritarias para el país (todas las cifras al año 1999, donde 1 US\$ = \$ 509).

Actualmente, sin embargo, la imagen de éxito económico, institucional y político con la que se asocia a Chile, por una parte ha significado que actualmente el país no califique como receptor neto de cooperación internacional. Por otra parte, la persistencia de necesidades pendientes en la estructura socio-económica nacional, junto con la carencia de recursos suficientes para atender a los sectores más desposeídos, ha impedido que Chile se constituya en un donante neto de cooperación. De hecho, la demanda creciente de cooperación exce-

de las posibilidades reales que tiene el país para satisfacerlas sólo con recursos propios. Lo anterior, sumado a la experiencia en Cooperación Técnica entre países en desarrollo impulsada en América Latina y el Caribe por AGCI en los últimos años, ha permitido al país interiorizarse de la realidad y de los procesos que se desarrollan en la Región, dando a Chile la oportunidad de participar como gestor importante dentro de la región para la implementación de nuevos instrumentos de cooperación internacional, como la cooperación triangular.

Varios Convenios han generado ingresos en recursos y asistencia técnica para la gestión ambiental chilena, particularmente con Francia, Holanda, Alemania, Suiza, Bélgica (Flandes), Suecia, Japón, Canadá y Estados Unidos.

Un acuerdo más amplio se ha establecido entre Chile y Canadá (1997), el que además de un Tratado de Libre Comercio, incluye dos acuerdos complementarios, de cooperación laboral y cooperación ambiental.

Se encuentra en trámite de implementación final por los países miembros, un Acuerdo Marco de Cooperación con la Unión Europea, que establece una interrelación económica y social, financiera y técnica, orientada a la lucha contra la extrema pobreza y a favorecer a las capas sociales más desposeídas.

Por otra parte, está el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM ó GEF en inglés), el cual constituye un instrumento global de apoyo de la mayor importancia para Chile, sobre todo ahora cuando el acceso a otras fuentes de financiamiento se estrecha en relación directa con el nivel de ingreso relativo del país. En este sentido, se ha ido aumentando con cifras que podemos considerar importantes, el apoyo que el FMAM realiza para proyectos locales o nacionales con impacto global. Asimismo, se ha mantenido una estrecha comunicación con otros organismos multilaterales como el Banco Mundial, donde CONAMA es punto focal para proyectos relacionados con Biodiversidad, Cambio Climático, Aguas Internacionales y Capa de Ozono.

Entre julio 2001 y junio 2002, Chile fue miembro alterno del Consejo representando a su cir-

cunscripción. Entre julio 2002 y junio 2003, durante la Asamblea General del GEF en Beijing en Octubre 2002, Chile será miembro titular de la circunscripción, lo que implica que tendrá un rol decisivo en la refundación del GEF para su mejor aprovechamiento en la región y en el país. Es importante señalar que durante el año 2000, Chile tuvo proyectos aprobados por el Fondo por un monto de 7 millones de dólares, que se destinaron a proyectos de energía renovable rural y de conservación de la biodiversidad.

Actualmente, la relación entre Chile y el GEF ha permitido al país prepararse para abordar en forma conjunta los desafíos del cambio climático y su efecto en la biodiversidad. Además es uno de los pocos países del mundo que presenta *Hot Spots*, áreas críticas para la conservación de la biodiversidad en función de su endemismo y fragilidad. Por otra parte, el adelgazamiento de la capa de ozono sobre la Antártica y el sur del territorio chileno continental, es también objeto de grandes desafíos de protección. Estos temas, más el proceso de desertificación en el norte del país, son las áreas focales del GEF, lo que motiva a la mayor utilización de este mecanismo para el financiamiento de proyectos.

Sin embargo, se desea que esta actividad se incremente, que la calidad de los proyectos sea cada vez mejor, y que las redes de asociatividad de los proponentes se fortalezcan generándose sinergias para beneficio no sólo de los habitantes y ecosistemas de Chile, sino que ganancias globales.

9.2. Acuerdos ambientales multilaterales

En los últimos quince años, Chile ha estado cada vez más presente en la discusión ambiental en el ámbito internacional, especialmente desde la constatación científica de los llamados «problemas ambientales globales». Convenios emblemáticos han sido firmados en estos años. Tal es el caso de la capa de ozono, de los cambios de clima producido por las emisiones de gases de efecto invernadero, de los avances de las zonas desérticas, del transporte y comercio internacional de sustancias químicas y residuos peligrosos, y últimamente, el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (2000) y el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (2001).

CUADRO 8: COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN CHILE.

Proyecto	Ente ejecutor en Chile	Donación (US\$)	Período	Agencia de Cooperación
Red de educación ambiental, informativa y talleres de capacitación	Casa de la Paz	188.800	1997-1998	Agencia Suiza de Cooperación
Utilización de gas natural como combustible en el transporte público	Fundación Chile	249.307	1996-1997	Agencia Suiza de Cooperación
Capacitación técnica en el control de fuentes fijas móviles y monitoreo atmosférico	CONAMA	3.000.000	1995-2000	Agencia Alemana (GTZ)
Asistencia técnica en EIA, planificación territorial	CONAMA	Capacitación	1997-1998	Agencia Sueca (SEPA)
Asistencia técnica en contaminación atmosférica, minería y faenas abandonadas.	CONAMA	Capacitación	1997-1998	Agencia Sueca (SEPA)
Parques urbanos, forestación periurbana y educación ambiental.	CONAMA RM	1.072.727	1994-1997	Unión Europea
Fiscalización control de la contaminación y gestión ambiental en la Región Metropolitana.	CONAMA RM	1.500.000	1996-1998	Gobierno de Holanda
Capacitación Chilena para cumplir con la convención de la ONU sobre cambio climático	CONAMA-U. de Chile	350.000	1997-1998	Proyecto GEF

CONTINUACIÓN CUADRO 8: COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN CHILE (CANT).

Proyecto	Ente ejecutor en Chile	Donación (US\$)	Período	Agencia de Cooperación
Monitoreo de la calidad del aire en regiones urbano-industriales	CONAMA	463.100	1998-1999	Agencia Suiza de Cooperación
Centro Nacional del Medio Ambiente	CONAMA-U. de Chile	20.000.000	1995-2000	Agencia Japonesa de Cooperación (JICA)
Asistencia de expertos de EPA	CONAMA	1.902.500	1997-1998	BID/FOMIN USEPA
Cumplimiento de protocolo de Montreal	CONAMA	5.000.000	1997-2000	BN-PNUD
Cumplimiento de los compromisos de CMC C	CONAMA	85.000	1998-1999	FMAM
Taller de indicadores ambientales y socioeconómicos para el desarrollo sostenible	CONAMA	Talleres, pasajes y gastos de estadías	Feb-98	Canadá-CANSCET
Pasantías en Flandes para funcionarios de servicios públicos regionales	CONAMA	Pasajes y gastos de estadías para 10 funcionarios	Sept.-Oct. 1998	Flandes
Modelo interregional de calidad del aire	CONAMA	107.000	1998-2000	Suecia
Transporte urbano y medio ambiente	CONAMA RM	Sin información	1998-1999	Suecia
Monitoreo de la calidad del aire comuna de Talcahuano	CONAMA VIII Región		1997-2000	Agencia Suiza de Cooperación

CUADRO 9: COOPERACIÓN BILATERAL Y MULTILATERAL, 1999

BILATERAL		
País	Monto (US \$ Millones)	N° de proyectos ejecutados
Alemania	95,702	45
Bélgica	2,810	74
Canadá	4,855	13
España	0,283	1
Francia	3,718	7
Holanda	3,492	5
Japón	42,743	14
Suecia	3,158	5
Suiza	1,703	8
MULTILATERAL		
U. Europea	26,627	13
O.E.A.	0,510	5
O.N.U.	3,077	11

Fuente: AGCI, 2002.

CUADRO 10: ESTADO OFICIAL DE LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL 1990-1999.

Área prioritaria	Monto (US \$ Millones) (1)	N° de proyectos ejecutados
Ciencia y Tecnología	105,004	139
Desarrollo Social	476,802	492
Gestión del Desarrollo	111,162	186
Infraestructura	240,125	31
Medio Ambiente	129,125	172
Sector productivo	149,467	152

(1): Están considerados los montos clasificados como "Donación" y Crédito"
Fuente: AGCI, 2002.



Chile no sólo ha firmado estas Convenciones Ambientales Internacionales, sino que, además, ha desempeñado un papel proactivo y de liderazgo en la negociación de varias de ellas. Tal ha sido el caso de los siguientes acuerdos:

- Convenio para la Protección del Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste, de 1981, y sus Protocolos Adicionales.
- Protocolo de Montreal sobre Sustancias Destructoras de la Capa de Ozono, de 1987.
- Convenio de las Naciones Unidas sobre la Lucha contra la Desertificación, de 1993.

- Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad, de 2000.
- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, de 2001.

Una vez ratificados por el Congreso Nacional, estos Acuerdos pasan a constituirse en leyes de la República, planteando la significativa tarea de implementarlos en el ámbito nacional. Esta tarea queda a cargo del Ministerio o Servicio Gubernamental pertinente, de acuerdo a la temática del Acuerdo.



BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL (AGCI) 2001. www.agci.cl

BROZOVIC, F.; MILLER, S.; LAGOS, C. 2001. *Gasto, Inversión y Financiamiento Para el Desarrollo Sostenible en Chile*. CEPAL/PNUD. Documento de referencia ddr/3. Santiago, Chile.

BORREGAARD, N.; LEAL, J.; SEPÚLVEDA, M. 2002. *Análisis del Aporte de los Distintos Tipos de Instrumentos al Fomento de la Producción Limpia*. Convenio GTZ/Recursos e Investigación para el Desarrollo Sustentable (RIDES). Santiago, Chile (manuscrito sin publicar).

CENTRO DE PROMOCIÓN DE LAS EXPORTACIONES (PROCHILE). www.prochile.cl

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA) 2000. *Memoria 1999*. www.conama.cl/seia.

———, 2002. Planes y Normas. www.conama.cl.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE / INSTITUTO DE ASUNTOS PÚBLICOS 2002. Informes Parciales “Implementación de la Agenda 21 en Chile”. Convenio CONAMA/INAP. Santiago, Chile (documentos sin publicar).

———, 2002. Documentos Parciales sobre el Informe Nacional para la “Cumbre de Desarrollo Sustentable. Johannesburg, 2002”. Convenio CONAMA/INAP. Santiago, Chile (documentos sin publicar)

CORPORACIÓN DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS (INTEC) 2001. www.intec.cl

Boletín del Centro de Producción *Más Limpia*. Corporación de Investigación Tecnológica de Chile (INTEC). Ediciones 1, 2, 3 y 5. Desde junio de 2000 a abril-mayo de 2002.

MAIN, M. et al. 1999. *Análisis de los Procesos de Participación Ciudadana en la Elaboración de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión y Planes de Prevención y Descontaminación*. Fundación Casa de la Paz / Fondo para el Estudio de las Políticas Públicas. Santiago, Chile. 97 págs.

RUTHENBERG, I - M. 2001. *Una Década de Gestión Ambiental en Chile*. Banco Mundial / Serie Economía Ambiental. Documento del Departamento de Medio Ambiente N° 82. Washington DC.

ZÚÑIGA S., A. 2002. *Certificación Ambiental y Ecoetiquetado: Situación en Chile*. Documento de Trabajo preparado para la Mesa Redonda sobre Comercio y Medio Ambiente de la Comisión de Cooperación Ambiental Chile-Canadá. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

CUADRO ANEXO 9.1: PROGRAMA PRIORIZADO DE NORMAS. PERÍODO 1999 – 2002

Descripción	Estado de avance
Norma de Emisión a Aguas Subterráneas.	Elaboración de anteproyecto (Resolución inicio 09/06/00). Prórroga de 135 días.
Norma de Calidad Ambiental en Aguas Marinas: Nivel Nacional.	Elaboración anteproyecto (Resolución inicio 28/12/99). Prórroga de 10 meses.
Revisión del DS N°609/98 del Ministerio de Obras Públicas: "Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado".	Publicada en diario oficial 26/09/2000.
Norma de calidad primaria : MP _{2,5} .	Elaboración anteproyecto (Resolución inicio 7/08/2000) Prórroga de 30 meses.
Norma de Emisión para Incineradores.	Elaboración anteproyecto (Resolución inicio 23/09/2000)
Norma de emisión para la quema de combustibles sólidos en centrales termoeléctricas e industrias afines.	Se está realizando un estudio que aportará antecedentes el proceso que se iniciará a fines del 2001.
Norma de emisión para hidrocarburos no metánicos para vehículos livianos y medianos.	Publicado en D.O. 15/09/2000
Revisión del DS N°59/98 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Norma de calidad primaria MP ₁₀ (norma anual).	Para consideración del Presidente de la República.
Revisión del DS N°4/94 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones que "establece normas de emisión de contaminantes aplicables a los vehículos motorizados y fija los procedimientos para su control".	Elaboración proyecto definitivo.
Revisión del DS 122/91 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Norma sobre Contaminación Acústica "Fija requisitos dimensionales y funcionales a vehículos que presten servicios de locomoción colectiva urbana": Ruido en Fuentes Móviles.	Presentación de proyecto definitivo al Consejo de Ministros en Abril 2001.

CUADRO ANEXO 1.2: QUINTO PROGRAMA PRIORIZADO DE NORMAS AMBIENTALES 2000/2001

Descripción	Estado de Avance
Revisión de D.S. 185/91, Ministerio de Minería, 16.01.92, sobre el establecimiento de emisores de anhídrido sulfuroso, material particulado y arsénico. Específicamente no ha sido revisado en lo que respecta a la norma secundaria para SO ₂ .	Se estima según disponibilidad presupuestaria iniciar la norma el 2002.
Revisión de D.S. 211/91, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, 11.12.91, sobre normas de emisión aplicables a vehículos comerciales livianos. Específicamente no ha sido revisado en lo que se refiere a la cobertura geográfica de aplicación de la norma (vehículos de la V y VI Región).	Se iniciará a fines de año (se están generando antecedentes).
Revisión de D.S. 55/94, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, 16.04.94, sobre normas de emisión aplicables a vehículos motorizados pesados. Específicamente no ha sido revisado en lo que se refiere a la cobertura geográfica de aplicación de la norma (vehículos de la IV a X Región).	Se iniciará en abril de 2001.

Tabla Anexo 9.2: SOLICITUDES DE NUEVAS NORMAS PARA EL 6° PROGRAMA PRIORIZADO DE NORMAS

Normas Solicitadas, justificación y observaciones	Respuesta de CONAMA
<p>CONAMA XII Región</p> <p>1.- Regulación para evitar la contaminación visual por cables de electricidad y teléfono en tendido aéreo, de manera de potenciar la vocación turística de la región en especial por la riqueza de su paisaje.</p> <p>2.- Se solicita acelerar el trámite de la "Norma para Manejo de Lodos Provenientes de Sistemas de Tratamiento de Aguas" y "Norma de Calidad de Aguas Marinas".</p>	<p>1.- El SEIA considera los impactos sobre los recursos turísticos y paisajes, por lo tanto este podría ser un buen instrumento para prevenir la contaminación visual por tendidos eléctricos.</p> <p>2.- Respecto del reglamento de lodos, se realizó la etapa de consulta pública. Actualmente se encuentra en elaboración el documento definitivo. El proceso es lento porque se pretende lograr consenso con el Ministerio de Salud.</p> <p>Por otra parte la norma de calidad de aguas marinas tiene su proceso de dictación en desarrollo y a partir de abril de este año se presentará el anteproyecto para la consulta pública.</p>
<p>Ministerio de Economía, Minería y Energía</p> <p>1.- Norma de emisión para molibdeno y sulfato de efluentes descargados al Estero Carén. Se listan los estudios que respaldan esta solicitud.</p>	<p>1.- Esta norma sería incluida en el programa priorizado.</p>
<p>Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones</p> <p>1.- Revisión de la norma de emisión de motocicletas (D.S. N° 104/2000 del Ministerio de Transportes). Se justifica indicando que la norma recientemente publicada (15/09/2000) fue elaborada considerando como base técnica la revisión de las normas de Estados Unidos (EPA) y de la Unión Europea (ECE R-40). De estas dos regulaciones se optó por la más estricta que fue la norma de Estados Unidos, y se adoptó tanto en sus procedimientos como estándares. Dado que la Regulación ECE R-40 se modificó hace poco tiempo e incorporó cambios que la hacen similar a norma de Estados Unidos, el Ministerio de Transportes considera necesario evaluar el nuevo escenario surgido a partir de esta nueva normativa, tanto por los cambios introducidos en la reglamentación como por las solicitudes que al respecto han presentado la Asociación de Importadores de Motocicletas (ANIM) y empresas del rubro individualmente. En este sentido Chile no es un país productor de vehículos y, por lo tanto, sus normas deben basarse, necesariamente, en las tendencias mundiales en esta materia.</p>	<p>1.- Esta norma sería incluida en 6° Programa de normas.</p>
<p>CONAMA VIII Región</p> <p>1.- Norma de Emisión para Material Particulado para la región. Se justifica indicando que el valor límite de MP10 se estaría superando en varias ciudades de la región y que una norma de emisión es una buena herramienta, lo que ha quedado demostrado en la R.M.</p> <p>2.- Norma de Emisión para SO₂. La justificación para la norma de SO₂ es similar que para el MP10, pero agregan que además, si no hay plan de descontaminación y se supera la norma de calidad no hay forma de fiscalizar o hacer algo para corregir el problema.</p> <p>3.- Normativa de Calidad Ambiental Secundaria para aguas subterráneas: Se indica la necesidad de incorporar la componente regional, debido a la gran diferencia que existe entre los acuíferos de las zonas norte, centro y sur del país.</p> <p>4.- Normativa para uso y aplicación de pesticidas y/o insecticidas. Se señala que el mal uso de pesticidas y el uso de insecticidas en el sector forestal son problemas no abordados.</p>	<p>1 y 2.- En el caso de que se estén superando las normas de calidad de PM10 o SO₂, o estén en valor de latencia corresponde declarar la zona como saturada o latente, elaborar un plan de prevención o descontaminación y en ese contexto se pueden establecer normas especiales de emisión para el logro de las metas que fije el plan.</p> <p>3.- A nuestro juicio no es conveniente comenzar con una norma de calidad secundaria en Aguas subterráneas, debido a:</p> <p>La falta de información sobre las calidades de los acuíferos. Recién a partir del año 1995 la DGA puso en marcha tres estaciones de monitoreo de pozos y para la VIII Región a partir de 1997. No existen tampoco estudios que permitan entender el proceso de contaminación de los acuíferos, ya que este es un fenómeno de largo plazo y no es fácil identificar los orígenes de la contaminación.</p> <p>La tendencia mundial es generar áreas de protección de acuíferos, en vez de normas de calidad, ya que el origen de la contaminación proviene de la superficie, y por tal motivo se deben proteger en superficie los pozos de captación. Y una de esas acciones en la norma de emisión a aguas subterráneas que está</p>

Continuación

Tabla ANEXO 9.3: SOLICITUDES DE NUEVAS NORMAS PARA EL 6° PROGRAMA PRIORIZADO DE NORMAS

Normas Solicitadas, justificación y observaciones	Respuesta de CONAMA
<p>Ministerio de Salud 1.- Norma para Compuestos Orgánicos Volátiles Se fundamenta en la toxicidad y riesgos a la salud de estos compuestos (en especial de los hidrocarburos) y aumento de la utilización de ellos en Chile. Avalan esta solicitud los últimos estudios realizados por CONAMA sobre COV.</p>	<p>elaborando CONAMA, en la cual se están abocando los esfuerzos de las instituciones vinculadas al tema. La DGA y la CONAMA están orientando los esfuerzos a preparar un mayor conocimiento a nivel nacional sobre el tema de la vulnerabilidad de los acuíferos (elaborando mapas de vulnerabilidad), y que posteriormente en base a ese tipo de información se puedan generar áreas de protección. 4.- En relación a una norma de uso de pesticidas, la CONAMA solo tiene competencia en normas de calidad ambiental y de emisión. Lo que CONAMA podría hacer es una guía para el buen uso de pesticidas.</p>
<p>Ministerio de Agricultura 1.- Se solicita generar estudios de soporte técnico para normas del ámbito sectorial: - Norma de calidad secundaria de ozono, en especial en áreas agrícolas donde se han instalado termoeléctricas. - Norma de emisión de material particulado de fuentes fijas, p.e., plantas de cemento. - Normas de calidad de material particulado sedimentable. - Normas de concentración de metales pesados, diferenciada por objetivo y por localidad 2.- Se solicita avanzar en las normas priorizadas que se encuentran pendientes, en especial aquellas que después de entradas en vigencia requieren de estudios posteriores para su aplicación (Proyecto definitivo de norma de calidad para la protección de aguas superficiales, en que se establece que la implementación de las normas de calidad secundarias se realizará mediante la dictación de normas de calidad objetivo, por áreas de vigencia).</p>	<p>1.- Se considerarán estos estudios para la confección de estudios futuros, dentro de las limitaciones presupuestarias de la Institución. Sin embargo es importante mencionar lo siguiente: Específicamente en lo relativo al tema de termoeléctricas se señala que CONAMA se encuentra en etapa de recopilación de información a través de un estudio encargado para tales efectos a fin de dictar una norma de emisión para las centrales termoeléctricas que incorpora el contaminante NOx, precursor de ozono. Así también se señala que en lo que respecta a otro tipo de fuentes fijas, actualmente se encuentra en elaboración una norma de emisión para incineradores que incorpora la regulación de las Plantas Cementeras. 2.- El Ministerio de Obras Públicas, específicamente la DGA, se encuentra planificando las acciones tendientes a cumplir los compromisos asociados a los programas de implementación de la Norma de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales. En general, se están realizando los estudios tendientes a fundamentar los procesos de dictación de normas priorizadas.</p>
<p>Gobernación Marítima de Antofagasta 1.- Norma de concentraciones de metales pesados contenidos en Sedimentos Marinos. Se fundamenta la existencia de gran cantidad de antecedentes de metales pesados en sedimentos marinos y de los efectos que la falta de normativa tiene, que es la acumulación de estos elementos y su elevado tiempo de retención, que desencadena un empobrecimiento del uso futuro del borde costero.</p>	<p>1.- Durante el 2° trimestre de 2001 se dará inicio al estudio "Antecedentes técnico-científicos para generación de Norma de calidad secundaria de sedimentos marinos y lacustres", lo cual servirá de insumo a un futuro proceso de norma. El estudio está planificado para 15 meses de ejecución, esperándose el término dentro del primer semestre de 2002. Hasta entonces se evaluará la inclusión de una norma de calidad en sedimentos marinos en el Programa Priorizado de Normas.</p>
<p>Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DGMT y MM) 1.- No propone nuevas normas. 2.- Se solicita completar y consolidar lo pendiente "Norma para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", "Norma de calidad de aguas marinas", "Norma de calidad de sedimentos marinos y dulceacuícolas".</p>	<p>2.- La Norma de Calidad de Aguas Marinas tiene su proceso de dictación en desarrollo y a partir de abril de este año se presentará el anteproyecto para la consulta pública. En cuanto a la norma de calidad para sedimentos marinos y dulceacuícolas, este año se iniciará un estudio que entregue los antecedentes científicos y técnicos antes de priorizar la norma. Respecto de la "Norma para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", se publicó en el diario Oficial el 7 de marzo de 2001.</p>

Continuación

TABLA ANEXO 1.3: SOLICITUDES DE NUEVAS NORMAS PARA EL 6° PROGRAMA PRIORIZADO DE NORMAS

Normas Solicitadas, justificación y observaciones	Respuesta de CONAMA
<p>Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), V Región 1.- Solicita norma de material particulado sedimentable. Indica que reciben reiteradas denuncias de parte del sector agropecuario debido a que este contaminante afecta la producción de sus cultivos y árboles frutales.</p>	<p>1.- La dictación de esta norma requiere necesariamente la cuantificación de los efectos que produce el material particulado que se deposita sobre el follaje de los cultivos, por ejemplo en términos de productividad. Al respecto se señala que la norma de emisión para material particulado en la Cuenca del Río Huasco en la III Región, actualmente en trámite de toma de razón en contraloría, contempla la ejecución de un estudio a fin de cuantificar el daño producido. Estos resultados podrían servir de base para evaluar lo que sucede en la V Región y determinar la necesidad de realizar nuevos estudios.</p>
<p>Dirección General de Aguas 1.- Norma de calidad para lagos y ríos que sean afluentes de lagos. Se señala que considera insuficiente la protección que brinda a sistemas frágiles y complejos como son los lagos, la norma de calidad para la protección de las aguas continentales superficiales. 2.- Norma de calidad de sedimentos de ríos. Propone que la norma de sedimentos sublitorales y de lagos sea ampliada a sedimentos de ríos.</p>	<p>1.- En relación a nueva Norma de Calidad para Lagos y Ríos que sean Afluentes de Lagos, pensamos que no es conveniente iniciar un nuevo procedimiento de norma de calidad para el recurso hídrico continental dado que aún no ha entrado en vigencia ni se ha iniciado el proceso de implementación de las normas de calidad objetivo. A nuestro juicio, es necesario implementar primero las normas de calidad objetivo y que éstas vayan evolucionando con el tiempo hacia la especificidad, adoptando las características y singularidades de cada cuenca. Si luego del desarrollo de estas normas, se verifica que son insuficientes, entonces será necesario establecer nuevas normas tal como se sugiere. En cuanto a una norma específica de calidad para lagos, se debe esperar la implementación de la norma de calidad en trámite y evaluar en la práctica su eficiencia en la protección respecto de los resultados de monitoreos que se implementen en aquellos lugares considerados frágiles y complejos. 2.- Durante el 2° trimestre de 2001 se dará inicio al estudio "Antecedentes técnico-científicos para generación de una Norma de calidad secundaria de sedimentos marinos y lacustres", lo cual servirá de insumo a un futuro proceso de norma. El estudio tendrá 15 meses de ejecución. Con estos antecedentes se evaluará la inclusión de esta norma en el Programa Priorizado. La inclusión de sedimentos de ríos no puede ser incorporada al estudio puesto que los TdR ya fueron aprobados por MIDEPLAN. Se debiera plantear un nuevo estudio específico.</p>
<p>CONAMA 1.- Norma de emisión de ruidos molestos generados por actividades de construcción.</p>	<p>1.- Esta norma se incluiría en el sexto programa priorizado de normas en consideración de la solicitud efectuada por el SESMA, organismo que se hace eco de las denuncias recibidas por parte de la comunidad.</p>
<p>Cámara Chilena de la Construcción 1.-Solicita la modificación del D.S. 146 de 1997, en lo que respecta a su aplicación al sector construcción.</p> <p>Superintendente de Servicios Sanitarios No visualiza necesidad de incorporar normas.</p> <p>Comisión Chilena del Cobre No tiene propuesta. Se solicita completar los procesos de dictación de las normas de los programas priorizados anteriores.</p>	<p>1.- Durante el año 2001 se realizará un estudio para la elaboración de una normativa de emisión para las actividades de construcción, normativa que se incluiría en el sexto programa priorizado de normas. A su vez, la revisión del DS N° 146/97 MINSEGPRES debe ser revisada cumplidos 5 años de su entrada en vigencia, es decir, se incluiría en el próximo programa priorizado de normas.</p>

Continuación

TABLA ANEXO 9.3: SOLICITUDES DE NUEVAS NORMAS PARA EL 6° PROGRAMA PRIORIZADO DE NORMAS

Normas Solicitadas, justificación y observaciones	Respuesta de CONAMA
CONAMA VII Región No tiene propuesta.	
Ministerio de Relaciones Exteriores No visualiza la necesidad de incorporar normas.	
Subsecretaría de Pesca Se remitirán antecedentes para el séptimo programa de normas. Se encuentran recopilando antecedentes sobre indicadores biológicos.	
Servicio Nacional de Pesca No tiene sugerencias.	
Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones No propone nuevas normas.	
Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente. www.conama.cl	

ANEXO 2

TABLA ANEXO 2: ACUERDOS AMBIENTALES INTERNACIONALES SUSCRITOS POR CHILE

CONVENIO, ACUERDO O TRATADO	LUGAR Y FECHA DE LA FIRMA	FIRMA (F), RATIFICACIÓN (R) Y ENTRADA EN VIGOR (V) EN CHILE	OBJETIVO GENERAL	COORDINACIÓN EN CHILE Y PUNTO FOCAL
Convención para la Protección de la flora y fauna y las bellezas escénicas de América	12/10/1940, Washington, EEUU	12/10/1940 (F) 4/10/1967 (R) 4/12/1967 (V)	Preservar todas las especies y géneros de la flora y fauna de América de la extinción y preservar áreas de extraordinaria belleza, con énfasis en formaciones geológicas o con valor estético, histórico o científico.	Ministerio de Relaciones Exteriores
Convenio Internacional para la reglamentación de la caza de ballena	2/12/1946 Washington, EEUU	2/12/1946 (F) 6/7/1979 (R) 21/9/1979 (V)	Proteger a todas las especies de ballenas de la sobre-explotación y salvaguardar para las futuras generaciones este gran recurso natural y establecer un sistema de regulación internacional para la pesca de ballena para asegurar su preservación y el desarrollo de su stock.	Ministerio de Relaciones Exteriores
Tratado Antártico	1/12/1959, Washington, EEUU	1/12/1959 (F) 23/6/1961 (R)	Asegurar que el continente Antártico sea utilizado para fines pacíficos, fomentando la	Ministerio de Relaciones Exteriores e Instituto Antártico Chileno (INACH)

Continuación

TABLA ANEXO 2: ACUERDOS AMBIENTALES INTERNACIONALES SUSCRITOS POR CHILE

CONVENIO, ACUERDO O TRATADO	LUGAR Y FECHA DE LA FIRMA	FIRMA (F), RATIFICACIÓN (R) Y ENTRADA EN VIGOR (V) EN CHILE	OBJETIVO GENERAL	COORDINACIÓN EN CHILE Y PUNTO FOCAL
		14/7/61, 2/12/1961 y 29/5/1962 (V)	cooperación internacional en la investigación científica y previendo que el área no se convierta en escenario u objeto de disputas internacionales.	Ministerio de Relaciones Exteriores Corporación Nacional Forestal
Convenio sobre Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR)	2/2/1971, Ramsar, Irán	2/2/1971 (F) 27/11/1981 (R) 11/11/1981 (V)	Detener la progresiva ocupación y desaparición de los humedales, en la actualidad y en el futuro, reconociendo sus fundamentales funciones ecológicas y su valor económico, cultural, científico y recreacional.	Ministerio de Relaciones Exteriores
Convención sobre Conservación de Focas Antárticas	28/12/1972, Reino Unido	28/12/1972 (F) 7/2/1980 (R) 24/4/1980 (V)	Promover y alcanzar la protección, el estudio científico y el uso racional de las focas antárticas y mantener un balance satisfactorio en el sistema ecológico antártico.	Ministerio de Relaciones Exteriores
Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES)	3/3/1973, Washington, EEUU	3/3/1973 (F) 14/2/1975 (R) 25/3/1975 (V)	Proteger ciertas especies en peligro de la sobreexplotación producida por el sistema de comercio internacional (importación - exportación).	Ministerio de Relaciones Exteriores Autoridades administrativas: Servicio Agrícola y Ganadero, Corporación Nacional Forestal y Servicio Nacional de Pesca. Autoridad Científica: CONICYT
Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres	23/6/1979, Bonn, Alemania	23/6/1979 (F) 15/9/1981 (R) 12/12/1981 (V)	Proteger a aquellas especies de animales salvajes que migran a través de los límites nacionales.	Ministerio de Relaciones Exteriores Servicio Agrícola y Ganadero, Corporación Nacional Forestal y Subsecretaría de Pesca
Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos	11/9/1980, Canberra, Australia	20/12/1980 (F) 22/7/1981 (R) 7/4/1982 (V)	Salvaguardar el medio ambiente y proteger la integridad del ecosistema de los mares que rodean a la Antártica y conservar sus recursos marinos vivos.	Ministerio de Relaciones Exteriores
Convenio para la protección del medio marino y la zona costera del Pacífico Sudeste	12/11/1981, Lima, Perú	12/11/1981 (F) 20/3/1986 (R) 14/6/1986 (V)	Proteger el medio ambiente marino y de las zonas costeras del Pacífico Sudeste en las 200 millas marinas de soberanía bajo jurisdicción de las Partes y más allá de esa área, la alta mar hasta la distancia en que su contaminación pueda afectar las 200 millas marinas.	Ministerio de Relaciones Exteriores
Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate de la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos u otras sustancias nocivas en caso de emergencia	12/11/1981, Lima, Perú	12/11/1981 (F) 14/5/1986 (R) 11/8/1986 (V)	Proteger a los Estados costeros y el ecosistema marino de la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias peligrosas, en casos de emergencia.	Ministerio de Relaciones Exteriores

Continuación

TABLA ANEXO 2: ACUERDOS AMBIENTALES INTERNACIONALES SUSCRITOS POR CHILE

CONVENIO, ACUERDO O TRATADO	LUGAR Y FECHA DE LA FIRMA	FIRMA (F), RATIFICACIÓN (R) Y ENTRADA EN VIGOR (V) EN CHILE	OBJETIVO GENERAL	COORDINACIÓN EN CHILE Y PUNTO FOCAL
Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar	10/12/1982, Montego Bay, Jamaica	10/12/1982 (F) 25/8/1997 (R) 18/11/1997 (V)	Establecer un nuevo régimen legal para los mares y océanos, estableciendo provisiones en materia ambiental.	Ministerio de Relaciones Exteriores
Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono	22/3/1985, Viena, Austria	22/3/1985 (F) 6/3/1990 (R) 8/3/1990 (V)	Proteger a la salud humana y al medio ambiente de los efectos negativos producidos por las modificaciones en la capa de ozono.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
Protocolo de Montreal sobre Sustancias que Disminuyen la Capa de Ozono	16/9/1987, Montreal, Canadá	14/6/1988 (F) 26/3/1990 (R) 28/4/1990 (V)	Proteger la capa de ozono tomando medidas precautorias para controlar las emisiones globales de las sustancias que provocan su disminución.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
Convenio de Basilea para el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación	22/3/1989, Basilea, Suiza	31/1/1990 (F) 11/8/1992 (R) 13/10/1992 (V)	Reducir el movimiento transfronterizo de los desechos peligrosos definidos por el Convenio, en una forma que sea consistente con un manejo eficiente y ambientalmente adecuado de dichos desechos.	Ministerio de Relaciones Exteriores Ministerio de Salud Comisión Nacional del Medio Ambiente
Tratado entre la República de Chile y la República de Argentina sobre Medio Ambiente	2/8/1991, Buenos Aires, Argentina	2/8/1991 (F) 14/4/1993 (V)	Emprender acciones coordinadas o conjuntas en materia de protección, preservación, conservación y saneamiento del medio ambiente e impulsarán la utilización racional y equilibrada de los recursos naturales, teniendo en cuenta el vínculo existente entre medio ambiente y desarrollo.	Ministerio de Relaciones Exteriores
Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección Ambiental	4/10/1991, Madrid, España	4/10/1991 (F) 11/1/1995 (R) 18/2/1998 (V)	Reafirmar el status de la Antártica como un área especial de conservación y realzar el marco de protección del ambiente antártico y sus ecosistemas dependientes y asociados.	Ministerio de Relaciones Exteriores e Instituto Antártico Chileno (INACH)
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático	9/5/1992, New York, EEUU	9/5/1992 (F) 22/12/1994 (R) 13/4/1995 (V)	Estabilizar las concentraciones de los Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera, a un nivel tal que ya no existan interferencias antropogénicas significativas en el sistema climático.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente

Continuación

TABLA ANEXO 2: ACUERDOS AMBIENTALES INTERNACIONALES SUSCRITOS POR CHILE

CONVENIO, ACUERDO O TRATADO	LUGAR Y FECHA DE LA FIRMA	FIRMA (F), RATIFICACIÓN (R) Y ENTRADA EN VIGOR (V) EN CHILE	OBJETIVO GENERAL	COORDINACIÓN EN CHILE Y PUNTO FOCAL
Convenio sobre la Diversidad Biológica	5/6/1992, Río de Janeiro, Brasil	5/6/1992 (F) 9/9/1994 (R) 6/5/1995 (V)	Promover el uso sustentable de los componentes de la biodiversidad y fomentar una distribución equitativa de los beneficios generados por la utilización de los recursos genéticos.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
Convenio de las Naciones Unidas para Luchar contra la Desertificación.	17/6/1994, París, Francia	3/3/1995 (F) 11/11/1997 (R) 13/2/1998 (V)	Combatir la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados, especialmente en África.	Ministerio de Relaciones Exteriores Corporación Nacional Forestal
Acuerdo de Cooperación Ambiental Chile – Canadá	6/2/1997, Ottawa, Canadá	6/2/1997 (F) 5/7/1997 (V)	Fortalecer la cooperación ambiental entre las Partes y asegurar la ejecución eficaz de las leyes y regulaciones ambientales de cada una de ellas, favoreciendo, además, que se alcancen las metas y los objetivos ambientales del Tratado de Libre Comercio Chile – Canadá.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
Convenio para la Aplicación del Procedimiento de Consentimiento Informado Previo (PIC) a ciertos Productos Químicos Peligrosos	11/9/1998, Rotterdam, Países Bajos	11/9/1998 (F)	Promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos en la esfera del comercio internacional de ciertos compuestos químicos peligrosos y plaguicidas, a fin de proteger la vida humana y el medio ambiente.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología	29/1/2000, Montreal, Canadá	24/5/2000 (F)	Contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes	Estocolmo, Suecia 23/5/2001	23/5/2001 (F)	Teniendo presente el principio de precaución, consagrado en el principio 15 de la Declaración de Río, el objetivo del Convenio de Estocolmo es proteger a la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente Ministerio de Salud

Fuente: CONAMA, 2002 en informes parciales “Implementación de la Agenda 21 en Chile”.

SIGLAS

ASIMET	Asociación de Industriales Metalúrgicos
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAME	Consejo Empresarial para el Desarrollo de América Latina
CASEN	Consejo Australiano de Minerales y Energía
CCRVMA	Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Antárticos
CCHC	Cámara Chilena de la Construcción
CDB	Convención sobre Diversidad Biológica
CEDRM	Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana
CEDSAL	Consejo Empresarial para el Desarrollo de América Latina
CELADE	Centro Latinoamericano de Demografía
CENMA	Centro Nacional del Medio Ambiente
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CET	Centro de Educación y Tecnología
CIMM	Centro de Investigación Minera y Metalúrgica
CIPMA	Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente
CIREN	Centro de Información de Recursos Naturales – CORFO
CITES	Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna.
CNE	Comisión Nacional de Riego
CNR	Consejo Nacional de Pesca
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente
COCHILCO	Comisión Chilena del Cobre
CODEFF	Comité de Defensa de la Flora y Fauna
COLMA	Comisión de Legislación del Medio Ambiente
CONADE	Comisión Nacional de Ecología
CONAF	Corporación Nacional Forestal (Ministerio de Agricultura)
COREMA	Consejo Regional del Medio Ambiente
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
CORMA	Corporación de la Madera
COSUDE	Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo

CZP	Consejo Zonal de Pesca
DED	Servicio Alemán de Cooperación Social Técnica
DGA	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
DIRECTEMAR	Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (Armada de Chile)
DMC	Dirección Meteorológica de Chile
DO	Diario Oficial
DOH	Dirección de Obras Hidráulicas (Ministerio de Obras Públicas)
ENAMI	Empresa Nacional de Minería
ENAP	Empresa Nacional de Petróleo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FAT	Fondo de Asistencia Técnica –CORFO
FAT-APL	FAT para fines ambientales y producción limpia–CORFO
FIP	Fondo de Investigación Pesquera
FSC	Consejo Mundial de Manejo Forestal
GATT	Acuerdo General sobre Comercio y Aranceles
GEO	Panorama (o Perspectiva) Mundial del Medio Ambiente – PNUMA
GTZ	Sociedad Alemana de Cooperación Técnica
IASA	Instituto de Análisis de Sistemas Aplicados para el Desarrollo
ICC	Cámara de Comercio Inernaional
ICLEI	Consejo Inenacional para las Iniciativas Locales
IFOP	Instituto de Fomento Pesquero
IIMCH	Instituto de Ingenieros de Minas de Chile
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
INFOR	Instituto Forestal – CORFO
INIA	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
INPESCA	Instituto de Pesca – CORFO
IRM	Intendencia Regional Metropolitana
KFW	Instituto de Crédito para la Reoconstrucción (Alemania)
LBGMA	Ley de Bases Generales del Medio Ambiente
LGPA	Ley de Pesca y Acuicultura
MACAM	Monitoreo de la Calidad del Aire y Variables Meteorológicas
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación y Cooperación
MINAGRI	Ministerio de Agricultura

MINSAL	Ministerio de Salud
MUNVU	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MOP	Ministerio de Obras Públicas
OCED	Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo
OMC	Organización Mundial del Comercio
PANCD	Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación
PHI	Programa Hidrológico Internacional – UNESCO
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RENACE	Red Nacional de Acción Ecológica
SAG	Servicio Agrícola y Ganadero (Ministerio de Agricultura)
SCN	Sistema de Cuentas Nacionales
SEIA	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SERNAGEOMIN	Servicio Nacional de Geología y Minas
SERNAPESCA	Servicio Nacional de Pesca
SERPLAC	Secretaría de Planificación y Cooperación (Ministerio de Planificación y Cooperación)
SESMA	Servicio de Salud Metropolitana del Ambiente (Ministerio de Salud)
SISS	Superintendencia de Servicios Sanitarios
SNASPE	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
SOFOFA	Sociedad de Fomento Fabril
SONAMI	Sociedad Nacional de Minería
SONAPESCA	Sociedad Nacional de Pesca
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USBM	Oficina de Minas de los EE.UU.
USDA	Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible
ZEE	Zona Económica Exclusiva.



INDICE GENERAL

PRIMERA PARTE

PANORAMA GENERAL

1	Perspectiva Macroeconómica	3
2	Perspectiva Social	6
3	Perspectivas Sectoriales	9
4	Panorama Ambiental	14

SEGUNDA PARTE

	ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL PATRIMONIO NATURAL	17
	AIRE	19
	AGUAS CONTINENTALES	63
	BOSQUES NATIVOS	127
	DIVERSIDAD BIOLÓGICA	161
	SUELOS	197
	ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO	245
	MINERALES E HIDROCARBUROS	299
	ASENTAMIENTOS HUMANOS	353
	ENERGÍA	387



■ TERCERA PARTE

POLÍTICAS E INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL	415
1 La gestión ambiental en Chile	417
2 Avances en la legislación ambiental	418
3 Gasto público en medio ambiente	420
4 Avances en la aplicación de las herramientas que define la ley marco sobre el medio ambiente	421
5 Aspectos de gestión ambiental a nivel local	425
6 Avances en los diferentes instrumentos de certificación para apoyar la gestión ambiental	427
7 Participación ciudadana	432
8 Iniciativas ambientales en las actividades productivas a partir de iniciativas del Ministerio de Economía y la CORFO	435
9 Contexto y compromiso internacional	439

