5. SUELOS

5. SUELOS

LOS SUELOS DE CHILE son extraordinariamente diversos debido a la gran cantidad de procesos genéticos que han intervenido en su origen. De las algo más de 75 millones de hectáreas de superficie territorial se consideran agrícolas 26.393.219 ha (34,9 %), de las cuales unas 5 millones son arables, la mayor parte de las cuales a su vez, presentan importantes limitaciones por profundidad, pedregosidad o topografía.

La superficie de tierras arables per cápita habrá pasado de 0,38 ha en 1995 a 0,26 por habitante para el año 2035, esta disminución se debería principalmente al efecto combinado del crecimiento de la población, los procesos degradativos y las pérdidas de suelo por expansión urbana, las que anualmente consumen unas 1200 ha.

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.

La erosión acelerada comenzó en el siglo pasado, como consecuencia de la producción de cereales en los lomajes costeros. En la actualidad ha alcanzado niveles preocupantes, y afectando a una superficie de 47.300.000 ha, lo que equivale al 60 por ciento del territorio nacional. Ella se concentra principalmente en las zonas áridas y semiáridas entre las regiones I y VIII y en las zonas subhúmedas secas de las regiones XI y XII.

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.

Las pérdidas irreversibles del suelo por urbanización han pasado a ser significativas no tanto por la cantidad de suelo involucrado sino por la calidad de éstos. En la actualidad la superficie urbanizada en el país alcanza a las 180.000 ha, gran parte de las cuales ha ocupado tierras planas con altos potenciales agrícolas.

El ordenamiento territorial surge como una necesidad urgente, dado el acelerado crecimiento de algunas áreas del país frente al estancamiento de otras, determinando focos de progreso por una parte, y centros de pobreza y marginalidad por otra. Este dualismo provoca un desarrollo territorial armónico, migraciones y problemas sociales. las inversiones del sector público en infraestructura de riego pasaron de 510,8 en 1990 a 38.866,6 millones de pesos en 1998, lo que representa un fuerte impulso al desarrollo agrícola.

Como una forma de revertir el proceso de degradación de los suelos se han implementado en la última década varios programas, algunos de los cuales están vinculados con los compromisos internacionales firmados por el país. 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), Ley de fomento al riego y drenaje.

En los últimos años se ha producido un aumento de la conciencia pública sobre la importancia estratégica de este recurso, a pesar de lo cual el control de la degradación de los suelos requerirá un amplio esfuerzo de educación y estímulos que fomenten el cambio tecnológico y los programas de conservación.

5.1. PATRIMONIO Y ESTADO DE LOS SUELOS

5.1.1. Clasificación

Sobre la base de las unidades cartográficas identificadas por Luzio y Alcayaga (1992), pueden distinguirse, a rasgos generales, 10 grandes tipos de suelos, los que se describen a continuación.

Suelos del desierto (I, II y III regiones): Corresponde a los suelos ubicados entre el límite internacional con el Perú y las cercanías de Copiapó, dentro de esta zona es posible distinguir suelos de los órdenes Aridisoles (suelos poco evolucionados debido a la aridez, en regiones interiores), Entisoles (suelos recientes con poca evolución, preferentemente situados en la costa) e Histosoles (suelos derivados de tejidos vegetales), con un predominio de los suelos Aridisoles. En general corresponden a suelos delgados a moderadamente profundos (50 a 100 cm). En el sector costero los Entisoles son delgados y muy estratificados, pudiendo presentar una gran pedregosidad en el perfil debido a su origen coluvial (materiales provenientes de derrumbes). En el Valle Central los Aridisoles derivan de sedimentos gruesos y en los sectores más costeros y en la alta cordillera se ubican los salares, en donde se ha producido una fuerte sedimentación debido a la desaparición de lagos interiores, en consecuencia los suelos originados son muy estratificados y con altos tenores salinos y pH elevado. En el Altiplano existen suelos sin desarrollo, de texturas gruesas y muy delgados y suelos poco evolucionados derivados de materiales volcánicos. En la alta cordillera (sobre los 3.000 m de altitud) se encuentran los bofedales cuyos suelos son orgánicos (Histosoles) o minerales, muy estratificados, con altos contenidos de materia orgánica y elevada salinidad.

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. Estos suelos son de los órdenes Aridisoles (sectores interiores) y Entisoles (sectores costeros), con predominancia de los Aridisoles. En los sectores más costeros los suelos son muy similares a los descritos en la primera unidad cartográfica, en el sector norte de esta zona los suelos presentan un horizonte petrocálcico (horizonte rico en carbonatos y cementado por los mismos) en su primer metro de profundidad, más al sur los suelos de las llanuras de la Depresión Intermedia son de desierto, evolucionados por el aumento de las precipitaciones y la cobertura vegetal. En el sector costero sur de esta zona los suelos son poco desarrollados debido a la presencia de materiales parentales sedimentarios muy gruesos, superficiales e inestables y a la falta de agua, los suelos derivados de sedimentos de texturas medias y finas son delgados a moderadamente profundos, en los suelos más evolucionados existe 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.

Suelos de la precordillera y cordillera (III y IV regiones): Corresponde a los suelos ubicados en los 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): Corresponde a los suelos de los sectores costeros comprendidos entre Los Vilos e Isla Mocha. Son suelos de los órdenes Alfisoles (suelos con buen grado de evolución) e Inceptisoles (suelos de desarrollo incipiente que forman inclusiones entre las regiones V y VIII). 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 disección 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): Son suelos pertenecientes al orden Vertisol (suelos que se invierten por dilatación y contracción de las arcillas) y están ubicados puntualmente en las cercanías de Santiago y Parral en posiciones planas o casi planas. El origen de estos suelos lo constituye la depositación de sedimentos finos en condiciones lacustres.

Suelos aluviales del Valle Central (V a VIII regiones): Se ubican entre San Felipe y Los Ángeles, pertenecen a los órdenes Alfisoles, Mollisoles (suelos mullidos), y Entisoles, con predominio del primer orden. 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 entre la V y IX regiones, se ubican dentro de los órdenes Entisoles, Inceptisoles y Andisoles, con predominio del orden entisol. Estos suelos han derivado de materiales volcánicos vítreos y de texturas gruesas.

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 (suelos en sus últimos estados de evolución). 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, se encuentran sobre diferentes substratos, como depósitos fluvioglaciales y morrénicos.

Suelos de origen volcánico (VII a XI regiones): Son suelos pertenecientes a los órdenes Andisoles (suelos obscuros) e Histosoles. Estos suelos están ubicados 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, 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 fluvioglacial. 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.

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 supone que existe un dominio de suelos Histosoles asociados con suelos Spodosoles (suelos derivados de ceniza). En áreas importantes de la Patagonia existiría un régimen de humedad arídico no comprobado aún, que originaría suelos Aridisoles, existen probablemente 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 representa en la Figura 5.1.

5.1.2 Capacidad de uso de los suelos

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 limitaciones.

Figura 5.1

Grandes tipos de suelos de Chile. Este cuadro pone en evidencia la escasez de los suelos agrícolas arables, destacándose que sólo el 1 por ciento de la superficie territorial corresponde a suelos sin limitaciones, a su vez los suelos improductivos abarcan casi el 50 por ciento de la superficie territorial.

Para una superficie territorial de 75.707.366 ha, se consideran agrícolas 26.393.219 ha (34,9 por ciento), las cuales se descomponen de la manera señalada en el Cuadro 5.1. (Santibañez *et al*, 1996).

La distribución porcentual y regional de las clases de capacidad de uso de los suelos se detalla en los Cuadros 5.2. y 5.3.

Un mapa de aptitud de los suelos se expone en el anexo cartográfico.

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 en 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).

5.1.3 Uso actual de los suelos en Chile

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.

En el anexo cartográfico se presenta el mapa de uso actual de los suelos.

Las superficies destinadas a las categorías de uso definidas por el Censo Agropecuario, a escala nacional, se detallan en el Cuadro 5.5. 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 5.6. La superficie destinada a los distintos rubros productivos, por región, se detalla en el Cuadro 5.7.

TIPO DE USO	APTITUD DE USO	CAPACIDAD DE USO[1/]	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Suelos agrícolas arables	Sin limitaciones	I	90.846	0,1
		II	711.625	0,9
	Con limitaciones	III	2.195.439	2,9
		IV	2.273.670	3,0
Suelos agrícolas no arables	Ganadera	V	2.271.144	3,0
	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	100,0

Cuadro 5.1

Potencialidades de las tierras agrícolas de Chile.

[1/] Clases de capacidad de uso definidas por el U.S.D.A.

Fuente: Santibáñez *et al*, 1996.

APTITUD DEL SUELO	CLASES DE CAPACIDAD DE USO	PORCENTAJE (%)
Suelos arables	I	0,12[1/]
	II	0,94
	III	2,90
	IV	3,00
Suelos no arables	V	3,00
	VI	8,60
	VII	16,30
	VIII	65,10
Total		95,59

Cuadro 5.2

Distribución porcentual de la superficie de los suelos según clase de capacidad de uso.

[1/] Los porcentajes están dados sobre la base de una superficie continental del país de 75.695.000 ha

Fuente: Universidad de Chile, 1997.

Reg.	Clases de capacidad de uso					Area estudiada (ha)
	I, II, III y V	IV	VI	VII	VIII	
III [1/]	22.527,6			3.118,4	16.238,0	44.390,4
IV [2/]	101.713,0	6.531,8	16.754,7	73.263,0	142.421,7	347.759,5
V	127.081,2	21.997,4	62.467,0	270.332,8	129.048,5	641.594,4
RM	283.852,4	58.843,6	140.068,8	435.143,8	94.108,2	1.046.927,8
VI	305.273,9	61.964,1	80.003,4	485.999,6	39.795,0	1.008.907,9
VII	558.456,3	95.555,4	295.270,5	875.940,8	33.195,5	1.888.673,0
VIII	739.536,1	290.071,7	389.330,3	1.281.312,8	54.299,5	2.727.554,5
IX	569.247,1	433.776,6	332.660,7	804.506,3	29.709,7	2.209.706,9
X	679.978,8	397.020,7	325.399,1	451.161,2	43.144,5	2.362.249,6
Total	3.357.669,4	1.365.763,3	1.641.954,5	4.980.778,7	581.960,6	12.277.764,0

Cuadro 5.3

Superficie de los suelos según clase de capacidad de uso por región.

[1/] Valle de los ríos Huasco y Copiapó

[2/] Valles de los ríos Elqui, Limarí, Choapa y Quilimarí.

Fuente: IREN, 1961.

CLASES DE CAPACIDAD DE USO	SUPERFICIE REGADAS HÁ	PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE ESTUDIADA (%)
I Cultivos sin limitaciones	97.897	7,9
II Cultivos con limitaciones ligeras	426.138	34,5
III Cultivos con moderadas limitaciones	509.363	41,2
IV Cultivos especiales	202.430	16,4
Total	1.235.918	100,0

Cuadro 5.4

Distribución de los suelos regados por clase de capacidad de uso.

Fuente: CONAMA, 1994

CATEGORÍAS DE USO		SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (%)
Suelos de cultivo	Cultivos [1/]	1.400.787,9	5,3
	Praderas [2/]	453.532,9	1,7
	En barbecho y descanso	442.956,0	1,7
Otros suelos	Praderas mejoradas	1.010.048,2	3,8
	Praderas naturales	11.914.910,6	45,0
	Plantaciones forestales [3/]	1.096.561,4	4,1
	Bosques naturales y montes [4/]	4.643.206,1	17,5
	De uso indirecto [5/]	235.621,1	0,9
	Estériles [6/]	5.304.739,6	20,0
Total		26.502.363,8	100,0

Cuadro 5.5

Uso actual de los suelos de Chile.

Fuente: VI Censo Nacional Agropecuario.

[1/] Cultivos anuales y permanentes (incluyendo forrajeras anuales).

[2/] Praderas sembradas permanentes y de rotación.

[3/] Plantaciones forestales incluyendo viveros forestales y ornamentales.

[4/] Bosques naturales y montes (explotados y no explotados).

[5/] De uso indirecto (construcciones, caminos, canales, lagunas).

[6/] Suelos estériles (áridos, pedregales, arenales).

5.1.4 Procesos de deterioro del suelo silvoagropecuario

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.

La información disponible acerca de los tipos, grados, causas y severidad del problema es aún insuficiente, dificultando la identificación y puesta en práctica de estrategias efectivas de conservación y rehabilitación de tierras (FAO, 1994).

Durante el presente siglo, la deforestación, seguida de las actividades agrícolas, el sobrepastoreo y la sobreexplotación de la vegetación con fines domésticos constituyen las causas principales de la degradación de los suelos en Chile. Los orígenes y las causas de la pérdida y degradación del suelo se han agrupado en ocho categorías (CONAMA 1994), representadas en la Figura 5.2.

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).

Erosión

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 son la topografía de lomas, típica del territorio, 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 el 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). El nivel de erosión de los suelos de Chile se detalla en el Cuadro 5.8.

Magnitud del proceso erosivo en Chile

Un estudio realizado el año 1979 por el Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN), señaló que la superficie total erosionada abarcaba, en los años 70, a 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.

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 por ciento del territorio nacional, concentrándose mayormente en las zonas áridas y semiáridas entre las regiones

CATEGORÍAS DE USO		SUPERFICIE (HA)	TOTALES (HA)
Uso intensivo	Cultivos anuales	775.794	1.750.980
	Frutales y viñas	300.859	
	Hortalizas y flores	91.241	
	Empastadas artificiales	424.660	
	Barbechos	158.426	
Uso extensivo			5.460.812
	Praderas mejoradas	614.804	
	Praderas naturales	3.108.978	
	Forestal [1/]	1.737.030	
Totales		7.211.792	7.211.792

Cuadro 5.6
Uso actual de los suelos agrícolas de Chile.

[1/] Plantaciones industriales de pino y eucalipto.

Fuente: ODEPA, 1999.

Cuadro 5.7

Superficie destinada a los distintos rubros productivos por región.

1/ Cultivos industriales
2/ Forrajeras anuales y permanentes
3/ Viñas y parronales viníferos
4/ Plantaciones forestales
Fuente: VI Censo Agropecuario

REG.	TOTAL ENCUESTADOS		SUPERFICIE DESTINADA A LOS DISTINTOS RUBROS PRODUCTIVOS (HA)										
			CEREALES	CHACRAS	INDUSTRIAL 1/	HORTALIZAS	FLORES	FORRAJE 2/	FRUTALES	VIDES 3/	VIVEROS	SEMILLEROS	FORESTAL 4/
	NÚMERO	SUP. (HA)											
I	3.647	72.167,1	174,1	62,7	23,8	3.018,8	17,3	2.881,6	2.171,0	38,3	1,5	3,4	0,0
II	1.716	7.031,6	87,7	12,4	0,0	774,6	4,9	1.890,3	128,7	0,0	1,0	0,2	69,9
III	1.952	1.004.298,6	220,1	102,3	0,0	1.855,9	40,0	1.740,7	8.802,7	937,0	8,5	10,24	586,7
IV	13.342	1.977.886,4	3.603,9	7.567,6	285,8	8.951,6	202,0	44.099,8	16.086,6	10.073,6	64,3	58,67	4.215,1
V	15.964	848.459,5	12.110,2	3.479,8	634,7	12.609,6	825,8	21.572,1	35.104,8	2.037,2	220,2	327,0	38.171,1
RM	13.182	879.401,4	26.330,6	5.439,0	114,8	25.743,0	243,9	30.912,8	44.119,4	6.732,6	516,4	5.902,7	12.929,7
VI	26.795	1.106.197,1	97.992,5	7.805,3	3.690,5	18.577,1	17,4	22.451,3	57.488,0	12.642,2	468,5	9.736,7	65.983,7
VII	35.509	1.545.449,3	109.598,4	25.728,5	20.385,5	19.968,8	38,6	61.918,3	35.520,7	29.708,4	417,3	5.840,1	106.633,5
VIII	50.810	2.203.165,3	149.334,2	28.576,6	20.783,3	9.653,3	20,1	90.361,4	9.073,4	19.664,0	303,9	1.809,7	507.796,2
IX	53.971	2.025.799,3	198.082,5	23.652,3	17.981,6	4.562,9	32,9	119.174,4	11.996,1	11,4	187,2	4.550,5	276.015,2
X	49.289	2.592.232,2	49.632,8	24.037,0	6.702,9	5.870,5	29,4	185.518,2	13.972,4	0,0	144,2	1.538,3	74.142,8
XI	1.645	1.024.614,4	944,1	459,8	0,0	164,0	0,0	15.522,8	11,3	0,0	0,0	0,0	8.811,2
XII	870	2.598.285,3	0,0	215,5	0,0	121,2	0,0	10.494,5	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	268.692	17.884.988,0	648.111,1	127.138,8	70.602,9	111.871,3	1.472,3	608.538,2	234.479,5	81.844,7	2.333,0	29.777,5	1.095.355,1

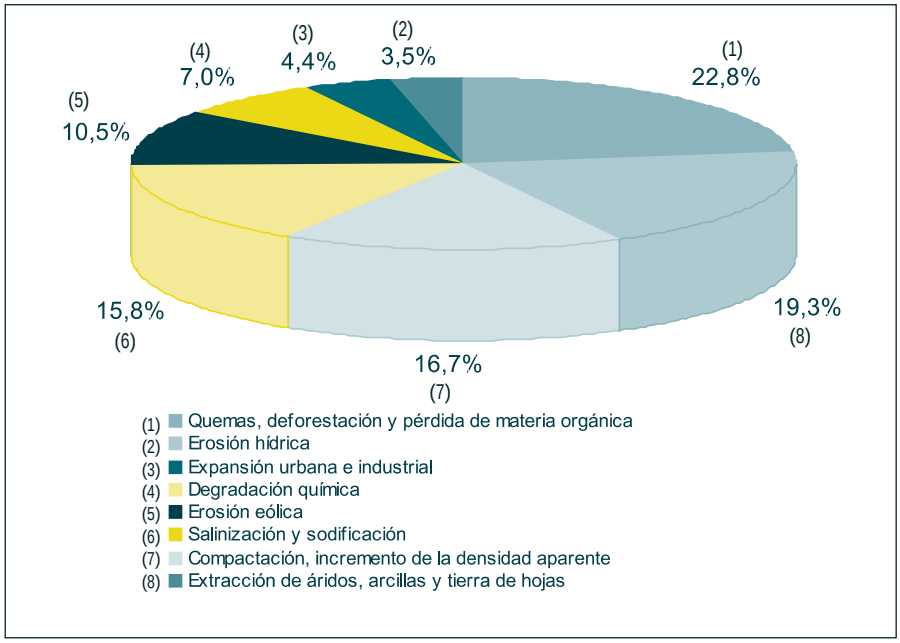


Figura 5.2
Causas y orígenes de la degradación de los suelos en Chile.

Fuente: CONAMA, 1994

I y VIII y en las zonas subhúmedas y secas de las regiones XI y XII (Soto, 1999).

Erosión hídrica y eólica a lo largo del país

La distribución de las superficies erosionadas y la magnitud del proceso son irregulares a lo largo del territorio.

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.

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 corresponde 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 de la intensidad del proceso erosivo está representada gráficamente en la Figura 5.3.

Formación de Dunas

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).

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.

Desertificación

La Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación señaló en 1994, que la desertificación es la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas (Universidad de Chile, 1997).

En Chile el proceso de desertificación adquiere matices particulares que lo distinguen de otras regiones del mundo, el problema en Chile es de naturaleza esencialmente agrícola y ganadera, siendo el hombre su principal gestor (Universidad de Chile, 1997).

La desertificación afectaría a una superficie de 47.300.000 ha, lo que equivale al 62,6 por ciento del territorio 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)

Naturaleza del problema a lo largo del territorio

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 camanchacas ha sido destruida y se ha destinado su uso como combustible y 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, esta zona se extiende entre las regiones VIII y X; en esta zona se ha intensificado el desecamiento, 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 consecuente rápida pérdida de materia orgánica superficial.

Cuadro 5.8
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	2.194,9	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.

La representación gráfica de los orígenes de la desertificación en Chile se muestran en la Figura 5.4.

Contaminación por agroquímicos

La producción agrícola nacional requiere menores tasas de aplicación de plaguicidas en relación con otros países, debido a la existencia de barreras naturales para la propagación de plagas y enfermedades (González, 1994). Pese a esto, en menos de 15 años el uso de agroquímicos se ha triplicado, desde un volumen de importación de 5.577 toneladas en el año 1984 hasta 15.350 toneladas para el año 1997 (Celis y Letelier, 1999).

Entre los plaguicidas de uso agrícola se distingue el grupo de los órgano-clorados (OC), como aquellos que representan el mayor riesgo ambiental, dada su poca especificidad de acción, fuerte toxicidad para los mamíferos superiores y su prolongada persistencia ambiental, que favorecen la acumulación en los tejidos animales (González, 1994).

Entre los años 1982 y 1984 se efectuó una prospección sobre la ocurrencia, identidad y contenido de residuos de plaguicidas OC en el horizonte Ap de los suelos del Valle del río Aconcagua. Luego, entre 1987 y 1989, la prospección se amplió a un área comprendida entre la IV y XI regiones. El empleo del horizonte Ap se fundamenta en que el ingreso de los plaguicidas al suelo ocurre por la superficie y son retenidos preferentemente por la fracción orgánica del suelo.

Los resultados de las prospecciones indican que el porcentaje de ocurrencia regional de residuos OC (porcentaje de las muestras evaluadas que tienen residuos) disminuye considerablemente hacia el sur del país y la mayor gama de residuos variables (5 residuos) se encuentra en la V región en tanto que en la XI región se observó la menor gama (1). Los rangos de contenidos de residuos de OC se muestran en el Cuadro 5.9.

Actualmente existe una preocupante presencia de agroquímicos en las zonas frutícolas, entre las cuales la VI región presentó en 1990 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.

Un programa ad hoc del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) está a cargo de la regulación del uso de pesticidas en el país.

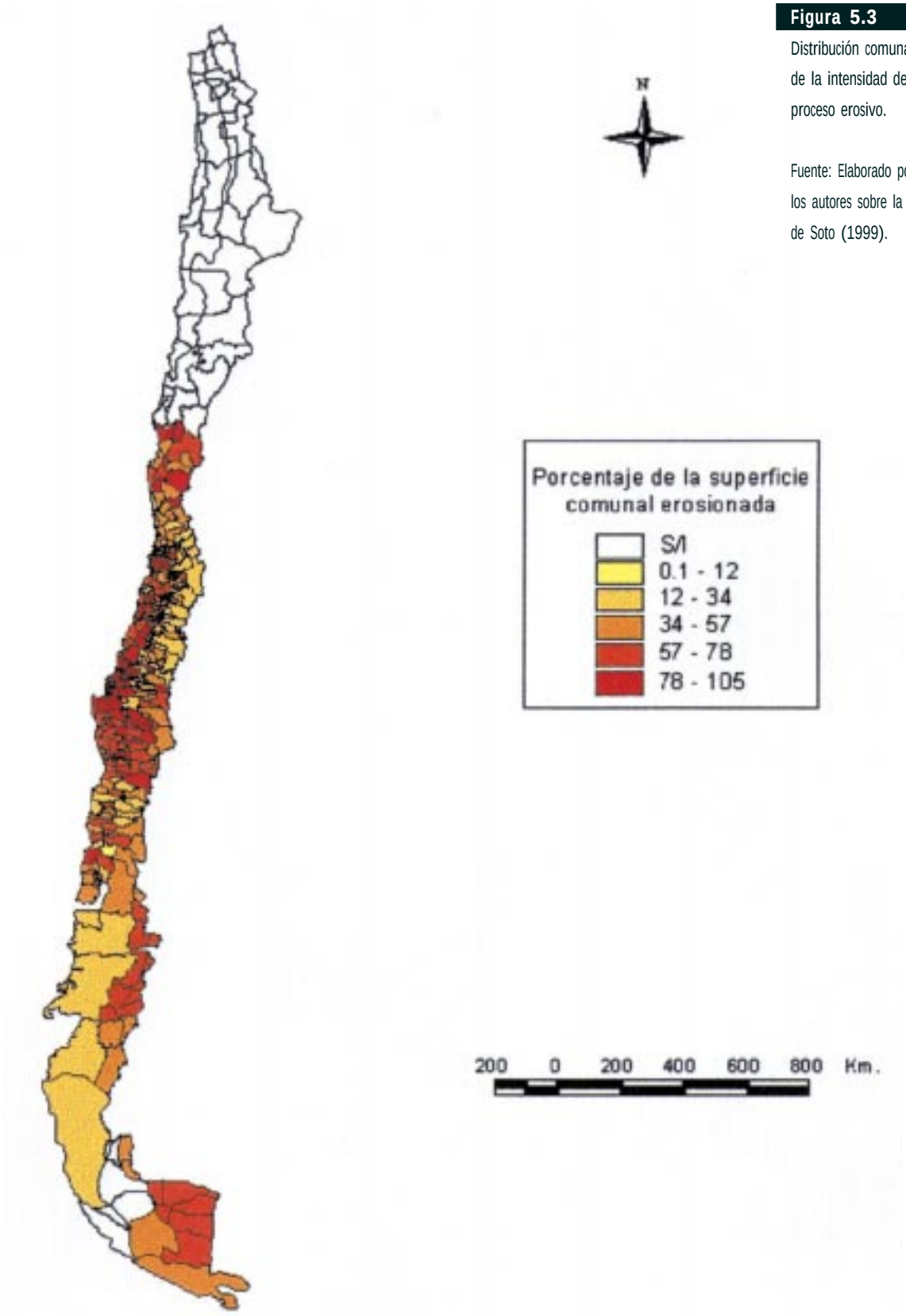


Figura 5.3

Distribución comunal de la intensidad del proceso erosivo.

Fuente: Elaborado por los autores sobre la base de Soto (1999).

Degradación del suelo por contaminación minera e industrial

La acumulación de metales pesados en la estrata superficial es dependiente del efecto inactivador del suelo, lo que a su vez se relaciona con una serie de propiedades edáficas locales. En el corto plazo se produce una acumulación de los residuos en los vegetales, más allá de sus tolerancias y se genera un colapso en la producción.

La mayoría de las substancias químicas contaminantes del suelo provienen de actividades mineras e industriales. 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. En Chile las actividades derivadas del cobre representan el mayor riesgo de contaminación de los suelos, aunque en el problema interviene generalmente más de un elemento (CONAMA, 1994).

En 1994 se proyectaba el riego de 1.000 ha de terrenos del Valle de Alhué, con aguas efluentes provenientes del tranque de relaves Carén. En estas aguas existen altos tenores de molibdeno y sulfatos, los que podrían producir un aumento de la salinidad de esos suelos y generar potenciales enfermedades en el ganado. A la luz de la información actual, el molibdeno no tendría efectos fitotóxicos y no existirían evidencias de toxicidad en seres humanos, el molibdeno podría inducir la contaminación de las napas freáticas por lixiviación en el largo 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 ha 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.

Pérdida de suelos por expansión urbana

El aumento de la población implica una expansión vertical u horizontal de los centros urbanos, lo que se traduce en el segundo caso en la expansión de la ciudad hacia los entornos, venciendo obstáculos geográficos como las quebradas o cerros u ocupando tierras estériles circundantes (Universidad de Chile, 1997).

Sin embargo el desarrollo urbano en nuestro país se ha caracterizado por una expansión horizontal de los centros poblados que en la mayoría de los casos ha estado al margen de una planificación de ordenamiento territorial, respecto del uso del suelo (Bleyer y Rengifo, 1970).

Este fenómeno ha significado una reducción considerable de los suelos más productivos del país. La fuerte presión que ejercen las ciudades y su expansión, ha dejado de lado la necesidad de racionalizar la ocupación de terrenos para este fin, preservando para la producción agrícola los suelos de elevado potencial productivo.

En las planicies de la zona central se concentran los suelos regados de mayor potencial productivo, siendo en esta área donde se ubican numerosas ciudades y centros poblados (Universidad de Chile, 1997).

Existe una fuerte demanda de nueva superficie para uso urbano, lo que se traduce en la pérdida de suelos de uso agrícola. Este fenómeno alcanza especial relevancia en las regiones V, metropolitana y VI que concentran el 55,5 por ciento de la población (INE, 1998). En la actualidad la superficie urbanizada en el país alcanza a unas 180.000 ha, gran parte de las cuales sobre suelos con altos potenciales agrícolas.

Salinización de los suelos

La mayor intensidad de uso del agua de riego, así como 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 del potencial productivo de éstos. En las zonas áridas la alta evapotranspiración contribuye al proceso de acumulación de sales, especialmente cuando las aguas son de elevado tenor salino. 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 1.333 (Celis y Letelier, 1999).

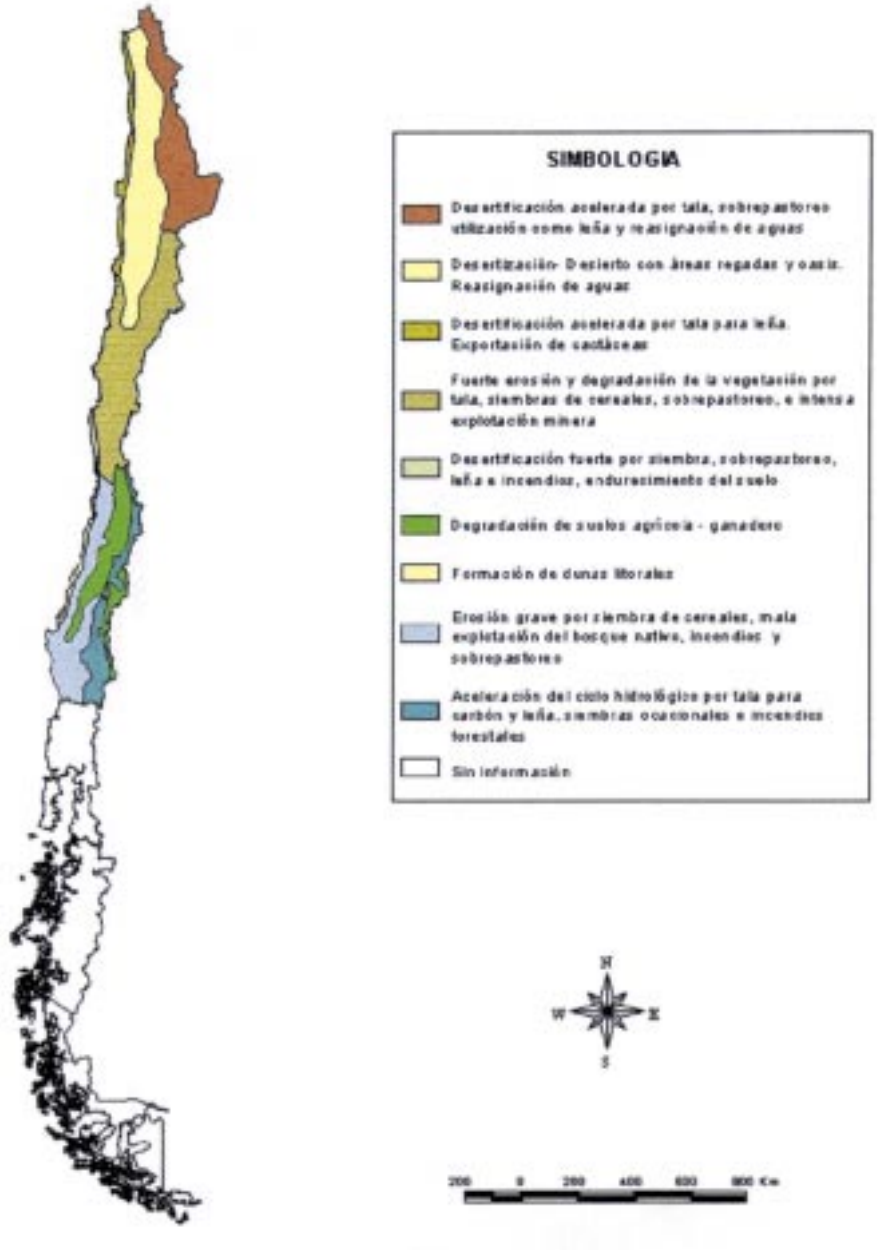


Figura 5.5
Causas de la desertificación en Chile.

Fuente: Universidad de Chile, 1997.

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 10 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. Una muestra de ello lo constituye la III región, en donde el riego por goteo ha influido en la salinización del 65 por ciento de las tierras arables del valle de Copiapó, constituyéndose en un problema para 3.300 ha de parronales de exportación (Celis y Letelier, 1999).

Para el futuro se prevé otra posible causa de degradación originada en las aguas de drenaje interno contaminadas con sales y componentes fitotóxicos provenientes del lavado de suelos de-

Cuadro 5.9
Rangos de residuos de plaguicidas órgano-clorados 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.

Fuente: González, 1994

RESIDUO	Rangos de contenido de residuos de plaguicidas OC en suelos (mg/Kg) REGIONES						
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
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

gradados, aguas arriba, originando un incremento sucesivo de los tenores de salinidad y toxicidad en los suelos ubicados en los cursos bajos de los ríos (CONAMA, 1994).

5.2. CAUSAS SOCIOECONÓMICAS EXPLICATIVAS DE LA SITUACIÓN DE LOS SUELOS

5.2.1. La estructura de tenencia de la tierra

A continuación se señalan algunas características de los sistemas de tenencia de la tierra, descritos por Echeñique y Nelson (1989) y su relación con el estado de conservación de los suelos.

La pequeña propiedad agrícola

Corresponde a aquellos productores agrícolas que usufructúan, a título de tenencias precarias o definitivas, una cantidad de tierras de tamaño inferior a las necesarias 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 que se sobreexploten, originándose problemas de erosión, agotamiento de los suelos y pérdida de la abertura vegatacional.

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 atacameño, en la región de la Araucanía, donde 390.660 ha son ocupadas por mapuches y en la Isla de Pascua, en 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 emplazadas 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 resultado de una continua repartición por herencia, dando origen a sucesiones que no soportan una mayor atomización. En la zona central existen unos 50.000 títulos individuales o sucesoriales y unas 15.000 sub-tenencias, que predominan en las regiones VII y VIII. Presenta 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 Bío Bío y el seno de Reloncaví existen unas 20.000.000 de ha en manos de unos 47.000 propietarios. Esta pequeña propiedad, en muchas ocasiones 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 en mediería, cuyo tamaño es suficiente 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 unas 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 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 sub-tenencias.

El cuadro 5.10 resume la distribución regional de los predios bajo forma de tenencia única, según tamaño de las explotaciones, de acuerdo con el VI Censo Agropecuario.

La gran propiedad actual se deriva de la evaluación del complejo latifundio–minifundio. El proceso de desarrollo capitalista se ha traducido en una intensificación del uso de la tierra. No obstante constatarse problemas de sobrexplotación, éstos no son característicos. Los mayores impactos ambientales de estas unidades son, por una parte, la contaminación por pesticidas y, por otra, en las áreas de riego, la salinización de los suelos.

5.2.2 Los sistemas de producción agropecuaria

El dualismo en la producción agrícola

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 una mayor fracción de su superficie a forrajeras anuales, praderas artificiales y mejoradas, en relación con la pequeña agricultura.

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

Cuadro 5.10

Distribución regional de los predios, bajo forma de tenencia única, según tamaño de las explotaciones.
Fuente: VI Censo Agropecuario

TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN (ha)	DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LOS PREDIOS, BAJO FORMA DE TENENCIA ÚNICA, SEGÚN TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES (ha) REGIONES													TOTAL NACIONAL (ha)
	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Menos de 1	73,7	25,0	7,0	33,4	60,5	4,5	105,4	19,5	48,6	29,0	8,6	0,0	0,0	415,2
1 a menos de 5	589,9	273,8	207,3	1.116,6	1.151,4	469,0	2.195,6	1.684,8	3.388,6	6.048,2	1.103,1	13,9	7,0	18.249,2
5 a menos de 10	639,6	332,1	208,1	1.535,4	1.789,4	1.063,9	3.389,3	3.506,3	7.473,9	19.579,0	5.496,2	12,8	43,8	45.069,8
10 a menos de 20	746,2	222,6	139,1	2.309,2	2.838,6	3.067,2	8.761,5	9.100,6	17.926,9	37.857,3	18.945,6	72,7	54,3	102.041,8
20 a menos de 50	1.150,1	124,3	529,8	3.942,9	6.675,7	7.545,2	22.477,1	26.811,4	44.687,2	60.274,2	53.495,6	414,7	245,2	228.372,9
50 a menos de 100	818,5	0,0	474,8	4.332,7	6.192,1	9.986,9	28.558,3	29.678,3	46.557,0	54.806,8	56.676,7	584,1	630,0	239.296,2
100 a menos de 200	1.800,5	0,0	438,6	4.052,3	6.889,6	10.516,2	32.123,1	35.974,2	48.450,0	58.861,3	77.564,5	3.915,8	568,9	281.155,0
500 a menos de 1.000	1.352,7	0,0	1.696,0	4.724,5	9.917,9	6.229,8	27.729,6	31.369,8	37.952,7	96.254,8	100.516,7	36.925,9	6.049,4	360.719,8
1.000 a menos de 2.000	4.714,0	0,0	0,0	13.754,3	20.920,2	6.940,9	30.305,0	33.742,3	27.469,9	70.048,4	51.468,7	59.598,7	5.611,0	324.573,2
De 2.000 y más	37.928,0	0,0	53.095,0	170.185,4	73.209,7	56.740,7	105.645,7	63.354,6	176.134,9	71.803,5	185.862,5	124.052,8	696.959,8	1.814.972,6
Total regional	53.698,9	977,8	57.796,2	211.779,4	137.880,9	114.830,3	301.105,5	284.820,5	488.666,9	576.506,7	691.229,4	240.712,2	711.996,8	3.872.001,5

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. Según la capacidad de gestión, nivel de productividad y nivel tecnológico, entre otras características, los productores agrícolas pueden agruparse en 5 categorías, descritas en el Cuadro 5.11.

Las actividades agrícolas y la satisfacción de necesidades en el corto plazo han incidido en la degradación del recurso suelo, expresándose principalmente como erosión. Las causas más comunes de erosión, para grandes zonas del país se describen en el Cuadro 5.12.

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 sistemas 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 del 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, lo 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 los 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 naturales o mejorados y una dependencia más directa de los ecosistemas.

La producción de los distintos rubros ha incidido en la degradación del ambiente. Los principales efectos ambientales derivados de las actividades agrícolas se describen en el Cuadro 5.13

5.2.3 La dinámica de uso del territorio

La alta concentración de actividades en la capital limita el desarrollo de las economías regionales. Santiago concentra el 40 por ciento de la población nacional y absorbe el 85 por ciento del gasto público en el 2 por ciento de la superficie territorial (Pacheco, 1996). Esto conduce a la sub utilización de amplias zonas, dificultando el desarrollo armónico de la nación. Esta situación genera una alta presión sobre los ecosistemas del área metropolitana provocando impactos de difícil reparación y un 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 de 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

Cuadro 5.11
Caracterización de los productores agrícolas.

TIPO	NÚMERO	CARACTERÍSTICAS
Empresario moderno	10.000	- Buena gestión técnica y administrativa - Altos niveles de productividad - Flexibilidad en el uso de recursos - Rubros rentables y dinámicos
Empresario tradicional	20.000	- Cultivos tradicionales - Nivel tecnológico medio a alto - Baja capacidad de gestión - Poca flexibilidad de sus estrategias productivas
Pequeño productor integrado	30.000 a 40.000	- Rubros más rentables - Buena inserción en el mercado - Nivel tecnológico medio - Baja capacidad de gestión - Flexibilidad relativa de las estrategias productivas
Pequeño productor con potencial agropecuario	50.000 a 60.000	- Requieren de inversión y apoyo técnico para adoptar rubros más rentables - Poca tecnología - Baja rentabilidad - Baja capacidad de gestión - Baja productividad
Pequeño productor sin potencial agropecuario	120.000 a 140.000	- Agricultura de subsistencia - Ingresos de origen extrapredial - Pobreza generalizada

Fuente: CORFO, 1998

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 5.5 y 5.6 y en el Cuadro 5.14.

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 5.6.

El ordenamiento territorial surge como una necesidad urgente, dado el acelerado crecimiento de algunas comunas frente el estancamiento de otras, determinando focos de progreso –temporal hasta la saturación–, y centros de pobreza y marginalidad. Esto provoca migraciones y problemas sociales (Pacheco, 1996). El crecimiento de las comunas se realiza sobre la base de concesiones para el desarrollo de actividades de diversa naturaleza como las turísticas, industriales, poblacionales, entre otras, en zonas que posteriormente pudieran resultar inadecuadas para tales usos como producto del propio crecimiento urbano, lo que genera molestias y frustración en la población. 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 76,6 a 72,9 por ciento, respectivamente, lo que está revelando un cierto grado de intensificación de la agricultura durante los años 90. El sector forestal ha mostrado durante este período un incremento sostenido de las superficies plantadas con pino y eucalipto, lo que ha significado un aumento del 35 por ciento respecto a la superficie plantada en la temporada inicial del mismo, por su parte en igual período la superficie destinada a los cultivos anuales ha mostrado un descenso, más acelerado en el período 1989–1990 a 1991–1992 para luego estabi-lizarse en torno al 11 por ciento del total. La evolución de la estructura de uso del suelo, durante esta década se representa en la figura 5.8.

La confección de un plan de ordenamiento territorial necesariamente debiera incorporar el componente ambiental para evitar posibles futuros impactos del ecosistema a partir del mal uso del suelo. Mediante la aplicación de diferentes parámetros que permitan racionalizar y optimizar el aprovechamiento de espacios y recursos para fines urbanos, rurales o silvestres, en áreas previamente definidas según las aptitudes y condiciones que sean propias y favorables a cada uso.

Esto requiere de una evaluación acabada de los recursos naturales presentes en el área de estudio como los tipos de suelos, de vegetación, la hidrografía y otros, para posteriormente definir y establecer indicadores acerca de la naturaleza, distribución e intensidad de la actividad humana del área de estudio y sus efectos sobre el entorno.

El modelo de desarrollo debe promover en el futuro la armonización de aspectos vinculados al medio ambiente y a la calidad de vida de la población, superando algunas falencias, tales como la concentración de actividades en la capital y la especialización de las actividades productivas de rubros primarios, con fuerte dependencia de los recursos naturales y con relativa baja incorporación de valor agregado.

En países como Alemania, Japón o Dinamarca, la política de ordenación territorial se fundamenta en la acción conjunta de los agentes privados y la comunidad regional para la búsqueda de políticas ambientales y de fomento industrial. En el caso de nuestro país la aplicación de estas acciones debiera comenzar por el fomento de actividades intrasectoriales, lo que supone una optimización del uso de los recursos en cada región y la búsqueda de soluciones ambientales estructurales para el desarrollo armónico del territorio. Estas acciones requieren del trabajo conjunto del sector público y privado.

5.3 ASPECTOS JURÍDICOS INSTITUCIONALES, PROGRAMAS Y COMPROMISOS INTERNACIONALES

5.3.1. Las leyes que regulan el uso del suelo

El uso del suelo urbano se rige según lo dispuesto en los Planos Reguladores (artículo 57 del capítulo IV del Decreto con Fuerza de Ley N° 458), el cambio del uso del suelo se tramitará como modificación del Plan Regulador correspondiente (Artículo 61 del capítulo IV del Decreto con fuerza de Ley N° 458), la modificación deberá 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 en el sector rural será posible cuando el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) emita 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 del 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).

Las leyes que regulan el uso del suelo no han sido eficaces en su acción, dado que en la actualidad el uso del suelo ha variado en función de las necesidades impuestas por el mercado, es así por

Cuadro 5.12

Tipos, factores y causas de la erosión en algunas zonas del país.

ZONA	TIPO DE EROSIÓN	FACTORES Y CAUSAS
Norte Grande y Chico: I a III regiones; cordones y estribaciones andinas de la IV región	Eólica Hídrica Geológica	- Sobrepastoreo - Aumento de la población ganadera - Dificultades económicas
Cordillera de la Costa y Planicies de la IV región	Hídrica Eólica Dunas litorales	- Tala de matorral semidesértico - Sobreutilización de praderas - Cultivo en suelos no arables
Cordillera de la Costa y planicies de la V a VIII regiones	Hídrica Eólica (costa) Dunas litorales	- Tala de bosque esclerófilo - Actividades forestales - Incendios y quemas - Sobrepastoreo - Cultivo en suelos no arables - Barbechos, siembras en pendiente - Dificultades económicas
Cordillera de la Costa y planicies de la IX y X regiones	Hídrica Eólica (costa)	- Explotación indiscriminada del bosque nativo - Habilitación de suelos de aptitud forestal para agricultura y ganadería (tala rasa y quemas)
Precordillera andina de las regiones V y RM	Hídrica	- Tala del matorral y del bosque esclerófilo andino para uso como leña y carbón - Incendios y quemas
Precordillera andina de las regiones VI a X	Hídrica Eólica	- Tala de bosques mesofíticos e hidrofíticos - Quema de rastrojos - Cultivos anuales en suelos no arables - Barbechos descubiertos - Labranza y siembras en el sentido de la pendiente
Cerros y lomajes del Llano Central, V a X regiones	Hídrica	- Tala de bosques esclerófilos y mesofíticos, para uso como leña y carbón - Quema de rastrojos y matorrales - Barbechos descubiertos - Labranza y siembras en el sentido de la pendiente - Cultivo de cereales en suelos no arables
Patagonia	Hídrica Eólica	- Sobreutilización de las praderas - Explotación indiscriminada del bosque nativo - Habilitación de suelos de aptitud forestal para uso ganadero - Talas y quemas

Fuente: Universidad de Chile, 1997.

RUBRO PRODUCTIVO	PRINCIPALES EFECTOS AMBIENTALES
Frutales y vides	- 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 - Riesgos de salinización de suelos por riegos 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 la existente
Hortalizas	- 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
Cultivos anuales	- Uso de grandes volúmenes de fertilizantes, particularmente en el caso del maíz - Pérdida de biodiversidad - Menor número de labores y tránsito de maquinaria
Cultivos industriales	- Manejo intensivo del suelo, particularmente en la cosecha de la remolacha - Uso de grandes volúmenes de fertilizantes
Ganadería	- 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

Cuadro 5.13
Efectos ambientales derivados de la producción agrícola.

ejemplo 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, campos de golf y áreas recreativas y de esparcimiento. La vigencia de los planos reguladores es temporal y un cambio en el uso del suelo puede significar en el mediano plazo una modificación de los planos en forma definitiva.

En el año 1991 un estudio del SAG indicó que la superficie que abarcaban en su conjunto los planos reguladores de 12 comunas de Santiago, 6 pueblos aledaños y 9 ciudades regionales era de 139.064 ha, de esta superficie 80.971 ha (58,2 por ciento) permanecía aún en uso agrícola, concentrándose el 87,2 por ciento en la Región Metropolitana (RM), (CONAMA, 1994).

El estudio señaló, además, que de los suelos actualmente sometidos a uso agrícola, alrededor del 50 por ciento (40.500 ha) corresponde a suelos regados de las clases de capacidad de uso I, II y III, y de los cuales alrededor del 75 por ciento están incluidos dentro de los límites de los planos reguladores de la RM. Ver Figura 5.7

De la superficie que abarcan los suelos de clase I de capacidad de uso un 10 por ciento se encontraba incluido en las áreas urbanas estudiadas. La mayor superficie de suelos agrícolas de alta productividad se encuentra en el área de expansión urbana de Santiago y Rancagua.

La tasa media de crecimiento urbano nacional es de aproximadamente 1.200 ha anuales (Santibánez *et al*, 1996).

Ley de fomento al riego y drenaje:

La ley de fomento al riego y drenaje (Ley 18.450), administrada por la Comisión Nacional de Riego, está orientada a incorporar superficies de secano al riego, habilitación de suelos de mal drenaje, mejoramiento de la disponibilidad de

Cuadro 5.14

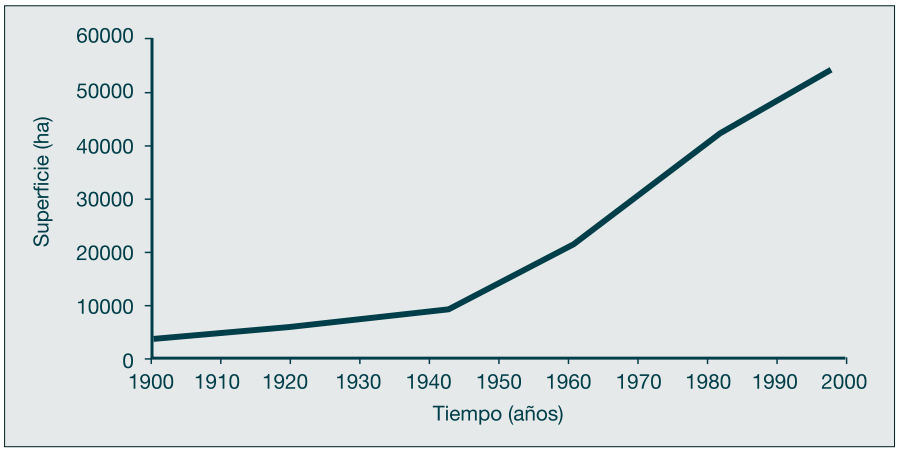
Expansión urbana del Gran Santiago para el período comprendido entre 1541 y 1998.

Elaborado por los autores sobre la base de IGM, 1985 y una imagen satelital SPOT.

PERÍODO HISTÓRICO	AREA URBANA AL INICIO DEL PERÍODO (ha)	EXPANSIÓN URBANA ha	AREA URBANA AL FINAL DEL PERÍODO (ha)	TASA DE EXPANSIÓN (ha/AÑO)
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

Figura 5.5

Evolución de la superficie urbana del Gran Santiago durante este siglo.



agua en zonas con déficit y tecnificar el riego para un mejor aprovechamiento del recurso hídrico.

La bonificación del Estado financia hasta un 75 por ciento del costo de los proyectos y hasta un costo máximo de las obras equivalentes a 12.000 UF, y 24.000 UF, si se trata de organizaciones de usuarios o comunidades de aguas no organizadas.

Los beneficiarios son adjudicados a través de concursos que se realizan periódicamente.

5.3.2 La Institucionalidad

Los organismos nacionales y regionales

Ministerio de Obras Públicas (MOP)

El MOP es la Secretaría del Estado encargada del planeamiento, estudio, proyección, construcción, ampliación, reparación, conservación y explotación de las obras públicas fiscales del país.

Las funciones del MOP son las siguientes:

- Realizar las obras que le encargan los ministerios que por ley tengan facultad para construir obras, como las instituciones o empresas del Estado, las sociedades en que el Estado tenga participación y las municipalidades, conviniendo sus condiciones, modalidades y financiamiento.
- Administrar el recurso agua en el ámbito nacional, en lo relativo a su conocimiento, distribución, asignación, uso, conservación y preservación, conforme al Código de Aguas.
- Estudiar, construir y mantener la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.
- Satisfacer la creciente demanda en infraestructura, para lo cual ha implementado el Sistema de Concesiones, donde empresas o consorcios privados realizan obras públicas, recuperando su inversión a través de tarifas al usuario.

Figura 5.6

Expansión urbana del Gran Santiago entre 1541 y 1998.

Fuente: IGM1985 e Imagen Satelital SPOT.

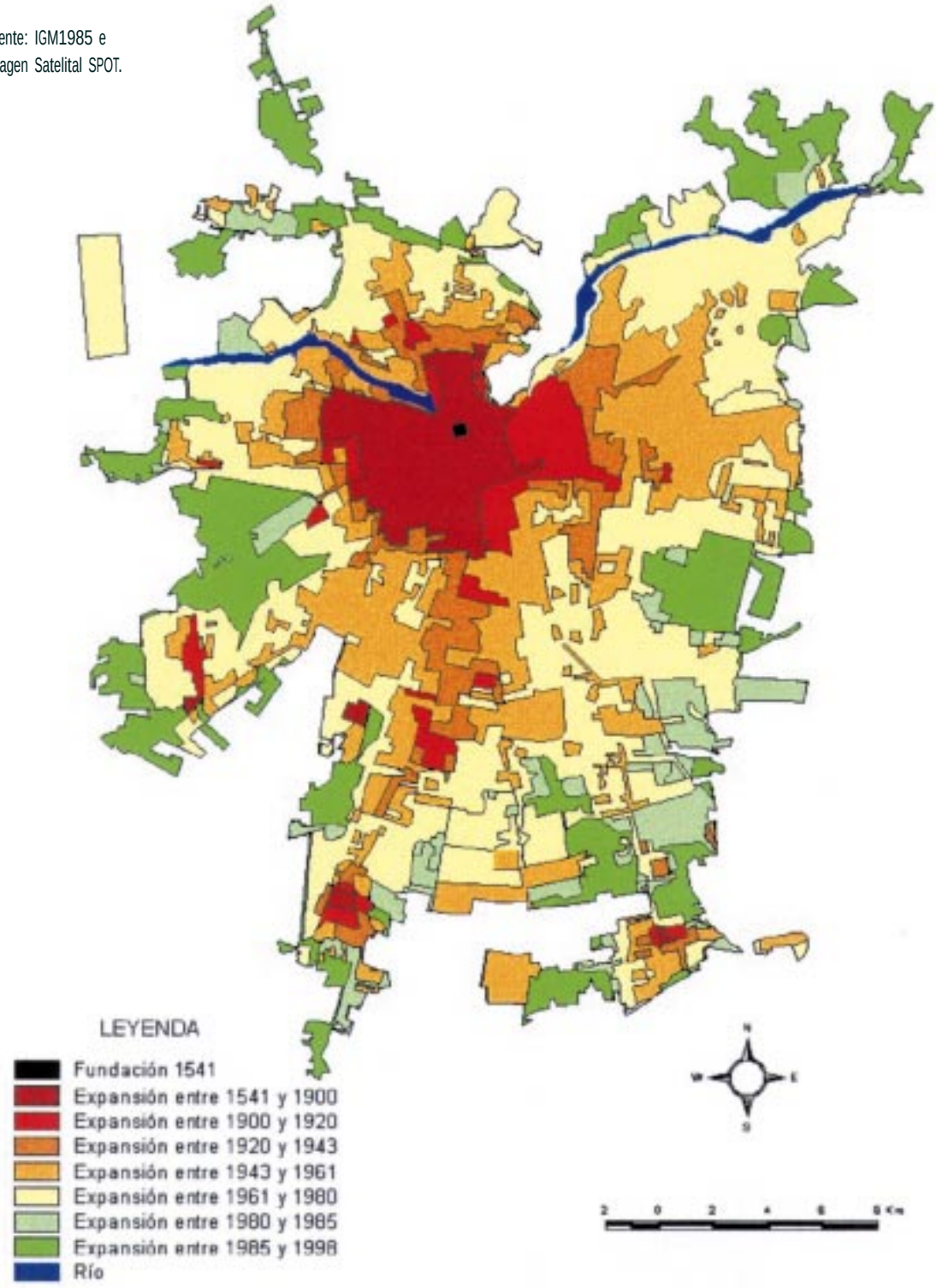
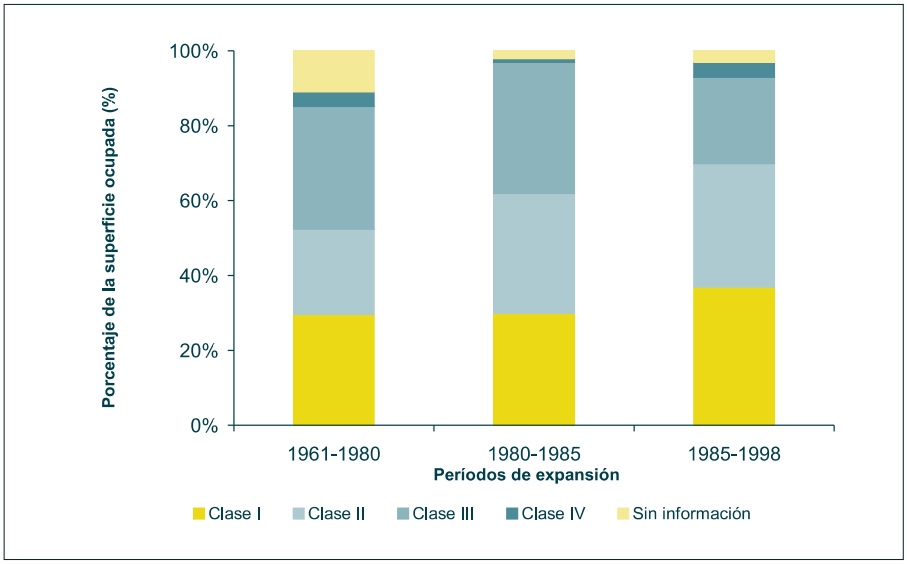


Figura 5.7
Aptitud de los suelos ocupados por la urbanización del Gran Santiago.



Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)

La CONAMA es una institución estatal que tiene como misión promover la sustentabilidad ambiental del proceso de desarrollo y coordinar las acciones derivadas de las políticas y estrategias definidas por el gobierno en materia ambiental.

Los objetivos de la CONAMA son los siguientes:

- Recuperar y mejorar la calidad ambiental.
- Prevenir el deterioro ambiental.
- Fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales.
- Introducir consideraciones ambientales en el sector productivo.
- Involucrar a la ciudadanía en la gestión ambiental.
- Fortalecer la institucionalidad ambiental en el ámbito nacional y regional.
- Perfeccionar la legislación ambiental y desarrollar nuevos instrumentos de gestión.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

El SAG tiene como misión, apoyar el incremento de los niveles de competitividad, sustentabilidad y equidad del sector silvoagropecuario a través del mejoramiento de la condición de estado de los recursos productivos en sus dimensiones sanitaria, ambiental, genética y geográfica, a la vez que el desarrollo de la calidad alimentaria.

Los objetivos del SAG son:

- Contribuir al desarrollo agropecuario del país, mediante la protección, mantención e incremento de la salud animal y sanidad vegetal.
- Proteger y conservar los recursos naturales renovables que inciden en el ámbito de la producción agropecuaria del país.
- Controlar los insumos y productos agropecuarios sujetos a regulación en normas legales y reglamentarias.
- Estudiar y regular el uso de agroquímicos en el desarrollo silvo-agropecuario.
- Aplicar programas derivados de La Ley de Recuperación de Suelos Degradados.

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:

- Contribuir al incremento y uso sostenible de los recursos forestales.
- Conservación de los ecosistemas naturales representativos de la diversidad biológica de Chile.
- Contribuir preferentemente a mejorar la calidad de vida de la población rural mediante acciones forestales.
- Protección de los ecosistemas forestales frente a la acción de agentes dañinos.

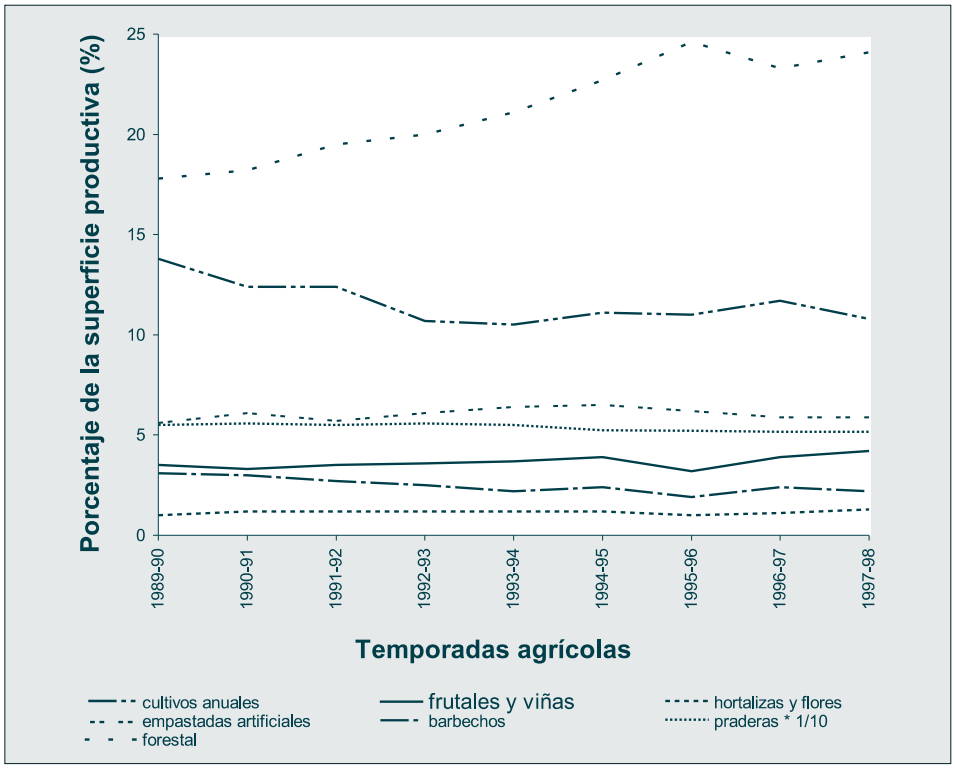


Figura 5.8
Evolución de la estructura de uso del suelo agrícola durante la última década.

El rol de los municipios

La Ley Orgánica de Municipalidades (Nº 18.695) define la existencia de una serie de unidades administrativas al interior de éstas, encargadas de la ejecución de diversas tareas, tales como:

La Dirección de Obras Municipales, unidad asesora y operativa en materias relativas al plan regulador comunal, permisos de edificación, inspección de obras en uso, ejecución de proyectos de inversiones y prevención del deterioro ambiental. La Dirección aprueba o rechaza las subdivisiones de predios urbanos y urbano-rurales, aplica normas legales y técnicas para prevenir el deterioro ambiental, a través del control en el diseño y calidad aislante de las edificaciones y loteos, preservación de áreas verdes, quebradas, ríos, esteros y canales, control de chimeneas, ductos de gases, desagües, tratamiento de aguas servidas, actividad de servicios de utilidad pública, seguridad y ubicación de obras de infraestructura. La Dirección cuenta con 4 departamentos: de proyectos, de permisos, de asesoría urbana y de estudios ambientales. El Departamento de Asesoría Urbana es el encargado de preparar los antecedentes pertinentes con el fin de proponer las modificaciones y seccionales del plan regulador comunal. Por su parte el Departamento de Estudios Ambientales se encarga de evaluar el impacto ambiental de los proyectos presentados por los contribuyentes a la Dirección de Obras, aprobar o rechazar el estudio ambiental que formará parte del proyecto presentado a la Dirección de Obras y elaborar los estudios de impacto ambiental de los proyectos municipales.

La Dirección de Aseo y Ornato estudia y propone proyectos de forestación de áreas verdes de la comuna, fiscaliza el servicio de tratamientos y disposición final de los residuos domiciliarios. Esta Dirección, a través de su Departamento de Ornato, tiene como misión preservar las áreas verdes; mantener el catastro de arbolado y áreas verdes; establecer y mantener actualizados los estándares mínimos aceptables en términos de superficie de áreas verdes con relación al número de habitantes, así como también la distribución espacial de las áreas verdes en la comuna.

La educación de la población en materias de preservación del medio ambiente es una de las labores a cargo del Departamento de Higiene Ambiental, dependiente a su vez de la Dirección de Desarrollo Comunitario.

El rol de 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 ame-

nazas 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.

Las ONG en su contacto directo con la sociedad civil, pueden organizar y coordinar a las entidades privadas en la consecución de objetivos que apunten al beneficio de la naturaleza, sin que necesariamente tenga que participar el Estado a través de sus estructuras. A modo de ejemplo se puede citar la Red de Áreas Privadas Protegidas (RAPP), promovida por CODEFF (Cuadro 5.15).

En general estas organizaciones tienen un carácter asistencial, es decir, orientan su acción hacia los sectores de la población que disponen de menos recursos financieros y tecnológicos. Por esta razón ellas pueden cumplir un rol complementario a las agencias del Estado en la atención de los problemas derivados de la degradación ambiental y de la pobreza en áreas marginales.

5.3.3 Los programas globales y específicos

El Programa de Acción Nacional Contra la Desertificación (PANCD)

El PANCD está a cargo de la CONAF y es un instrumento multisectorial que coordina a las instituciones públicas o privadas para lograr la convergencia de acciones de corto, mediano y largo plazo, en la prevención, detención o reversión de la desertificación y los efectos de la sequía en Chile. El PANCD tiene como misión mejorar la calidad de vida de las poblaciones asociadas a los espacios geográficos en proceso de desertificación, a través de sistemas de producción sustentables.

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.
- Integrar la lucha contra la desertificación en estrategias nacionales, regionales y locales de desarrollo económico y social, indicar y proponer formas participativas de incorporación de las comunidades humanas amenazadas por el proceso de desertificación.

El programa de control de plaguicidas

El SAG es la entidad encargada del control de plaguicidas de uso agrícola en nuestro país, para lo cual cuenta con dos programas:

Programa de control de las importaciones

Enmarcado en la Ley N° 18.164 del Ministerio de Hacienda, mediante el cual personal del SAG verifica si el plaguicida a ser internado corresponde a un producto cuyo uso no está prohibido en nuestro país, además el plaguicida debe estar inscrito en el Registro de Plaguicidas de Uso Agrícola de la institución y su inscripción debe estar vigente.

Programa de control de la distribución de plaguicidas

Se divide en dos subprogramas:

- Control de las condiciones de distribución; mediante el cual, personal del SAG en forma periódica verifica las condiciones de almacenaje y etiquetado de los plaguicidas en los lugares de acopio y de almacenamiento.
- Control de la composición; en el cual personal del SAG realiza la toma de muestras de material en los lugares de almacenaje o distribución, las que serán posteriormente analizadas por laboratorios acreditados para verificar, so pena de sanciones, si la composición del producto analizado corresponde a la indicada en su etiqueta. El SAG ha proyectado el control de la composición a todas las partidas de plaguicidas que ingresen a Chile y a aquellas formulaciones que posteriormente serán comercializadas en nuestro país, para evitar la circulación de productos cuya composición no corresponde a sus antecedentes de registro (SAG, 1996).

Desde febrero de 1998 y hasta marzo del año 2001 se estará ejecutando un proyecto entre Chile 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.

La regulación y restricción del uso de plaguicidas

El SAG realiza permanentemente revisiones de los productos que se están comercializando en el país, tomando las medidas en el caso de que exista información técnica fundamentada acerca del daño a la salud de las personas, de los animales o daño ambiental que pudiera provocar el uso de un plaguicida. La decisión de prohibir el uso, distribución, importación, fabricación o venta de un plaguicida se llevará a cabo por resolución publicada en el Diario Oficial, cuando se analiza toda la información disponible y se verifica que la restricción se justifica y es aplicable en nuestro país.

Marco legal en que se basan las acciones del SAG

Protección agrícola: (Decreto de ley N° 3.557) que otorga al SAG el conjunto de facultades para normar el uso, venta, fabricación, distribución e importación de plaguicidas de uso agrícola.

Registro de plaguicidas: (Resolución N° 1.178 y N° 2.054) establece la aprobación del uso y venta de un determinado plaguicida en el país mediante la inscripción del producto en el Registro de Plaguicidas Agrícolas del SAG.

Etiquetado de los productos: (Resolución N° 1.179) norma la información contenida en las etiquetas de los plaguicidas para que el uso del producto sea lo más seguro posible.

Clasificación toxicológica de los plaguicidas: (Resolución N° 1.117) según sus riesgos, basada en la clasificación de la OMS.

Inclusión de las tolerancias de residuos: (Resolución N° 938) establecidas para ese plaguicida en los países a los cuales se exportan productos vegetales.

Uso de pictogramas: (Resolución N° 412) que representan las precauciones e indicaciones relativas al almacenamiento, manipulación, aplicación y advertencias para la protección del ambiente.

Acreditación de laboratorios: (Decreto supremo N° 3) establecimiento de los requisitos que deben cumplir los laboratorios para realizar los muestreos y análisis de plaguicidas.

Tolerancias para la interpretación de los análisis de contenido de plaguicidas: (Resolución N° 386) de muestras sometidas a técnicas y metodologías de análisis validadas mundial-mente.

Programa para la Recuperación de Suelos Degradados

Este programa, ejecutado por el SAG, tiene tir la sostenida degradación del suelo, generada en el uso intensivo del recurso mediante la aplicación de tecnotación, a través del acceso de los agricultores a recursos económicos que permitan mejorar la calidad del suelo agrícola.

El programa de recuperación de los suelos degradados se divide en cinco sub programas, descritos a continuación:

Fertilización fosfatada

Consiste en estimular la aplicación de una fertilización fosfatada de corrección, para elevar la disponibilidad del elemento a un valor base de 15 mg/kg, mediante un incentivo de hasta un 80 por ciento de los costos netos de la operación.

Enmiendas calcáreas

Promueve la incorporación al suelo de productos equivalentes a carbonato de calcio para elevar el valor de pH del suelo hasta 5,8 y disminuir la toxicidad por aluminio reduciendo el porcentaje de saturación por aluminio a niveles inferiores al 5 por ciento; el incentivo cubre hasta un 50 por ciento de los costos netos.

Praderas

Fomenta el establecimiento o regeneración de una cubierta vegetal permanente en los suelos degradados; el incentivo cubre hasta el 50 por ciento de los costos netos.

Conservación de suelos

Estimula el uso de métodos y prácticas de conservación de suelos para evitar la pérdida por erosión, mediante la aplicación de prácticas como la cero o mínima labranza, control de avance de dunas, cultivos en fajas, forestación de suelos ocupados por pequeños agricultores, aplicaciones de materia orgánica, zanjas de infiltración y otros. Se subvenciona hasta un 80 por ciento de los costos netos.

Rehabilitación de suelos

Se fomenta la eliminación de tocones, troncos muertos o matorrales sin valor forrajero en aquellos suelos aptos para uso agrícola, el incentivo cubre hasta un 50 por ciento de los costos netos.

Cuadro 5.15
Red de Areas Protegidas Privadas.

REGIÓN	NÚMERO DE PREDIOS	SUPERFICIE (ha)
V	8	2.689,5
VI	8	23.698,0
VII	17	7.257,5
VIII	5	11.141,4
IX	12	1.227,0
X	21	264.246,6
XI	16	5.149,4
XII	1	12,0
RM	5	9.654,1
Total	93	325.180,5

Fuente: CODEFF, 1999

Las postulaciones a los beneficios de los programas deben canalizarse a través de INDAP o SAG, dependiendo del tamaño del predio, de los activos del agricultor y del origen de su fuente principal de ingresos.

La postulación deberá incluir, entre otros antecedentes, un plan de manejo realizado por un operador acreditado y los resultados del análisis de suelo, emitidos por un laboratorio autorizado.

El programa social de obras de riego medianas y menores (PROMM)

Este programa, creado en 1990, está enmarcado en los principios y planes del gobierno para superar la pobreza. Su ejecución es dependiente del Ministerio de Obras Públicas y está destinado a mejorar la calidad de vida y oportunidad de crecimiento económico a las comunidades favorecidas por éste. El programa apoya la construcción, rehabilitación y reparación de obras de riego medianas y menores. Al igual que otros proyectos de riego, se rige por la Ley 1.123, cuyo reglamento estipula que los beneficiarios de las obras de riego construidas por el Estado deben reembolsar su costo.

El programa contempla el beneficio de 16.178 agricultores para el período 1994–2000.

Los resultados de la aplicación del programa indican que en el período 1994–1998 se mejoró la calidad de riego de 120.405 ha equivalentes y para el período 1999–2000 se contempla el mejoramiento de 49.600 ha y la incorporación de 16.970 nuevas ha de riego (MOP, 1999).

Inversiones en obras hidraúlicas

En la década del 60 la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas (MOP) construyó embalses capaces de regular unos 2.000.000.000 de m^3 y alrededor de 1.800 km de canales entre matrices y derivados; en los 70 se regularon unos 50.000.000 de m^3 y se construyeron alrededor de 200 km de canales y en los 80 no se ejecutaron obras de regulación y la construcción de canales no fue relevante (MOP, 1990).

La evolución de las inversiones en obras hidráulicas, de acuerdo a la información señalada por el MOP (1999) se muestra en la Figura 5.9.

Gestión del MOP en obras hidráulicas durante la presente década

Las inversiones del Ministerio de Obras Públicas se detallan de año en año en la memoria anual de la institución, en este documento se informa el avance de las distintas obras emprendidas. Hasta el año 1996 el manejo de la información correspondía a la Dirección de Riego y desde entonces pasó a manos de la Dirección de Obras Hidráulicas.

En el año 1990 la gestión de la Dirección de Riego incluyó la ejecución de las siguientes obras: mantención y mejoramiento en el Canal Lauca (I Región), revestimiento de algunos canales del río Loa (II Región), trabajos relacionados con la red terciaria del Canal Pencahue, construcción de pozos profundos en la IV Región y una inversión de $ 150.000.000 en obras para esa región (MOP, 1991).

En 1991 se incrementó notablemente el presupuesto de la Dirección de Riego a $2.916.727.000 (570 por ciento de incremento, respecto del año anterior), durante este año se ejecutaron las siguientes obras: construcción del canal Pencahue (VII Región) que incorporara 12.000 ha al riego,

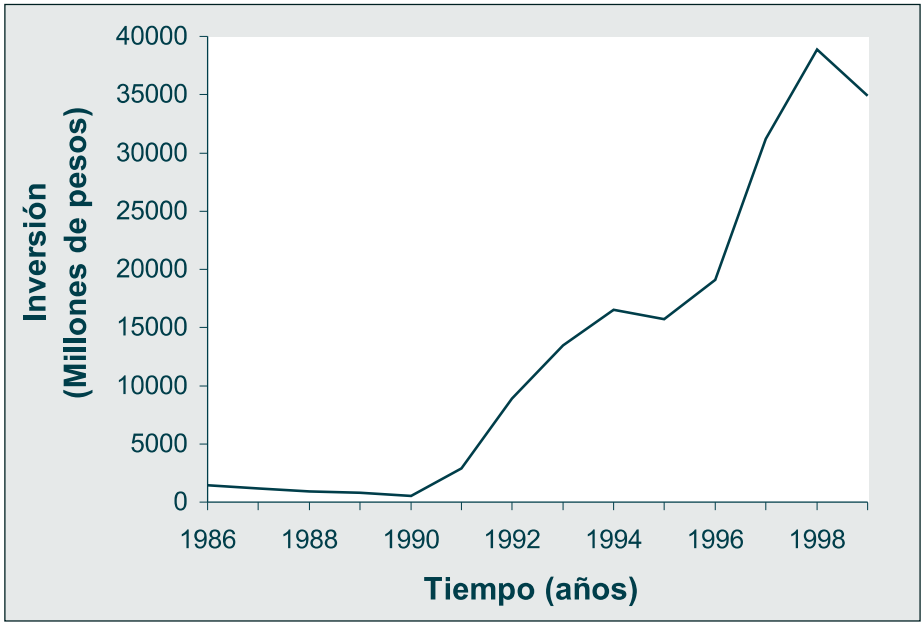


Figura 5.9
Evolución de las inversiones en obras hidráulicas entre 1986 y 1999.

construcción del sistema de distribución del canal Laja Diguillín (VII Región) que beneficia a 63.300 ha, se inicia la construcción del túnel de desviación del Embalse El Toro en Santa Juana (III Región), la capacidad de esta obra asciende a 160.000.000 m^3, lo que permite regar 12.000 ha y generar energía eléctrica para la zona; puesta en marcha de la planta de cloración del Canal el Carmen en Colina (RM) que permite el suministro de agua saneada (como parte de la campaña de prevención del cólera) para 40.000 ha (MOP, 1992).

En 1992 continúa la fase de construcción del Canal Pencahue. Durante esta temporada de riego se incorporaron 4.000 ha. Continúa la construcción del Embalse Santa Juana, iniciándose el levantamiento del muro y las obras anexas contratadas. Se realiza el llamado a licitación para la contratación del proyecto de ingeniería de detalle del Canal Laja Diguillín, el que beneficia a 3 de las 77 comunas más pobres del país (comunas de El Carmen, San Ignacio y Peumo) con una superficie de 63.300 ha y 3.079 predios. Se inicia la construcción de las obras del Embalse Convento Viejo (ubicado entre la VI y VII regiones) esta obra tiene una capacidad de 27.000.000 de m^3, ampliando la seguridad de riego de 27.000 ha del río Chimbarongo. A través del PROMM, se inician las faenas de reemplazo de una tubería de 4,5 m^3/s del Sifón La Placa (IV Región) que beneficia a 5.100 ha. Se inician las obras de construcción de un nuevo vertedero de descarga y la reparación del muro del Embalse Lliu-Lliu, que permite la acumulación de 2.500.000 m^3 en beneficio de 320 ha. Como parte de la lucha contra la sequía se perforaron 9 pozos en la I Región (MOP, 1993).

En 1993 continuó la tercera fase de construcción de los Canales Oriente, Poniente y la red de derivados del Canal Poniente del Canal Pencahue, incorporándose 6.800 ha al riego. Se avanzó en la construcción del muro, del plinto y de la pared moldeada del Embalse Santa Juana. Entra en operación el Embalse Convento Viejo. A través del PROMM, se terminó la etapa de construcción y pasaron a explotación las obras del Sifón La Placa (IV Región), el Embalse Lliu-Lliu (V Región) y el Embalse Convento Viejo (VI Región), además se inicia el mejoramiento del Canal Buzeta en la IV Región (MOP, 1994).

En 1994 se contrató la construcción de los Canales San Manuel y Botalcura, derivados del Canal Oriente, junto a las obras complementarias del mismo para el Canal Pencahue, se avanzó en la construcción del muro, del plinto, de la losa de hormigón aguas arriba, de la pared moldeada y se completó la construcción de la variante de la carretera a Alto del Carmen. Se colocaron las compuertas sobre el vertedero del Embalse Convento Viejo. A través del PROMM, se logró el mejoramiento del Canal Villalón (IV Región), el regadío de huertos familiares de Puerto Natales (XII Región) con una superficie beneficiada de 510 ha, el regadío del Valle Putaendo (V Región),

mejoramiento del Canal Buzeta (IV Región) y el mejoramiento del Canal Melado (VII Región) con una superficie beneficiada de 59.676 ha (MOP, 1995).

En 1995 se inició el llenado del Embalse Santa Juana. Se terminó la ejecución del suministro y montaje de las compuertas del vertedero y obras complementarias para mejorar la operación de la presa del Embalse Convento Viejo. Se continúa el desarrollo de la formalización de expropiaciones, operación y manutención del Sistema de Regadío Pencahue y se concluyen los canales finales que componen el proyecto. Se logró un avance del 85 por ciento de la ingeniería básica del canal Laja Diguillín. A través del PROMM se concluye la segunda etapa de mejoramiento del canal Buzeta (IV Región), se logra el plan de actividades planeadas para el sistema de regadío Valle de Putaendo (V Región), continúa la reparación del Canal Melado (VII Región) y la construcción y habilitación de huertos familiares en la XII Región. Se inició el mejoramiento del Canal Camarico con una superficie beneficiada de 5.500 ha, del Sistema de Canales del Río Aconcagua (V Región) a través de labores de rehabilitación, limpieza, embancamiento, filtraciones y ejecución de obras, con lo cual se persigue el beneficio a 8.210 ha (MOP, 1996).

En 1996 se controló el primer llenado del Embalse Santa Juana, poniendo en marcha blanca todos los equipos y coordinando los procesos de utilización del agua por los regantes del valle. Se inicia la construcción del Embalse Puclaro (IV Región) con una capacidad proyectada de 200.000.000 m^3 y una superficie beneficiada de 20.700 ha. Se terminaron las obras complementarias pendientes del Embalse Convento Viejo. Se construyeron las obras complementarias, obras de seguridad y aforo, y los canales de descarga del Canal Pencahue. Se continuaron los trabajos iniciados durante el año anterior en el Proyecto Laja Diguillín. A través del PROMM se concluyeron las obras correspondientes a la segunda etapa y se inician las obras de la tercera etapa del mejoramiento del Canal Buzeta (IV Región), se inició la construcción de la unión de los Canales Cutún-Las Rojas, El Romeral, San José de Bellavista y San Pedro Nolasco para conducir el caudal total por el Canal San Pedro Nolasco, esta obra beneficia a 2.550 ha, se continúa con las obras de mejoramiento del Canal Camarico (IV Región), se terminaron obras pendientes de la reposición del Puente Sifón Loncomilla que beneficia a 7.700 ha, ejecución de obras en el Sistema de Canales del Río Combarbalá para beneficiar una superficie de 1.500 ha, durante este año. Se inicia el mejoramiento del Embalse Tutuvén (VII Región) para recuperar la capacidad original de esta obra (18.000.000 de m^3 y el beneficio de 2.200 ha), el mejoramiento de la obra permite incorporar 1.500 ha al riego. Se inicia la construcción de la terminación del Canal Cayucupil (VIII Región), lo que beneficia a una superficie de 1.530 ha (MOP, 1997).

En 1997 continúan las obras de construcción del Embalse Puclaro (IV Región) y del Sistema Laja Diguillín. Se inicia la construcción del Sistema de Regadío del Valle del Choapa, cuyo embalse proyecta un volumen de almacenamiento de 50.000.000 m^3 y 22.900 ha beneficiadas. A través del PROMM continúan las obras en el proyecto de optimización del riego del río Combarbalá (IV Región), concluyen las obras en el Canal Cayucupil (VIII región), se inician las obras de construcción para el mejoramiento de canales del río Huasco (III Región) con una superficie beneficiada de 4.670 ha, se inician las obras del Canal de Regadío Faja Maisán (IX región) para beneficiar una superficie de 7.373 ha (MOP, 1998).

En 1998 continúan las obras en el Embalse Puclaro (IV región), en el Sistema Choapa (IV Región) y en el Sistema Laja Diguillín (VIII Región). A través del PROMM se concluyen las obras de optimización del riego en el río Combarbalá (IV Región), continúan las obras de mejoramiento de los canales del río Huasco (III Región), construcción de la optimización del recurso hídrico en la cuenca alta del río Hurtado (IV Región), mejoramiento del Sistema de Regadío Cogotí (IV Región), ampliación de la Laguna Chepical (V Región), continúan las obras en el Sistema de Regadío Faja Maisán en la IX Región (MOP, 1999).

Propuesta Plan Nacional de Conservación de Suelos

La CONAMA y el Ministerio de Agricultura, en el año 1994, en un esfuerzo conjunto decidieron impulsar y proponer un Plan Nacional de Conservación de Suelos, sobre la base de un diagnóstico del estado de los recursos, efectuado a escala nacional. Este esfuerzo dio origen a la publicación titulada “Propuesta: Plan Nacional de Conservación de Suelos”. Este Plan centra su objetivo en la protección, uso y manejo del recurso suelo, considerando sus aptitudes, limitaciones y potencialidades con el fin de evitar su degradación. La ejecución de un plan requiere del fortalecimiento del rol del Estado como entidad que garantice la conservación del recurso suelo y del fomento de prácticas y

Cuadro 5.16
Compromisos adquiridos en la Agenda 21 y acciones referidas a los mismos

CAPÍTULO	COMPROMISO	ACCIONES
Capítulo 12	Fortalecimiento de redes regionales de vigilancia de la degradación de la tierra	Determinación de áreas prioritarias de acción de prevención, control o aminoración y focalización de esfuerzos en aquellas áreas territoriales donde se están desarrollando acciones multisectoriales (PANCD).
Capitulo 12	Fortalecimiento de cooperación y asistencia en la preparación de los programas de lucha contra la desertificación	Definición de roles y consenso entre los distintos actores que intervienen en el tema de la desertificación y la sequía. (PANCD)
Capítulo 12	Integración de estrategias nacionales de planificación	Integración de la lucha contra la desertificación en estrategias nacionales, regionales y locales de desarrollo económico social. (PANCD)
Capítulo 12	Establecimiento de un mecanismo nacional de coordinación y observación sistemática	Plan de Acción Nacional Contra la Desertificación (PANCD).
Capítulo 14	Reducción al mínimo de los volúmenes de pesticidas de uso agrícola y/o sustitución de las prácticas tradicionales de control de plagas por un sistema integrado de producción	Ejecución de un proyecto entre Chile y Canadá, relativo a la transferencia de tecnología canadiense para mejorar el uso de plaguicidas, permitiendo mejorar la eficacia de prácticas de protección de cultivos más sustentables.
Capítulo 14	Ayuda a las familias campesinas para fomentar el empleo de tecnologías y sistemas de producción adecuados para el lugar, que permita conservar, rehabilitar los suelos y aumentar la producción agrícola	Programa para la recuperación de suelos degradados del SAG.
Capítulo 14	Nutrición sostenible de las plantas	Programa para la recuperación de suelos degradados del SAG.
Capítulo 14	Mejora substancial de la producción agrícola	Programa social de obras de riego medianas y menores (PROMM), Ley de fomento al riego y drenaje (Ley 18.450).

técnicas de conservación. El plan nacional incorpora, dentro de sus objetivos, la definición de los principios de una política nacional de conservación de suelos y la elaboración de un proyecto de Ley de Conservación de Suelos. El propósito es el de regular el uso del recurso y fomentar su conservación, para prevenir los procesos de degradación, estableciendo responsabilidades para las instituciones públicas y privadas e incorporando aspectos institucionales. Actualmente la Ley de Conservación de Suelos se encuentra en su etapa de elaboración y su presentación al cuerpo legislativo está proyectada para el primer semestre del año 2000.

5.3.4 Los compromisos internacionales

Los compromisos adquiridos en la Agenda 21

La Agenda 21 pretende vincular los temas ambientales y el desarrollo económico. Varios capítulos hacen referencia al manejo, conservación y ordenamiento de los recursos naturales. Algunos compromisos adquiridos en la Agenda 21 y las acciones referidas a los mismos se detallan en el Cuadro 5.16.

El protocolo de Kioto sobre cambio climático

El protocolo de Kioto constituye un avance hacia una concertación internacional para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Con el propósito de detener el aumento de CO_2 en la atmósfera se buscaron novedosos mecanismos entre los cuales están los "Mecanismos de ejecución conjunta" y los "Mecanismos de desarrollo limpio". Los primeros se refieren a los acuerdos que los países desarrollados pueden establecer con países en vías de desarrollo para reducir emisiones a través de la "creación de sumideros" en el territorio de estos últimos. Con este mecanismo, los países desarrollados podrán acreditar el cumplimiento de sus cuotas de reducción de emisiones a través de plantaciones forestales fuera de su territorio.

Los países firmantes deben formular, implementar, publicar y poner al día programas de medición y de mitigación y adaptación al cambio climático, incluyendo al sector energético, industrial y transporte. Las partes también deben desarrollar y promover modalidades para la transferencia de tecnologías medioambientales. El protocolo incluye el Mecanismo de desarrollo limpio, que permite acreditar la reducción de las emisiones por el uso de tecnologías alternativas a las tradicionales o proyectos que beneficien la secuestración de carbono, cuyo diferencial de emisiones, respecto de la no-implementación de estas iniciativas, es acreditado como parte de los compromisos adquiridos por las partes.

Otro mecanismo novedoso corresponde al Comercio de Emisiones, en este caso, si un país desarrolla un proyecto que reduzca las emisiones o aumente la capacidad de sumidero, puede vender las "unidades de reducción de emisiones" a otro país que pueda así ampliar sus emisiones. La conferencia de las partes debiera definir los principios relevantes, modalidades, reglas y normas para la verificación de las contabilidades.

5.4 PERSPECTIVAS

5.4.1. Proyecciones de uso del suelo agrícola

En las próximas décadas la agricultura deberá crecer proporcionalmente al aumento de la demanda interna por alimentos y materias primas, y de 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 que, en la actualidad, se encuentra a plena capacidad de uso.

La estructura de uso del suelo varía en función de las demandas futuras 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.

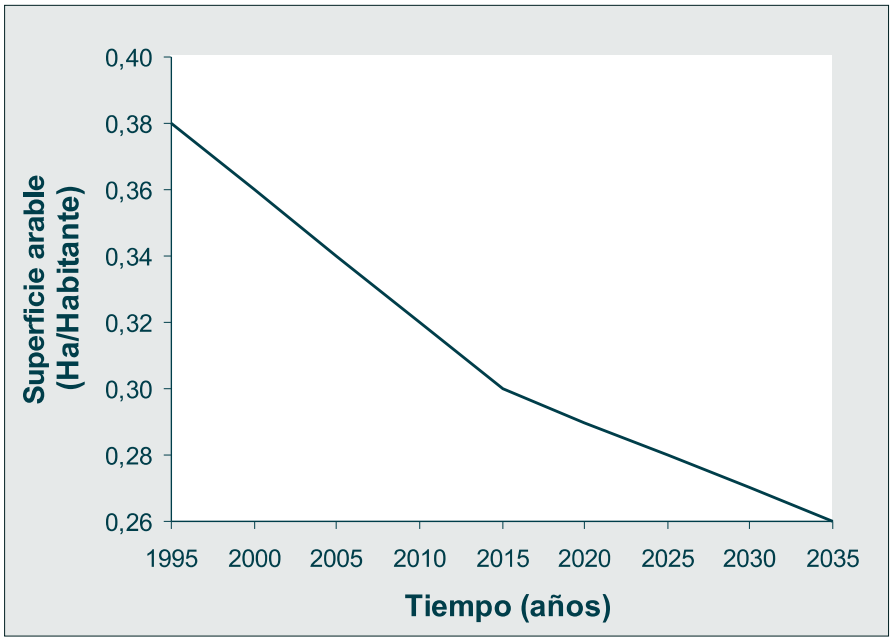


Figura 5.10
Proyección de la disminución de la superficie arable per cápita

Sobre esta base teórica existe 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.

El modelo 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 principalmente al efecto combinado del crecimiento de la población, los procesos degradativos y las pérdidas 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 aumente la sustitución de producción por importaciones. En todos los escenarios se proyecta una reducción de las áreas silvestres que sustentan a los ecosistemas naturales y sirven de base para la conservación de la biodiversidad.

La proyección de la disminución de la superficie de suelo arable per cápita se representa en la Figura 5.10.

5.4.2 Proyección de los procesos de pérdida irreversible del suelo agrícola

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 cerca de 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 hectáreas que quedarían excluidas por completo del proceso de producción agrícola. Si bien esta cifra no es significativa si se la compara

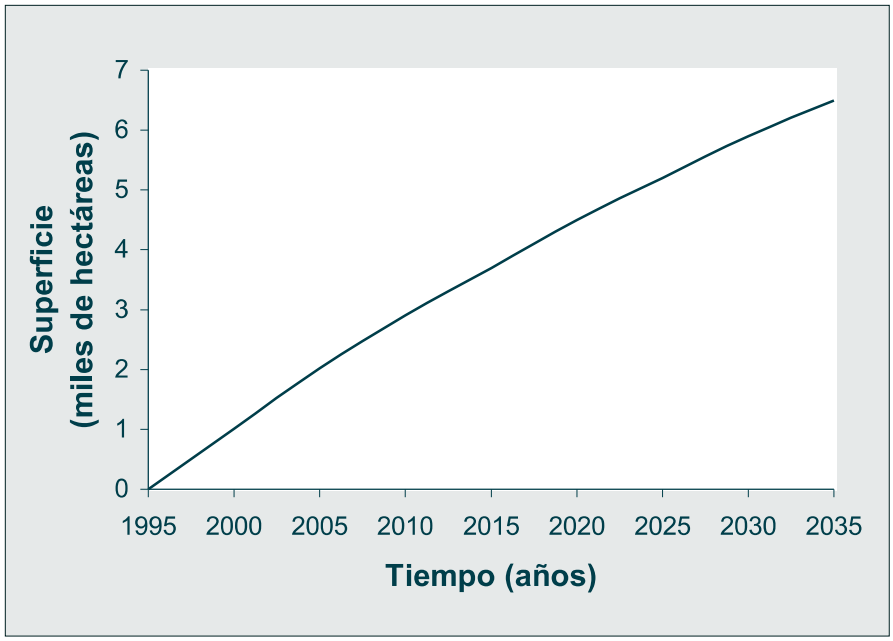


Figura 5.11
Proyección de la pérdida de suelo por erosión

con las 5.272.580 ha arables de que dispone en la actualidad el país, ella tiene un impacto importante sobre los mejores suelos. Una pérdida de esta magnitud representa alrededor del 60 por ciento de la superficie de suelos de clase de capacidad uso I (Santibáñez *et al*, 1996). El modelo AGRI indica que la tasa anual de erosión equivale a la pérdida total de productividad de unas 200 ha al año. La proyección de la pérdida de suelo por erosión se representa gráficamente en la Figura 5.11. La mayor parte de la expansión urbana (alrededor de 1200 ha/año) se hace sobre tierras arables de buena calidad, lo que contribuirá a disminuir el patrimonio de los mejores suelos del país. La proyección de la pérdida de suelo por expansión urbana se representa gráficamente en la Figura 5.12.

5.4.3. Proyección de la demanda de agua por la agricultura

Actualmente el volumen total de agua utilizada en el riego es de unos 14 mil millones de m^3 (unas 14 veces la capacidad del sistema Paloma-Recoleta-Cogotí). Este volumen crecerá en unos 4 mil millones de m^3 adicionales en los próximos 40 años, alcanzando un total de 18 mil millones de m^3. Este requerimiento adicional de agua deberá provenir ya sea de un mejoramiento en la eficiencia de los sistemas de riego, de la ampliación de las obras de regulación hidrológica o de un uso más exhaustivo de las actuales fuentes de agua. Probablemente estos tres aspectos deberán participar conjuntamente en la satisfacción de las necesidades de incremento de la eficiencia del uso de los recursos hídricos en Chile
.

La proyección de la demanda de agua por la agricultura se representa gráficamente en la Figura 5.13.

5.4.4 Efectos de la demanda de agua por la agricultura

El clima del territorio ofrece una amplia variedad de posibilidades para la producción agrícola. Sin embargo, el Valle Central se encuentra sometido a extremos climáticos que periódicamente impactan a la producción y provocan importantes pérdidas. En la actualidad los climas chilenos muestran una tendencia secular decreciente en su régimen pluviométrico. De acuerdo con los modelos de circulación general de la atmósfera, hay una probabilidad importante de que la zona norte y central del país pueda sufrir una disminución de sus recursos hídricos. Esto pone a la agricultura en una situación de mayor vulnerabilidad respecto de los déficit periódicos creados por las sequías (Santibáñez y Uribe, 1999).

La variabilidad climática impacta fuertemente a los rendimientos de la agricultura de secano, haciendo de ésta, una actividad riesgosa en Chile. Los costos globales de la sequía para el país son difíciles de calcular por el gran número de implicancias que este fenómeno tiene. Es útil en todo caso, esbozar, sobre la base de parámetros estimados a partir de las sequías recientes de 1996 y 1998 para que se consideren dentro de posibles impactos en las próximas décadas.

La fruticultura de exportación muestra diversos comportamientos según las especies y regiones, pero globalmente se puede estimar una reducción del 5 por ciento en la producción que habría tenido el sector sin sequía. Debido a la gran diversidad de especies es difícil calcular el valor bruto de la merma, pero utilizando algunas generalizaciones se puede estimar este impacto en US$ 40.000.000. Respecto de los cereales las mermas estimadas alcanzan al 15 por ciento, lo que genera un impacto del orden de US$ 45.000.000. En carne y leche las reducciones se estiman en 8 y 10 por ciento, respectivamente, lo que aporta pérdidas por US$ 48.000.000 adicionales.

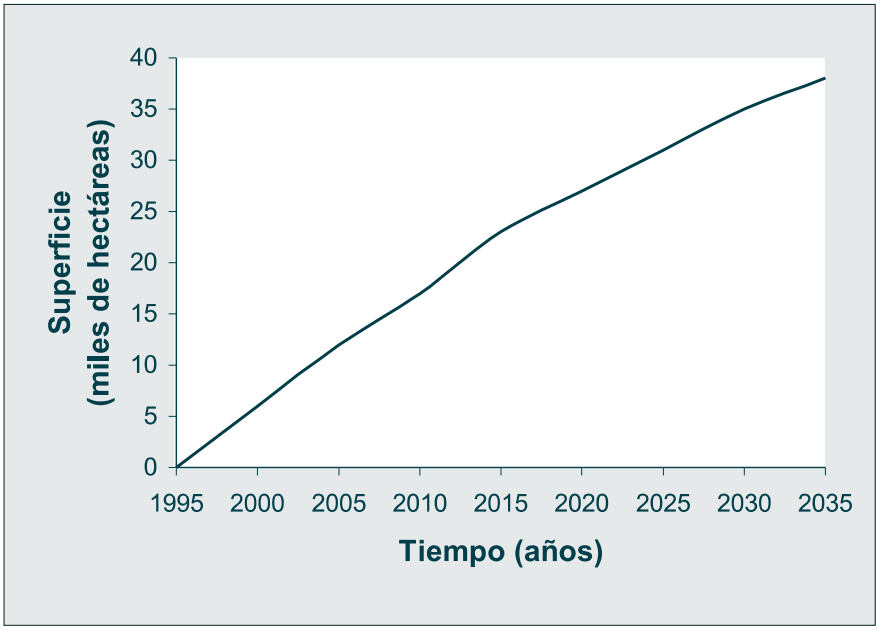
Un impacto aún más difícil de valorar por lo poco evidente que resulta, es en el sector de la producción forestal. Durante años secos el crecimiento de los árboles se retarda haciendo menos productivos a los bosques. Esta situación sólo será apreciada varios años después al momento de la cosecha del bosque. Tomando una productividad de 20 m^3 de madera por hectárea y año, y suponiendo que la sequía sólo ha reducido este valor en un 5 por ciento durante el año, 1.500.000 ha de bosques habrían dejado de producir 1.700.000 m^3, es decir más de 50.000.000 de pulgadas madereras.

Por discutibles que resulten algunos de estos supuestos, las pérdidas que deja una sequía intensa en Chile superan ampliamente US$ 200.000.000. Esto justifica cualquiera acción en investigación y en transferencia de tecnología que tienda a mitigar el efecto de este flagelo natural.

5.4.5 Efectos del cambio climático sobre la agricultura

La evaluación del efecto que ejerce el cambio climático sobre la agricultura, es posible a través del uso de modelos de cultivos que simulan el

Figura 5.12
Proyección de la pérdida del suelo agrícola por avance urbano



crecimiento y la producción de estos, mediante la integración de procesos ecofisiológicos y su regulación climática. Con esta base teórica el Modelo Simulador de la Productividad de los cultivos (SIMPROC) integra en el tiempo las respuestas ecofisiológicas de los cultivos frente a los estímulos climáticos y el aumento de la concentración del CO_2 al doble del valor actual. El crecimiento se simula en el período comprendido entre la emergencia y la cosecha, considerando la intercepción de la radiación solar, las temperaturas extremas, el balance hídrico del suelo y el reparto del crecimiento hacia los distintos órganos y estructuras de la planta.

Mediante estas técnicas de simulación se han evaluado los posibles efectos sobre la productividad agrícola de los cambios climáticos en Chile.

En la mayoría de los cultivos se observa un balance general positivo en la medida que exista una buena disponibilidad de agua en el suelo, es decir, bajo condiciones de riego. En las áreas de secano, los efectos podrían ser negativos en las regiones IV y V, donde el aumento de la aridez deprimiría los rendimientos de todos los cultivos sin riego. Desde la VI región al sur la atenuación del régimen de heladas permitiría anticipar la siembra de los cultivos primaverales, con lo que se conseguiría un mejor aprovechamiento de la precipitación invernal.

En las praderas naturales, el incremento de la concentración de CO_2 induciría una caída de la productividad entre la IV y IX regiones, como respuesta a una menor disponibilidad de agua en el suelo, la tendencia decreciente se detiene en la X región en donde las condiciones serían parecidas a las actuales, en la XI región existiría un deterioro de la producción asociado a un exceso de humedad en el suelo, como consecuencia de la mayor pluviometría, sin embargo en las áreas secas de Tierra del Fuego la productividad aumentaría junto al incremento de la pluviometría. En las zonas altiplánicas la mayor pluviometría aumentaría la producción primaria de los pastizales.

Las plantaciones de pino radiata podrían sufrir un notable deterioro del potencial productivo en las regiones V y VI y en parte de la VII Región. Como contraparte desde la VIII Región al sur el potencial aumentaría sensiblemente, expandiéndose hacia el interior y hacia la precordillera. En las regiones más australes se produciría un mejoramiento de los potenciales productivos.

Para la vid el incremento de la concentración del CO_2 se traduciría en una expansión de las zonas productivas, debido a la atenuación general del régimen de heladas hacia los sectores del interior del territorio y un aumento de la precocidad en la maduración, lo que representa una pérdida de las ventajas competitivas actuales que exhibe el norte del país. El duraznero exhibiría un comportamiento general análogo al de las vides, destacándose una expansión de las zonas de cultivo hacia la VII y parte de la IX Región y una mejoría de la producción en las zonas precordilleranas.

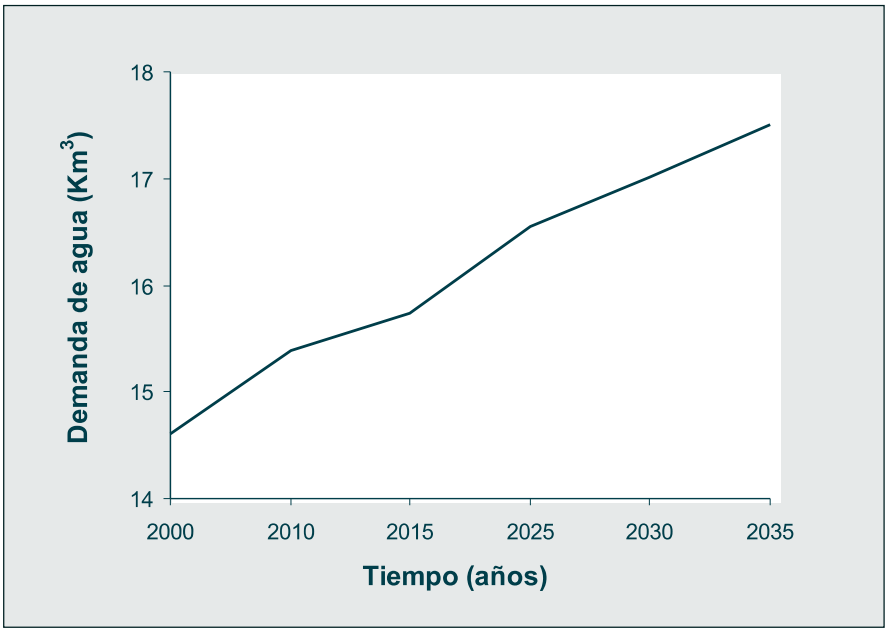


Figura 5.13
Proyección de la demanda de agua por la agricultura

Cuadro 5.17
Variables incluidas en el índice de vulnerabilidad de la agricultura

VARIABLE	MÍNIMA VULNERABILIDAD (VALOR = 0)	MÁXIMA VULNERABILIDAD (VALOR =1)
Superficie cultivada (ha)	No existe agricultura	>= 20.000
Tenencia de la tierra	Dominio de gran propiedad (>2000 ha)	Dominio pequeña propiedad (< 5 ha)
Riego/secano	Toda la superficie regada	Toda la superficie de secano
Intensidad de la agricultura	Dominio de cultivos intensivos	Dominio de cultivos extensivos
Ruralidad	Toda la población es urbana	Toda la población es rural.

La productividad del manzano mejoraría como consecuencia de la disminución de las heladas y de las temperaturas primaverales más benignas, existiendo un riesgo potencial en la disminución de la disponibilidad de frío invernal. Para el naranjo, el aumento de las temperaturas y posiblemente de la humedad relativa incidiría en un aumento de la producción y una expansión del potencial hacia el sur, hacia regiones costeras y zonas interiores.

Para evaluar la vulnerabilidad de la agricultura de cada comuna frente a las variaciones del clima, se elaboró un índice global que depende de las siguientes variables: la superficie cultivada, la fragmentación de la tenencia de la tierra, el balance riego/secano, la intensidad de la agricultura y la ruralidad. Cada una de estas variables es evaluada a través de un índice, los que varían entre 0 (mínima vulnerabilidad) y 1 (máxima vulnerabilidad). Los valores de las variables se indican en el Cuadro 5.17.

El índice global de vulnerabilidad es el promedio de los índices individuales, en consecuencia, el valor de este puede variar entre 0 (situación no vulnerable) y 1 (máxima vulnerabilidad).

5.4.6. Consideraciones finales

Por su geografía accidentada, Chile no dispone de grandes recursos de suelo de alta productividad. Los suelos planos y bien evolucionados se sitúan en el Valle Central y en algunos valles aluviales transversales, donde están sometidos a un intenso uso productivo. No obstante esto, los suelos más frágiles corresponden a los de la inclinada topografía costera, los que, por su buen clima, vienen siendo cultivados desde el siglo pasado con consecuencias en muchos casos catastróficas. Es así como más de la mitad del territorio exhibe signos de erosión, la que alcanza ribetes dramáti-

cos en ciertas áreas de las Regiones IV, VI, VIII y IX. Se agrega a esta lista, la intensa erosión que gatilló la deforestación ocurrida en la primera mitad de este siglo en la XI región, donde los elevados montos de precipitación han arrastrado los fértiles horizontes superficiales en extensas áreas. Estos procesos erosivos generan impactos a distancia tan dramáticos y costosos para la sociedad como los observados en el lugar de origen. Al respecto hay numerosos ejemplos en Chile, como es el caso de la sedimentación de embalses y lagos como el Rapel, estuarios y puertos como Aysén, cuyo puerto perdió su condición de tal, el avance de dunas sobre terrenos agrícolas, cuyo caso más dramático es Chanco. A estos efectos localizados, se agrega la depositación de materiales arrastrados por las aguas en los ricos suelos planos del Valle Central, como consecuencia de la erosión natural de los cursos altos de las cuencas cordilleranas que fueron despobladas de vegetación.

Uno de los aspectos que ha dificultado la comprensión de la dimensión de las pérdidas del patrimonio de suelos de Chile, es el hecho de que éste es un fenómeno gradual y extraordinariamente diluido a través de la geografía nacional.

La degradación física, química y biológica está presente en todo el territorio, disminuyendo gradualmente el potencial productivo de los suelos. No existen evaluaciones económicas concluyentes sobre el costo de esto para el país, pero las evidencias indican que ellas son de grandes dimensiones.

En la última década se han implementado numerosos programas tendientes a controlar y revertir la degradación de los suelos. Algunos de estos programas incluyen subvenciones al mejoramiento de la potencialidad productiva o incentivos que permitan incorporar a los pequeños productores a los programas de conservación de suelos o a los programas de forestación. Las inversiones públicas en obras de arte para la tecnificación de la agricultura han tenido un decidido impulso lo que se ha reflejado en un aumento de la competitividad de la agricultura. En la década que viene el esfuerzo deberá orientarse hacia la adecuación de la legalidad, de modo de estimular la inversión privada en programas de conservación a la vez que entregar al Estado los instrumentos que le permitan una mayor capacidad para intervenir en aquellas situaciones ambientalmente críticas donde el solo esfuerzo privado sea insuficiente. El país no podrá eludir la necesidad de orientar el desarrollo agrícola dentro de un marco de ordenamiento territorial donde los recursos naturales se van asignando según un plan coherente con objetivos de largo plazo que deberán establecerse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bleyer, P. y Rengifo, J. (1970). Pérdida de terrenos agrícolas de riego por avance urbano en la provincia de Santiago entre los años 1956 – 1970. Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura. Santiago. 46 p.

Celis, A. y Letelier, E. (1999). Ruralidad, agricultura y sustentabilidad. En Por un Chile sustentable. Propuesta ciudadana para el cambio (Larraín, S., Larraguibel, C. y Reyes, B., editores). Santiago, Chile. 486 p.

CODEFF, Comité Nacional Pro-Defensa de la Fauna y Flora (1999). Guía de instrumentos jurídicos que favorecen la participación privada en la conservación de áreas silvestres en Chile, Santiago, Chile, 1999.

CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente) (1993). Programa 21, Manual para el Análisis y Difusión. Santiago, Chile.

CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente) (1994). Propuesta. Plan Nacional de Conservación de Suelos. Comisión Nacional del Medio Ambiente y Ministerio de Agricultura, Chile.

CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente) y Universidad de Chile. 1999. Capacitación de Chile para cumplir sus compromisos con la convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático. Santiago, Chile. 89 p.

CORFO (Corporación de Fomento a la Producción) (1998). Sector agropecuario nacional. Evolución reciente y proyecciones. Santiago. Chile. 443 p.

Dinerstein, E., Olson, D., Graham, D., Webster, A., Primm, S., Bookbinder, M. y Ledec, G. (1995). Una Evaluación del Estado de Conservación de las Eco-regiones Terrestres de América Latina y El Caribe. Banco Mundial, Washington, D.C. 135 p.

Echeñique, J. y Nelson, R. (1989). La pequeña agricultura: una reserva de potencialidades y una deuda social. Agraria. Santiago. 193 p.

FAO (1994), Erosión de suelos en América latina, Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile. 2198 p.

Gajardo, R. (1993). La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Universitaria. Santiago, Chile. 165 p.

González, S. 1994. Estado de la contaminación de los suelos en Chile. En Perfil Ambiental de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago. pp 199 – 234.

Instituto Geográfico Militar (1985). Geografía de la Región Metropolitana de Santiago. Santiago, Chile.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas) (1997). VI Censo Nacional Agropecuario. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias y Centro de Información de Recursos Naturales. [texto en CD ROM].

INE (Instituto Nacional de Estadísticas) (1998). Compendio estadístico 1998. Departamento de Comunicaciones, Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago de Chile. 300 p.

Luzio, W y Alcayaga, S. (1992). Mapa de Asociaciones de Grandes Grupos de Suelos de Chile. En Agricultura Técnica. 52 (4), pp. 347 – 353.

MOP (Ministerio de Obras Públicas) (1991). Memoria Anual 1990. 147 p.

MOP (Ministerio de Obras Públicas) (1992). Memoria Anual 1991. 180 p.

MOP (Ministerio de Obras Públicas) (1993). Memoria Anual 1992. 240 p.

MOP (Ministerio de Obras Públicas) (1994). Memoria Anual 1993. 218 p.

MOP (Ministerio de Obras Públicas) (1995). Memoria Anual 1994. 260 p.

MOP (Ministerio de Obras Públicas (1996). Memoria Anual 1995. 339 p.

MOP (Ministerio de Obras Públicas) (1997). Memoria Anual 1996. 352 p.

MOP (Ministerio de Obras Públicas) (1998). Memoria Anual 1997. 268 p.

MOP (Ministerio de Obras Públicas) (1999). Memoria Anual 1998. 196 p.

MOP (Ministerio de Obras Públicas) (1999). www.mop. cl/ presu/actual/actual.htm

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (1999). Estructura del uso del suelo en la agricultura (regiones III a X). http:// www.odepa.gob.cl/cifras/tabla html/productivas.

Pacheco, O. (1996). Ordenamiento Territorial Comunal. En Gran Catálogo Chileno del Medio Ambiente. Tomo I octubre 1996 – septiembre 1998.

Salinas A. (1986). Expansión Urbana y Compromiso Ambiental en Santiago de Chile. Memoria de Geógrafo, Instituto de Geografía. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Santibáñez, F., Acevedo, E., Peralta, M., De la Fuente, A., Arias, J., Manterola, H., Chateauneuf, R., Hermosilla, W., De la Maza, C. y Rodríguez, M. (1996). Escenarios de crecimiento del sector agrario y posibles cambios de uso del suelo. En Sustentabilidad Ambiental del Crecimiento Económico Chileno. O. Sunkel (Editor), Santiago, Chile.

Santibáñez y Uribe (1999). Origen, variabilidad y aspectos agroclimáticos de las sequías en Chile. En Las sequías en Chile. Causas, consecuencias y mitigación. (A. Norero y C. Bonilla, Editores). Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago.

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero) (1996). Manual de Plaguicidas de Uso Agrícola. Ministerio de Agricultura. 100 p.

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero) (1999). Situación Actual de los Agroquímicos que se usan en Chile. En De sol y de Tierra. Boletín de divulgación Año 7, N° 26.

Soto, G. Editor (1997). Programa de Acción Nacional Contra la Desertificación (PANCD). Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura y Corporación Nacional Forestal. 117 p.

Soto, G. Editor (1999). Mapa Preliminar de la Desertificación en Chile –por comunas-. Corporación Nacional Forestal, Chile. 88 p.

Universidad de Chile (1997). Diagnóstico de la desertificación en Chile. Corporación Nacional Forestal y Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 399 p.