

PROGRAMA FAO/PNUMA
-DESERTIFICACION-

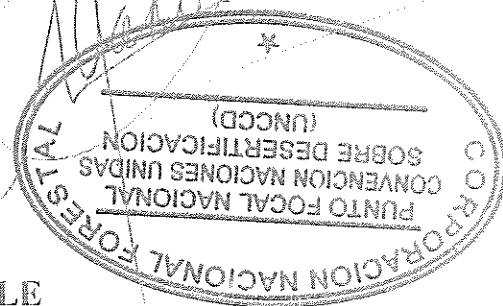
MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACION NACIONAL FORESTAL



Diagnóstico de la Desertificación en Chile



UNIVERSIDAD DE CHILE
1997



*Este documento puede ser reproducido y utilizado,
citando su correspondiente fuente.*

Edición y Revisión:
GUIDO SOTO A., Ingeniero Forestal
FRANCISCO ULLOA U., Ingeniero Forestal
*Oficina de Coordinación del Programa de Acción Nacional
de Lucha contra la Desertificación (P.A.N.C.D.)*

*Edición de 600 ejemplares
Agosto de 1997*

Diseño e Impresión:
EDITORIAL ROSALES
Almagro 393 • Fono-Fax: 222003
La Serena

Presentación

La sociedad chilena en el último tiempo ha ido asimilando cada vez con mayor fuerza que el desarrollo económico necesariamente debe sentar sus bases dentro de un ambiente sustentable y equitativo.

Al mundo, en general, le ha sido difícil internalizar y mantener esta actitud, a pesar de las duras lecciones por las que ha debido pasar, y nuestro país tampoco ha estado al margen de estas experiencias.

La influencia de la revolución industrial, que aparece en Chile durante el siglo XIX junto al desarrollo de la minería en el Norte Chico, así como la masiva exportación de granos hacia la cuenca del Pacífico, y la colonización de Aysén a comienzos del presente siglo, son sólo algunos acontecimientos propios del progreso aparente que Chile experimentó a costa de la destrucción de valiosos recursos naturales renovables, hoy irrecuperables.

En la actualidad, si bien no se presentan casos tan extremos siguen vigentes algunos procesos de desertificación que, junto con los anteriores, a menudo se traslapan con los mapas de pobreza rural, y cuyo vínculo es necesario romper a través de medidas que ataquen ambos flagelos simultáneamente.

La Corporación Nacional Forestal, con fondos del Programa Conjunto FAO/PNUMA sobre Desertificación, encomendó a la Universidad de Chile la elaboración de un documento que reflejara el estado de la desertificación en el país y propusiera un plan nacional de acción contra la desertificación.

El trabajo, como lo indica el documento, se desarrolló participativamente con la colaboración de instituciones y personas vinculadas a esta importante materia.

El documento se concluyó en 1994, justamente cuando emergían otros acontecimientos, tanto dentro del país como en el exterior, que ameritaban redefinir el plan propuesto. A modo de ejemplo se puede mencionar la Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, la Ley de Bases de Medio Ambiente, la partida de una serie de proyectos importantes de desarrollo rural en áreas afectadas por desertificación, entre otros.

Sin duda que el plan elaborado por la Universidad de Chile sirvió de base para el nuevo Programa de Acción Nacional contra la Desertificación, que se pondrá en operación durante el presente año. Por su complementariedad ambos documentos se han publicado simultáneamente en esta ocasión.

Comentario especial merece la primera sección del presente trabajo donde se expone un

completo análisis sobre el estado actual de los procesos de desertificación de Chile; que incorpora y actualiza la mayor parte de la información que estaba disponible, pero dispersa en el país y que constituye una valiosa fuente de datos para las instituciones, organizaciones y personas relacionadas con la desertificación.

Por último, el Director que suscribe desea manifestar su reconocimiento a todas las personas que colaboraron en la concreción de este documento, así como también al Programa Conjunto FAO/PNUMA sobre Desertificación, por el financiamiento para su elaboración y publicación.

JOSE ANTONIO PRADO DONOSO
Director Ejecutivo
Corporación Nacional Forestal

Santiago, Agosto de 1997

Indice

PRESENTACION	1
Formulación del Plan Nacional de Acción para Combatir la Desertificación (P.N.A.C.D.)	9
PROLOGO	13
INTRODUCCION	15
 CAPITULO 1: "ASPECTOS FISICOS Y SOCIOECONOMICOS DEL AREA DE ESTUDIO"	
1 CARACTERISTICAS FISICAS	18
1.1 Localización y rasgos generales	18
1.2 Marco físico-ambiental	19
1.3 Clima y Desertificación	24
1.3.1 Evaluación de la aridez	24
1.3.2 Variaciones climáticas y desarrollo sustentable	26
1.3.3 Variabilidad climática y cambio climático	28
1.3.4 Impacto de las variaciones climáticas en la productividad agrícola	30
1.4 Recursos hídricos	34
1.4.1 Recursos hídricos y desertificación	34
1.4.2 Análisis regionalizado	38
1.4.2.1 Sistema altiplánico y desértico	38
1.4.2.2 Sistema árido y semiárido	46
1.4.2.3 Sistema semiárido	53
1.5 Suelos	65
1.5.1 Sistema Altiplánico	65
1.5.2 Sistema Desértico	66
1.5.3 Faja costera, límite con Perú a La Serena	67
1.5.4 Zona de los llanos y serranías del Norte Chico	67
1.5.5 Sector costero de la IV Región	69
1.5.6 Cordillera de la Costa Central y precordillera andina	70
1.5.7 Sector de dunas litorales	71
1.5.8 Cordillera andina	71
1.5.9 Macrozonas de desertificación	72
1.5.9.1 Estado actual de la desertificación	72
1.5.9.2 Variaciones y cambios climáticos	76
1.6 Vegetación y Flora	77
1.6.1 Vegetación	77
1.6.2 Flora	82
1.6.3 Potencial de la flora	85
1.7 Fauna	87
1.7.1 Sistema desértico-altiplánico	88
1.7.2 Sistema árido	90
1.7.3 Sistema semi-árido	96
2 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	100
2.1 Población y producto interno bruto	100
2.2 Patrones especiales de la población	106
2.3 Proceso de desertificación poblacional	108
2.4 Vulnerabilidad social	113

3	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	129	
3.1	Agricultura	129	2.4
3.1.1	Generalidades	129	
3.1.2	Sistema altiplánico	134	
3.1.3	Sistema desértico	136	
3.1.4	Sistema árido y perárido	139	
3.1.5	Sistema semiárido y subhúmedo	144	
3.2	Ganadería	148	
3.2.1	Generalidades	148	
3.2.2	Sistema altiplánico	148	
3.2.3	Sistema desértico	153	
3.2.4	Sistema árido y perárido	155	
3.2.5	Sistema semiárido y subhúmedo	163	
3.3	Silvicultura	169	
3.3.1	Generalidades	169	
3.3.2	Sistema altiplánico y desértico	170	
3.3.2.1	Estado actual de los bosques naturales	170	
3.3.3	Sistema árido y semiárido	171	
3.3.3.1	Antecedentes históricos del uso de los bosques naturales	171	
3.3.3.2	Estado actual de los bosques naturales en Regiones III y IV	172	
3.3.3.3	Estrategias para revertir el proceso de degradación de los bosques	174	
3.3.3.4	Estado actual de los bosques naturales en planicies de V y VII Región	175	2.4
3.3.3.5	Estrategias para revertir el proceso de degradación de los bosques	176	
4	MARCO INSTITUCIONAL	179	
4.1	Legislación Ambiental	179	
4.2	Estructura Administrativa	181	C/
4.3	Organizaciones	182	3.
4.3.1	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)	182	3.2
4.3.2	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	183	3.1
4.3.3	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	187	
4.3.4	Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	190	
4.3.5	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	191	
4.3.6	Instituto Forestal (INFOR) CORFO	194	
4.3.7	Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) CORFO	195	3.4
4.3.8	Ministerio de Bienes Nacionales	196	
4.3.9	Universidad de Chile	197	
4.4	Comisión Nacional de Riego	198	
4.4.1	Comisión de Sequía	200	3.1
			3.1
	CAPITULO 2: "DESERTIFICACION EN CHILE"		
2.1	Desertificación	202	C/
2.1.1	Generalidades	202	4.
2.1.2	Naturaleza del Problema	210	
2.1.3	Antecedentes del Problema	212	
2.1.4	Etimología y Definición	212	
2.2	Mecanismos generadores de la Desertificación	214	
2.3	Estado actual de los suelos	218	
2.3.1	Ocurrencia de Procesos de Erosión	219	

129	2.3.2	Capacidad de Uso de la Tierra	219
129	2.4	Dimensión de la erosión a nivel nacional	221
129	2.4.1	Erosión y pérdida de Vegetación Natural	225
134	2.4.2	Dunas	230
136	2.4.3	Drenaje	233
139	2.4.3.1	Presencia de horizontes del suelo o estratos impermeables de origen geológico	234
144	2.4.3.2	Suelos desarrollados en arcillas densas	234
148	2.4.3.3	Posición topográfica desfavorable	235
148	2.4.3.4	Salinización	235
153	2.4.3.5	Declinación de la fertilidad y deterioro de la estructura en suelos arables	238
155	2.4.3.6	Degradación del suelo por actividades forestales productivas	238
163	2.4.3.7	Pérdida de la capacidad productiva del suelo por contaminación minero industrial	239
169	2.4.3.8	Reducción de suelos arables por avance urbano, villorrios rurales y cambio de uso para fines industriales y recreación	241
170	2.4.3.9	Destrucción de la vegetación por efecto del fuego y quemas	242
171	2.4.3.10	Sobreexplotación del recurso forestal nativo	243
171	2.4.3.11	Sobrepastoreo de praderas naturales y naturalización	244
172	2.4.3.12	Zonas críticas por sobrepastoreo	244
174	2.5	Experiencias de transformaciones de ecosistemas	246
175	2.5.1	Generalidades	246
176	2.5.2	Medidas	246
179	2.5.3	Acciones	250
179			
181		CAPITULO 3: "GESTACION DEL PLAN NACIONAL"	
182	3.1	Generalidades	254
182	3.2	Elaboración del Plan	254
183	3.3	Talleres Regionales	255
187	-	Iquique	255
190	-	La Serena	257
191	-	Talca	260
194	-	Taller Nacional	262
195	3.4	Resumen de las conclusiones de talleres regionales	264
196	3.4.1	Consideraciones generales	264
197	3.4.2	Diagnóstico de los problemas más relevantes	265
198	3.4.3	Estructura y funcionamiento de los ecosistemas	267
200	3.5	Enfasis regionales	268
	3.6	Antecedentes resultantes	270
202		CAPITULO 4: "PLAN DE ACCION PARA COMBATIR LA DESERTIFICACION"	
202	4.1	Plan	272
210	4.1.1	Objetivos, principios y estrategias del PNACD	272
212	4.1.2	Principios básicos	272
212	4.1.3	El Plan de Acción	273
214	4.1.4	Objetivos del Plan	273
218	4.1.4.1	Objetivo general	273
219	4.1.4.2	Objetivos específicos	274

4.1.5	Estrategia	275
4.1.6	Mecanismos de instrumentación	276
4.1.7	Marco Legal	278
4.1.8	Regionalización y Descentralización	280
4.1.9	Metas para la Prevención y Combate de la Desertificación	281
4.1.10	Concertación para la Acción	282
4.1.11	Rol de las Universidades	282
4.1.12	Rol del sector privado, de las organizaciones no gubernamentales y de base	282
CAPITULO 5: "AREAS Y PROGRAMAS DEL PLAN DE ACCION"		
5.1	Antecedentes	284
5.2	Programas	284
5.3	Consideraciones Generales	328
5.4	Costo del Plan de Acción	328
5.5	Continuidad del Plan	330
ANEXO 1: "TRABAJO DE COMISIONES"		
1	Consideraciones Generales	334
2	Comisión Recurso Suelo	334
3	Subcomisión Recursos Silvoagropecuarios	338
4	Subcomisión Flora y Fauna	341
5	Comisión Socio Cultural (Educativa)	345
6	Subcomisión Aspectos Institucionales	349
ANEXO 2: "LISTA DE PARTICIPANTES EN TALLERES"		
	Taller Regional Iquique	356
	Taller Regional La Serena	358
	Taller Regional Talca	362
	Taller Nacional	367
ANEXO 3: "MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGION —AREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS—"		
I	Región Tarapacá	379
II	Región Antofagasta	380
III	Región Atacama	381
IV	Región Coquimbo	382
V	Región Valparaíso	383
VI	Región del Libertador Bernardo O'Higgins	384
VII	Región del Maule	385
VIII	Región del Bío-Bío	386
IX	Región de la Araucanía	387
X	Región de Los Lagos	388
XI	Región de Aisén	389
XII	Región Magallanes	390
	Región Metropolitana de Santiago	391
	LITERATURA CONSULTADA	393

Formulación del Plan Nacional de Acción para Combatir la Desertificación (P.N.A.C.D.)

CONSEJO DE COORDINACION P.N.A.C.D.

José Antonio Prado Donoso	Director Ejecutivo CONAF
Apey Alfredo	Ministerio de Agricultura
Araya Leonardo	CONAF
Francke Samuel	CONAF - Coordinador PNACD
Moya Cerpa Juan	Ex Director Ejecutivo CONAF
Thelen Kyrar	FAO
Valdés Jaime	JUNDEP - ONG

REPRESENTANTES Y PARTICIPANTES DE INSTITUCIONES

Arenas Jorge	Universidad Arturo Prat
Arias Enrique	Min. OO.PP. - DGA
Arroyo Manuel	Universidad de Chile
Bahamondes Miguel	GIA - ONG
Blasco Cristian	Min. Relaciones Exteriores - DIPES
Benedetti Susana	INFOR
Contreras David	Universidad de Chile
Contreras Luis	CONAMA
Craig María Cristina	TECA
Cuevas Carlos	Min. de Bienes Nacionales
Díaz Miguel	FOSIS
Fassaert Cecil	PAF - CHILE
Fernández Eduardo	CORFO
Fernández Juan Francisco	ODEPA
Francke Samuel	CONAF
Jáuregui Pedro	Min. de Educación
Lagos Mario	SAG
López Pablo Gran	I.G.M.
Mlynars Enrique	GEA - ONG
Naveas Ana María	CIREN
Peña Alberto	CONAF
Pérez Ricardo	CONAMA
Pizarro Roberto	Universidad de Talca
Ponce Mauricio	Universidad de Talca
Rolando Nelson	Agraria - ONG

Santori Miguel Angel	INDAP	PA
Squella Fernando	INIA	
Selles Gabriel	Comisión Nacional de Riego	AR
Torrero Miguel	CODEFF - ONG	
Villarino Gonzalo	ODEPA - Min. de Agricultura	BA
Wramm Johanes	INFOR	
Zepeda Jorge	Universidad de La Serena	CO

COORDINADORES REGIONALES

Juan Silva	CONAF I Región	FA
Jorge Arenas	Universidad Arturo Prat, I Región	FU
Luis Martínez	CONAF II Región	KA
Luis Cáceres	Universidad de Antofagasta, II Región	
Rodrigo Hernández	CONAF III Región	LA
Héctor Correa	CONAF III Región	
Waldo Canto	CONAF IV Región	MI
Guido Soto	CONAF IV Región	
Jorge Cepeda	Universidad de La Serena, IV Región	OR
Marcelo Araneda	CONAF V Región	
Lissette Boishard	SEREMI - Agri. VI Región	PE
Ricardo Rodríguez	CONAF VI Región	
Oscar Bravo	SEREMI - Agri. VII Región	PE
Roberto Cornejo	CONAF VII Región	
Jorge Marín	CONAF R.M.	SA
Carlos Weber	CONAF R.M.	SIP

RECONOCIMIENTO

La Universidad de Chile expresa un reconocimiento especial a todas las instancias gubernamentales, no gubernamentales, universitarias y organizaciones de base por el decidido y valioso apoyo en la organización y desarrollo de los Talleres Regionales realizados en Iquique, La Serena y Talca.

Se reconoce, además, el trabajo tesonero del personal técnico-profesional-administrativo y de apoyo de todas las instituciones que participaron activamente en los Talleres y presentaron trabajos en las diferentes comisiones que forman parte del estudio.

Al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) por el patrocinio y coordinación que otorgaron, respectivamente.

PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO

ARROYO C., MANUEL	Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
BARRIGA C., CLAUDIO	Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
CONTRERAS T., DAVID	Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
FAINI DI CASTRI, FRANCESCA	Facultad de Ciencias.
FUENTES, JUAN PABLO	Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
KALIN ARROYO, MARY T.	Facultad de Ciencias
LABBE D., CECILIA	Facultad de Ciencias.
MENESES B., CLAUDIO	Fac. de Arquitectura y Urbanismo, Depto. de Geografía.
ORTIZ V., JORGE	Fac. de Arquitectura y Urbanismo, Depto. de Geografía.
PEÑALOZA G., ALEJANDRO	Facultad de Ciencias.
PERALTA P., MARIO	Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
SANTIBAÑEZ Q., FERNANDO	Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
SIMONETTI, JAVIER	Facultad de Ciencias.
VARGAS M., XIMENA	Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
VITA ALONSO, ANTONIO	Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

COORDINACION

URETA A., TITO	Director Departamento Técnico de Investigación.
RECABARREN S., JORGE	Sub-Director, Departamento Técnico de Investigación.
CONTRERAS T., DAVID	Coordinador del Estudio.
ARROYO C., MANUEL	Coordinador Programa Zonas Áridas.

PERSONAS ENTREVISTADAS

1	José Antonio Prado	CONAF
2	Alberto Peña	CONAF
3	Samuel Franke	CONAF
4	Susana del Canto	M. Bienes Nacionales
5	José A. Bustamante	CIREN
6	Ana María Naveas	CIREN
7	Raúl Lara	CIREN
8	Enrique Zárate	CIREN
9	Alvaro Tornsquist	CONAF
10	Miguel Espinoza	SAG-DEPROREN
11	Mario Lagos	SAG-DEPROREN
12	Orlando Ortiz	CIREN
13	Pedro Goic	MIDEPLAN
14	Juan del Canto	Comisión Nacional de Riego
15	Cristian Navarrete	Comisión Nacional de Riego
16	Mónica Ihl	Centro Estudios Espaciales
17	Sergio Bonilla	INIA
18	Fernando Squella	INIA
19	Carlos Ovalle	INIA
20	Hugo Romero	Facultad de Arquitectura, U. de Chile
21	Miguel Sanhueza	INDAP
22	Nelson Pereira	Comisión Nacional de Riego

Prólogo

Los procesos de degradación de los recursos renovables han cobrado, a nivel internacional como nacional, relevancia por las consecuencias que tienen sobre la sobrevivencia del hombre, descarga brusca de los sistemas productivos con altos costos ecológicos para su restauración que impiden el desarrollo sustentable a que aspiran los pueblos.

Esta situación debe tener prioridad frente a los eventos que se están detectando como son los cambios climáticos, la pérdida de biodiversidad, uso abusivo de agroquímicos, salinización, erosión, fenómenos que reducen la frontera productiva y observan los procesos de desertificación en diferentes etapas y niveles a lo largo y ancho del país, los sistemas biológicos.

Frente a esta situación se hace necesario enfrentar la situación con un enfoque moderno, dinámico integrador y participativo de toda la comunidad nacional. Se estima que el bienestar y seguridad de los chilenos está basada en un crecimiento sustentable y adecuado manejo de los recursos naturales.

Los antecedentes presentados por las Regiones I a la VII son indicativos de la primera llamada de atención a la comunidad del peligro que involucran los procesos de degradación.

En los Talleres se analizaron y discutieron documentos que es de interés connotar, pues son indicativos de la llamada de atención que se hace frente a las consecuencias que se proyectaron, si esta situación no se revierte o, por lo menos, se atenúa. Es así, que, aproximadamente cincuenta por ciento del territorio nacional se encuentra afectado por diversos procesos de degradación y que corresponden a 37.000.000 millones de hectáreas.

Se suma a esta situación la coincidencia natural que aquellos procesos se desarrollan en los focos de usuarios de la tierra de escasos recursos que suman aproximadamente un millón y medio y que constituyen la erosión social que debe enfrentarse en el marco de la lucha contra la pobreza rural. No es una tarea fácil. Depende del hombre y las decisiones que deberán hacerse a nivel nacional, regional y municipal.

El Plan que la Universidad de Chile propone a los organismos gubernamentales deberá servir como base del Plan oficial de Gobierno de Lucha contra la Desertificación donde converjan todas las instancias para su discusión, análisis y estructuración técnica-científica-administrativa y financiera. Esto implica que el Plan deberá ser incluido en el Plan Nacional de Desarrollo para complementar y respaldar el desarrollo integrado del país a todo nivel.

El conocimiento del estado actual y funcionamiento de los ecosistemas hoy día y siempre, constituye un desafío que compromete a una cultura y su destino especialmente a la industria

madre: la agricultura. Una actitud negligente o negativa de una generación pueden condenar a una situación de riesgo y pobreza. La vida y prosperidad de la nación entera depende de sus hombres y del enfoque que se den para usar, manejar y utilizar los recursos naturales, especialmente la vegetación y el suelo.

Las generaciones del futuro podrán observar con beneplácito que sus recursos han sido manejados con inteligencia, en forma participativa y de acción solidaria y fraternal futurista.

Ir

La
ra,
na
de
de

La
ex,
ec,
tie
se

Or
de
al
se
re,
la
so
de
Ca
po
de
de
ac

En
efe
he
sic
en
ne

Es
pr
po
pr

El

Introducción

La fenomenología de la desertificación corresponde a un uso no racional del sistema natural por parte del sistema social. Si a ello se suma un cambio de los componentes del sistema natural como podría ser el cambio climático se produce un agravamiento de la interacción de estos sistemas generando como consecuencia un proceso de degradación que de no ser detenido a tiempo puede hacer que el ecosistema se vea afectado en forma irreversible.

La desertificación, resultante de la acción antropogénica, es un fenómeno que afecta a grandes extensiones y regiones del mundo, lo cual pone en peligro la capacidad de recuperación del ecosistema. Si a ello se suma el agravante que la población mundial, particularmente de las tierras secas, aumenta y actúa como una fuerza de presión sobre los recursos del ecosistema, se tiene un cuadro de destrucción progresiva de los recursos naturales.

Organizaciones de carácter científico, tales como la UNESCO primero y luego la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente realizada en Estocolmo, Suecia, en 1972, alertaron a la comunidad internacional sobre el peligro de este fenómeno. Tan pronto como se estableció el Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) se reconoció la urgencia y magnitud del problema de la desertificación, para lo cual se efectuó la Conferencia Mundial sobre Desertificación en 1977. Chile elaboró un estudio de caso sobre el avance de la desertificación, documento que fue presentado a dicha Conferencia destacándose la significación del fenómeno en un área específica de la IV Región. La Conferencia sobre Desertificación concluyó que era necesario elaborar, en cada país afectado por estas condiciones, planes para combatir la desertificación. A la luz de los avances de la desertificación particularmente de aquellos países más seriamente afectados por la sequía de la región del Sahel, el PNUMA decidió intensificar sus esfuerzos para hacer planes de acción para combatir la desertificación.

En la más reciente Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo efectuada en Río de Janeiro, Brasil, en junio de 1992, quedó de manifiesto que los esfuerzos hechos por los países para contrarrestar el proceso de desertificación, hasta la fecha, habían sido suficientes. El Gobierno de Chile consideró que la magnitud e importancia del fenómeno en su territorio era de tal significación que solicitó al PNUMA que se le diera el apoyo necesario para elaborar su propio plan de acción para combatir la desertificación.

Este plan nacional para contrarrestar el avance de la desertificación es el que ahora se presenta. El es resultado de la decisión de gobierno, a través del Ministerio de Agricultura, por contar con este marco de referencia que permita ordenar las acciones necesarias para prevenir y controlar el proceso de desertificación en Chile.

El proceso de preparación del plan le ha conferido legitimidad al haberse realizado un

ejercicio participativo, multisectorial, interdisciplinario, por medio de reuniones preparatorias por región, y la celebración de tres talleres regionales —Iquique, La Serena y Talca— y uno nacional en Santiago en los cuales han participado los mejores especialistas, encargados de los servicios públicos y organizaciones no gubernamentales incluyendo organizaciones de base, y académicos de diversas universidades. Se ha cubierto así el área comprendida entre la I y VII Región.

En estos eventos, se han debatido las proposiciones presentadas por los distintos participantes. Por consiguiente el plan de acción para combatir la desertificación es la resultante de un proceso que, aunque se ha hecho en el breve lapso de seis meses, constituye la mejor expresión de la preocupación solidaria y consensual de la comunidad y una propuesta para tratar de mitigar los efectos de la desertificación que afligen a esta parte del país. En lo medular el texto del plan que se presenta a continuación, está estructurado en cinco capítulos y cinco anexos.

En el Capítulo 1, se presenta el diagnóstico de la situación actual considerando aspectos climáticos, hidrológicos, geográficos, sociales, de suelo de flora y fauna.

En el Capítulo 2, se enfrenta el problema de la desertificación en el país.

En el Capítulo 3, se presenta la metodología de la dinámica de participación que permitió la gestación del plan.

En el Capítulo 4, se presenta el plan propiamente tal.

Finalmente en el Capítulo 5, se describen los programas propuestos, acompañados de listas de proyectos.

Se debe dejar establecido que el plan que se presenta en este documento y que ha sido elaborado por la Universidad de Chile, cumple con las condiciones establecidas en el convenio mediante el cual se le entregó esta responsabilidad.

No obstante, la concreción final como instrumento oficial del gobierno de Chile, requerirá del examen, participación y consideración de las instituciones y autoridades gubernamentales para determinar la estructura y alcance final que se le quiere dar en el contexto de la política nacional de desarrollo, económico y social.

iniones
Serena y
ialistas,
luyendo
í el área

ipantes.
te de un
xpresión
ratar de
dular el
s y cinco

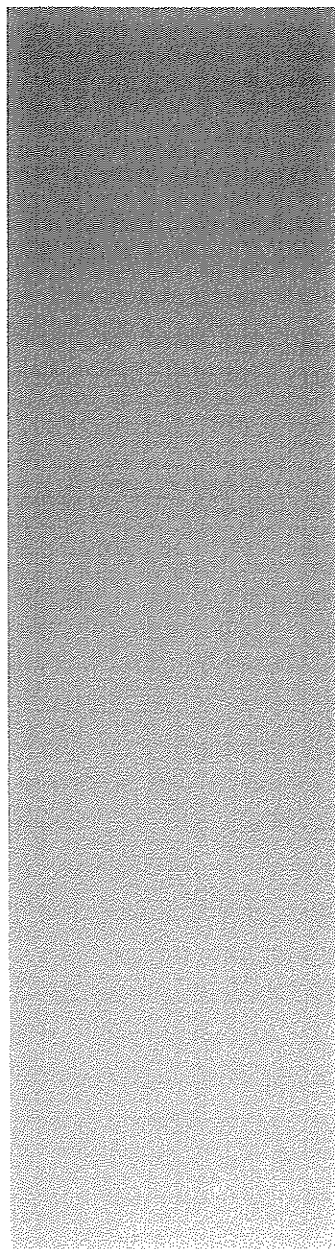
aspectos

permitió

de listas

ha sido
convenio

requerirá
mentales
a política



CAPITULO 1

“Aspectos Físicos y Socioeconómicos del Area de Estudio”

ASPECTO FISICO Y SOCIOECONOMICOS DEL AREA DE ESTUDIO

Cualquiera sea la definición que se adopte para referirse a la desertificación, la conceptualización básica contiene una interrelación disarmónica del hombre con su medio natural en la cual finalmente el medio pierde capacidad productiva y el hombre ve disminuida su calidad de vida.

Por lo tanto el fenómeno no es ni físico ni humano, aunque éste último sea el agente activo en esta relación, sino que, es un proceso en el cual se combinan las unidades espaciales naturales definidas por una particular combinación de rasgos físicos, con los asentamientos poblados conformados por grupos humanos que según sean sus características culturales y socio-económicas constituirán, con su quehacer, comunidades de riesgo o no, frente a la fragilidad, vulnerabilidad o potencialidad del medio en el que viven.

Un enfoque que permite orientar la comprensión del proceso de desertificación es el análisis de sistemas que sobre la base de los mecanismos proceso-respuesta, o "inputs" y "outputs", logra en forma integrada aprehender los procesos de desertificación.

1 CARACTERISTICAS FISICAS

1.1 Localización y rasgos generales

El territorio nacional se localiza en la costa oeste de América del Sur entre los paralelos 18 y 56° de Lat. S. Tiene una longitud de unos 4.000 Km. en el sentido N-S y con ancho variable en el sentido E-W que va desde casi 400 Km. a 90 Km.

La parte sujeta a problemas y procesos de desertificación mayoritariamente se presenta en la mitad norte del país, mientras que en el resto del territorio nacional es posible identificar procesos de erosión que también influyen en la pérdida de la productividad del medio natural.

Las características físicas del área definida como objetivo espacial del PNACD, que corresponde a la mitad N. del país, presenta los siguientes rasgos básicos.

Desde el punto de vista fisiográfico se distinguen de E. a W. la Cordillera de los Andes, la Depresión Intermedia, Cordillera de la Costa y la Planicie Litoral, que fijan rasgos en el sentido longitudinal.

Desde el punto de vista biogeográfico las formaciones vegetales originan paisajes como el altiplano, la pampa desértica, el estepario cálido, etc. En general su distribución y dominación está estrechamente ligada a las características del clima y de la morfología.

En cuanto a las características climáticas su distribución y denominación tiene tres rasgos característicos: la influencia de tipo amazónico, el fenómeno de la corriente de El Niño, y la presencia del centro de alta presión del Pacífico.

La combinación, a distintas escalas, de los elementos físicos anteriormente señalados permiten identificar variedades de espacios, diferentes unos de otros pero, con rasgos de homogeneidad hacia el interior de ellos, que permiten identificar algunas características ambientales, desde el punto de vista de su dinámica, orientadas hacia problemas de vulnerabilidad o fragilidad y potencialidad.

1.2 Marco Físico-Ambiental

La presencia de las zonas áridas con problemas de desertificación en el territorio nacional se pueden reconocer principalmente en el país desde el límite norte hasta la parte sur de la región del Maule.

Estos límites expresados en términos administrativos permiten señalar que el problema está presente en las siete primeras regiones, más la región Metropolitana. Es decir en las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, del Libertador B. O'Higgins y del Maule.

Estas regiones administrativas, no definen necesariamente características físicas comunes, sino que más bien están definidas por condiciones políticas e históricas.

Ahora bien, de acuerdo a convenciones internacionales sobre esta materia y en función de criterios zonales, en el territorio nacional se pueden distinguir cuatro tipos de regiones áridas donde el problema de la desertificación está presente: Las hiperáridas, áridas, semiáridas y subhúmedas con aridez. (Cuadro 1).

Estos tipos de regiones presentan rasgos de homogeneidad y continuidad territorial por lo cual se pueden establecer unidades espaciales homogéneas que posean una cierta equipotencialidad y que a su vez presenten estructuras proceso-respuesta equivalentes, vale decir, que ante un mismo estímulo se pueden esperar respuestas similares. Por lo tanto el manejo de los recursos y el comportamiento humano, debería tender a un accionar armónico con el medio así definido.

Lo anterior implica identificar subdivisiones espaciales para generar áreas que tengan atributos comunes que las diferencien de las otras áreas adyacentes.

Los rasgos identificadores de estos espacios o áreas homogéneas, pueden generar unidades espaciales, dependiendo de la escala de análisis, desde algunas decenas de Km² hasta algunos cientos de miles de Km², según sea la homogeneidad de patrones de topografía, suelo, vegetación, clima, etc.

La homogeneidad y la reproductividad de patrones espaciales permite elaborar una división espacial sobre la base de la dinámica del funcionamiento del territorio nacional, la cual se puede estructurar jerárquicamente, bajo el supuesto que si se dan ciertas condiciones de topografía, suelos, climas y vegetación, se pueden esperar una paisaje relativamente similar los cuales, a su vez, pueden representar una unidad territorial con potencialidades básicas relativamente homogéneas en toda su extensión.

La división territorial propuesta, que permite ofrecer un marco físico-ambiental independiente de las divisiones administrativas, reconociendo que estas últimas son las que permiten canalizar los recursos destinados a combatir la desertificación, tiene la siguiente estructura:

Sistema, Subsistema y clases

En este esquema el Sistema corresponde a una unidad territorial con rasgos de homogeneidad en lo relativo a variables macroclimáticas y de grandes zonas ecológicas o panformaciones vegetacionales. En términos generales los sistemas se organizan en el territorio nacional según la latitud y condiciones zonales por lo que dividen transversalmente al país, excepto el Sistema Antiplánico y el Patagónico Estepárico, que se encuentran adosados a lo largo y al oriente del Sistema Árido, el primero y del Sistema Austral Húmedo, el segundo.

El Subsistema se define como una unidad territorial que forma parte de un Sistema y cuya identificación dentro de él se produce según criterios fisiográficos y geomorfológicos. En general los Subsistemas introducen una componente más bien longitudinal a la organización del conjunto de sistemas, básicamente debido a la disposición general de los patrones del relieve de Chile continental y que actúan como elementos modificadores de la zonalidad principalmente por efectos altitudinales y posicionales los cuales, se comportan como modificadores de los regímenes de vientos, lo cual influye en las diferencias climáticas.

Finalmente como subdivisión territorial menor se generaron las Clases, las cuales se definen como una unidad que forma parte de un subsistema, identificada por criterios de mesoescala como por ejemplo: formaciones vegetales, agroclimas, climas locales, hidrodinámica, etc.

De acuerdo con los planteamientos metodológicos generales, anteriores, se presenta el marco físico-ambiental, sobre la base de la caracterización general de los Sistemas correspondientes a la parte del territorio nacional objeto de estudio y en el cual se presentan los procesos de desertificación, estructurado en 4 sistemas, 15 subsistemas y 39 clases.

Como aporte al marco físico-ambiental del Plan Nacional de Acción Contra la Desertificación (PNACD) y debido a las restricciones de espacio, nos remitiremos a la caracterización sólo de los sistemas subsistemas y alguna referencia a las clases.

Sistema Altiplánico

Se ubica en el margen oriental norte del territorio nacional, presenta altitudes medias del orden de los 4.000 msnm, se encuentra limitado al W por las altas cumbres de la cordillera volcánica, presenta condiciones climáticas particulares, bastante diferentes al resto del territorio del llamado Norte Grande.

Se incluyen en este sistema los territorios que están bajo el influjo del invierno altiplánico, es decir, aquellos territorios que reciben precipitaciones concentradas en los meses de verano.

Estas varían, desde unos 300 a 200 mm en la parte norte (18 a 19° Lat. S) de él, a montos de 50 mm. ó menos, en la parte sur (24 a 29° Lat. S) que asociado a las condiciones térmicas, de 25 kcal/cm² en la parte norte y de 40kcal/cm² en la parte sur, le otorgan una escasa potencialidad agrícola debido a las permanentes heladas.

Dada las condiciones ambientales generales que se han reseñado este sistema se caracteriza por presentar un conjunto de ambientes ecológicos de gran regurosidad en los cuales la altitud juega una rol fundamental en la presencia y distribución de la flora y fauna.

Por lo tanto la diversidad ecológica y la presencia de ecotonos propicios para el desarrollo de la vida se limitan a unos cuantos ambientes y formas vegetales que en algunos casos presentan un reducido alcance espacial, como por ejemplo los bofedales.

La productividad potencial de la vegetación, de este Sistema, es más baja que la del Sistema Arido que se desarrolla inmediatamente al W. de la Cordillera Volcánica, y a menor altitud. Los valores son del orden de 100 a 400 gr/m²/año, según las condiciones de las precipitaciones. Si el criterio fuera sólo el de la temperatura, en este sector se tiene un valor potencial de productividad de 1.000 gr/m²/año. Es así que, resulta vital la conservación del agua como recurso tanto en monto como en calidad (no se puede ignorar la fuerte competencia por el agua entre empresas mineras y los lugareños).

Finalmente es conveniente mencionar que asociado a las variaciones del sistema natural (temperaturas, pluviosidad y vegetación) se presentan variaciones en la ocupación humana ligadas a la actividad ganadera por lo cual ambientalmente la

parte norte es más compleja y riesgosa puesto que acumula la mayor cantidad de población por la parte sur, donde incluso, no se advierten asentamientos poblados.

Sistema Desértico

Se ubica en el extremo norte del país entre la Cordillera Volcánica al E. y el mar al W. Su característica fundamental es la ausencia relativa de precipitaciones (inferiores a 50mm) y de vegetación. En cuanto a las condiciones térmicas este sistema registra mayores temperaturas que el anterior con un alta homogeneidad en la costa en torno a los 18° C y máximas elevadas en la Pampa Central donde además se presenta una alta contrarradiación nocturna.

Los cursos de agua son de escurrimiento ocasional con excepción de aquellos que tienen su origen en la cordillera y que se ubican en el extremo norte del sistema (valles de Azapa, Codpa y quebrada de Tiliviche).

El escurrimiento superficial, sirvió de criterio para establecer el límite entre el Sistema Desértico y el Árido, que se localiza inmediatamente al S. El límite de ambos sistemas se trazó por la divisoria de aguas entre las cuencas del río Salado al N y del río Copiapó al S. Este último marca el inicio de los ríos de alimentación nival, con escurrimiento permanente, mientras que el Salado muestra intermitencias.

Desde el punto de vista agroclimático, este sistema presenta variedades Tropicales, Subtropicales desérticas y Desierto de Altura, con numerosos distritos y diversas potencialidades restringidas por la disponibilidad de riego y de horas de frío.

Ambientalmente se deben diferenciar tres grandes áreas de distintos grados de riesgo. Los valles del extremo norte ocupados con actividad agropecuaria, la Pampa propiamente tal con altas restricciones de hábitat humano, superada sólo por centros mineros y, la precordillera donde se localiza la mayor parte de la población rural, distribuida en asentamientos agropastoriles en las distintas quebradas que bajan hacia la pampa.

Sistema Árido

El territorio de este Sistema define su espacio desde la divisoria norte de la cuenca del río Copiapó, hasta la divisoria norte de la cuenca del río Aconcagua. Se caracteriza por la existencia de precipitaciones que varían de N a S entre 50 y 250 mm al año, concentradas principalmente en invierno y en un reducido número de eventos pluviométricos caracterizados por su escasa regularidad temporal. Esta mayor disponibilidad de agua, respecto del sistema anterior, se ve disminuída por las altas temperaturas y altas tasas de radiación que muestran estos territorios, creando

ntidad de
oblados.

el mar al
nferiores
a registra
i en torno
senta una

ellos que
l sistema

l Sistema
sistemas
y del río
ival, con

opicales,
diversas
río.

de riesgo.
a Pampa
or centros
ión rural,
ujan hacia

la cuenca
aracteriza
m al año,
e eventos
ta mayor
r las altas
, creando

ión en Chile

condiciones para un déficit permanente de humedad durante el año, sin embargo, permiten la existencia de vegetación de tipo estacional en el extremo norte del sistema y permanente en el sur.

A lo largo del sector costero se presentan relieves que oscilan entre 600 ó 700 msnm, que intersectan la capa de inversión térmica, registran doce condiciones excepcionales, desde el punto de vista microclimático, para la formación vegetación como se observa en el bosque de Fray Jorge y Altos de Talinay.

Otra influencia significativa en este aspecto lo representa la cordillera de los Andes, alta maciza que posibilita el descenso de masas de aire cálidas y secas con fuertes vientos en invierno. Se debe mencionar, además, la influencia de los valles como corredores de masas de aire frío y que según sea la orientación del curso del río pueden formar islas de calor.

Las características de radiación que se registran en el sistema varían desde 130 kcal/cm²/año en la Serena a 220 Kcal/cm²/año en la cuenca alta de Copiapó. Por otra parte, la productividad potencial de la vegetación muestra promedios anuales que varían de 1.800 gr/m²/año en un eje central Copiapó-Illapel a 1.500 gr/m²/año en un eje longitudinal por la alta cordillera. La característica de mayor significación Ambiental para este Sistema, es la alta variabilidad de las precipitaciones tanto en el espacio (aumentan de N. a S y de W a E) como en el tiempo tanto en términos mensuales como, interanual, las que pueden alcanzar valores extremos. Todo esto, le confiere un alto grado de inestabilidad al paisaje, lo cual, a su vez, contribuye a incrementar la fragilidad de los ecosistemas.

Sistema Semiárido

Su territorio queda definido por el espacio que se presenta entre las cuencas de los ríos Aconcagua por el N, e Itata por el S, el que se extiende desde 33 al 38° Lat. S. Comprende la parte central del territorio nacional, que presenta los mayores niveles de intervención antrópica y de artificialización de los ecosistemas.

El comportamineto pluviométrico de este sistema se ejemplifica por los montos medios anuales de precipitaciones que oscilan desde 305,4 mm en los Andes, en la parte N del Sistema, hasta 1.003,7 mm. en Chillán, en el extremo S.

En los climas clasificados como mediterráneos, que corresponde al clima de este sistema, se presentan períodos de sequía, en alternancia con otros de intensas lluvias que suelen traducirse en pérdidas materiales y humanas, cuando ellas están asociados al derretimiento brusco y prematuro de las nieves con la consiguiente saturación de los sistemas de drenaje y el aumento en la gravedad de las inundaciones especialmente en la depresión central.

Desde el punto de vista térmico, se puede afirmar que los gradientes que controlan la distribución de las temperaturas, oscilan entre $-0,68^{\circ}\text{ C}/100\text{ m}$ en la cordillera Central Aconcagua-Maipo, y $-0,5^{\circ}\text{ C}/100\text{ m}$ en la cordillera del río Itata. En la Depresión Central se advierte el dominio de la continentalidad, la cual incide en que las máximas temperaturas se presenten en los meses de Enero-Febrero. En el sector costero se advierte la presencia de la influencia oceánica que se traduce en menores amplitudes térmicas diarias e intermensuales.

Desde el punto de vista de la radiación efectiva, esta presenta un patrón francamente longitudinal con valores más bajos en la costa que en la alta cordillera con un promedio anual de $120\text{ Kcal}/\text{cm}^2/\text{año}$ en la costa y $170\text{ Kcal}/\text{cm}^2/\text{año}$ en la alta cordillera al NE de Santiago. Por su parte la productividad potencial presenta una oscilación entre 1.500 y $1.900\text{ gr}/\text{m}^2/\text{año}$ con una distribución longitudinal cuya variación entre la costa y el interior no sobrepasa los $200\text{ gr}/\text{m}^2/\text{año}$.

Desde el punto de vista fitogeográfico lo más característico es la gran diversidad de los sitios que se presentan, como por ejemplo en la oparte N de la cuenca de Santiago donde domina la estepa espinosa (***Acacia caven***); en cambio, hacia el sur, sobresalen matorrales cariaceos mezclados con árboles, en los cerros altos de la costa, mientras que en las quebradas, con humedad invernal, se desarrolla el bosque esclerófilo.

Desde el punto de vista ambiental, el sistema Semiárido presenta los mayores niveles de intervención antrópica y de artificialización del paisaje a escala nacional. Esto se traduce en la creación de nuevos sistemas de equilibrio que llevan implícito formas importantes de inestabilidad que se ven agravadas por la influencia de altas densidades de población.

Al igual que en el sistema anterior un elemento importante dentro de la problemática ambiental lo constituye la alta variabilidad climática al interior del sistema, particularmente significativo en el caso de las precipitaciones, lo que implica períodos de sequías y otros exceso de lluvias con la secuela de inundaciones, desbordes de ríos y aluviones.

1.3 Clima y desertificación en Chile

1.3.1 Evaluación de la aridez

La aridez es un factor de sensibilización del medio natural que genera condiciones de vulnerabilidad y fragilidad de los Sistemas, en los cuales, si el hombre no sabe manejar bien los recursos naturales disponibles en ellos, o adecuarse a su dinámica espacial y temporal, es capaz de generar los procesos de desertificación.

La dimensión de la aridez en términos cuantitativos es difícil de establecer por cuanto este fenómeno tiene varias facetas. La primera de ellas es la extensión y estacionalidad del período con déficit hídrico. Esto puede ser caracterizado por la longitud del período seco.

La segunda variable de la aridez es la intensidad de la sequía estival, lo que se evalúa a través del índice de humedad estival (Precipitación (PP) / Evapotranspiración Potencial (ETP)).

Un tercer aspecto es el déficit hídrico total acumulado durante el período en que éste se presenta. Esto corresponde a un valor integrador de la aridez y se evalúa a través del déficit hídrico total anual (PP-ETP). Por otra parte, la expresión biológica de los ecosistemas depende del equilibrio entre la disponibilidad y la demanda del agua. En la medida que se desequilibra el balance hacia la demanda insatisfecha aparecen rasgos crecientes de xerofitismo. En la dirección contraria domina la disponibilidad sobre la demanda y el xerofitismo tiende a desaparecer.

Con el objeto de evaluar los regímenes de aridez en Chile se ha considerado la distribución geográfica de los parámetros siguientes:

- Precipitación anual (PP)
- Déficit hídrico anual (PP-ETP)
- Longitud de la estación seca (LS)

Los dos primeros elementos permiten calcular un índice de xerofitismo (Ix) que expresa el grado de aridez desde un punto de vista biológico:

- Índice de xerofitismo = Déficit hídrico anual / Precipitación anual

El valor del índice Ix, indica el número de milímetros de déficit hídrico (demanda no satisfecha), por cada milímetro de precipitación. El Ix se relaciona bien con los grados de xerofitismo inducido por el desequilibrio demanda-oferta climáticas. El valor de Ix se expresa como mmd/mp (milímetros de déficit por milímetros de precipitación).

En el cuadro 1 se muestra la clasificación de los regímenes de aridez del territorio bajo condiciones de desertificaciones en Chile. Este está subdividido en 7 zonas de aridez considerando la longitud del período seco, lo que, a su vez, pueden ser subdivididos en 22 subzonas aplicando el índice "Ix", de xerofitismo como se observa en el Cuadro 2. Esta distribución de regímenes de aridez se puede observar en la Fg. 1 que incluye los registrados desde el límite N del país hasta la zona húmeda sur.

CUADRO 1: REGIMEN DE ARIDEZ SEGUN LONGITUD DE LA ESTACION SECA	
REGIMEN	LONGITUD DE LA ESTACION SECA (MESES)
Xe xérico (desértico)	12
Pa perárido (sub-desértico)	11
A árido	9-10
Sa semiárido	7-8
Sh subhúmedo	5-6
Hu húmedo	3-4
Ph perhúmedo	1-2

CUADRO 2: REGIMEN DE ARIDEZ SEGUN INDICE DE XEROFITISMO (Ix) (=Déficit hídrico/precipitación/(mmd/mmp)).	
GRADO DE ARIDEZ	INDICE XEROFITISMO
1	<0.25
2	0.25 a 0.50
3	0.50 a 1.0
4	1.0 a 2.5
5	2.5 a 5.0
6	5 a 10
7	10 20
8	20 50
9	50 100
10	>100

Superponiendo ambos criterios se delimitan los regímenes de aridez en Chile (Figura 1). Cada régimen se describe por los dos elementos.

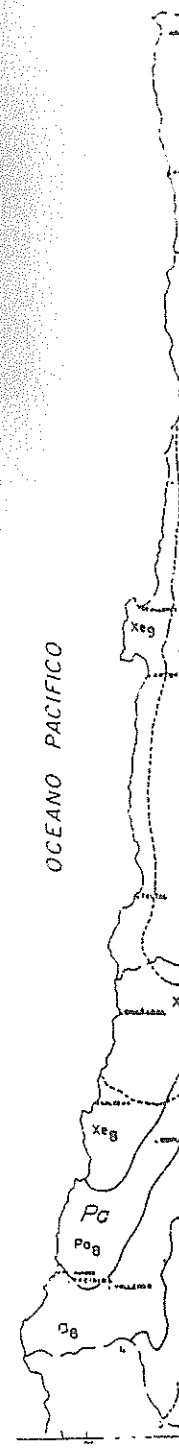
Ej.: Sa 4

Régimen semiárido (7-8 meses secos) con índice de xerofitismo 4 (4 milímetros de déficit por cada milímetro de precipitación).

1.3.2. Variaciones climáticas y desarrollo sustentable

Las fluctuaciones climáticas son un importante factor de riesgo que ha impedido el desarrollo agrícola de extensas zonas áridas y semiáridas del continente americano.

La cantidad total y la distribución de las lluvias es extremadamente variable



ID

SECA

DE
(imp).

O

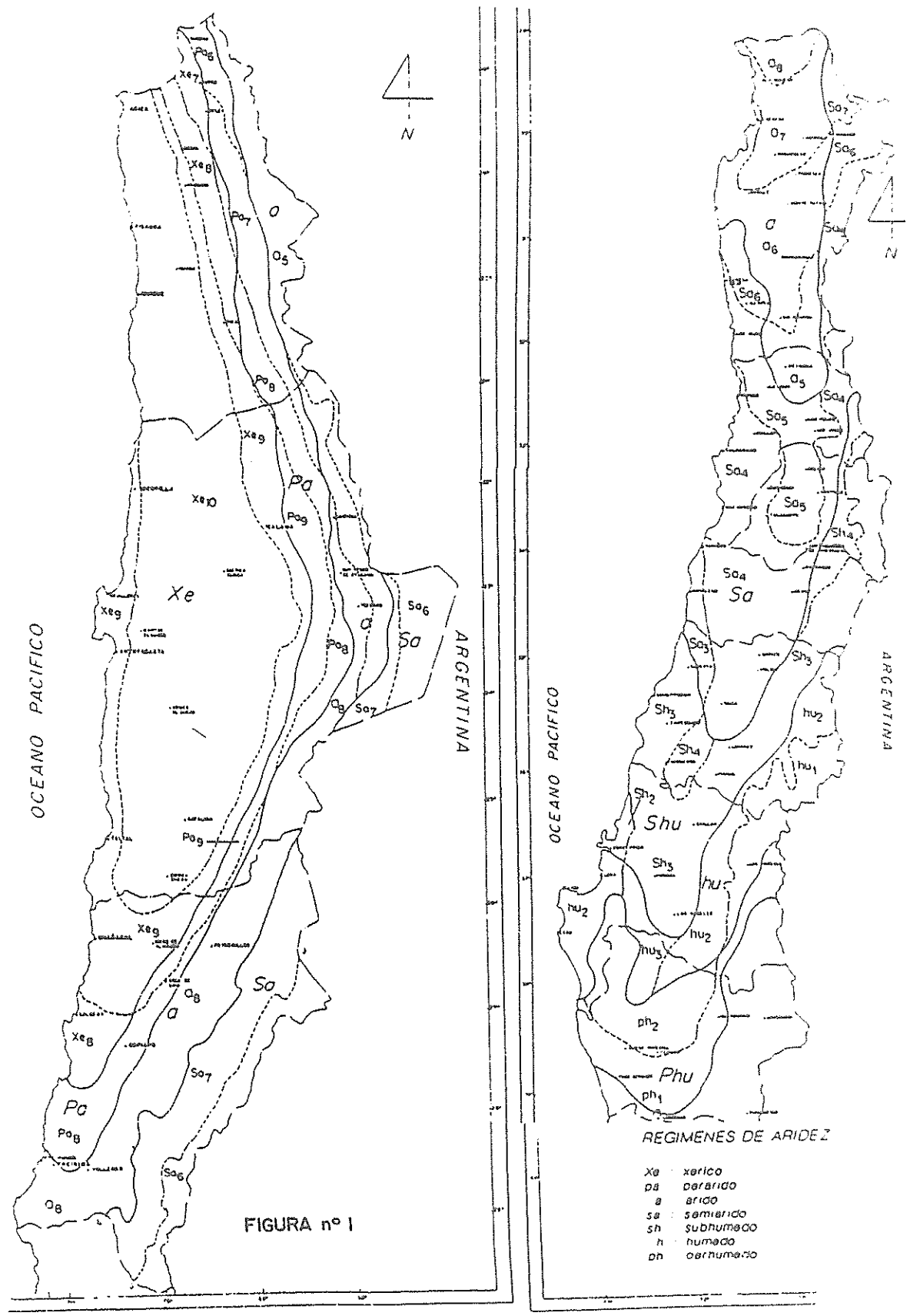
z en Chile

ismo 4 (4

impedido
continente

te variable

ción en Chile



en estas áreas, creando un marco de incerteza que desalienta el uso de técnicas agrícolas que generen una mayor productividad, por una parte y, por otra, creando condiciones de vulnerabilidad y fragilidad en el medio natural, el cual puede ser degradado si la comunidad local se ve exigida a usarlo en condiciones de tecnología tradicional o inadecuada. Las pérdidas económicas debidas a las sequías periódicas van en Chile desde los US\$40 o más de US\$100 millones en los años en que se presentan. El impacto de las sequías se hace sentir también sobre las áreas regadas, debido a que gran parte de los ríos que proveen el agua de riego depende de la escorrentía pluvial o de las reservas de nieve en las partes altas de las cuencas hidrográficas (Cuadro 3).

Los climas áridos y semiáridos susceptibles a los procesos de desertificación se presentan distribuidos a lo largo de una enorme extensión latitudinal, razón por la cual ellos contienen o muestran una amplia diversidad de regímenes térmicos.

Gran parte de la variabilidad climática del área de estudio está asociada con el fenómeno ENSO (El Niño-Oscilación del Sur).

Durante años con ocurrencia de este fenómeno, se producen anomalías positivas como una respuesta a las temperaturas anormalmente elevadas en el Océano Pacífico Sur oriental. Durante estos eventos se producen con frecuencia inundaciones de desastrosas consecuencias. En la fase contraria de este ciclo de oscilación, tienden a producirse sequías que afectan fuertemente a la agricultura regional.

El efecto de las sequías se hace sentir tanto en la agricultura de secano como en la de regadío, por cuanto las reservas de nieve que abastecen los ríos, se ven desmenuadas y con ello, el escurrimiento superficial. Las sequías intensas tienden a presentarse en ciclos no bien definidos, pero en general, con períodos de recurrencia que van de 3 a 4 años hasta 10 años y más (Valle del Huasco). En Chile los años de intensa sequía ocurren con una periodicidad aproximada de 10 años.

1.3.3 Variabilidad climática y cambio climático.

En los últimos años se han agregado a las fluctuaciones climáticas normales, la amenaza de un cambio climático cuyo efecto es todavía incierto sobre las zonas áridas y semiáridas pero que podría tener profunda influencia tanto sobre la variabilidad interanual como sobre la intensidad de la aridez que afecta a estas regiones y que consecuentemente afecta las condiciones de vida y actividades de los habitantes.

ienta el uso de técnicas
una parte y, por otra,
en el medio natural, el
ve exigida a usarlo en
is pérdidas económicas
los US\$40 o más de
impacto de las sequías
lo a que gran parte de
scorrentía pluvial o de
hidrográficas (Cuadro

esos de desertificación
extensión latitudinal,
amplia diversidad de

udio está asociada con

producen anomalías
malmente elevadas en
ntos se producen con
is. En la fase contraria
sequías que afectan

altura de secano como
abastecen los ríos, se
al. Las sequías intensas
pero en general, con
10 años y más (Valle
en con una periodicidad

es climáticas normales,
avía incierto sobre las
funda influencia tanto
sidad de la aridez que
ecta las condiciones de

Cualquiera que sea el efecto de este cambio sobre el régimen hídrico, existe consenso en que los climas sufrirán un calentamiento global que puede ir desde 1 a 2°C en las zonas tropicales hasta 3 a 5°C en las altas latitudes.

Por lo general existe una relación directa entre la variabilidad del régimen pluviométrico y la aridez. En las regiones áridas de America va desde 20% a más de 100%. Esta última cifra indica que en los años secos puede llover menos del 10% de lo que llueve en un año normal y en años lluviosos se pueden más que triplicar los montos normales.

El cuadro 3 muestra los coeficientes de variación de las precipitaciones anuales en algunas localidades áridas y semiáridas de Chile.

CUADRO 3: VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACION ANUAL EN CINCO LOCALIDADES EN LOS SISTEMAS ARIDOS Y SEMIARIDOS DE CHILE		
	PRECIPITACION ANUAL	COEFICIENTE DE VARIACION
Mediterráneo árido Chile		
• Casablanca	464	0.424
• Santiago	345	0.475
• Illapel	216	0.463
• Ovalle	134	0.610
• Copiapó	29	0.784

Bajo las condiciones de fuerte variabilidad climática de la zona árida, la única forma confiable de planificar la actividad agropecuaria es sobre la base de valores de excedencia con probabilidades de 50, 85 ó 95% de seguridad, dependiendo de la magnitud del riesgo que una explotación puede absorber.

Los grupos que, ya sea, por falta de recursos suficientes o de conocimientos adecuados, no están en condiciones de programar sus actividades, generalmente mantienen su actividad a pesar de la variabilidad climática con lo cual el medio natural se ve sobrepasado en su potencialidad ya sea por sobrepastoreo o por sobreextracción de leña y lo hace más vulnerable a procesos de desertificación.

Existen algunas evidencias de que el límite Sur del Desierto de Atacama estaría avanzando hacia la zona central de Chile a razón de 0.3 o 0.4 Km por año. Esto deriva del análisis de las tendencias pluviométricas históricas que

muestran una clara pendiente negativa sobre un número importante de estaciones del norte chileno. A pesar de esta evidencia estadística, no existen elementos concretos para afirmar que esto es un indicador de cambio climático, o simplemente, corresponde a la fase negativa de un ciclo de largo período. Cualquiera que sea el origen de estos cambios temporales, su efecto sobre la agricultura es el mismo y obliga a poner en juego las estrategias para enfrenar un avance natural del desierto.

Se opone a esta dinámica del desierto de la costa del Pacífico Sur, un fenómeno en sentido contrario que se evidencia en la costa Atlántica, donde las tendencias pluviométricas muestran una pendiente positiva. La relación climatológica de estos dos fenómenos no ha sido probada, aunque probablemente, se trate de fenómenos interconectados a través de una variación en la circulación general de la atmósfera en el Cono Sur de América.

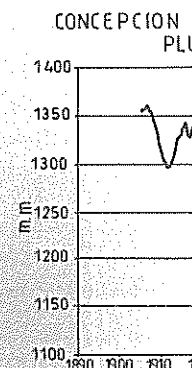
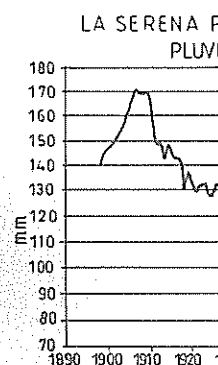
En la Figura 2 se presentan las tendencias decrecientes de la precipitación en Chile durante el presente siglo de las ciudades de La Serena, Santiago, Concepción y Temuco.

En las zonas áridas y semiáridas del continente el régimen de precipitaciones sufrirá modificaciones aún inciertas. Según los modelos disponibles existe una mayor probabilidad de que el calentamiento global intensifique la aridez en lugar de atenuarla. En las zonas áridas y desérticas de Chile, extensos sectores podrían ver significativamente reducido el escurrimiento superficial y la recarga de las napas freáticas con la consecuente reducción de las disponibilidades de agua para riego.

1.3.4 Impacto de las variaciones climáticas en la Productividad Agrícola

La productividad de las praderas herbáceas en las regiones áridas y semiáridas depende fundamentalmente de la cantidad y distribución de las precipitaciones. La variabilidad interanual de la productividad de forraje es comparable a la de las precipitaciones. Debido a esto, la capacidad de carga de los terrenos de pastoreo experimentan dramáticas variaciones interanuales creando severos riesgos para la ganadería. Durante los años secos los animales pueden morir o bien son desplazados a otras áreas o vendidos en el mercado a precios reducidos, todo lo cual crea un impacto negativo sobre los agricultores dedicados a esta actividad.

Con el propósito de evaluar cuantitativamente esta situación se han realizado, a modo de ejemplo, estudios de caso en las praderas áridas del margen sur del Desierto de Atacama, en Chile, bajo la isoyeta de 250 mm/año. En esta



número importante de estadística, no existen un indicador de cambio negativa de un ciclo de cambios temporales, sur en juego las estrategias

a del Pacífico Sur, una costa Atlántica, donde te positiva. La relación sido probada, aunque tados a través de una el Cono Sur de America.

ntes de la precipitación le La Serena, Santiago,

imen de precipitaciones lelos disponibles existe al intensifique la aridez icas de Chile, extensos escurrimiento superfi- cuente reducción de las

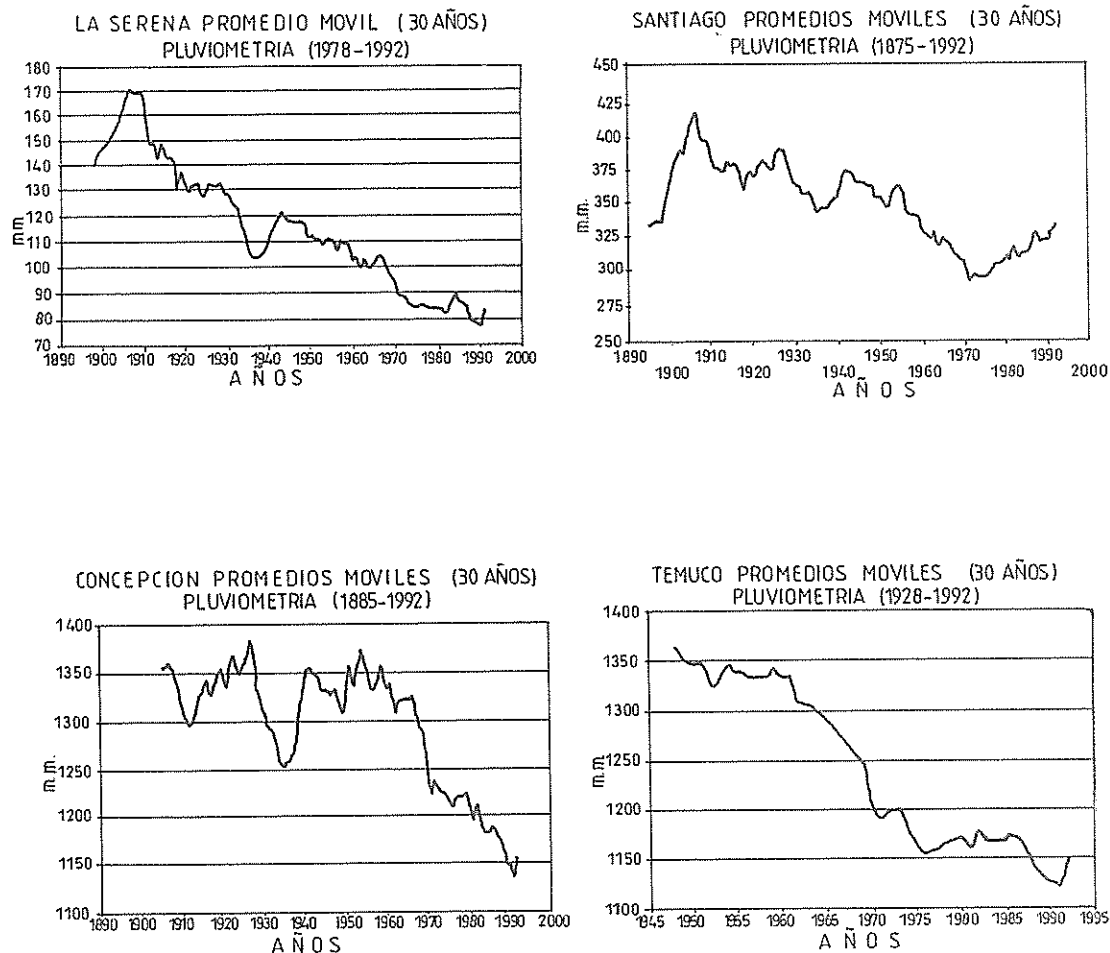
Actividad Agrícola

ones áridas y semiáridas ' distribución de las ductividad de forraje es o, la capacidad de carga variaciones interanuales : años secos los animales vendidos en el mercado to negativo sobre los

uación se han realizado, s áridas del margen sur le 250 mm/año. En esta

de la Desertificación en Chile

FIGURA N° 2
Tendencias seculares de la precipitación en Chile



region se ubican comunidades agrícolas cuyo sistema de tenencia comunitaria proviene de los tiempos de la Colonia. Ellas ocupan alrededor de 1.000.000 ha, con una densidad poblacional de 7,0 hab/Km² cuyo sustento está en un ecosistema altamente degradado por una elevada presión antrópica sobre los recursos forrajeros y de biomasa combustible. La capacidad de carga de los deteriorados ecosistemas se ha estimado en unas 0,06 unidades animales por hectáreas. Los rendimientos del trigo de secano rara vez superan 2.000 kg/ha. Uno de cada tres años las siembras se ven prácticamente perdidas. Un proceso de desertificación activa ha llevado a un deterioro de la calidad de vida que ubica a los habitantes de esta área en la franja de ingresos per cápita de 250 a 350 dólares por año, con indicadores comunales de extrema pobreza de lo más negativos a nivel nacional.

La precipitación produce un efecto inmediato sobre el rendimiento de fitomasa herbácea (0 a 2500 kg/ha/año), contrariamente a lo que sucede con el estrato arbustivo (100 a 1500 kg/ha/año), cuya respuesta está desfasada en un año respecto de la precipitación. Este último produce un efecto regulador en la disponibilidad de forraje para el ganado, no solamente en las estaciones secas, sino también, en años de sequía en los cuales el aporte herbáceo es deficiente o nulo (0 a 200 kg/ha/año), siendo el arbusto la única fuente de forraje para el ganado (100 a 500 kg/ha/año).

La inmediata respuesta del estrato herbáceo determina la gran variabilidad en rendimiento de fitomasa producida en años lluviosos respecto de los años secos. Esta relación es 203/1 en el estrato herbáceo y en el arbustivo es de 4,5/1. El principal rubro de explotación en este ecosistema es la ganadería caprina que se sustenta en la utilización de la vegetación natural. Los rendimientos son muy bajos y fluctúan entre 14 y 19 kg/ha/año de leche y 7 a 9 kg/ha/año de carne de cabrito, expresada base peso-vivo.

La variabilidad de la producción de forraje ha sido evaluada mediante una versión del modelo SIMPROC que entrega resultados semanales sobre el crecimiento de las praderas, y que fuera validado mediante 10 años de registro de la productividad de la pradera en la Estación Experimental de "Las Cardas" (30° 20' Lat. S -71° 15' Long. W).

Bajo el efecto de la variabilidad interanual de las lluvias la productividad varía en la localidad de Salamanca desde 125 kg/ha/año en años lluviosos, con un promedio que se ubica en el intervalo de 200 a 400 kg/ha/año.

Bajo la influencia de un cambio climático posible según el modelo GISS (2* CO₂), la precipitación declinaría y la evapotranspiración aumentaría.

ma de tenecia comunitaria
an alrededor de 1.000.000
cuyo sustento está en un
presión antrópica sobre
La capacidad de carga de
as 0,06 unidades animales
no rara vez superan 2.000
prácticamente perdidas.
un deterioro de la calidad
en la franja de ingresos
res comunales de extrema

sobre el rendimiento de
nente a lo que sucede con
respuesta está desfasada
timo produce un efecto
ado, no solamente en las
a en los cuales el aporte
siendo el arbusto la única
año).

nina la gran variabilidad
osos respecto de los años
o y en el arbustivo es de
osistema es la ganadería
vegetación natural. Los
9 kg/ha/año de leche y 7
peso-vivo.

evaluada mediante una
idos semanales sobre el
fianje 10 años de registro
Experimental de "Las

lluvias la productividad
a/año en años lluviosos,
0 a 400 kg/ha/año.

según el modelo GISS
inspiración aumentaría.

Las mayores temperaturas acortarían el ciclo de vida de las praderas, todo lo cual podría reducir la productividad de estas praderas desde un promedio anual de 250 kg/ha a 50kg/ha en el límite del desierto. Similar tendencia se observa en toda la zona analizada, lo que podría tener un efecto socioeconómico profundo.

Los pequeños agricultores de las comunidades practican, además de la ganadería caprina, el cultivo de cereales de secano que les sirve como complemento para sus ingresos. Como consecuencia del alto riesgo climático y del bajo grado de tecnificación, el rendimiento de los cultivos es extremadamente bajo. La reducción de los rendimientos bajo un escenario de cambio climático aumenta aún más los riesgos económicos. Los retornos nulos o negativos se hacen má frecuentes que en la actual condición.

A nivel de la comunidad el ingreso total es generado por tres actividades silvoagropecuarias básicas: cultivos anuales (trigo, cebada, anís, comino), productos animales (carne, leche queso y lana) y extracción de leña para combustible.

En el estudio realizado por el Comité chileno MAB-UNESCO (Gastó et al., 1990) en las comunidades de "Yerba Loca" y "Cariquindaño", donde viven unas 300 personas, se han hecho algunas estimaciones realistas respecto a los ingresos generados por estas actividdes, (Santibáñez, 1992). Las cifras se presentan a continuación:

RUBRO	INGRESO CALCULADO	VARIACIONES NEGATIVAS	DISMINUCION DE INGRESO A
A) GLOBAL	US\$		US\$
• Cultivos Anuales	15.896	Climáticas	9.537
• Ganadería	35.862	Capacidad de carga	14.345
Total	51.758	-	23.882
B) PER CAPITA	US\$		US\$
• Por actividad agropecuaria	173	En retornos	80
• Por actividad extra-predial	173		173
Total	346	-	253

De estos antecedentes se nota una intensificación de una crisis social ya existente en una importante masa poblacional, creando presiones sobre el conjunto de la sociedad. El ejemplo pone de relieve que las variaciones del clima inciden directamente sobre las comunidades económicamente más débiles, sobre todo por su escaso ingreso así como por su poco respaldo financiero para sortear crisis en momentos difíciles, esto puede incluso afectar sus ingresos generados externamente pues tiende a abaratar la mano de obra que abunda en períodos de crisis climáticas durante los cuales muchos pequeños agricultores buscan el sustento mínimo para su familia.

1.4 Recursos hídricos

Sin lugar a dudas que el adecuado uso y manejo de los recursos hídricos es una de las mejores herramientas para combatir la desertificación, dependiendo de su distribución, calidad y cantidad. No obstante su presencia como agua superficial o subterránea está estrechamente ligada a factores físicos de difícil control por parte del hombre.

1.4.1 Recursos hídricos y desertificación

Los recursos hídricos disponibles en el territorio nacional comprendido entre la I y VII Región, varían en magnitud y distribución tanto espacial como temporal. La variación espacial, medida latitudinalmente, que se presenta en el Cuadro 4, depende en gran medida de las características climatológicas y geomorfológicas propias de cada región. A partir de la IV Región, se observa un significativo aumento tanto del caudal medio anual (Q Medio) estimado en el punto de salida del flujo hídrico de cada región (corresponde a la sumatoria de los gastos de los recursos exorreicos de cada región) como también del porcentaje que dicho caudal representa respecto al volumen de precipitación media anual (P_p) registrada en la región. El consumo por evapotranspiración también aumenta en magnitud de norte a sur hasta la IV Región, representando entre 87% y 96% del volumen de precipitación medio anual en dichas regiones; en la V Región representa el 80% porcentaje que decrece sostenidamente hacia el sur llegando a representar 42% del volumen medio anual de precipitación caída en la VII Región.

de una crisis social ya
 ndo presiones sobre el
 que las variaciones del
 económicamente más
 por su poco respaldo
 to puedo incluso afectar
 baratar la mano de obra
 te los cuales muchos
 ra su familia.

rsos hídricos es una de
 n, dependiendo de su
 omo agua superficial o
 difícil control por parte

onal comprendido entre
 ón tanto espacial como
 mente, que se presenta
 erísticas climatológicas
 ir de la IV Región, se
 medio anual (Q Medio)
 da región (corresponde
 s de cada región) como
 respecto al volumen de
 egión. El consumo por
 e norte a sur hasta la IV
 de precipitación medio
 el 80% porcentaje que
 sentar 42% del volumen
 a.

CUADRO 4: DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO A NIVEL MEDIO ANUAL						
REGION	PP mm	Q MEDIO M3/s (1)	RENDIMIENTOS l/s/Km2		PRODUCTIVIDAD m3/hr/m	
			Máximo	Mínimo	Máxima	Mínima
I	94	11,9 (7,6)	4,8	0,25	20	1,00
II	45	0,9 (0,5)	0,7	0,01	20	1,00
III	82	1,9 (0,9)	0,8	0,07	200	0,20
IV	222	22,8 (8,1)	7,7	0,65	21	0,10
V	434	40,7 (19,3)	30	4	160	0,14
RM	650	103,0 (30,7)	30	0,64	200	2,50
VI	898	205,0 (40,3)	50	14	200	0,14
VII	1377	767,0 (56,9)	70	20	23	2,50

Fuente: Balance Hídrico de Chile. DGA, MOP, 1988
 Nota: (1) el caudal medio se refiere al estimado a la salida de la región; no corresponde al régimen natural. Entre paréntesis se indica el porcentaje que este caudal significa en relación al volumen de precipitación media anual caída.

Asociado a lo anterior se observa, de norte a sur, un creciente aumento de la magnitud de los rendimientos específicos superficiales de la cuencas, aunque no de las productividades de los acuíferos puesto que estos son más bien dependientes de las características de los rellenos geomorfológicos existentes en cada región. Por otra parte, la variación temporal del nivel estático de la napa se ve afectado tanto por las variaciones de precipitación como por las extracciones artificiales del recurso.

La isolínia de escorrentía superficial media anual de 1 mm se manifiesta en la costa sólo desde el río Limarí, la de 20 mm en las cercanías del Río Petorca, marcando la isolínea de 50 mm el límite de la zona árida y parárida en la desembocadura del río Aconcagua.

Por otra parte, al norte del río Limarí la variación del recurso superficial en el sentido este a oeste se encuentra fuertemente ligada a la variación espacial de la precipitación. Es así como en el altiplano la escorrentía superficial media anual representa hasta cerca del 20% de la precipitación media anual que cae en esa zona, mientras que en la zona desértica, al oeste de la anterior, la escasa escorrentía superficial que se produce depende, en gran medida, de aportes provenientes de las cuencas precordilleranas.

En lo que se refiere a variación temporal del recurso agua, en general (Fig. 3) se observa que el régimen de escurrimiento de los ríos es mixto, con predominio de la componente nival en las cuencas cordilleranas mientras

que en las estaciones ubicadas en los valles dicha componente disminuye en importancia.

El recurso hídrico resulta necesario para toda actividad humana, usándose para la agricultura, consumo doméstico ($\sim 30 \text{ m}^3/\text{s}$ entre la I a VII Región), generación hidroeléctrica, minería e industria ($\sim 30 \text{ m}^3/\text{s}$ a nivel nacional). La distribución tanto especial como temporal del recurso, puede no resultar adecuada para los fines a los que se destina, por lo que se hace necesario construir obras de conducción (canales) y de almacenamiento o regulación (embalses) que permiten, por una parte, la utilización del agua en zonas alejadas del lugar donde ésta se produce y, por otra, su uso en meses en que el recurso superficial disminuye. En el Cuadro 5 se destacan, por región, el número de obras de infraestructura que en gran medida son las que colaboran para el uso más eficiente del recurso. Se observa, como era de esperar por el aumento de la magnitud del recurso, una mayor cantidad de obras de infraestructura desde la IV Región hacia el sur.

CUADRO 5: OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DESTINADAS A UN USO EFICIENTE DEL RECURSO HIDRICO.				
REGION	CANALES	EMBALSES		OBSERVACIONES
		Mayores	Menores	
I	440	1	5	C. Lauca y Azapa; e. Caritayn
II	27	1		e. Conchi
III	333*	2		C. Mal Paso; e. Lautaro, etc.
IV	987	3	55	C. der, Cogotí; e. Paloma, etc.
V	1527	12	130	e. Lo Ovalle, Lo Orozco, etc.
RM	1019	17	547	C. Rungue; e. El Yeso, etc.
VI	1270	9	334	C. Zamorano; e. Cto. Viejo, etc.
VII	2117	11	199	C. Maule Sur; e. Tutuvén, etc.

Fuente: REG (1991) Catastro Nacional de Regantes. Dirección de Riego. MOP.

Nota: *no incluye la información de la cuenca del río Copiapó. C= Canal; e= embalse

Suponiendo que los recursos actualmente no usados, que indican que el Cuadro 4, estuvieran libres de contaminación y en consecuencia pudieran utilizarse en su totalidad para el abastecimiento de agua potable de la población, se puede concluir que el crecimiento de la población en algunas regiones estaría limitado por la disponibilidad del recurso; así por ejemplo, globalmente en la II Región podría haber un crecimiento del orden de 50%, sin considerar los aumentos del recurso que dicho crecimiento origina en otros usos competitivos como por ejemplo la minería.

nponente disminuye en

dad humana, usándose
ntre la I a VII Región),
m³/s a nivel nacional).
curso, puede no resultar
que se hace necesario
enamiento o regulación
ción del agua en zonas
su uso en meses en que
destacan, por región, el
la son las que colaboran
no era de esperar por el
cantidad de obras de

A DESTINADAS A HIDRICO.
OBSERVACIONES
uica y Azapa; e. Caritaya nchi al Paso; e. Lautaro, etc. r. Cogotí; e. Paloma, etc. Ovalle, Lo Orozco, etc. ingue; e. El Yeso, etc. morano; e. Cto. Viejo, etc. aule Sur; e. Tutuvén, etc.

go. MOP.
nal; e= embalse

los, que indican que el
consecuencia pudieran
de agua potable de la
la población en algunas
curso; así por ejemplo,
iento del orden de 50%,
crecimiento origina en
ía.

de la Desertificación en Chile

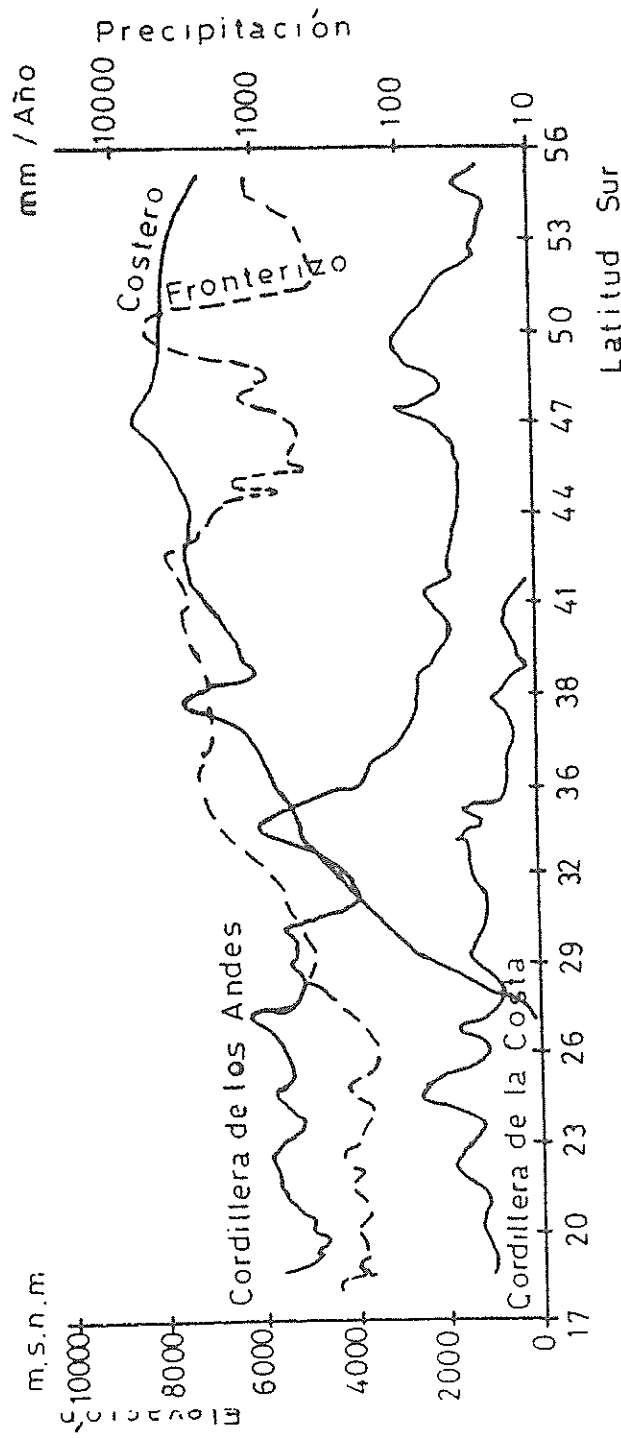


FIGURA nº 3 PERFILES PLUVIOMETRICOS EN CHILE

1.4.2 Análisis regionalizado

En el entendido de que la hidrología conjuga los fenómenos climáticos con la existencia de recursos superficiales y subterráneos, en el presente informe se analiza la disponibilidad de estos recursos en el territorio chileno comprendido entre las Regiones I y VII. Posteriormente, se analiza el uso del recurso identificándose las obras construidas o en proyecto, destinadas a aprovechar eficientemente el recurso y que inciden en el proceso de desertificación.

Para realizar el estudio, se ha dividido el territorio en 4 tramos; el primero comprende las Regiones I y II; las Regiones III y IV corresponden al segundo tramo; el tercer tramo comprende la V Región y la Región Metropolitana; y, las Regiones VI y VII conforman el último tramo.

El diagnóstico de la disponibilidad del recurso superficial se basa en el balance hidrológico por cuencas hidrográficas a nivel anual efectuado por la Dirección General de Aguas en todo el territorio nacional. El recurso subterráneo se analiza en base a la información del mapa hidrogeológico nacional.

1.4.2.1 Sistema Altiplánico y Desértico

Corresponde a la zona del territorio nacional comprendida aproximadamente entre los paralelos 18 y 26° latitud sur. Globalmente, en estas regiones se tiene una precipitación media anual del orden de 59 mm, de los cuales se estima que se evaporan aproximadamente 55 mm y sólo 6,1% escurriría superficialmente.

En la Figura 3 se aprecia uno de los principales rasgos característicos de estas regiones, como es la gran diferencia del régimen pluviométrico entre la zona costera y la de la cordillera de los Andes.

- I Región

La I Región se caracteriza por presentar un régimen de precipitaciones cordilleranas en el período estival lo que hasta aproximadamente los 20° latitud sur permite la existencia de ríos permanentes con caudales de 2 a 3 m³/s, que llegan hasta el mar. Más hacia el sur y aproximadamente hasta 22°LS, aquellas quebradas que nacen en la cordillera desaparecen por infiltración al llegar a la Depresión Intermedia.

nómenos climáticos con
s, en el presente informe
en el territorio chileno
mente, se analiza el uso
en proyecto, destinadas a
viden en el proceso de

en 4 tramos; el primero
corresponden al segundo
Región Metropolitana; y,

erficial se basa en el bal-
l anual efectuado por la
io nacional. El recurso
el mapa hidrogeológico

acional comprendida
18 y 26° latitud sur.
ma precipitación media
estima que se evaporan
urriría superficialmente.

les rasgos característicos
iferencia del régimen
e la cordillera de los An-

sentar un régimen de
odo estival lo que hasta
nate la existencia de ríos
que llegan hasta el mar.
hasta 22°LS, aquellas
parecen por infiltración al

El recurso superficial es usado para el consumo doméstico, indus-
trial o minero. Por otra parte, el recurso subterráneo es la principal
fuente del recurso que utiliza tanto el sector minero como el indus-
trial; estos últimos interesados en aprovechar los compuestos
químicos contenidos en las salmueras de los salares.

Esta región presenta una precipitación media del orden de 94 mm,
cuya mayor parte se pierde por evaporación desde lagos y salares y
por evapotranspiración; presenta un gradiente de temperatura del
ordden de -0,54°C/100m.

Recursos Superficiales:

Desde el punto de vista de esorrentía superficial pueden distinguirse
las siguientes cuencas:

- Cuencas Altiplánicas
- Vertientes del Pacífico compartidas con Perú
- Río Lluta
- Río San José
- Entre Ríos San José y Camarones
- Río Camarones
- Entre Ríos Camarones y Pampa del Tamarugal
- Pampa del Tamarugal
- Costeras entre Quebrada de Camiña y Río Loa

Tal como se desprende del Balance Hídrico Nacional, los
rendimientos de las cuencas controladas están comprendidos en un
rango entre 0,4 a 4,8 l/s/Km². una síntesis de la información se
presenta gráficamente en las láminas 1 a 3 donde se muestran los
isolíneas de precipitación media anual y esorrentía media anual en
mm/año.

Recursos Subterráneos:

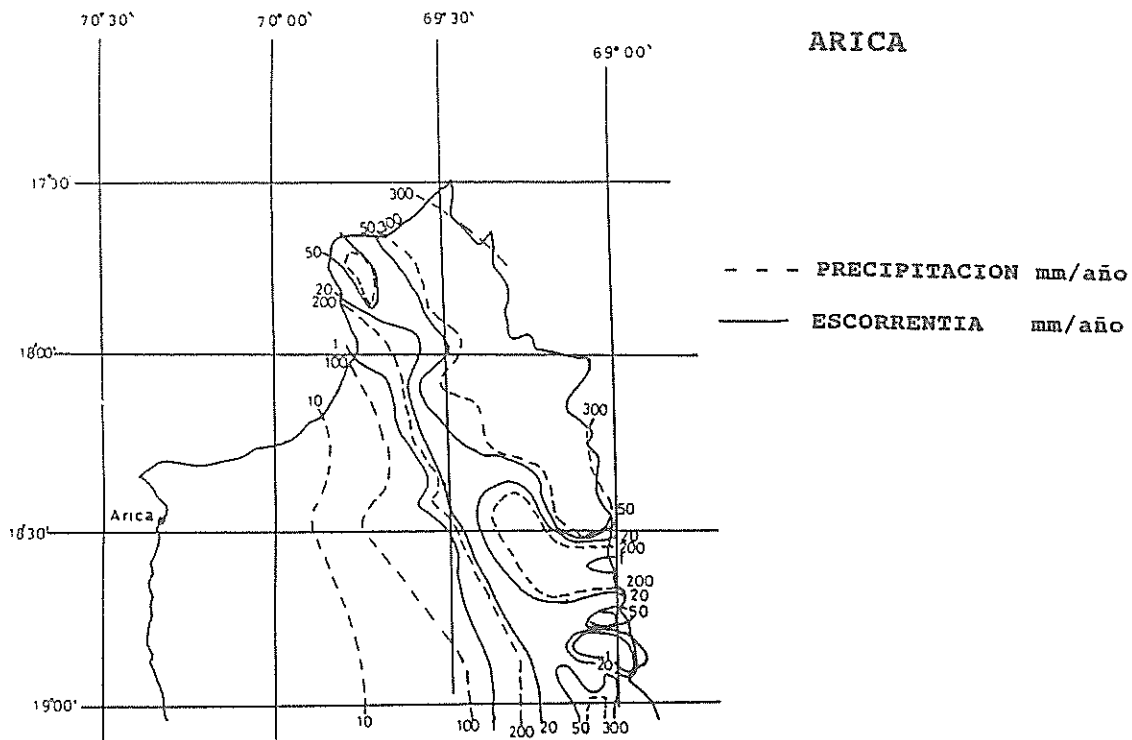
Disponibilidad

Los recursos subterráneos se caracterizan según la ubicación,
distinguiendose las siguientes zonas:

- Zona Altiplánica
- Zona Andina Precordillerana
- Costeras

LAMINA 1

ARICA



21°00' _____

21°30' _____

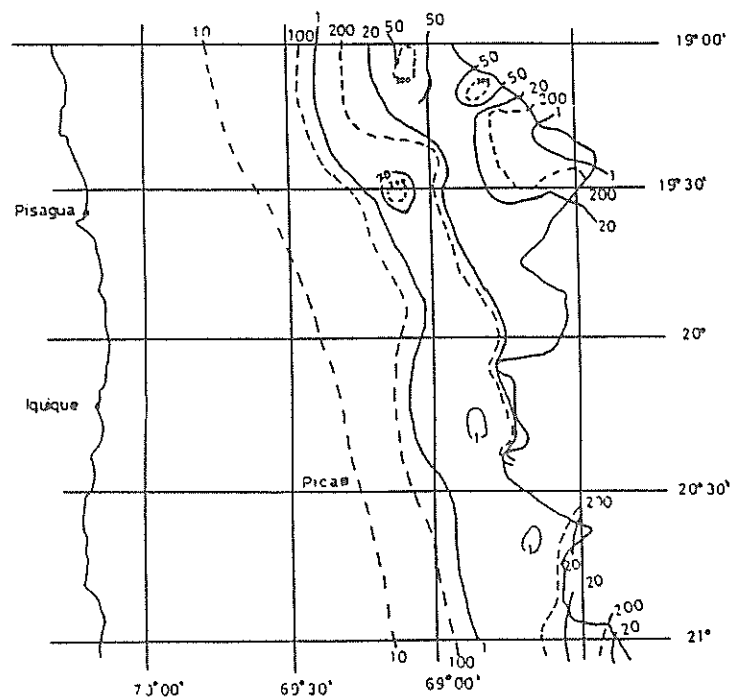
22°00' _____

Tocopilla

22°30' _____

LAMINA 2

IQUIQUE



LAMINA 4

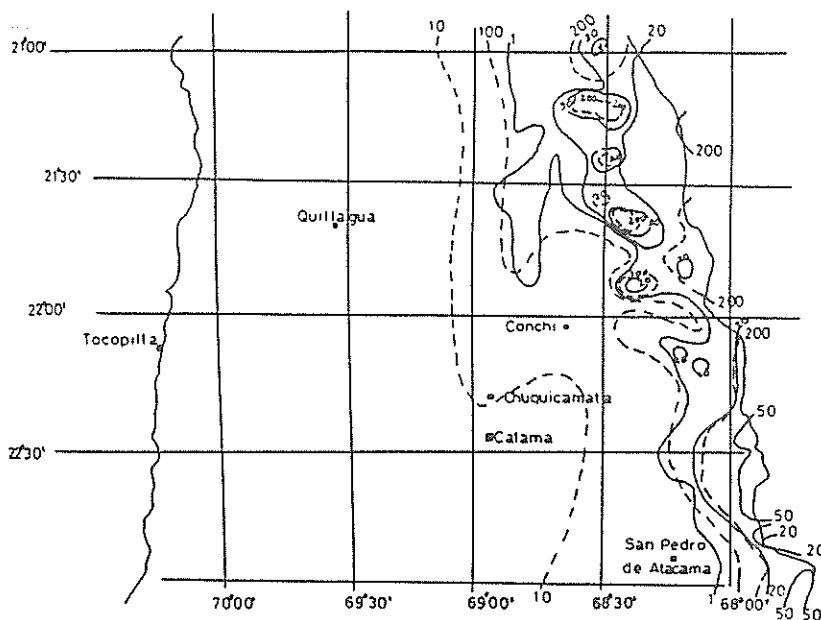
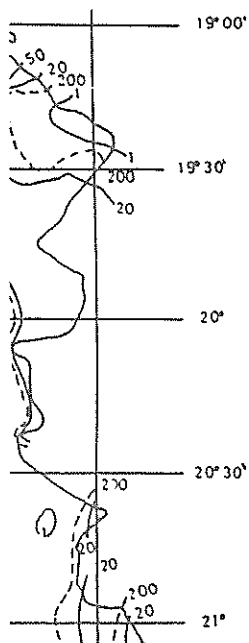
ANTOFAGASTA

NA 1

RICA

RECIPITACION mm/año

CORRENTIA mm/año

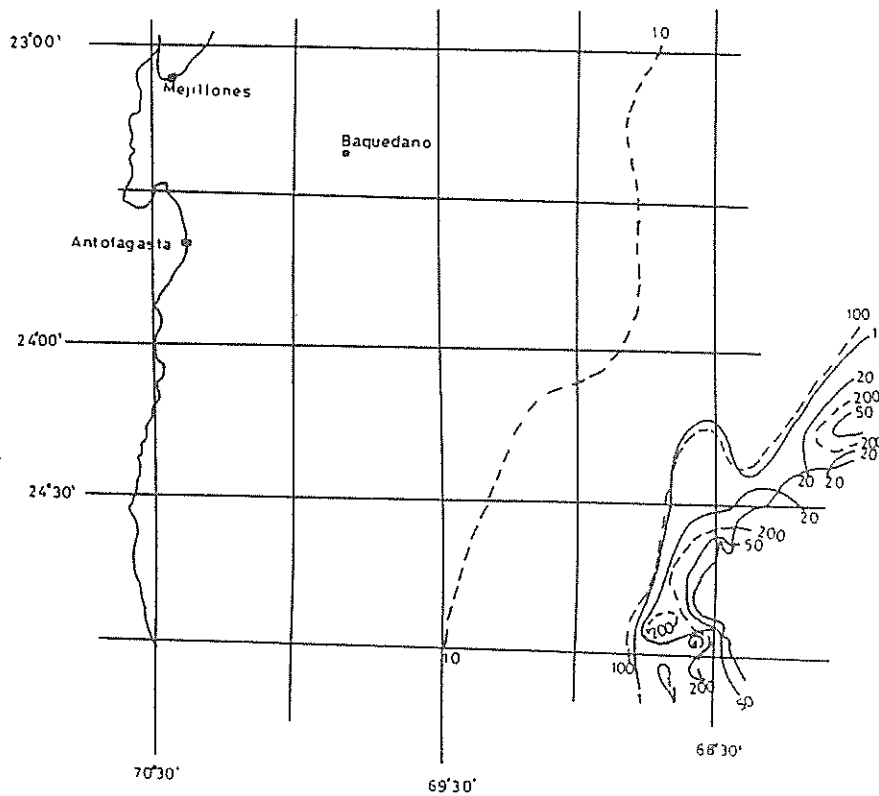


LAMINA 3

CALAMA

LAMINA 4

ANTOFAGASTA



Según los antecedentes obtenidos del Mapa Hidrogeológico de Chile, los pozos de la zona altiplánica señalan un relleno cuaternario del orden de 100 m con una productividad elevada ($>10 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$) de agua de buena calidad.

En el sector andino precordillerano, hasta 19° LS , los acuíferos estarían constituidos por rellenos cuaternarios fluviales de los lechos de los ríos, de espesores de hasta 200m, que albergan napas libres con productividades variables entre 1 a $10 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}$ de agua de calidad también variable. Entre 19 y 22° LS , en el relleno aluvional terciario y cuaternario de la depresión intermedio, se encuentra el sistema acuífero de la Pampa del Tamarugal, de naturaleza libre a semiconfinada y espesor variable entre 300 a 700 m, presenta productividades variables entre 1 y $20 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}$ de agua de calidad variable según la forma de recarga de la napa.

En el sector de esta región, se se aprecia actualmente escurrimiento y las cuencas no presentan interés desde el punto de vista hidrogeológico.

Los acuíferos de la zona altiplánica están sujetos a las recargas provenientes de las lluvias estivales que se infiltran a través de la cubierta volcánica. En algunos sectores donde los sistemas son cerrados, la recarga estaría limitada por las descargas naturales que se producen por efecto de la evaporación desde los salares.

En el sector andino precordillerano, hasta 19° LS , la recarga está relacionada con el recurso disponible en los ríos existentes en esa zona. En la Zona de la Pampa del Tamarugal, las fuentes de recarga provienen de los recursos disponibles en las quebradas cordillerana o precordilleras, que al llegar a esa zona se infiltran. En algunos sectores la recarga proviene del sector altiplánico.

En el sector altiplánico los recursos subterráneos son aprovechados por el sector minero y por el sector industrial que aprovecha los compuestos químicos contenidos en las salmueras de los salares. Ocasionalmente se usa con fines domésticos de la escasa población altiplánica.

Por su parte, en el sector andino precordillerano, hasta 19° LS , el recurso subterráneo se destina al uso doméstico y a la actividad agrícola que se desarrolla en los valles. En la zona de la Pampa del

Hidrogeológico de Chile, en el relleno cuaternario del valle (10 m³/h/m) de

a 19° LS, los acuíferos aluviales de los lechos que albergan napas libres de 10 m³/hr/m de agua de S, en el relleno aluvional intermedio, se encuentra el canal, de naturaleza libre a 300 a 700 m, presenta 10 m³/hr/m de agua de calidad regular.

tualmente escurrimiento desde el punto de vista

en sujetos a las recargas e infiltran a través de la zona donde los sistemas son descargas naturales que descienden desde los salares.

En 19° LS, la recarga está en los ríos existentes en esa zona, las fuentes de recarga en las quebradas cordilleranas se infiltran. En algunos sectores aluviales.

Los acuíferos son aprovechados por la actividad agrícola que aprovecha los recursos hídricos de los salares. Debido a la escasa población

en el desierto, hasta 19°LS, el clima es árido y a la actividad agrícola en la zona de la Pampa del

Tamarugal el recurso subterráneo se utiliza como fuente de abastecimiento de agua potable de algunos pueblos interiores y de las ciudades costeras de la región.

- II Región

La II Región, comprendida aproximadamente entre los 21 y 26°LS, al igual que la I Región se caracteriza por presentar un régimen de precipitaciones cordilleranas en el período estival aunque de magnitudes menores. Sólo el río Loa alcanza a llegar al mar, con un caudal de casi 0,6 m³/s. Al sur de este río se encuentra el Desierto de Atacama, donde se observan numerosas vertientes y aguadas con escaso caudal y de agua de regular calidad.

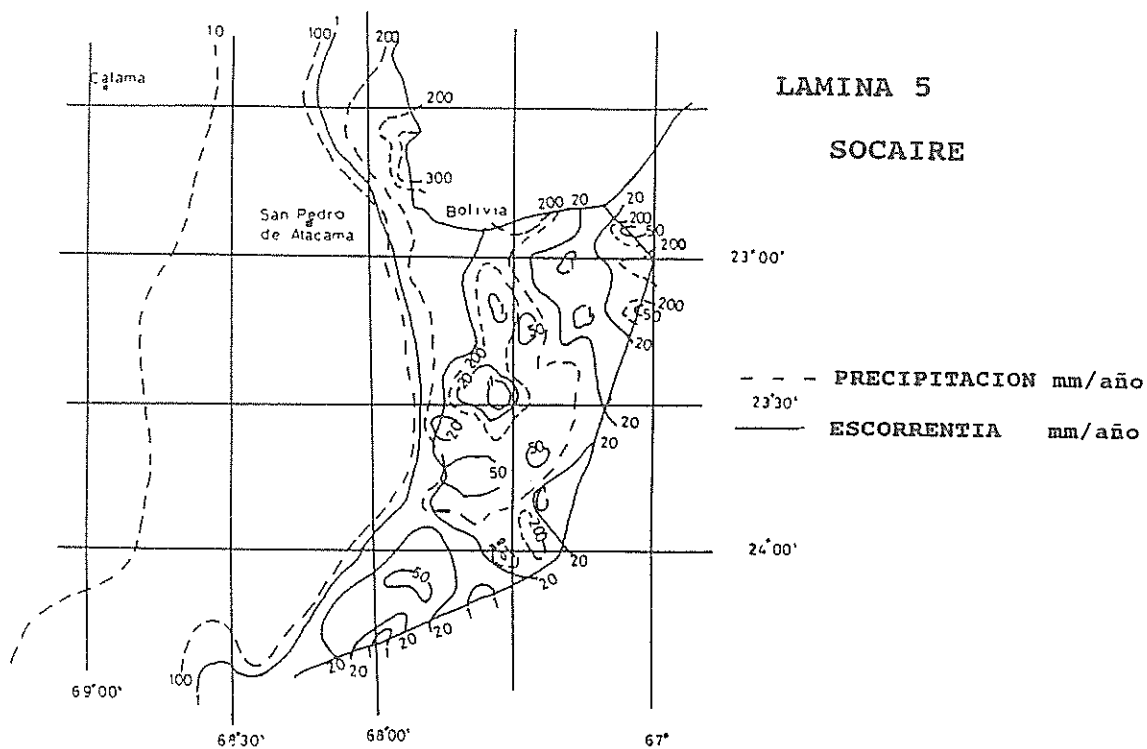
Esta región presenta una precipitación media del orden de 45 mm, cuya mayor parte se pierde por evaporación desde lagos y salares y por evapotranspiración; presenta un gradiente de temperatura del orden de -0,65°C/100 m.

Recursos Superficiales:

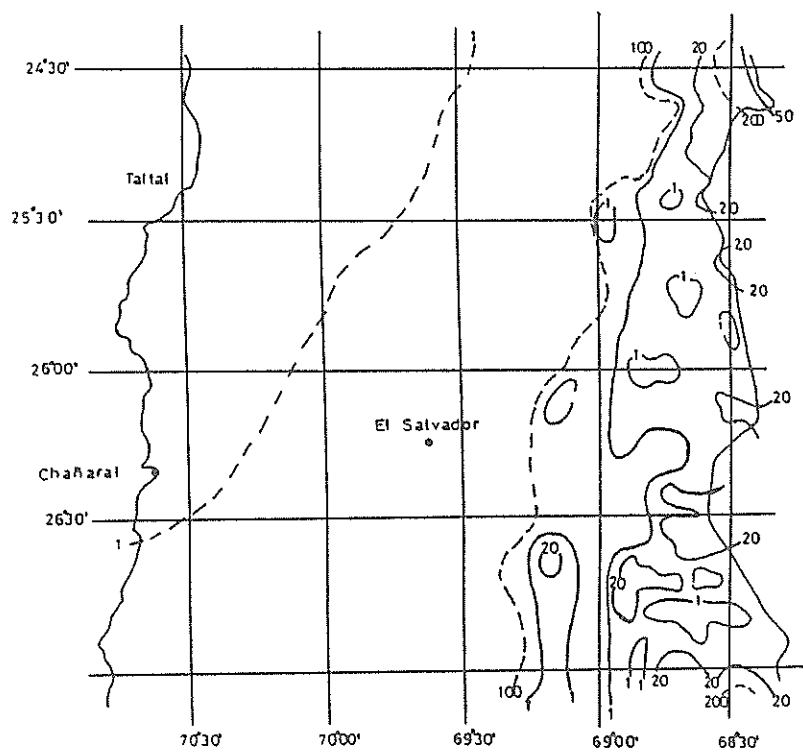
Desde el punto de vista de escurrimiento superficial pueden distinguirse las siguientes cuencas:

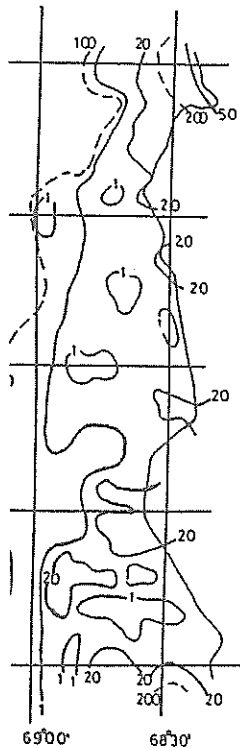
- Fronterizas entre Salar de Michincha y Río Loa
- Río Loa
- Fronterizas entre Salar de Atacama y Salar de Socompa
- Puna de Atacama
- Salar de Atacama
- Costeras entre Río Loa y Quebrada Caracoles
- Endorreicas entre Salar de Atacama y vertiente Pacífico
- Quebrada Caracoles
- Quebrada La Negra
- Quebrada entre Quebrada La Negra y Quebrada Pan de Azúcar

Tal como se desprende de la información contenida en el Balance Hídrico Nacional, los rendimientos de las cuencas controladas están comprendidos en un rango entre 0,01 a 0,72 l/s/Km². Una síntesis de la información se presenta gráficamente en las láminas 4 a 6 donde se muestran los isolíneas de precipitación media anual y escurrimiento medio anual en mm/año.



LAMINA 6
CHAÑARAL





Al igual que en la I Región los recursos subterráneos se caracterizan según la ubicación, distinguiéndose las mismas zonas con características, en cuanto a disponibilidad, recarga y uso, similares a las ya indicadas por la zona altiplánica y costera.

Las diferencias en lo que a disponibilidad se refiere, se encuentra en el sector andino de la vertiente Pacífico, pues en esta zona se encuentra el Desierto de Atacama, donde sólo se observan algunos sistemas acuíferos asociados al río Loa. Entre 25 y 27°LS, existen algunas vertientes de caudal reducido y regular calidad, que dan lugar a vegas, cuya recarga proviene del sector altiplánico. El recurso en esta zona se destina fundamentalmente para el consumo doméstico de la escasa población local.

Obras construídas para el aprovechamiento del recurso en la I y II Región

Estas obras se refiere básicamente a captaciones superficiales o subterráneas, canales y embalses construidos para fines de riego, consumo doméstico, industrial o minero.

Se pueden identificar en estas regiones las siguientes obras de riego de interés:

- **Canal Lauca:** ubicado en la comuna de Putre (I Región), fue puesto en servicio en el año 1962. Con una longitud de 28,5 Km, fue diseñado para conducir un caudal de $2,7\text{m}^3/\text{s}$, proveniente del río Lauca, para regar 2618 Há.
- **Canal Azapa:** ubicado en la comuna de Arica, fué puesto en servicio en el año 1966. Puede conducir un caudal de $2,75\text{ m}^3/\text{s}$ a través de 33 Km. El recurso que conduce, proveniente del río San José, está destinado al riego de 2618 há.
- **Embalse Caritaya:** ubicado en el río Caritaya en la comuna de Arica, fue puesto en servicio en el año 1936. Fue diseñado con una capacidad de 42 Hm^3 , para poner bajo riego 430 há.
- **Embalse Conchi:** ubicado en el río Loa, en la comuna de Calama, fue puesto en servicio en el año 1974. Con una capacidad de 22 Hm^3 permite regar 2000 há.

Las obras de uso minero consisten fundamentalmente en captaciones del recurso subterráneo, destinadas al abastecimiento de las necesidades de agua propias de los procesos mineros; las de uso industrial se refieren básicamente a captaciones del recurso subterráneo destinadas en este caso a satisfacer las necesidades de agua propias de las industrias que aprovechan los compuestos químicos contenidos en las salmueras de los salares. Las obras de uso doméstico se refiere a las ejecutadas para el abastecimiento de agua potable de las principales ciudades de estas regiones, ubicadas casi todas en el sector costero, las que en general, poseen fuentes de abastecimiento subterránea (Azapa, Dolores, Canchones).

1.4.2.2 Sistemas Áridos y Semiáridos

Corresponde a la zona del territorio nacional comprendida aproximadamente entre los paralelos 26 y 32° latitud sur. Globalmente, en estas regiones se registra una precipitación media anual del orden de 133 mm. de los cuales se estima que se evaporan aproximadamente 126 mm y sólo 5% escurre superficialmente.

En la figura 3 se aprecia que en estas dos regiones persisten algunas diferencias entre el régimen pluviométrico de la zona costera y de la cordillera de los Andes, aunque algo menos marcadas que en las Regiones I y II. En la zona costera es frecuente la presencia de camanchaca que puede ser utilizada para satisfacer necesidades de abastecimiento doméstico, como en el caso de pueblo de Chungungo.

- III Región

La III Región se ubica aproximadamente entre 26 y 29°LS, se caracteriza por presentar un régimen de precipitaciones invernales, con ríos de régimen mixto principalmente nival.

Las estimaciones del recurso superficial indican que 0,5 m³/s es usado para el consumo doméstico, industrial o minero. Por otra parte, el recurso subterráneo es la principal fuente del recurso que utilizan tanto el sector minero como el industrial y en menor grado el agrícola y doméstico.

Esta región presenta una precipitación medio del orden de 82,4 mm, cuya mayor parte se pierde por evaporación y evapotranspiración; a partir de los 1000 msnm presenta un gradiente de temperatura del orden de -0,63°C/100 m.

ntalmente en captaciones
abastecimiento de las
osos mineros; las de uso
aptaciones del recurso
satisfacer las necesidades de
vechan los compuestos
los salares. Las obras de
para el abastecimiento de
estas regiones, ubicadas
eneral, poseen fuentes de
es, Canchones).

l comprendida aproxima-
ud sur. Globalmente, en
n media anual del orden
e evaporan aproximada-
ialmente.

giones persisten algunas
o de la zona costera y de
nos marcadas que en las
eciente la presencia de
satisfacer necesidades de
de pueblo de Chungungo.

e entre 26 y 29°LS, se
ecipitaciones invernales,
nival.

indican que 0,5 m³/s es
lo minero. Por otra parte,
e del recurso que utilizan
n menor grado el agrícola

io del orden de 82,4 mm,
y evapotranspiración; a
iente de temperatura del

Recursos Superficiales:

Desde el punto de vista de esorrentía superficial pueden distinguirse las siguientes cuencas:

- Endorreicas entre Frontera y vertiente Pacífico
- Quebrada Pan de Azúcar y Costaneras Hasta Río Salado
- Río Salado
- Costeras entre Río Salado y Río Copiapó
- Río Copiapó
- Costeras entre Ríos Copiapó y Quebrada Totoral
- Quebrada Totoral y Costeras hasta quebrada Carrizal
- Quebrada Carrizal y Costeras hasta Río Huasco
- Río Huasco
- Costeras entre Río Huasco y Límite Regional
- Costeras entre Límite Regional y Quebrada los Choros

Tal como se desprende de la información obtenida del Balance Hídrico Nacional (1988), los rendimientos de las cuencas controladas están comprendidos en un rango entre 0,07 a 0,83 l/s/Km².

Una síntesis de la información se presenta gráficamente en las láminas 6 y 7 donde se muestran los isolíneas de precipitación media anual y esorrentía media anual en mm/año.

Los recursos superficiales son aprovechados para el riego de superficies significativas como por ejemplo (REG, 1991) en el valle del río Huasco, donde se riegan 8911,3 hás, a través de 4 secciones (Río El Carmen, Río El Tránsito, Junta hasta aproximadamente Vallenar y tramo inferior), que cuentan con unas 11.000 acciones.

Recursos Subterráneos:

Los recursos subterráneos se caracterizan según la ubicación, y están directamente ligados a los rellenos fluviales existentes. La fuente de recarga principal es el recurso superficial. En general, los acuíferos son libres, con espesores entre pocos metros y 200 m y son usados principalmente con fines de abastecimiento de agua potable y en menor grado en el sector minero y agrícola. Se distinguen (IPLA, 1986) las siguientes cuencas:

- **Salar de Pedernales:** su productividad está comprendida entre 22 y 62 m³/hr/m. los pozos existentes se usan para necesidades de agua potable.

- **Diego de Almagro-I. de Oro La Finca:** presenta productividades de $0,2 \text{ m}^3/\text{hr/m.}$ a $24,6 \text{ m}^3/\text{hr/m.}$ los sondeos se usan para necesidades de agua potable.
- **Quinta Sta María:** su productividad está comprendida entre 8 y $15 \text{ m}^3/\text{hr/m.}$ Los pozos existentes son usados con fines mineros.
- **Río Copiapó:** el recurso se usa tanto con fines agrícolas como para el abastecimiento de agua potable e industrial. Las productividades en el sector costero son del orden de $\text{m}^3/\text{hr/m.}$ hacia el interior varían entre 50 y $200 \text{ m}^3/\text{hr/m}$ (Q. las Cruces).
- **Totoral:** su uso está destinado básicamente para agua potable.
- **Boquerón Chañar:** presenta productividades del orden de $2 \text{ m}^3/\text{hr/m.}$ Los sondeos se destinan para el uso doméstico y con fines de observación.
- **Carrizal Bajo:** presenta un acuífero libre cuyos recursos no se explotan.
- **Huasco:** presenta productividades que varían, según el sector, entre 1 a $7 \text{ m}^3/\text{hr/m}$ (Huasco Bajo) y 15 a $30 \text{ m}^3/\text{hr/m}$ (Valle El Carmen). El nivel de explotación del recurso es bajo, utilizándose principalmente para riego y en menor grado para agua potable (Vallenar) y uso industrial (Huasco).
- **Domeyko:** en el sector Mina El Morado se tiene productividades de $5,1 \text{ m}^3/\text{hr/m}$ mientras que en el resto del área, ésta es del orden de $0,2 \text{ m}^3/\text{hr/m.}$ El recurso se explota básicamente para uso minero y doméstico.

- IV Región

La IV Región, comprendida aproximadamente entre 29 y 32°LS , al igual que la III Región se caracteriza por presentar un régimen de precipitaciones invernales aunque de magnitudes algo mayores.

Esta región presenta una precipitación medio del orden de 222 mm cuya mayor parte ($204,5 \text{ mm}$) se pierde por evaporación y por evapotranspiración; a partir de 1000 msnm presenta un gradiente de temperatura del orden de $-0,67^\circ\text{C}/100 \text{ m.}$

presenta productividades
: sondajes se usan para

tá comprendida entre 8 y
sados con fines mineros.

on fines agrícolas como
able e industrial. Las
n del orden de $m^3/hr/m$,
 $m^3/hr/m$ (Q. las Cruces).

ente para agua potable.

idades del orden de $2m^3$
so doméstico y con fines

re cuyos recursos no se

varían, según el sector,
5 a $30 m^3/hr/m$ (Valle El
urso es bajo, utilizandose
grado para agua potable

se tiene productividades
del área, ésta es del orden
a básicamente para uso

iente entre 29 y $32^{\circ}LS$, al
presentar un régimen de
nitudes algo mayores.

dio del orden de 222 mm
: por evaporación y por
m presenta un gradiente
m.

Recursos Superficiales:

Desde el punto de vista de esorrentía superficial pueden distinguirse las siguientes cuencas:

- Quebrada los Choros
- Costeras entre Quebrada los Choros y Río Elqui
- Río Elqui
- Costeras entre Río Elqui y Río Limarí
- Río Limarí
- Costeras entre Río Limarí y Río Choapa
- Río Choapa
- Costeras entre Río Choapa y Estero Quilimarí
- Estero Quilimarí.

Tal como se desprende de la información contenida en el Balance Hídrico Nacional, los rendimientos de las cuencas controladas aumentan significativamente en relación a las anteriores regiones y están comprendidos en un rango entre 0,65 a $7,65 l/s/Km^2$; igualmente los caudales medios anuales aumentan alcanzando valores de hasta $12m^3/s$.

En el Cuadro 6 se presenta el recurso superficial utilizado mayoritariamente para el riego.

CUADRO 6: USO DEL RECURSO HIDRICO SUPERFICIAL DE ONCE RIOS DE LA IV REGION.									
							Legalizado		
Río	Sup. Km²	Secc. #	Embal. #	Canales #	Usuarios #	Superf. Regada há.	Acciones #	Organiz. #	Usuarios #
Elqui	9.657	5	-	152	5.070	17.906	10.404,11	7	209
Limarí	11.760		3>	466	7.398	23.749	39.652,70	18	1.679
Hurtado		5	(1)						
Grande			(1)						
Rapel		3							
Huatulame									
Cogotí			(1)						
Choapa	8.124		37<	294	6.599	17.731	11.550,35	98	4.318
Choapa		2							
Illapel		3							
Chalinga		2							
Costeras	1.532		18<	75	364	1.505			

Recursos Subterráneos:

Al igual que en la III Región los recursos subterráneos se caracterizan según la ubicación, distinguiéndose las siguientes cuencas:

- **Quebrada Los Choros:** en el sector del observatorio La Silla se presentan productividades de $0,3 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. En el resto de la cuenca, la productividad está entre $3 \text{ a } 9 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. El 50% de los recursos que se usan se destinan al uso minero (El Tofo), el resto a abastecimiento de agua potable (La Silla), uso doméstico y riego.
- **Juan Soldado y Vegas Norte de La Serena:** la productividad es del orden de $18 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. Se destina el recurso, que presenta un alto contenido de sales, al uso minero y parcialmente al riego.
- **Elqui-Pan de Azúcar:** en los valles de los ríos Claro y Turbio se presentan productividades de $3 \text{ m}^3/\text{hr/m}$, mientras que en el sector El Molle el estrato permeable superficial presenta productividades comprendidas entre $2 \text{ a } 9 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. El 20% de los pozos está en uso, destinándose para agua potable (La Serena y Vicuña) y en menor grado al riego.
- **Pan Azúcar y Llano de Las Cardas:** las productividades varían entre $0,1$ (Tambillo) y $4 \text{ a } 18 \text{ m}^3/\text{hr/m}$ (Pan de Azúcar). En el sector Pan de Azúcar se usa para agua potable (Andacollo) y riego; en el sector de Las Cardas se considera una sobreexplotación por un excesivo uso en minería.
- **Tongoy:** esta cuenca presenta una productividad de $4 \text{ m}^3/\text{hr/m}$, y se destina al uso doméstico.
- **Río Limarí:** las napas presentan productividades de $10 \text{ m}^3/\text{hr/m}$, excepto en Chalinga, Punitaqui y Rapel ($0,1 \text{ m}^3/\text{hr/m}$). El uso del recurso predominante es para agua potable, sólo en Punitaqui se destina al riego.
- **Embalse La Canela:** la productividad es de $3,4 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. Se usa para agua potable.
- **Río Choapa:** se observan productividades entre $7 \text{ y } 21 \text{ m}^3/\text{hr/s}$ y vertiente en las zonas altas. En el valle del río Illapel las

subterráneos se caracterizan por las siguientes cuencas:

En el observatorio La Silla se obtiene $3 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. En el resto de la zona $9 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. El 50% de los recursos mineros (El Tofo), el resto (La Silla), uso doméstico.

La Serena: la productividad es del recurso, que presenta un uso parcial al riego.

En los ríos Claro y Turbio se obtiene $2 \text{ m}^3/\text{hr/m}$, mientras que en el sector superficial presenta $2 \text{ a } 9 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. El 20% de la agua potable (La Serena).

Las productividades varían entre $1 \text{ a } 2 \text{ m}^3/\text{hr/m}$ (Pan de Azúcar). En el agua potable (Andacollo) y en la minería se considera una productividad de $4 \text{ m}^3/\text{hr/m}$, y

productividades de $10 \text{ m}^3/\text{hr/m}$ (Illapel $0,1 \text{ m}^3/\text{hr/m}$). El uso de agua potable, sólo en Punitaqui.

El resto es de $3,4 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. Se usa

entre $7 \text{ y } 21 \text{ m}^3/\text{hr/s}$ y en el valle del río Illapel las

productividades son de 3.5 y aumentan hacia aguas arriba hasta $5 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. El recurso se explota en forma mínima sólo para el abastecimiento de agua potable (Salamanca, Illapel).

- **Embalse Pupío:** con productividad de $3 \text{ a } 6 \text{ m}^3/\text{hr/m}$, se destina al uso doméstico explotándose muy poco.
- **Río Quilimarí:** Las productividades varían entre $1 \text{ a } 3 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. El recurso se destina al uso doméstico y en parte a riego (Guangalí).

Obras construídas para el aprovechamiento del recurso en la III y IV Región.

Estas obras se refieren básicamente a captaciones superficiales o subterráneas, canales y embalses construídos con fines de riego, consumo doméstico, industrial o minero.

Se identifican las siguientes obras de riego de interés:

- **Canal Mal Paso:** ubicado en la comuna de Tierra Amarilla (III Región), fue puesto en servicio en el año 1969. Con una longitud de 11 Km , fue diseñado para conducir un caudal de $3 \text{ m}^3/\text{s}$, con recursos del río Copiapó, para regar 1338 Há .
- **Embalse Lautaro:** ubicado en la comuna de Tierra Amarilla, (III Región) recibe los aportes de los ríos Manflas, Pulido y Jorquera. Diseñado con una capacidad de 28 Hm^3 , para poner bajo riego 3000 Há , fue puesto en servicio en el año 1940.
- **Embalse Laguna Huasco:** ubicado en la comuna de A. Carmen, (III Región) fue puesto en servicio en el año 1912. Con una capacidad de 14 Hm^3 permitiría satisfacer las necesidades de riego de 1000 há .
- **Embalse Recoleta:** ubicado en el río Hurtado en la comuna de Ovalle (IV Región), fue construído entre los años 1929 y 1934. Fue diseñado con una capacidad de 100 Hm^3 , para poner bajo riego 15000 Há .
- **Embalse Cogotí:** ubicado en la comuna de Combarbalá (IV Región), recibe los aportes de los ríos Pama y Cogotí. Terminó su

construcción en el año 1946. Fue diseñado con una capacidad de 150 Hm^3 , para poner bajo riego 12000 Há.

- **Embalse La laguna:** ubicado en la provincia de Elqui (IV Región), recibe los aportes de los ríos La Laguna y Turbio. Terminó su construcción en el año 1937. Fue diseñado con una capacidad de 40 Hm^3 , para poner bajo riego 24000 Há.
- **Embalse La Paloma:** ubicado en la comuna de Monte Patria (IV Región), recibe los aportes de los ríos Grande y Huatulame. Fue puesto en servicio en el año 1967. Fue diseñado con una capacidad de 750 Hm^3 , para poner bajo riego 54500 Há.
- **Canal Derivado Punitaqui:** ubicado en la provincia de Ovalle (IV Región), fue puesto en servicio en el año 1978. Con una longitud de 27 Km, fue diseñado para conducir un caudal de $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$, para regar 1000 Há.
- **Canal derivado Cogotí:** ubicado en la comuna de Combarbalá provincia de Illapel (IV Región), fue puesto en servicio en el año 1970. Con una longitud de 30 Km, fue diseñado para conducir un caudal de $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$, para regar 7416 Há.- **Canal Derivado Recoleta:** ubicado en la comuna de Ovalle provincia de Ovalle (IV Región), fue puesto en servicio en el año 1970. Con una longitud de 8 Km, fue diseñado para conducir un caudal de $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$, para regar 9209 Há.
- **Embalse Culimo:** ubicado en la comuna de los Vilos, provincia de Choapa (IV Región). Fue puesto en servicio en el año 1935, y diseñado con una capacidad de 10 Hm^3 , para poner bajo riego 1.400 Há.

Las obras de uso minero consisten fundamentalmente en captaciones del recurso subterráneo, destinadas al abastecimiento de las necesidades de agua propias de los procesos mineros. Pueden identificarse las captaciones subterráneas del Salar de Pedernales y las de la Qbda. Los Choros.

Las obras de uso industrial también se refieren básicamente a captaciones del recurso subterráneo, destinadas en este caso a satisfacer las necesidades de agua propias de las industrias. Se identifican las captaciones subterráneas cuenca río Copiapó para la fundación de Paipote.

do con una capacidad de Há.

provincia de Elqui (IV) os La Laguna y Turbio. 7. Fue diseñado con una riego 24000 Há.

omuna de Monte Patria os Grande y Huatulame. 7. Fue diseñado con una riego 54500 Há.

en la provincia de Ovalle n el año 1978. Con una onducir un caudal de 1,9

comuna de Combarbalá esto en servicio en el año : diseñado para conducir 16 Há.- Canal Derivado alle provincia de Ovalle n el año 1970. Con una onducir un caudal de 2,7

ia de los Vilos, provincia servicio en el año 1935, y 3, para poner bajo riego

entalmente en captaciones abastecimiento de las osos mineros. Pueden del Salar de Pedernales y

refieren básicamente a stinadas en este caso a as de las industrias. Se iencia río Copiapó para la

Las principales ciudades de estas regiones, poseen captaciones subterráneas para satisfacer las necesidades de abastecimiento de agua potable. Destacan las captaciones en la cuenca del río Elqui-Pan d Azúcar para las ciudades de La Serena y Vicuña, las del río Copiapó para las ciudades de Copiapó y Caldera y las existentes en el río Choapa para Salamanca e Illapel.

En etapa de construcción se encuentra el embalse Santa Juana y en etapa de proyecto el embalse Puclaro.

1.4.2.3 Sistema Semiárido

Corresponde a la zona del territorio nacional comprendida aproximadamente entre los paralelos 32 y 34° de latitud sur. Globalmente, en estas regiones se tiene una precipitación media anual del orden de 554 mm, de los cuales se estima que se evaporan aproximadamente 479 mm y sólo el 14% escurre superficialmente.

En la figura 3 se aprecia que en estas 2 regiones persisten algunas diferencias entre el régimen pluviométrico de la zona costera y de la cordillera de los Andes, aunque algo menos marcadas que en las regiones de más al norte.

- V Región

La V Región se ubica aproximadamente entre los 32 y 33° LS, caracterizándose por presentar un régimen de precipitaciones invernales, con ríos de régimen principalmente pluvial en las cuencas costeras, régimen nival en las cuencas cordilleranas y de régimen mixto, principalmente nival, en las cuencas que nacen en la cordillera de Los Andes.

La precipitación media de esta región es del orden de 434 mm cuya mayor parte se pierde por evaporación y evapotranspiración; las estimaciones del recurso superficial indican que, en el punto de salida, en promedio escurren 40,7 m³/s superficialmente, usándose el recurso para regadío y para consumo doméstico, industrial o minero. Por otra parte, el recurso subterráneo es usado principalmente con fines agrícolas y en menor grado para el consumo doméstico. Desde los 1.500 msnm se observa un gradiente de temperatura de -0,68°C/100.

Recursos superficiales:

Desde el punto de vista de escorrentía superficial pueden distinguirse las siguientes cuencas:

- Costeras entre Río Quilimarí y Río Petorca
- Río Petorca
- Río Ligua
- Costeras entre Río Ligua y Río Aconcagua
- Río Aconcagua
- Costeras entre Río Aconcagua y Río Maipo
- Islas del Pacífico

Tal como se desprende de la información obtenida del Balance Hídrico Nacional (1988), los rendimientos de las cuencas controladas están comprendidos en general entre 4 y 30 l/sKm².

Al igual que en las cuencas de la IV Región, los recursos superficiales son en general aprovechados para riego (REG, 1991) tal como se aprecia en el Cuadro 7 a continuación. En las 2ª y 4ª Sección del río, el recurso se aprovecha también para agua potable y con fines industriales. En la cuenca del río Putaendo, además se usa con fines mineros.

CUADRO 7: USO DEL RECURSO HIDRICO SUPERFICIAL DE TRES RIOS DE LA V REGION.									
							Legalizado		
Río	Sup. Km²	Secc. #	Embal. #	Canales #	Usuarios #	Superf. Regada há.	Acciones #	Organiz. #	Usuarios #
Petorca	2.040		33< 1>	107	2.009	5.207	4.735,94	47	2.638
La Ligua	1.900		46< 8>	190	1.906	7.442	15.065,08	36	3.124
Aconcagua	7.163	4	51< 3>	1.230	10.292	22.703	10.715,80	48	3.979

NOTA: En los canales se incluyen aquellos provenientes de pozos.

Recursos Subterráneos

Los recursos subterráneos se caracterizan según la ubicación, y están directamente ligados a los rellenos fluviales existentes. La fuente de recarga principal es el recurso superficial. En general los acuíferos

ficial pueden distinguirse

orca

agua

laipo

ón obtenida del Balance
de las cuncas controladas
30 1/sKm².

, los recursos superficiales
(REG, 1991)tal como se
n las 2ª y 4ª Sección del
agua potable y con fines
, además se usa con fines

RICO SUPERFICIAL REGION.			
	Legalizado		
perf. egada há.	Acciones #	Organiz. #	Usuarios #
.207	4.735,94	47	2.638
.442	15.065,08	36	3.124
2.703	10.715,80	48	3.979

de pozos.

egún la ubicación, y están
iles existentes. La fuente
1. En general los acuíferos

co de la Desertificación en Chile

son Libres, con espesores de hasta 150 m, y son usados, principal-
mente, para fines de riego y en menor grado para el abastecimiento
de agua potable. Se distinguen (IPLA, 1986) las siguientes cuencas:

- **Río Petorca:** el nivel de explotación es bajo, dedicándose 84% del recurso para riego y en menor grado para el abastecimiento de agua potable.
- **Río Ligua:** las productividades varían entre 5 a 12 m³/hr/m hasta la Ligua, para disminuir a menos de 1 m³/hr/m hasta la desembocadura. El nivel de explotación es importante, usándose los sondeos para satisfacer las necesidades de riego (93%) y de agua potable.
- **Estero Catapilco:** la cuenca es de tipo pluvial por lo que la recarga es en el invierno y la baja productividad, entre 0,14 y 0,60 m³/hr/m, conduce a un bajo nivel de explotación. Los pozos existentes en Catapilco y La Laguna son usados para satisfacer las necesidades de agua potable.
- **Estero Puchuncaví:** corresponde a una cuenca pluvialcon productividad del orden de 0,4 m³/hr/m. El nivel de explotación es bajo usándose el recurso para el consumo doméstico.
- **Estero Quintero:** las productividades varían entre 1 a 3,5 m³/hr/m. Se usa para agua potable y riego y para satisfacer las necesidades de agua de la planta termoeléctrica de Ventanas.
- **Río Aconcagua:** las productividades son variables, desde los 3 m³/hr/m en el sector e Quillota, Limache y Llay-Llay hasta 160 m³/hr/m en el sector entre Los Andes y San Felipe. El recurso se utiliza principalmente para el abastecimiento de agua potable (San Felipe, La Calera, Quillota, Concón, Valparaíso y Viña del Mar); también para riego y minería.
- **Estero Quilpué:** las productividades cambian desde 0,3 m³/hr/m en el sector de Quilpué hasta 2,5 m³/hr/m en el estero Viña. El recurso se usa predominantemente para el abastecimiento domético.
- **Estero Viña del Mar:** la productividad varía en promedio entre 0,7 a 13 m³/hr/m. El recurso se utiliza principalmente en la

industria (78%) y en menor grado para agua potable (20%) y riego (2%).

- **Placilla - Laguna Verde:** esta cuenca presenta una productividad de $0,4 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}$. El recurso se destina básicamente al uso doméstico, aunque en el sector de Placilla se usa también con fines industriales.
- **Estero Casablanca:** los gastos específicos varían entre 5 y $7 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}$. El recurso se destina al regadío y en algunos sectores (Casablanca) también se usa una cantidad importante de pozos para satisfacer la necesidad de agua potable.
- **Estero San Gerónimo, Del Rosario y Cartagena:** las productividades de los acuíferos son en promedio de $10 \text{ m}^3/\text{Hr}/\text{m}$. En la parte alta de los valles se utiliza el recurso para regadío, sin embargo la mayor densidad de pozos se encuentra en la desembocadura donde se usa para satisfacer las necesidades de agua potable.
- **Isla de Pascua:** se usa fundamentalmente con fines domésticos y para la producción pecuaria.
- **Estero Yali:** las productividades medias son menores de $4 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}$. El 86% de los pozos que se explotan se destinan al regadío.

- Región Metropolitana

La Región Metropolitana, comprendidas aproximadamente entre los 33° y 34° LS, se caracteriza por presentar un régimen de precipitaciones invernales.

Esta región presenta una precipitación media del orden de 650 mm, cuya mayor parte (450 mm) se pierde por evaporación y por evapotranspiración. Las estimaciones del recurso indican que por la sección de salida de esta región escurren superficialmente $103 \text{ M}^3/\text{s}$ en promedio, destinándose el recurso para riego, consumo doméstico, industrial o minero. Al igual que en la V Región, desde los 1500 m se observa un gradiente de temperatura del orden de $-0,68^\circ\text{C}/100 \text{ m}$.

Recursos Superficiales:

Desde el punto de vista de escorrentía superficial pueden distinguirse las siguientes cuencas:

ua potable (20%) y riego

esenta una productividad
icamente al uso domésti-
usa también con fines

ficos varían entre 5 y 7
ío y en algunos sectores
lad importante de pozos
able.

Cartagena: las producti-
lio de 10 m³Hr/m. En la
para regadío, sin embargo
tra en la desembocadura
ades de agua potable.

nte con fines domésticos

is son menores de 4 m³/
an se destinan al regadío.

aproximadamente entre
r un régimen de precipita-

dia del orden de 650 mm,
por evaporación y por
recurso indican que por
en superficialmente 103
rso para riego, consumo
ue en la V Región, desde
mperatura del orden de -

rficial pueden distinguirse

- Río Maipo
- Costeras entre Ríos Maipo y Rapel

Tal como se desprende de la información contenida en el balance Hídrico Nacional, los rendimientos de las cuencas controladas están comprendidos en un rango entre 0,64 y 30 l/sKm² con cuadales medios anuales que alcanzan valores de 3 10m³/s. El régimen hidrológico de los ríos es mixto, con importantes crecidas invernales y de deshielo, predominando, en general el carácter nival.

En el cuadro 8 se presentan la utilización del recurso, utilizado ampliamente para el riego, aunque también se destina para agua potable e industrial. También en la primera sección del río Maipo y del Mapocho se usa para energía eléctrica y, en esta última, el estero Polpaico (cuenca del estero Lampa) para satisfacer necesidades de procesos mineros. Los antecedentes disponibles indican que al menos 3,7 m³ se destinan a otros usos.

CUADRO 8: USO DEL RECURSO HIDRICO EN LA REGION METROPOLITANA.									
							Legalizado		
Río	Sup. Km ²	Secc. #	Embal. #	Canales #	Usuarios #	Superf. Regada há.	Acciones #	Organiz. #	Usuarios #
Maipo	14.600		447< 14>	634	32.811	99.740	44.778,40	74	3.187
Maipo		3	(368< (9>)	382	23.970	64.508	32.679,92	54	2.334)
Mapocho		5	(79< (5>)	252	8.841	36.232	12.098,48	20	853)
Est. Lampa			100<	385	4.097	13.707	195,00	3	

NOTA: en los canales se incluyen aquellos provenientes de pozos.

Recursos Subterráneos

Al igual que en las otras regiones los recursos subterráneos se caracterizan según la ubicación, distinguiéndose la siguiente cuenca:

- **Río Maipo:** se distinguen ocho unidades hidrogeológicas diferentes (TI-Til-Lampa, Chacabuco-Polpaico, Colina-Batuco, Maipo-Mapocho Superior, Maipo-Mapocho, Maipo Inferior, Puangue y Angusturas). Las productividades varían entre 2,5 m³/

hr/m (Colina, El Paico) y $200 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. Se destina el recurso al regadío y uso doméstico (se destaca el uso para agua potable en el sector Maipo-Mapocho con $Q > 5 \text{ m}^3/\text{s}$) e industrial (sector de Cerrillos $Q > 1 \text{ m}^3/\text{s}$),

Obras Construidas para el aprovechamiento del Recurso en las Regiones V y Metropolitana

Estas obras se refieren básicamente a captaciones superficiales o subterráneas, canales y embalses construidos con fines de riego, consumo doméstico, industrial o minero. Se identifican las siguientes obras de riego de interés:

- **Embalse Lo Ovalle:** ubicado en la comuna de Casablanca (VRegión), fue puesto en servicio en el año 1932. Con una capacidad de 14 Hm^3 , permitiría satisfacer las necesidades de agua de 1200 há.
- **Embalse Tapihue:** ubicado en la comuna de Casablanca (VRegión), fue puesto en servicio en el año 1932. Con una capacidad de 12 Hm^3 , permitiría satisfacer las necesidades de agua de 800 há.
- **Embalse Purísima:** ubicado en la comuna de Casablanca (VRegión), fue puesto en servicio en el año 1931. Con una capacidad de 2 Hm^3 , permitiría satisfacer las necesidades de agua de 400 há.
- **Embalse Cerrillos:** ubicado en la comuna de San Antonio, fue puesto en servicio en el año 1932. Con una capacidad de 3 Hm^3 , permitiría satisfacer las necesidades de agua de 400 há.
- **Mauco:** ubicado en la Comuna de Quillota, entró en servicio en 1918 para poner bajo riego 4000 há.

Las obras de uso minero consisten en captaciones del recurso subterráneo y/o superficial, destinadas al abastecimiento de las necesidades de aguas propias de los procesos mineros. Pueden identificarse las captaciones superficiales del estero Polpaico y las captaciones subterráneas en el valle del estero Los Litres, éstas últimas pertenecientes a la Cía. Minera Disputada de Las Condes.

Las obras de uso industrial también se refieren básicamente a captaciones del recurso subterráneo y/o superficial, destinadas en

. Se destina el recurso al uso para agua potable en /s) e industrial (sector de

ento del Recurso en las

ptaciones superficiales o idos con fines de riego, e identifican las siguientes

comuna de Casablanca r el año 1932. Con una sfacer las necesidades de

comuna de Casablanca r el año 1932. Con una sfacer las necesidades de

muna de Casablanca (V r 1931. Con una capacidad esides de agua de 400 há.

muna de San Antonio, fue un capacidad de 3 Hm³, e agua de 400 há.

llota, entró en servicio en

captaciones del recurso al abastecimiento de las ocosos mineros. Pueden del estero Polpaico y las estero Los Litres, éstas disputada de Las Condes.

refieren básicamente a superficial, destinadas en

este caso a satisfacer las necesidades de agua propias de la industrias. Se identifican las captaciones subterráneas en la zona de Concón de ENAP Y ENAMI.

Las principales ciudades de estas regiones, poseen principalmente fuentes subterráneas de abastecimiento. destacan las captaciones en la cuenca del río Aconcagua para las ciudades de San Felipe, La Calera, Quillota, Concón, Valparaíso y Viña del Mar (a través del acueducto Las Vegas); para estas dos últimas se utilizan además captaciones en el embalse Peñuelas. También las captaciones en la cuenca del estero Colina, para Colina y Batuco; las de las cuencas de los ríos La Ligua y estero Catapilco, para la Ligua Catapilco; respectivamente, las de la cuenca del río Maipo, para Santiago, Llole y Santo Domingo, y de las cuenca del estero Puangue, para María Pinto y Curacaví. Para la ciudad de Santiago se utilizan también recursos superficiales del río Maipo y, para asegurar el abastecimiento frente a fluctaciones del recurso, especialmente en años secos, se cuenta con los recursos del embalse El Yeso.

Obras en Etapa de Construcción y/o Proyecto:

Proyecto Mejoramiento Canal Walddington: construido el año 1846, tiene su bocatoma en la ribera sur del río Aconcagua. El proyecto tiene por objetivo mejorar la seguridad de riego a través de un aumento de la capacidad máxima de conducción del canal; reparar, reemplazar y construir obra de arte para mejorar la eficiencia y seguridad de funcionamiento del canal y aumentar la seguridad estructural de las obras a fin de evitar eventuales colapsos.

- VI Región

La VI Región se ubica aproximadamente entre los 34 y 35° LS, caracterizándose por presentar un régimen de precipitaciones invernales, con ríos de régimen principalmente pluvial en las cuencas costeras y de régimen mixto en las cuencas que nacen en las cordillera de Los Andes. La precipitación media de esta región es del orden de 898 mm cuya mayor parte (536 mm) se pierde por evaporación y evapotranspiración; las estimaciones del recurso superficial indican que en promedio escurren 205 m³/s superficialmente, usándose el recurso para regadío y consumo doméstico, industrial o minero. por otra parte, el recurso subterráneo es usado principalmnte con fines agrícolas y en menor grado para el

consumo doméstico. Al igual que en la V Región, desde los 1500 msnm se observa un gradiente de temperatura de $-0,68^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$.

Recursos Superficiales:

Desde el punto de vista de esorrentía superficial pueden distinguirse las siguientes cuencas:

- Río Rapel
- Costeras entre Río Rapel y Límite Regional
- Costeras entre Límite Regional y Río Mataquito

La información obtenida del Balance Hídrico Nacional (1988), indica los rendimientos de las cuencas controladas están comprendidos en general entre 14 y 50 l/sKm^2 . El caudal medio anual alcanza hasta valores cercanos a $175\text{ m}^3/\text{s}$ en las estaciones de control. El régimen de los ríos en las cuencas costeras es pluvial; en las cuencas cuyos ríos nacen en la cordillera de los Andes el régimen es mixto, con preponderancia del componente pluvial a medida que se avanza hacia el valle.

Al igual que en las cuencas ubicadas más al norte, los recursos superficiales son en general aprovechados para riego (REG, 1991) como se aprecia en el Cuadro 9. No obstante, también se destina el recurso para la generación de energía, para el uso doméstico, industrial y minero, registrándose al menos un caudal de $1,6\text{ m}^3/\text{s}$ para dichos fines.

CUADRO 9: RECURSOS HIDRICOS DE LA VI REGION.									
							Legalizado		
Río	Sup. Km^2	Secc. #	Embal. #	Canales #	Usuarios #	Superf. Regada há.	Acciones #	Organiz. #	Usuarios #
Rapel	14.177		334<-9>	1.270	51.262	215.348	37.100,62	200	11.622
Rapel			(51<-1>	228	1.212	3.212	300,00	1	123)
Cachapoal		3	(227<-3>	371	25.460	101.554	10.217,42	19	2.838)
Claro		2	(16<-1>	130	4.483	16.655	3.766,3624	2.067)	
Est. Zamorano			(11<	64	3.219	14.357			
Tinguiririca		2	(2>	260	9.876	43.119	20.537,87	141	6.289)
Est. Las Toscas			(1>	50	1.218	5.702	1.070,465	89)	
Chimbarongo			(29<-2>	167	5.794	30.750	1.208,51	10	216)

NOTA: en los canales se incluyen aquellos provenientes de pozos.

Región, desde los 1500 m de altura de -0,68°C/100 m.

ficial pueden distinguirse

ional
fataquito

drico Nacional (1988),
cas controladas están
/sKm². El caudal medio
5 m³/s en las estaciones
encas costeras es pluvial;
ardillera de los Andes el
el componente pluvial a

is al norte, los recursos
para riego (REG, 1991)
ite, también se destina el
el uso doméstico, indus-
caudal de 1,6 m³/s para

DE LA VI REGION.			
	Legalizado		
verf. pada á.	Acciones #	Organiz. #	Usuarios #
348	37.100,62	200	11.622
212	300,00	1	123)
554	10.217,42	19	2.838)
655	3.766,3624	2.067)	
357			
119	20.537,87	141	6.289)
102	1.070,465	89)	
750	1.208,51	10	216)

le pozos.

Recursos Subterráneos:

Los recursos subterráneos se caracterizan según la ubicación, y están directamente ligados a los rellenos fluviales existentes. La fuente de recarga principal es el recurso superficial. En general, los acuíferos son libres, con espesores de hasta 150 m y son usados principalmente con fines de riego y en menor grado para el abastecimiento de agua potable. Se distinguen (IPLA, 1986) las siguientes cuencas:

Río Rapel: Se distinguen las subcuencas del río Cachapoal, río Claro-Estero Zamorano y estero Chimbarongo. Las productividades de los acuíferos varían entre 2 a 80 m³/hr/m. En la cuenca del Cachapoal, donde el nivel de explotación es bajo, predomina el uso doméstico, aunque en el Cachapoal Bajo cobra cierta importancia el uso para riego (40%). En el valle del río Claro y en el valle del estero Zamorano las productividades varían entre 20 a 200 m³/hr/m, esta última en el sector de Rosario. En el valle del río Claro, 50% del recurso subterráneo que se extrae, se usa para el consumo doméstico, y cerca del 40% en riego y alrededor de 16% para uso industrial. En el valle del estero Zamorano predomina el uso agrícola (50%) e industrial (30%), sobre el doméstico (20%). Finalmente, en el sector del valle del estero Chimbarongo las productividades de los acuíferos varían entre 0,14 a 12 m³/hr/m, predominando el uso doméstico, en cambio hacia aguas abajo se usa principalmente (80%) para riego.

Río Tinguiririca: las productividades de los acuíferos varían entre 0,5 a 12 m³/hr/m. En el valle central predomina el uso doméstico aunque se explota escasamente, al igual que hacia aguas abajo donde predomina el uso para regadío, cobrando importancia el uso doméstico en las localidades rurales de mayor relevancia.

Boca de Rapel-Navidad-Rapel: las productividades varían entre 0,2 a 20 m³/hr/m. En esta zona el recurso subterráneo se usa para agua potable y consumo doméstico.

Rinconada de Alcones: las productividades de uso acuíferos son del orden de 4 m³/hr/m. Se obtiene agua de noria para el uso doméstico; los pozos de mayor profundidad se usan para regadío.

Pichilemu: las productividades son del orden de 7 m³/hr/m. Predomina el uso con fines domésticos y para agua potable a través de drenes y norias. Existe un sondaje para riego.

Paredones: la productividad del acuífero es baja, $0,8 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}$. El único sondaje existente se usa para agua potable.

Lo Valdivia: se extrae el recurso para uso doméstico, a pesar de ser de mala calidad por el alto contenido de sales.

S. Pedro Alcántara: en el relleno de 20 m de espesor, se aprecia un acuífero libre con el nivel estático entre 1 a 3 m. El recurso se aprovecha exclusivamente para consumo doméstico.

- VII Región

La VII Región, comprendida aproximadamente entre los 34° y 36°LS , se caracteriza por presentar un régimen de precipitaciones invernales.

En esta región precipitan en promedio del orden de 1377 mm, de los que se pierden por evaporación y por evapotranspiración aproximadamente 600 mm. Las estimaciones del recurso indican que en esta región escurren superficialmente $767 \text{ m}^3/\text{s}$, destinándose el recurso para riego, consumo doméstico e industrial. A partir de los 800 msnm se observa un gradiente de temperatura del orden de $-0,60^\circ\text{C}/100 \text{ m}$.

Recursos Superficiales:

Desde el punto de vista de escorrentía superficial pueden distinguirse las siguientes cuencas:

- Río Mataquito
- Costeras entre Ríos Mataquito y Maule
- Río Maule
- Costeras entre Río Maule y Límite regional
- Costeras entre Límite Regional Río Itata

Tal como se desprende de la información contenida en el Balance Hídrico Nacional, los rendimientos de las cuencas controladas están comprendidos en un rango entre 20 y $70 \text{ l/s}/\text{Km}^2$ con caudales medios anuales que alcanzan valores de hasta $544 \text{ m}^3/\text{s}$. Aunque se observa en general un régimen de escorrentía mixto, la parte alta de las cuencas es principalmente nival y en las partes bajas se aprecia una tendencia más pluvial.

o es baja, 0,8 m³/hr/m. El
potable.

o doméstico, a pesar de ser
sales.

n de espesor, se aprecia un
e 1 a 3 m. El recurso se
o doméstico.

nente entre los 34 y 36°LS,
precipitaciones invernales.

el orden de 1377 mm, de
por evapotranspiración
iones del recurso indican
nte 767 m³/s, destinándose
o e industrial. A partir de
e temperatura del orden de

erficial pueden distinguirse

le

ional
tata

n contenida en el Balance
cuencas controladas están
70 l/s/Km² con caudales
hasta 544 m³/s. Aunque se
ntía mixto, la parte alta de
las partes bajas se aprecia

En el Cuadro 10 que sigue se observa que el recurso superficial es
utilizado ampliamente para el riego, aunque también se destina para
el uso doméstico, industrial y para la generación de energía eléctrica.

CUADRO 10: USO DEL RECURSO HIDRICO EN LA VII REGION.									
Río	Sup. Km²	Secc. #	Embal. #	Canales #	Usuarios #	Superf. Regada ha.	Legalizado		
							Acciones #	Organiz. #	Usuarios #
Mataquito	6.190		139<-1>	523	13.744	104.223	6.713,8	7	106
Mataquito			(	116	1.677	13.590	1.500,0	1	19)
Teno			(105<-1>	201	5.913	34.987	22,0	1	19)
Lontué			(34<	206	6.154	55.646	5.191,8	5	68)
Maule	20.295		60<-10>	1.594	36.072	237.189	58.984,81	85	3.497
Maule		2	(3>	508	16.084	118.263	37.696,71	76	3.096)
Claro			(	104	2.471	20.938	13.327,00	3	69)
Loncomilla			(1<-1>	14	90	448	7.961,10	6	332)
Longavi		2	(44<-2>	103	4.376	21.672			
Sist. Melado			(1>	50	3.559	19.347			
Achibueno		2	(1>	245	3.006	16.441			
Putagón			(3<-1>	147	1.191	6.950			
Sist. Melozal			(	90	430	1.959			
Perquillauquén			(10<-1>	179	1.129	5.679			
Niquén			(2<	140	1.419	4.570			
Sist. Digua			(	13	1.891	16.976			

Nota: en los canales se incluyen aquellos provenientes de pozos.

Recursos Subterráneos:

Los recursos subterráneos se caracterizan por su ubicación,
distinguiéndose las siguientes cuencas:

Lipimávida, Duao y La Pesca: el recurddso se extrae de norias para
uso doméstico.

Río Mataquito: las productividades medias del río principal y sus
afluentes son del orden de 14 m³/hr/m. En el valle del río Lontué,
donde el recurso es poco explotado, el uso principal es industrial y
para agua potable, dejándose sólo 20% para riego. En la zona del
río Teno el 50% del recurso es usado con fines de riego; en la zona
de Curicó resulta también importante el uso industrial y para
abastecimiento de agua potable. En el sector del río Mataquito el
recurso subterráneo es apto para el riego y no para agua potable que
corresponde al principal uso.

Río Maule: las productividades de los acuíferos son variables según las características de la napa entre 2,5 a 23 m³/hr/m. El recurso se usa principalmente para el abastecimiento de agua potable, también se usa con fines industriales por las plantas de IANSA, Aceitera Talca, Agroindustrial Miraflores y Productos Fernández.

Obras Construidas para el aprovechamiento del recurso en las VI y VII Región

Estas obras se refieren básicamente a captaciones superficiales o subterráneas, canales y embalses construido con fines de riego, consumo doméstico, industrial o minero. Entre las obras de riego se identifican las siguientes obras de interés:

- **Embalse Lolol:** ubicado en la comuna de Lolol en la provincia de Colchagua (VI Región), fue puesto en servicio en el año 1938. Con una capacidad de 6 Hm³, fue diseñado para abastecer de agua a 600 Há.
- **Canal Zamorano:** ubicado en la provincia de Cachapoal (VI Región), fue puesto en servicio en el año 1977. Con una longitud de 1,6 Km, fue diseñado para conducir un caudal de 2 m³/s, para regar 8346 Há.
- **Embalse Cristales:** ubicado en la comuna de Rengo, (VI Región) recibe aportes del río Claro. Diseñado con una capacidad de 9 Hm³, para poner bajo riego 7800 Há., fue puesto en servicio en el año 1977.
- **Embalse Convento Viejo:** ubicado en la comuna de Chimbarongo, (VI Región) fue puesto en servicio en el año 1993. Con una capacidad de 10 Hm³ permitiría satisfacer las necesidades de riego de 27000 Há.
- **Canal Melozal:** ubicado en la provincia de Maule (VII Región), fue puesto en servicio en el año 1949. Capta las aguas de los ríos Longavi y Perquilauquén. Con una longitud de 37 Km, fue diseñado para conducir un caudal de 12 m³/s, para regar 7657 Há.
- **Embalse Tutuvén;** ubicado en la comuna de Cauquenes (VII Región), fue construido entre los años 1945 y 1950. Recibe los

1.5 Suelos

1.5.1

íferos son variables según $3 \text{ m}^3/\text{hr/m}$. El recurso se de agua potable, también itas de IANSA, Aceitera tos Fernández.

iento del recurso en las

ptaciones superficiales o uido con fines de riego, Entre las obras de riego se :

de Lolol en la provincia n servicio en el año 1938. eñado para abastecer de

vincia de Cachapoal (VI o 1977. Con una longitud un caudal de $2 \text{ m}^3/\text{s}$, para

na de Rengo, (VI Región) con una capacidad de 9 fue puesto en servicio en

do en la comuna de n servicio en el año 1993. ermitiría satisfacer las

a de Maule (VII Región), apta las aguas de los ríos ongitud de 37 Km, fue $12 \text{ m}^3/\text{s}$, para regar 7657

una de Cauquenes (VII 1945 y 1950. Recibe los

aportes de los ríos Putagán y Maule. Fue diseñado con una capacidad de 13 Hm^3 , para poner bajo riego 2161 Há.

- **Canal Maule sur:** ubicado en la provincia de Maule (VII Región), fue puesto en servicio en el año 1974. Fue diseñado para conducir un caudal de $60 \text{ m}^3/\text{s}$, para regar 63000 Há.
- **Canal Maule norte:** ubicado en la provincia de Maule (VII Región), fue puesto en servicio en el año 1949. Fue diseñado para conducir un caudal de $72 \text{ m}^3/\text{s}$, para regar 68000Há.
- **Canal Pencahue:** ubicado en la comuna de Talca (VII Región), fue diseñado para mejorar el riego en 11120 Ha.
- **Embalse Planchón:** ubicado en la comuna de Romeral (VII Región). terminó su construcción n el año 1952. Fue diseñado con una capacidad de 73 Hm^3 , para poner bajo riego 36000 Há.

Las obras de uso minero consisten fundamentalmente en captaciones del recurso subterráneo, destinadas al abastecimiento de las necesidades de agua propias de los procesos mineros. Pueden identificarse las captaciones superficiales en los ríos Coya, Teniente y Diablo. Captaciones en Laguna Mala Pasada y Embalse Chapa Verde para El Mineral del Teniente.

Las obras de uso industrial también se refiere básicamente a captaciones del recurso subterráneo destinadas en este caso a satisfacer las necesidades de agua propias de la industrias. Se identifican las captaciones subterráneas de IANSA en la cuenca del río Maule captaciones subterráneas de Aceitera Talca, Agroindustrial Miraflores y Productos Fernández en la cuenca del río Maule.

Obras en Etapa de Construcción y/o Proyecto:

Proyecto Canal Laja-Diguillín

1.5 Suelos

1.5.1 Sistema Altiplánico

Ocupa una extensión aproximada a 6.381.000 há y aunque sufre cambiso en el sentido norte-sur, principalmente climáticos, se ha preferido considerarla

como un solo todo, pues los procesos de degradación de suelos y de desertificación son similares.

En 1985, Alcayaga y Luzio muestran a la región del Altiplano, como conformada mayoritariamente por una asociación de Entisoles e Inceptisoles, o sea, suelos con poca evolución, sin horizonte de diagnóstico caracterizado, pero en los cuales un horizonte de diagnósticos puede formarse rápidamente. En áreas de mayor detalle, se pudo establecer subórdenes Orthents y Andepts, grandes grupos, en base a un régimen crítico de temperatura, e incluso subgrupos especialmente líticos. De todos modos el nivel de generalización es bastante grande, por lo que es posible encontrar otros tipos de suelos.

En esta zona se consideraron como fenómenos importantes, que inciden en la desertificación, los siguientes:

- a) la destrucción constante de la vegetación con fines energéticos principalmente la Queñoa (Polilepis besseri) y la Tara (Caesalpinia spinosa) lo mismo que la Llareta (Azorella compacta).
- b) el sobretalejeo principalmente de ganado ovino, que contribuye a los fenómenos erosivos y de pedestalización de las praderas naturales.
- c) el uso poco tecnificado que se da en algunos sectores al agua de riego en las zonas con terrazas, que aparecen en algunos sectores abandonadas y en otras semi destruidas.
- d) finalmente y no menos importante es la constante disminución de la dotación de agua de estos sectores en beneficio de actividades mineras e industriales y creciente extracción para agua potable de las ciudades costeras.

1.5.2 Sistema Desértico

Con una superficie aproximada a 10 millones de hectáreas, ha sido muy poco estudiada.

Habría que señalar que toda la información de suelos que se tiene de esta área es muy escasa, donde predomina sólo las descripciones morfológicas; y, los procesos que se presentan, al parecer, son todos de origen geológico. Los escasos suelos cultivados corresponden a terrenos aluviales en los pocos ríos que existen y a las zonas con oasis, en donde se cultivan principalmente frutales subtropicales, chacarería, orégano y alfalfa. Estos suelos más

gradación de suelos y de

gión del Altiplano, como de Entisoles e Inceptisoles, diagnóstico caracterizado, puede formarse rápidamente. Ordenes Orthents y Andepts, de temperatura, e incluso el nivel de generalización de otros tipos de suelos.

importantes, que inciden en

in con fines energéticos (ri) y la Tara (Caesalpina compacta).

ino, que contribuye a los las praderas naturales.

s sectores al agua de riego unos sectores abandonadas

nstante disminución de la cio de actividades mineras ua potable de las ciudades

le hectáreas, ha sido muy

uelos que se tiene de esta descripciones morfológicas; todos de origen geológico. En los aluviales en los pocos se cultivan principalmente alfalfa. Estos suelos más

productivos han sido estudiados en forma más detallada en algunos sectores, como por ejemplo: La Pampa de la Concordia en Arica; sector de Alto Ramírez, Valle de Azapa; Campo Experimental Baquedano; valle del río Lluta; Quebrada de Camarones; estudio agrológico de Quillagua, Antofagasta; sector Poroma; estudios de Esmeralda; y curso medio del valle del Loa. En general en esta área los procesos de mayor significación son los fenómenos de desertificación, o sea, fenómenos inherentes a la dinámica natural del paisaje de desierto, en que el hombre no ha participado ya que son fenómenos naturales. Es así como puede observarse una intensa erosión eólica que afecta fuertemente las áreas de oasis y la intensa acción de las lluvias torrenciales esporádicas que se presentan en el desierto pero que generan una gran erosión hídrica en los lomajes y cerros, además de producir grandes depósitos de sedimentos en las áreas de pampas cerradas.

El segundo aspecto importante de desertificación en esta región, son los procesos de salinización y alcanización de los suelos de los oasis y de los valles, debido principalmente a fenómenos de mal drenaje.

1.5.3 Faja costera desde límite con Perú a La Serena

Es una faja angosta de aproximadamente 2.165.000 há, que corresponde a un sector con influencias locales de neblinas rasantes costeras, conocidas como "camanchacas". Existe muy escasa información sobre estos suelos salvo en la parte sur de la franja de Caldera a La Serena. No obstante, se han efectuado algunos estudios locales de suelos como los de la pampa de La Concordia, en Arica; La Portada, en Antofagasta; La Chimba en el sector norte de Antofagasta.

Desde Caldera hasta La Serena, se presentan terrazas marinas más anchas, con suelos de texturas sueltas, descansando a poca profundidad en horizontes calizos y de sulfatos. Este sector es una faja angosta de la región costera, influenciada localmente por la "Camanchaca", especialmente en el Tofo, Talta, Paposo, Caldera, Antofagasta, desembocaduras del Loa, etc., que ha permitido el desarrollo de alguna vegetación adaptada a estas condiciones. Hay grandes formaciones de euforbiáceas, copiapoas, eulichnias, que han sido paulatinamente destruidas para fines energéticos o para exportación, principalmente al Japón, hecho que está prohibido por Ley.

1.5.4 Zona de los llanos y serranías del Norte Chico

Ocupa una superficie aproximada de 10.359.000 há. En esta zona se han efectuado estudios detallados y semidetallados de gran parte de los suelos

de origen aluvial en los distintos valles y en algunos sectores de "llanos" correspondientes a planicies de la unidad morfológica de media montaña.

- a) Valle del río Copiapó desde el tranque Lautaro hasta Angostura. Es un estudio muy complejo, en el cual se consideran como bases de clasificación los materiales del subsuelo y las variaciones texturales superficiales.
- b) Suelos del valle del río Huasco en relación con el proyecto de regadío del embalse Santa Juana detallado a escala 1:20.000, donde se determinaron doce series modales.
- c) Suelos de la vega sur de La Serena, ubicados entre La Serena y Coquimbo. Se determinaron cuatro series de suelos y todas, a excepción de las dunas de Peñuelas, son estratificadas, salinos, algunos turbosos y con nivel freático alto.
- d) Valle de Elqui. Se reconocieron 66 series de suelos definidas por pedones modales y perfiles tipificados.
- e) Suelos susceptibles de regadío de la hoya del río Limarí. Abarca desde el término de los suelos regables en los valles de los ríos Hurtado y Grande, hasta los terrenos colindantes con la carretera Panamericana, al poniente.
- f) Mapa generalizado de los suelos del valle del río Choapa.
- g) Estudio de los suelos de las comunidades agrícolas de la IV Región en un área de 906.213 há.

Peralta y Serra, 1987, presentan un mapa de "Grandes Grupos de Suelos de la Tercera Región", según la clasificación UNESCO-FAO, en el estudio "Características del Hábitat natural de las especies del género *Prosopis*, en las provincias de Huasco y Copiapó, III Región, Chile" determinando la presencia de Histosoles y Litosoles en la parte altiplánica de la Cordillera de Los Andes. En la cordillera andina, se presentan Xerosoles cálcicos y Litosuelos. En la parte central de la región, desde el límite con la Segunda Región, hasta el valle de Copiapó, se señalan Regosoles con costras salinas. En la Cordillera de la Costa se presentan Cambisoles ócritos y entre Copiapó y Vallenar, en el mismo sector, una predominancia de Xerosoles cálcicos. En la faja costera se presentan Yermosoles cálcicos. En el sector poniente del límite con la Segunda Región, encontramos Protosuelos con costras salinas similares al desierto de la Segunda Región.

unos sectores de "llanos" ógica de media montaña.

ro hasta Angostura. Es un sideran como bases de las variaciones texturales

on el proyecto de regadío ala 1:20.000, donde se

ados entre La Serena y suelos y todas, a excepción alinos, algunos turbosos y

ielos definidas por pedones

l río Limarí. Abarca desde lles de los ríos Hurtado y carretera Panamericana, al

l río Choapa.

ricolas de la IV Región en

ndes Grupos de Suelos de ESCO-FAO, en el estudio es del género Prosopis, en a, Chile" determinando la uliplánica de la Cordillera ntan Xerosoles cálcicos y e el límite con la Segunda gosoles con costras salinas. les ócritos y entre Copiapó cia de Xerosoles cálcicos. cos. En el sector poniente s Protosuelos con costras ón.

La mayor desertificación de esta zona es por tala, siembras, sobrepastoreo y principalmente, por la intensa explotación minera de la pequeña y mediana minería que empleando el método de fundición explotó con fines energéticos toda la vegetación arbóreas y arbustivas de la región.

En esta zona se pueden ver reflejadas las relaciones íntimas entre los procesos de desertificación y el decrecimiento de la calidad de vida de las poblaciones rurales, especialmente los comuneros, proceso que se hace cada vez más dramático.

1.5.5 Sector costero de la Cuarta Región

Ocupa una superficie aproximada de 254.000 há. y existen bastantes antecedentes sobre los suelos y los fenómenos erosivos.

En 1986, José María Peralta efectuó un estudio en la costa de la Cuarta Región, desde La Serena a Los Vilos con un ancho de 15 km. y un largo de 240 km., estudiando 70 perfiles de suelos en una zonificación de los elementos naturales como son geología, geomorfología, clima y suelos en unidades y subunidades de paisaje ("Land-Systems y Land Units"), relativamente homogéneas, que abarcó una superficie de 263.793,5 há.

Peralta et al, concluyeron que 68,05% del área estudiada (170.899,33 há.) está erosionada y que hay 89.152,71 hectáreas erosionadas en grado severo. Las zonas más afectadas son las de posición de cerros y se afectan más fuertemente si son de materiales ígneos principalmente granitos. Todos los demás suelos, de lomajes, terrazas marinas y llanos y piedmont presentan menos erosión, excepto los primeros que la erosión es sólo severa y moderada.

La problemática de desertificación de esta zona es distinta del sector costero señalado anteriormente, ya que esta área presenta precipitación más abundante y mayor desarrollo de matorral costero, con áreas locales de bosques esclerófilo. Estas áreas generalmente más altas, contribuyen a una captación mayor de la humedad de las neblinas rasantes, "camanchacas", lo que permite el desarrollo de vegetación arbórea. Generalmente zonas de comunidades y grandes predios, en que se ha desarrollado un cultivo intenso de cereales principalmente trigo y, un gran sobretalajeo principalmente con ovejas. Esto ha contribuido al desarrollo de procesos distintos de deterioro que están contribuyendo a los fenómenos de desertificación. En las áreas de lomajes y cerros, principalmente relacionados con rocas ígneas como el granito y la granodiorita, los procesos erosivos son severos.

En ciertas áreas se han incrementado los niveles de salinidad y alcalinidad, lo que contribuye directamente a interferir en los intentos de adaptación de especies forrajeras y arbóreas. La erosión eólica también es importante y hay más de 4.000 há. de dunas litorales.

1.5.6 Cordillera de la Costa Central y precordillera andina

En esta zona encontramos la mayor cantidad de estudios, respecto de las características de los suelos realizados por distintos autores, en diferentes períodos y para distintas superficies.

En las áreas de Yali y Alhué, se estudiaron 18.167,08 há. y se determinaron 14.758 há. aptas para regadío. Estudio de suelos del valle de Casablanca, en 20.130 há. Reconocimiento de suelos de la Provincia de O'Higgins, en una superficie de 220.140 há. El estudio abarcó sólo una porción de la zona costera, dando más importancia a los suelos agrícolas. Se determinó que 86,05% de la superficie eran suelos arables y correspondían a 189.390 há.; mientras que el 13,95% eran suelos no arables, con 30.750 há.

1.5.7

El estudio agrológico de la provincia de Colchagua en una superficie de 581.765,2 há., destinando más que nada a analizar el área de suelos que serviría al tranque Convento Viejo. De aquí se desprende valiosa información respecto de los antecedentes de procesos erosivos, características específicas de los suelos principalmente el área de cerros relacionados íntimamente con los procesos de desertificación. En los suelos de cerro se establecieron las siguientes asociaciones:

Asociación Pilhuchén-Pilpoy-San Pedro de Alcántara, derivada principalmente de materiales graníticos muy susceptibles a la erosión;

1.5.8

Asociación La Lajuera-Sierra Bellavista, derivada de materiales andesíticos, fuertemente meteorizados pero relativamente resistentes a la erosión;

Asociación Alto Colorado, suelos profundos derivados de micaesquistos, presentando pedregosidad de cuarzo en el perfil, a distintas profundidades;

Asociación Cahuil, representa las dunas antiguas susceptibles a erosionarse con facilidad, se presentan cercanas a la costa; y,

Asociación Hidango, suelos de terrazas marinas, principalmente, con un tipo de erosión tubular característica.

le salinidad y alcalinidad, intentos de adaptación de también es importante y

andina

estudios, respecto de las
tos autores, en diferentes

1,08 há. y se determinaron
el valle de Casablanca, en
acia de O'Higgins, en una
o una porción de la zona
rícolas. Se determinó que
respondían a 189.390 há.;
on 30.750 há.

agua en una superficie de
zar el área de suelos que
rende valiosa información
características específicas
cionados íntimamente con
cerro se establecieron las

le Alcántara, derivada
ceptibles a la erosión;

derivada de materiales
tivamente resistentes a la

privados de micaesquistos,
a distintas profundidades;

; susceptibles a erosionarse

is, principalmente, con un

La zona de la Cordillera de la Costa, es el sector de Chile más espectacularmente erosionado, principalmente por el cultivo continuo de cereales, principalmente trigo, que se sembró en suelos que fueron y son de más ganaderos-forestales que suelos agrícolas. El hecho de no respetar la Capacidad de Uso de Suelo contribuyó a los procesos erosivos, que son de tal magnitud que se hicieron bajar violentamente la productividad y deprimió totalmente el sector, pauperizando a sus habitantes. La degradación de los suelos se presentó en todas sus fases: grave erosión de zanjas y canalículos, junto con erosión grave de manto, pérdida de los terrenos de materia orgánica y compactación de los suelos; disminuyendo la infiltración y la capacidad de retención de agua y acelerando la erosión por exceso de escurrimiento. En este momento casi toda esta área está siendo plantada por pinos (Pinus radiata) y eucaliptos (Eucalyptus globulus), cuyas consecuencias respecto a los fenómenos de desertificación no han sido estudiadas.

1.5.7 Sector de dunas litorales

En este sector existe la medición y ubicación geográfica efectuada en 1965 por IREN y el Departamento de Conservación de Suelos y Aguas del Ministerio de Agricultura, y que dió en el sector de Aconcagua a Talca una superficie cubierta de dunas de 12.117,9 há. que equivale a 16,25% del área total de dunas estudiadas en el país. Este es un fenómeno común en la zona costera la presencia de dunas activas, como secuelas de la erosión continental. Desde tiempos históricos se ha tratado de controlar estas dunas, trabajos que CONAF ha estado continuando hasta poco tiempo atrás. Los sectores con mayor superficie de dunas están en Quintero, Santo Domingo, Constitución y Chanco.

1.5.8 Cordillera Andina

En este sector son muy escasos los estudios que hayan analizado los suelos y sus características salvo áreas muy limitadas y puntuales en las cuales las características de los suelos se obtuvieron casi totalmente por fotointerpretación.

Se refiere principalmente a una zona extensa de bosque esclerófilo degradado y de roble maulino también degradado, que en este momento está sufriendo la presión de los "carboneros" y "leñadores", que transforman los restos del bosque en productos energéticos, con siembras ocasionales y frecuencia común de incendios de bosques y pastizales. El suelo ha ido perdiendo aceleradamente sus cualidades, debido a los fuertes procesos de erosión hídrica, lo que ha generado procesos de desertificación en este amplio sec-

tor. Contribuye a favorecer todavía más los procesos degradativos de los suelos, la extracción y venta de “tierra de litre” que decapita los suelos generando una fuerte aceleración de los procesos erosivos. Este tipo de actividad o venta también es común en la cordillera costera.

1.5.9 Macro zonas de desertificación

De acuerdo con las características de los ecosistemas, del medio edafoclimático y la explotación que se ha hecho de los recursos, es posible delimitar macro zonas de desertificación en el país. Cada zona está sujeta a un gradiente de aridez, según su posición geográfica. Para caracterizar el grado de aridez se ha utilizado la escala de UNEP, que establece los siguientes grados según el valor de cociente, PP/ETP (precipitación anual/ evapotranspiración potencial):

- Perárido menor de 0,05
- Árido 0,05 - 0,20
- Semiárido 0,20 - 0,50
- Subhúmedo seco 0,50 - 0,65

Para mejorar descripción se acompaña el mapa correspondiente desde la I hasta la VII Región. Combinando las macrozonas de desertificación con el grado de aridez se obtiene un mapa.

1.5.9.1 Estado actual de la desertificación

a) Altiplano andino (árido y semiárido)

Altiplanos ubicados por sobre los 3.000 m. de altitud, con Isoyetas de 150 a 300 mm. anuales. Una exhaustiva extracción de materiales leñosos con fines energéticos, en los últimos 100 años despobló de vegetación alta a esta región. Posteriormente al sobretalajeo con ganado ovino ha contribuido a la erosión y degradación de las praderas naturales altoandino.

El régimen torrencial de lluvias y el fuerte viento son factores favorables a la erosión.

b) Zonas desértica (hiperárida)

Es el desierto propiamente tal. Tal agricultura se realiza en oasis y valles en pequeña escala la mayor parte de autoconsumo.

procesos degradativos de los suelos que decapita los suelos erosivos. Este tipo de ladera costera.

ecosistemas, del medio de los recursos, es posible más. Cada zona está sujeta a ráfica. Para caracterizar el que establece los siguientes P (precipitación anual/

correspondiente desde la I as de desertificación con el

do)
3.000 m. de altitud, con Una exhaustiva extracción géticos, en los últimos 100 esta región. Posteriormente i contribuido a la erosión y es altoandino.

l fuerte viento son factores

gricultura se realiza en oayor parte de autoconsumo.

Por lo general las aguas son salinas limitando con ello la diversificación y los rendimientos agrícolas. La salinización del suelo es consustancial a la irrigación. El Loa, uno de los ríos que atraviesan el desierto, llevan 0.4 gr/lt. de Sodio en la cabecera y 2 gr/lt. en la parte central de su curso. Además de estas delimitaciones naturales para las pequeñas poblaciones agrícolas, se agrega la fuerte competencia por el escaso recurso hídrico por parte de los usos urbanos y de la minería.

El desierto cubre en Chile una extensión de 10.800.000 há. entre las isoyetas 1 mm. y 30 mm/año. En los sectores no regados hay una activa erosión hídrica y eólica que ocurre por procesos geomorfológicos naturales.

c) Desierto costero (perárido)

Una variada vegetación sustentada primordialmente por el aporte hídrico de la neblina ("camanchaca"), puebla las laderas occidentales del litoral desértico. Las Cactáceas han sido intensamente extraídas con fines energéticos y ornamentales. Algunas de ellas han tenido un mercado externo constituyéndose en una fuente de ingresos para las poblaciones extractoras. Este ecosistema cubre 2.166.000 há. en una franja de 10 a 20 km. desde el litoral.

d) Llanos y serranías (áridas y peráridas)

Este ecosistema subdesértico se ubica entre las isoyetas de 30 a 250 mm/año y es uno de los más agudamente afectado por la desertificación y es extremadamente frágil por su precaria condición al borde del desierto.

La pequeña y mediana minería explotó extensas áreas con fines energéticos. Es así como se han agotado las formaciones de espinos, algarrobos, chañares y quillayes. Restan algunos relictos en reducidas partes de la región. El sobrepastoreo producido principalmente por ganado carpino ha dañado en forma dramática la vegetación lo que ha impactado fuertemente a la población. La escasa precipitación sustenta una agricultura de autoconsumo, con tecnología y rendimientos marginales, lo que ha sido un factor de erosión importante. Con este fin se limpian pequeñas áreas en laderas y se siembran durante algunos años

hasta que la degradación del suelo hace improductiva las siembras (agri deserti), luego de esto el sector se abandona y el cultivo se dirige hacia nuevas áreas.

El empobrecimiento y la mala calidad de vida de las comunidades agrícolas de la IV Región, condujo a la aparición de un núcleo importante en extrema pobreza en el país fenómeno que se reparte sobre 10.359.000 há.

e) Cordillera de la Costa Central y Precordillera Andina (semiárido y subhúmedo seco)

Climáticamente corresponde al gradiente entre el semiárido y el subhúmedo, con precipitaciones anuales entre 250 y 1.000 mm. La vegetación original es un bosque esclerófilo bastante cerrado en las partes más húmedas y una sabana en los sectores más abiertos secos. Los suelos graníticos de lomas son altamente erosionables y es la unidad geomorfológicamente donde la erosión ha sido más dramática de Chile.

El cultivo continuo principalmente de cereales, sin ninguna práctica de conservación, ha virtualmente hecho desaparecer el suelo en extensas áreas y la erosión se presenta en fases de manto, canalículo y zanjas. El cultivo mecanizado del trigo ha compactado los suelos acelerando el escurrimiento. El área afectada alcanza a 5.113.100 há. En la actualidad esta unidad está siendo poblada con pino y eucalipto, lo que ha terminado por desplazar la empobrecida mano de obra hacia otros sectores principalmente urbanos.

f) Cordillera Andina (semiárido, subhúmedo seco y subhúmedo)

Comprende extensas áreas de bosques esclerófilo y de Nothofagus sp., que se han ido degradando por extracción para fines energéticos leña y carbón. Debido a las fuertes pendientes se presenta una extensa erosión hídrica se agrega a esto la extracción y comercialización del mantillo (tierra de hoja), que decapita los suelos dejándolos desprotegidos de la lluvia e interrumpe el ciclo natural de nutrientes. Unos 3.334.000 há. están siendo afectadas por esta forma de desertificación afectando fuertemente las partes altas de las cuencas lo que es un factor de desregulación hidrológica.

o hace improductiva las
el sector se abandona y el

calidad de vida de las
ión, condujo a la aparición
obreza en el país fenómeno

y Precordillera Andina

liente entre el semiárido y
anuales entre 250 y 1.000
osque esclerófilo bastante
una sabana en los sectores
cos de lomas son altamente
orfológicamente donde la
aile.

de cereales, sin ninguna
nente hecho desaparecer el
presenta en fases de manto,
necanizado del trigo ha
el escurrimiento. El área
a la actualidad esta unidad
dipto, lo que ha terminado
le obra hacia otros sectores

o, subhúmedo seco y

osques eclerófilo y de
adando por extracción para
ido a las fuertes pendientes
ídrica se agrega a esto la
antillo (tierra de hoja), que
protegidos de la lluvia e
entes. Unos 3.334.000 há.
forma de desertificación
as de las cuencas lo que es
gica.

g) Dunas litorales (perárido, árido, semiárido y subhúmedo seco)

Como una secuela de la erosión continental, las dunas son frecuentes en la macrozona del litoral. En total existen 123.000 há. de dunas, muchas de las cuales no han sido aún estabilizadas.

h) Valles y llanos central regados (semiáridos, subhúmedo seco)

Existen alrededor de 1.500.000 há., gran parte de las cuales han surgido una significativa erosión hídrica por falta de tecnificación del riego tradicional. En el sector árido y semiárido del norte, el riego es tecnificado, especialmente en el caso de la fruticultura exportable. A pesar de esto, el alto tenor de sales de los ríos origina una depositación que varía entre 800 Kg. y 5.000 Kg. de sales por há/año lo que está salinizando valiosos terrenos agrícolas en los valles de Copiapó, Huasco, Elqui y Limarí.

El impacto económico y social puede ser de consideración por cuanto este tipo de agricultura constituye una fuente importante de mano de obra dentro del ecosistema árido que no ofrece muchas alternativas.

i) Bosques templados australes (húmedos)

Aunque climáticamente no es una zona árida la degradación extrema del bosque por tala indiscriminada e incendios forestales ha dejado enormes extensiones de suelos desprotegidas lo que, unido a una topografía accidentada en las sierras y precordillera Andina, ha esqueletizado el suelo provocando daños irreversibles al ecosistema. Un proceso de desertificación edáfica se ha producido en zonas húmedas, lo que ha dejado improductiva una extensión de 1.906.200 há. en la provincia de Aysén. Valiosas especies están amenazadas, como el Alerce y el Ciprés de las Guaytecas. Una drástica reducción del potencial biológico afecta a 4.356.000 há. entre las provincias de Cautín y Chiloé.

j) Pampas Patagónicas (subhúmedo)

Las pampas australes, áridas y frías son especialmente susceptibles a la desertificación debido, por una parte al régimen de vientos fuertes y por otro, a la lentitud de los procesos de

regeneración biológica como consecuencia de las bajas temperaturas. El sobrepastoreo ha llevado a las praderas patagónicas a un estado crítico, dejando el suelo semidescubierto y expuesto durante períodos de sequías a la erosión eólica o voladura del horizonte superficial. Unas 4.906.000 há. muestran en la actualidad este tipo de desertificación.

1.5.9.2 Variaciones y cambios climáticos

A través del territorio se produce una gradiente de aridez que va desde el desierto absoluto en el Norte con precipitaciones anuales inferiores a 5 mm., hasta las zonas húmedas templadas con más de 2.000 mm.

En el margen sur del desierto de Atacama, se estratifican latitudinalmente los regímenes mediterráneos peráridos, áridos, semiáridos, subhúmedos y perhúmedos, todos ellos son una estación seca que se va reduciendo desde los 11 meses en el perárido a uno o dos meses en el perhúmedo.

El monto de la distribución de la lluvia es extremadamente variable, creando un marco de incertidumbre que desinsentiva el uso de altos niveles tecnológicos en la agricultura de secano.

El impacto de las sequías periódicas se hacen sentir también en las áreas regadas, debido a que gran parte de los ríos, se abastecen de las escorrentías de las cuencas andinas y de las reservas de nieves de las altas cumbres de la cordillera. Estas sequías intensas tienden a presentarse con períodos de recurrencia de 8 a 10 años. La producción de las praderas naturales herbáceas varía entre 9 y 2.500 k/há. entre años secos y lluviosos. Esto dificulta enormemente el ajuste de la carga animal.

En los últimos años se han agregado a las fluctuaciones climáticas normales, la amenaza de un cambio climático cuyo efecto es aún incierto en las zonas áridas y semiáridas. Los modelos de circulación general de la atmósfera pronostican una intensificación de la aridez en el Sur trópico de Chile.

Coherente con esto, existen evidencias estadísticas de que el desierto de Atacama estaría avanzando hacia el sur a razón de 0,3 - 0,4 km. al año. La mayor parte de las estaciones pluviométricas, sobre una

1.6 Veget:

1.6.1

...secuencia de las bajas
...a llevado a las praderas
...lo el suelo semidescubierto
...uías a la erosión eólica o
...as 4.906.000 há. muestran
...cación.

...radiente de aridez que va
...on precipitaciones anuales
...das templadas con más de

...tacama, se estratifican
...ráneos peráridos, áridos,
...odos ellos son una estación
...eses en el perárido a uno o

...es extremadamente vari-
...que desinsentiva el uso de
...ra de secano.

...acen sentir también en las
...e los ríos, se abastecen de
.../ de las reservas de nieves
...is sequías intensas tienden
...ncia de 8 a 10 años. La
...áceas varía entre 9 y 2.500
...dificulta enormemente el

...s fluctuaciones climáticas
...nático cuyo efecto es aún
...os modelos de circulación
...ntensificación de la aridez

...adísticas de que el desierto
...ur a razón de 0,3 - 0,4 km.
...pluviométricas, sobre una

extensión de 1.500 km., muestran tendencias históricas crecientes en el monto anual. A pesar de esto no existen elementos concretos para afirmar que se está frente a un indicador de un cambio climático o simplemente a la fase negativa de un ciclo temporal. Cualquiera sea el origen de estas tendencias, el efecto ecológico es el mismo y obliga a poner en juego estrategias para enfrentar un avance natural del desierto.

Los pequeños productores de las comunidades agrícolas del árido y del perárido practican una agricultura en extremo marginal, con frecuentes años sin cosechas. La ganadería caprina, sin técnicas de manejo ni de selección, tiene una productividad tan baja como 14 a 19 k/ha año de leche y 7 a 9 ha/año de carne (peso vivo). Los ingresos per cápita de estas poblaciones son de unos 350 dólares anuales, lo que se agrava con la variabilidad del régimen climático y la tendencia a la desestructuración del ecosistema.

1.6 Vegetación y Flora

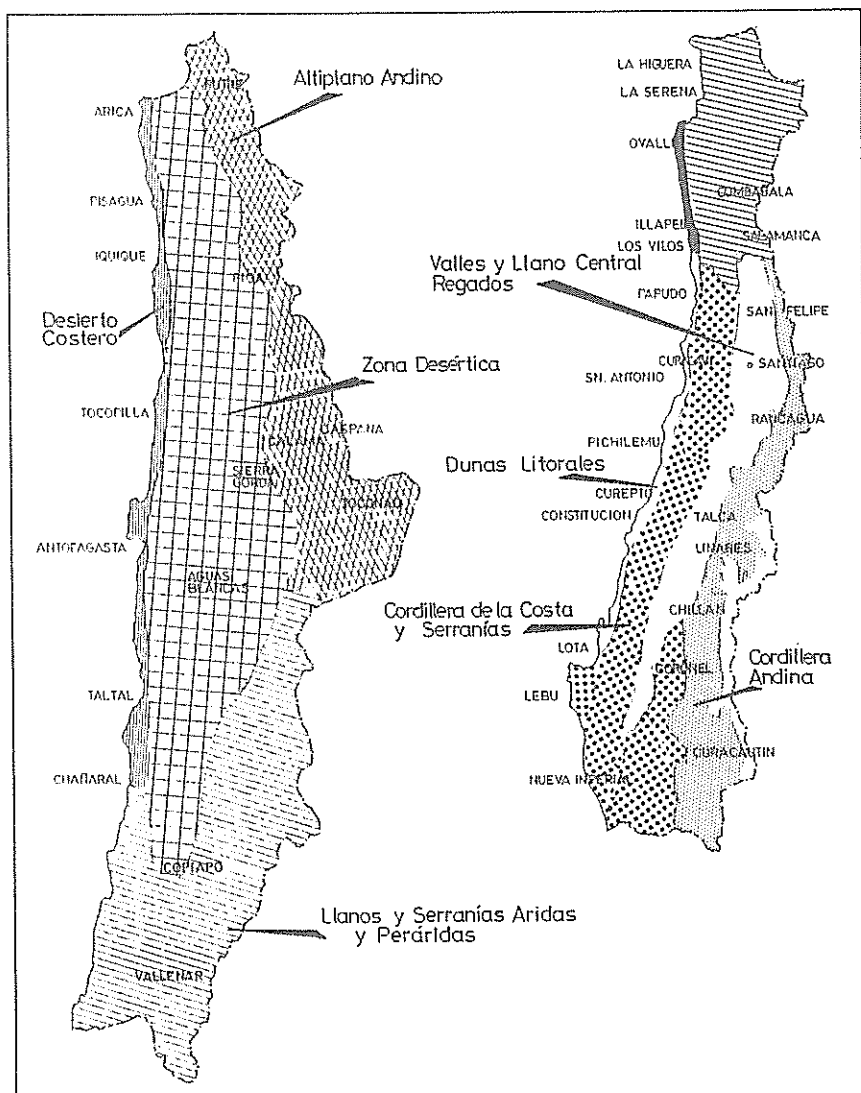
1.6.1 Vegetación

Con el propósito de presentar un trabajo coherente, la vegetación del área de estudio ha sido englobada en cuatro sistemas:

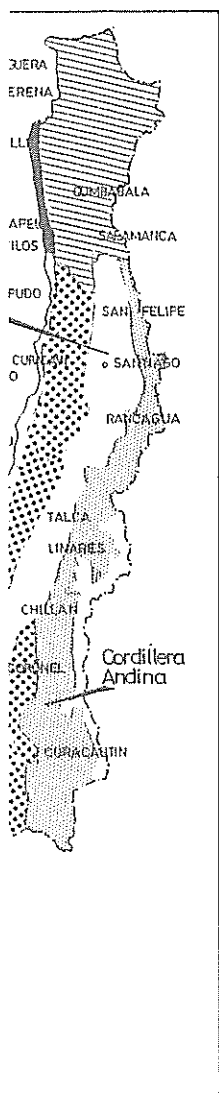
- I Altiplano
- II Desértica
- III Árida y Perárida
- IV Semiárida

Los estudios realizados en la zona norte del país, aunque insuficiente hasta la fecha, permiten esquematizar y caracterizar brevemente la flora y vegetación.

En un contexto global Cabrera y Willink (1973) sugieren que la zona norte de Chile forma parte de una gran región fitogeográfica, incluso ligada con otras formaciones vegetacionales presentes en los países limítrofes. Esta gran región fitogeográfica es denominada —La Región Neotropical— (op. cit.), reconociéndose, además, dos unidades vegetacionales menores, denominadas del Desierto y Altoandina y Puna (Altiplano). Fuera de la región fitogeográfica mencionada anteriormente y aproximadamente desde la IV Región hacia la zona central, se observa una transición vegetacional con elementos provenientes de distintas regiones fitogeográficas. Finalmente,

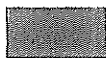


DESERTIFICACION EN CHILE			
CATEGORIA	SIMBOLO	CATEGORIA	SIMBOLO
Desertificación acelerada por tala, sobrepastoreo, utilización como leña y reasignación de aguas.		Desertificación fuerte por siembra, sobrepastoreo, leña e incendios, endurecimiento del suelo.	
Desertización -Desierto con áreas regadas y oasis. Reasignacion de aguas.		Formación de dunas litorales. Degradación de suelos agrícola-ganaderos.	
Desertificación acelerada por tala para leña. Exportación de cactáceas.		Erosión grave por siembra de cereales, mala explotación del bosque nativo, incendios y sobrepastoreo.	
Fuerte erosión y degradación de la vegetación por tala, siembras de cereales, sobrepastoreo, e intensa explotación minera.		Aceleración del ciclo hidrológico por tala para carbón y leña, siembras ocasionales e incendios forestales.	



SIMBOLO

te por siembra,
e incendios,
suelo.



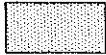
s. litorales.
elos agrícola-



siembra de
plotación del
endios y



clo hidrológico
bón y leña,
ales e incen-



más hacia el sur se desarrolla una vegetación típica de las regiones de clima mediterráneo (Semiárida).

I.- Altiplano (Puna y Altoandino)

Desde 27°LS hacia el norte, la cordillera de los Andes se bifurca en dos cadenas paralelas, la Cordillera de los Andes y la Cordillera Real, dejando entre sí planicies elevadas a más de 3.000 msnm. Esta región se encuentra inmediatamente por encima de la unidad fitogeográfica del Desierto.

Estudios realizados por Villagrán et al. (1983), en los Andes del norte de Chile les permitió agrupar la vegetación en dos unidades menores: a) Piso subandino (puneño), y b) Piso altoandino.

a) **Piso subandino:** se ubica por encima del desierto andino y está constituido principalmente por las formaciones arbustivas denominadas regionalmente "tolares", nombre con el que los lugareños denotan los arbustos. En la cordillera de Los Andes de La Serena, el piso subandino se extiende entre los 2.400 y 3.100 m. de altitud y es denominado principalmente por Adesmia sentis y Adesmia aphylla.

b) **Piso altoandino:** Esta formación se extiende inmediatamente por encima del piso subandino, extendiéndose en el altiplano y en los cerros que emergen por sobre las planicies altiplánicas hasta el límite superior de la vegetación. La fisionomía presente está determinada por la presencia de gramíneas perennes de crecimiento en champas, conocidas regionalmente como "pajonal". La formación de pajonal, florísticamente es más compleja y heterogénea que la puna.

A la latitud de Arica y en el sector cordillerano, el piso altoandino presenta 3 formaciones vegetacionales intrazonales: a) bofedales, constituidos por vegas de Oxychloe andina y Distichia muscoides; b) queñoales, formados por bosquecillos discontinuos de Polylepis tarapacana y c) llaretales: constituidos por agrupaciones de Azorella compacta. En Los Andes de La Serena, el piso subandino se extiende hasta los 4.000 msnm y es dominado por cojines laxos.

II.- Desierto

Tomando en cuenta la disponibilidad y origen del recurso hídrico y el subsecuente desarrollo vegetacional; el desierto chileno puede separarse en cuatro divisiones menores:

- a) **Desierto Costero:** El desierto costero en Chile se extiende ocupando la franja litoral desde el límite norte hasta el Río Elqui y principalmente sobre la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa. A lo largo del desierto costero y basado fundamentalmente en su dependencia de las diferentes fuentes de humedad es posible reconocer 2 tipos de comunidades vegetacionales: i) Desierto costero con neblina permanente, ubicado al norte de los 26°S y, ii) Desierto costero sin neblina permanente, ubicado entre los 26°-30°S.
- b) **Desierto absoluto:** Este sector es la continuación hacia el oriente del desierto costero. Las pendientes de la cordillera de la Costa descienden suavemente hacia un valle interno extremadamente árido. Esta región, sin duda la más árida del planeta constituye la denominada “Pampa” entre los 1000 a 1500 m. de altitud. El escaso aporte hídrico observado en este sector proviene principalmente de las napas freáticas que descienden de los Andes. La vegetación está prácticamente ausente en grandes extensiones de la pampa y la escasa vegetación presente lo forman principalmente los “bosquecillos” de Prosopis.
- c) **Desierto Interior-transicional (Desierto Florido):** Se ubica en los valles interiores entre el río Copiapó y el norte de La Serena. La cobertura vegetal es marcadamente mayor en comparación a las regiones más áridas del norte. Esta zona se caracteriza por una excepcional riqueza florística, la cual se acentúa en años de inusuales eventos de alta precipitación. En años lluviosos, esta región se puebla de abundantes y variadas especies efímeras de los géneros Calandrineia, Leucocoryne, Viola, Oenothera, Cristaria, Sphaeralcea, Nolana y Rodophiala.
- d) **Desierto Andino:** Corresponde a la franja comprendida aproximadamente entre los 1.800 y 3.500 m. de altitud. Este sector, debido principalmente a las lluvias y tormentas que ocurren en la región cordillerana posee un mayor aporte hídrico en comparación al desierto costero y desierto absoluto. Los estudios llevados a cabo principalmente por Ruthsatz (1977), Arroyo et al. (1979) y Villagrán et al. (1981, 1982) han permitido establecer en base a la estructura y fisionomía de la vegetación, la secuencia de pisos altitudinales en los Andes del norte de Chile.

En la región del desierto andino se reconoce una comunidad vegetal zonal denominada “formación desértica” (Piso preandino). Entre las latitudes 18°-22°S, el piso preandino es un matorral con coberturas bajas situado entre el borde oriental del desierto absoluto hasta 3.100 m. de altitud. Según Arroyo

se extiende ocupando la
o Elqui y principalmente
le la Costa. A lo largo del
en su dependencia de las
e reconocer 2 tipos de
o con neblina permanente,
rto costero sin neblina

ción hacia el oriente del
ra de la Costa descienden
mente árido. Esta región,
la denominada "Pampa"
aporte hídrico observado
las napas freáticas que
prácticamente ausente en
a vegetación presente lo
Prosopis.

lorido): Se ubica en los
le La Serena. La cobertura
n a las regiones más áridas
pcional riqueza florística,
s de alta precipitación. En
lantes y variadas especies
oryne, Viola, Oenothera,
ala.

franja comprendida
n. de altitud. Este sector,
is que ocurren en la región
n comparación al desierto
dos a cabo principalmente
llagrán et al. (1981, 1982)
ectura y fisionomía de la
; en los Andes del norte de

comunidad vegetal zonal
io). Entre las latitudes 18°-
uras bajas situado entre el
u. de altitud. Según Arroyo

et al. (1982) el elemento floral dominante de este piso vegetacional es de
origen endémico de los desiertos de la costa Pacífica de Sudamérica. A la
latitud de La Serena, el piso preandino se desarrolla inmediatamente
adyacente al semi-desierto, la fisionomía dominante es de arbustos bajos.

III.- Árida y Perárida (Transición entre el desierto y Chile Central)

Esta comunidad vegetal se extiende desde el límite sur del río Elqui hasta el
norte de la provincia de Valparaíso, por la costa y hasta el río Choapa por el
centro. Es importante destacar que en el sector preandino, la transición entre
la región desértica y la zona de Chile central no es tan evidente. Esta región
corresponde a una situación de transición entre el desierto y la vegetación
esclerófila de Chile central. La precipitación aunque escasa, presenta una
ligera estacionalidad. La formación vegetacional típica es el matorral
estepario esclerófilo, tratándose en buena medida de un semidesierto. Además
de los matorrales que caracterizan esta región, se destaca la presencia de los
bosques azonales del olivillo (relictos), estos bosques corresponden a
comunidades vegetacionales localizadas en cimas de cerros y que viven
gracias a la permanente influencia de neblinas. Ej.: Fray Jorge, Talinay y
Cerro Santa Inés.

IV.- Semiárida (Chile central)

Chile central posee un clima tipo mediterráneo con largos veranos secos e
inviernos lluviosos (di Castri & Hajek, 1976). Los principales tipos de
vegetación son: a) Bosque Esclerófilo y matorrales; b) Bosques decídúo de
Nothofagus, y c) Vegetación altoandina.

- a) El bosque esclerófilo se extiende hasta el límite arbóreo principalmente
a los 31°-32°S mostrando 2 grandes formaciones altitudinales, la versión
de tierras-bajas dominado por Lithrea caustica, Quillaja saponaria,
Cryptocarya alba y Peumus boldus, y una discreta versión montana
fuertemente dominada el árbol Kageneckia angustifolia y en ocasiones
por la conífera Austrocedrus chilensis. La vegetación esclerófila de
tierras-bajas es sin duda el tipo de vegetación más heterogéneo de Chile.
Una de las más características comunidades de Chile central es el espinal
dominado por Acacia caven.
- b) Los bosques aislados de Nothofagus obliqua alcanzan su límite norte
en la costa de la provincia de Santiago y Valparaíso. Los bosques de N.
alessandri también presentan una distribución discontinua y restringida
a la exposición sur de algunas quebradas entre los 35° y 36° S, en la
Cordillera de la Costa.

- c) La vegetación altoandina, fuertemente desarrollada en Chile, se encuentra a lo largo de casi la totalidad de la Cordillera de los Andes. En Chile central, es posible reconocer tres pisos altitudinales de vegetación: i) sub-andino dominado por arbustos (ej.: Chuquiraga oppositifolia y Nardophyllum lanatum), ii) andino inferior dominado por plantas en cojín (ej.: Azorella monantha y Laretia acaulis), y iii) andino superior dominado por hierbas perennes (ej.: Nassauvia, Viola y Senecio).

1.6.2 Flora

Desafortunadamente y obedeciendo principalmente a restricciones de disponibilidad de la información, la unidad Flora de este trabajo, se presenta en términos regionales. Es indudable que la comparación de la flora entre las cuatro unidades vegetacionales descritas entre la I y VII regiones hubiese sido la ideal, sin embargo, la base de datos de la flora de Chile, es un proyecto aún en curso. No obstante lo anterior, se presentan a continuación datos aún inéditos de la flora de estas regiones.

I-IV Regiones

La flora de la I-IV Regiones ha sido dividida en dos unidades menores de acuerdo al patrón de precipitaciones: a) región del norte chileno con lluvias de invierno, y b) región del norte chileno con lluvias de verano. (Cuadro 11)

Las formas de vida en el sector Altoandino y Desértico más representadas son las hierbas perennes seguida por los arbustos, y las hierbas anuales.

En el sector desértico del altiplano cerca del 23% de la flora es endémica a Chile y alrededor del 13% es endémica a la zona del norte chileno con lluvias de verano. En el sector alto-andino, cerca del 14% son endémicas a Chile y alrededor del 10% son endémicas a la zona norte del país.

En la región chilena con lluvias de invierno, alrededor del 58% de las especies son endémicas a Chile, mientras que cerca del 32% son endémicas a la zona con lluvias de invierno.

V, VI, VII Regiones y Región Metropolitana

En general, las floras de las áreas del mundo con clima tipo mediterráneo presentan elevada riqueza de especies y altos niveles de endemismo. La riqueza florística de acuerdo a la base de datos confeccionada con material de Herbario de la Universidad de Concepción, el Herbario del Museo

llada en Chile, se encuentra
ra de los Andes. En Chile
udinales de vegetación: i)
quiquiraga oppositifolia y
r dominado por plantas en
aulis), y iii) andino supe-
ssauvia, Viola y Senecio).

mente a restricciones de
de este trabajo, se presenta
paración de la flora entre
la I y VII regiones hubiese
ra de Chile, es un proyecto
n a continuación datos aún

i dos unidades menores de
el norte chileno con lluvias
ias de verano. (Cuadro 11)

esértico más representadas
s, y las hierbas anuales.

% de la flora es endémica a
el norte chileno con lluvias
% son endémicas a Chile y
a del país.

dor del 58% de las especies
% son endémicas a la zona

on clima tipo mediterráneo
niveles de endemismo. La
onfeccionada con material
n, el Herbario del Museo

tico de la Desertificación en Chile

Nacional de Historia Natural y la literatura taxonómica disponible se muestra
en los Cuadros 11 y 12.

El endemismo de la flora regional alcanza cerca del 14%, mientras que las
especies de plantas que incluyen entre su distribución los 32°-36° 'S y que
son endémicas al país alcanzan valores de cercanos a 46%.

De las 2.074 especies de plantas vasculares registradas en esta región y al
igual que en las demás regiones estudiadas, las hierbas perennes son la forma
de vida dominante, seguido por las especies arbustivas y las plantas anuales
y/o bianuales, finalmente son los árboles la forma de vida menos representada
en esta región.

Estado de conservación de las especies distribuidas en la I-VII Regiones y
Región Metropolitana.

En Chile, como en otros países iberoamericanos, la diversidad biológica se
encuentra amenazada directa o indirectamente por actividades humanas
seculares de intensa utilización de recursos. La desertificación, asociada a
sistemas inadecuados de explotación de recursos por parte del hombre
también contribuye a que numerosas especies tengan serios problemas de
conservación. Según Benoit (1989), la proporción de especies de plantas
con problemas de conservación y distribuidas en la zona de este estudio es
elevada. (Cuadro 13)

Aunque la conservación del patrimonio biológico chileno se realiza a través
del Sistema de Areas Silvestres Protegidas (SNASPE) y cubre una extensa
proporción del territorio nacional, ésta presenta para la mayoría de las
comunidades vegetales una estructura deficiente. De hecho, la mayor parte
de las áreas silvestres protegidas se encuentran en la región templada de
Chile en desmedro de otras regiones (Weber, 1983). De las 83 "formaciones
vegetacionales" reconocidas en el país, 53 están "representadas" por el
SNASPE, no obstante, existen comunidades con altos grados de endemismo
local pobremente representadas.

La sobreexplotación y alteración del hábitat figuran entre las principales
causas de la declinación de las especies vegetales. Una apropiada herramienta
para estimar el contenido de biodiversidad de una región son las bases de
datos a nivel de colectas. La tipificación del territorio nacional bajo esta
perspectiva, la ayuda bibliográfica y la inspección en terreno permitirá, no
sólo determinar aquellos puntos de mayor concentración de biodiversidad
biológica (Ej.: Cordillera de la Costa VI-IX regiones), sino que además

disminuirá el riesgo de duplicación de comunidades protegidas por el SNASPE.

Debe tenerse presente que, un plan cuyo objetivo sea la reversión de la desertificación debe considerar en primer lugar las relaciones entre sus componentes y la complejidad del sistema. Es decir, las soluciones propuestas dependerán de las situaciones locales, en otras palabras, las soluciones implementadas pueden ser diversas.

Las acciones para revertir los procesos de desertificación, con la consiguiente habilitación de hábitat para especies en peligro deberían considerar:

- Mecanismos de mejoramiento de la conservación del agua en el suelo, Ej.: planes de forestación.
- Mecanismos que faciliten la recuperación de los sistemas alterados, Ej.: exclusiones que impidan o regulen el acceso de mamíferos herbívoros.
- Instauración de un monitoreo expedito y permanente que permita evaluar y comparar el estado de avance a corto y largo plazo de los sistemas manejados.
- Creación de bancos de semillas, germoplasma y estudios de mejoramiento genético de las especies vegetales para el mejor desarrollo y productividad regional.

1.6.3

CUADRO 11: RIQUEZA DE ESPECIES DE PLANTAS NATIVAS I-IV REGIONES.

Región Geográfica con el patrón de Precipitación:	Número de especies
Invierno	698
Verano	1893

CUADRO 12: RIQUEZA DE ESPECIES DE PLANTAS NATIVAS V-VI-VII REGIONES Y REGION METROPOLITANA

# Especies	# Géneros	# Familias
2074	557	152

idades protegidas por el

ivo sea la reversión de la
r las relaciones entre sus
r, las soluciones propuestas
; palabras, las soluciones

cación, con la consiguiente
eberían considerar:

ción del agua en el suelo,

os sistemas alterados, Ej.:
le mamíferos herbívoros.

mente que permita evaluar
go plazo de los sistemas

estudios de mejoramiento
desarrollo y productividad

NATIVAS I-IV REGIONES.
úmero de especies
698
1893

PLANTAS NATIVAS METROPOLITANA
Familias
152

ico de la Desertificación en Chile

CUADRO 13: NUMERO DE ESPECIES DE PLANTAS CON PROBLEMAS DE CONSERVACION Y QUE INCLUYEN EN SU RANGO DE DISTRIBUCION LA I-VII REGIONES Y REGION METROPOLITANA (BENOIT 1989).		
	Total País	Total Regional
a) Arbóreas y Arbustivas		
Especies en Peligro	11	10 (90%)
Especies Vulnerables	26	24 (92%)
Especies Raras	32	23 (71%)
Total especies con problemas	69	57 (82%)
b) Pteridophytas		
Especies en Peligro	8	3 (38%)
Especies Vulnerables	6	0 (0%)
Especies Raras	22	10 (45%)
Insuficientemente conocidas	6	0 (0%)
Total especies con problemas	42	13 (31%)

1.6.3 Potencial de la flora

El conocimiento químico de la flora nativa abarca sólo un 5% de las especies descritas para la zona Norte y Centro del país, de acuerdo a estudios fitoquímicos publicados en los últimos 20 años en revistas especializadas de circulación nacional e internacional. Esta cifra aumenta considerablemente si se restringe la muestra a las especies dominantes de la vegetación de cada región, (10% de la flora) las cuales son utilizadas en un alto porcentaje por poblaciones rurales (o indígenas) con fines medicinales, alimenticios u otros.

Región	Flora ^a	Veget. ^b	Estratos Químicos	Uso Med. ^c	Otros ^c
I-II	698	70	35	40	22
III-IV	1893	127	80	136	44
V-VII	2074	160*	125	188	68

a Mary Kalin, no publicado
b Gajardo (1987), Donoso (1982)
c SECAB, 1983
* No incluye especies altoandinas.

Debe considerarse en este análisis que los estudios mencionados corresponden en su gran mayoría a descripciones parciales de la composición química de extractos sin un énfasis particular de la investigación hacia la determinación de su utilidad como fármacos u otros posibles usos populares

dados a la especie investigada. Sin embargo, como respuesta al renovado interés existente a nivel internacional por la búsqueda de materias primas alternativas para la producción de pesticidas agrícolas, resinas, látex y nuevos fármacos, la investigación fitoquímica hoy se orienta hacia estos aspectos más aplicados, con resultados alentadores.

Desgraciadamente, la falta de infraestructura especializada, su alto costo y la escasez de fuentes nacionales de financiamiento para este tipo de investigación interdisciplinaria ha forzado a algunos investigadores en el país a suscribir convenios internacionales, los cuales a veces involucran condiciones desfavorables para el potencial beneficio nacional de los resultados. Finalmente, en consideración al alto grado de vulnerabilidad de la flor nativa, particularmente en la zona Norte del país (I-IV Regiones) donde se encuentran muchas especies únicas, se hace imperativo fomentar los siguientes estudios:

- a) Químico exhaustivo de especies nativas de Zonas Áridas.
- b) Químico-farmacológico, orientado por bioensayos adecuados, de especies utilizadas en medicina popular.
- c) Bromatológicos y toxicológicos en especies utilizadas con fines alimenticios y forrajeros.
- d) Químico con orientación aplicada a la búsqueda de pesticidas naturales o materias primas industriales.
- e) Micropropagación de especies de interés económico, para su cultivo en zonas áridas o recuperación de terrenos degradados.

Además se propone:

- a) Promover el cultivo, uso y distribución de especies medicinales nativas o introducidas y avencundadas en estas zonas.
- b) Elaborar una reglamentación sobre el uso, distribución y control de calidad de las plantas comercializadas con fines medicinales.
- c) Diseñar mecanismos de control de recolecciones masivas de especies silvestres, con diversos fines.
- d) Controlar la salida al extranjero de material genético de especies endémicas de interés económico.

1.7 Fauna

El an
por d
dispo
segur
conlle
usual
bioge
por re

La fa
se agr
• Av
• Ma
• Re
• An
• Pec
(co

De las
de est
de esp
60% c
endén
endén
endén
mayor
exclui

De las
de co
(Num
especi
especi

no respuesta al renovado
ueda de materias primas
as, resinas, látex y nuevos
enta hacia estos aspectos

cializada, su alto costo y
o para este tipo de investi-
vestigadores en el país a
es involucran condiciones
l de los resultados. Final-
bilidad de la flor nativa,
giones) donde se encuen-
fomentar los siguientes

omas Aridas.

ensayos adecuados, de

ies utilizadas con fines

da de pesticidas naturales

ómico, para su cultivo en
dados.

ecies medicinales nativas

distribución y control de
ies medicinales.

ones masivas de especies

al genético de especies

co de la Desertificación en Chile

e) Apoyar la formación de bancos de germoplasma.

Los estudios y medidas propuestas permitirían determinar el potencial real de la flora de la región como fuente de recursos renovables, y la protección de especies vulnerables todo lo cual redundaría en un beneficio económico para la zona y el país.

1.7 Fauna

El análisis de la fauna se realiza en base a su distribución por región administrativa por dos motivos fundamentales. Primero, el nivel de resolución de la información disponible sobre la distribución geográfica de las especies no permite asignarla con seguridad a las unidades ambientales reconocidas en este informe. El hacerlo conllevaría un alto nivel de imprecisión. Además, las decisiones administrativas usualmente se toman en base a las regiones administrativas y no por sectores biogeográficos. De hecho, los talleres realizados en este programa fueron organizados por regiones administrativas y no unidades ambientales o biogeográficas.

La fauna de vertebrados terrestres de Chile comprende un total de 716 especies que se agrupan en:

• Aves	456
• Mamíferos	95
• Reptiles	82
• Anfibios	40
• Peces agua dulce	44
(continentales)	

De las 672 especies de vertebrados, 96 son endémicas de Chile, siendo la mayoría de estos reptiles con 49 especies; corresponde a 60% de la fauna de reptiles con 51% de especies endémicas. Respecto a especies anfibias 24 son endémicas representando 60% de los anfibios y 25% de las especies endémicas. En aves y mamíferos son endémicas 12 y 11 especies, respectivamente; o sea, 3 y 13% de las especies endémicas. Para los mamíferos 12% es endémica, representando 11% de las especies endémicas. Para los peces, se carece de información precisa, pero se presume que la mayoría de las especies serían endémicas (Arratia, 1981). En los análisis posteriores, excluimos los peces en los cálculos de endemismos.

De las 716 especies de vertebrados de Chile, 245 especies (34%) presentan problemas de conservación (Glade, 1988). Dos especies estarían extintas a nivel nacional (Numenius borealis y Ctenomys magellanicus dickii), 50 especies en peligro, 92 especies vulnerables, 53 especies raras, 2 especies con amenaza indeterminada y 46 especies inadecuadamente conocidas (Glade, 1988).

1.7.1 Sistema Desértico Altiplánico

De las 716 especies de vertebrados terrestres de Chile, 364 (51%) se encuentran en las Regiones de Tarapacá y Antofagasta. En términos de presencia de especies, 59% de las especies de aves, 47% de los mamíferos y 39% de las especies de reptiles de Chile se encuentran en la I y II Regiones, mientras que 25% de los peces de agua dulce y 23% de las especies de anfibios se encuentran en las dos regiones.

Las aves son el grupo dominante en la I y II Regiones (73% del total de las especies), seguidas por los mamíferos (12%) y reptiles (9%). Anfibios y peces representan solamente 5% de la fauna de la I y II región. Esta composición de la fauna es una representación desbalanceada respecto a la composición de ésta a nivel nacional. En Chile, las aves representan el 64% de la fauna, seguida por mamíferos (13%) y reptiles (11%). Peces y anfibios representan, cada uno, 6% de la fauna. Esto es, en las regiones I y II se encuentran más especies de aves que en el resto del país.

De las 364 especies presentes en las regiones I y II, solamente 28 son endémicas, lo que representa 29% de la fauna endémica de Chile. El mayor número de endemismos lo representan los reptiles con 43% de las especies endémicas.

La I Región tiene 317 especies. Esta riqueza de especies se concentra principalmente en el Sistema altiplánico, donde se encuentra 40% de las especies de la región (Cattan, 1993). Las aves son el grupo más rico en especies (75%), ninguna de las cuales es endémica.

Sin embargo, 65 especies (27%) se encuentran en Chile restringidas solamente a la I región, aún cuando ocurren en países limítrofes. De igual forma, ninguna especie de mamífero de la I región es endémica de Chile, pero 13 (28%) de ellas se encuentran restringidas a esta región, existiendo poblaciones en los países limítrofes. A diferencia de aves y mamíferos, los peces, anfibios y reptiles presentan especies endémicas. De las especies de peces conocidas para la I región, 6 (55%) se encuentran solamente en esta región. Por su parte, 2 especies (33%) de anfibios de la I región son endémicas y además se encuentran solamente en esta región de Chile. En total, 5 (83%) de las 6 especies de anfibios se encuentran restringidas a la región. De los reptiles, el 50% de las especies es endémica, y el 44% es endémico y se encuentra solamente en esta región. Considerando todos los vertebrados, 32% de las especies de la I Región se distribuyen solamente en esta región de Chile y en países limítrofes. La mayoría de las especies (aves excluidas), se encuentran sobre los 3.000 msnm.

de Chile, 364 (51%) se encuentran en la II Región de Antofagasta. En términos de riqueza, 47% de los mamíferos y 47% de las aves se encuentran en la I y II Regiones, 23% de las especies de

reptiles (73% del total de las especies). Anfibios y reptiles (9%). Anfibios y reptiles de la I y II región. Esta riqueza es desbalanceada respecto a la riqueza de las aves representan el 64% de las especies (11%). Peces y anfibios representan el 23% en las regiones I y II se encuentran en el país.

solamente 28 son endémicas de Chile. El mayor número de las especies endémicas.

le especies se concentra en la II región, se encuentra 40% de las especies en el grupo más rico en riqueza.

En Chile restringidas a las regiones limítrofes. De igual manera, la riqueza es endémica de Chile, 47% de las especies de la II región, existiendo 23% de las especies de aves y mamíferos, los reptiles y anfibios. De las especies de aves y mamíferos se encuentran solamente en esta región de la I región son endémicas de Chile. En total, 5 (83%) de las especies restringidas a la región. De los reptiles el 44% es endémico y se encuentran todos los vertebrados, solamente en esta región de las especies (aves excluidas),

La II región de Antofagasta tiene 240 especies de vertebrados. A diferencia de la I región, la mayor cantidad de especies se encuentra entre los 1.000-3.000 msnm, dada la mayor abundancia de especies de reptiles a estas alturas. Las aves son nuevamente el grupo más rico en especies (76%), con un representante endémico de Chile y otras 8 se encuentran solamente en esta región. De los reptiles, 14 (70%) especies son endémicas, de las cuales 9 (45%) se encuentran sólo en esta región de Chile. La riqueza de anfibios es baja, pero las especies son endémicas o bien restringidas a la región. De los peces, a diferencia de la I Región, ninguna especie está restringida geográficamente a la II Región. De los mamíferos, sólo 1 (4%) es endémico y otro se encuentra restringido a esta región.

Un 50% de la fauna de vertebrados es compartida por las regiones I y II. La mayor similitud ocurre en aves y peces, mientras que un 20% de las especies de anfibios y reptiles es compartida por las regiones. Esto es, la fauna es disímil entre regiones, pero esta diferencia depende del grupo taxonómico.

En la I región, 66 especies (21%) presenta algún problema de conservación. Las aves y mamíferos son los grupos con mayor número de especies con problemas de conservación. Proporcionalmente, sin embargo, los mamíferos son el grupo en mayor riesgo (52% de sus especies), seguidos por los peces 45%. De las especies con problemas de conservación, 24% se encuentra en peligro de extinción, y 32% es vulnerable. Es decir, cerca del 60% de la fauna de la I región está en serios problemas de conservación. La especie de mamíferos extinta es Chinchilla brevicaudata (Glade, 1988).

En la II región, 59 especies (25% de la fauna) tiene problemas de conservación. Nuevamente, las aves y mamíferos son los grupos con mayor número de especies con problemas, pero son los anfibios, mamíferos y reptiles tienen una fracción mayor de su fauna en peligro. Del total, un 20% se encuentra en peligro de extinción, y 24% es vulnerable. La especie extinta es otro chinchillido, Chinchilla lanigera.

La protección de las especies de las regiones I y II a través del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNASPE) es baja, comparando el número de especies presentes en las regiones y el número de especies que se conoce protegida al interior de las unidades del SNASPE. Basados en información disponible para los Parques Lauca (CONAF 1986), y Volcán Isluga (CONAF 1988) y Monumento Natural Salar de Surire (CONAF 1992), un tercio de las especies de la I región se encuentran protegidas. En la II región, basado en la información disponible para las Reservas Nacionales La Chimba y Los Flamencos y Parque Nacional Pan de Azúcar (CONAF 1992), solamente un 23% de los vertebrados estaría protegido en el SNASPE.

1.7.2 Sistema Arido

Del total de especies de vertebrados terrestres del país, 295 (42%) se encuentran en las Regiones de Atacama y Coquimbo. Un 51% de las especies de aves de Chile se encuentran en esta región, al igual que el 34% de las especies de mamíferos y 29% de las especies de reptiles. Al igual que en la I y II Regiones, los peces y los anfibios son los grupos menos representados, con 23% y 13%, respectivamente.

Las aves son el grupo dominante en la III y IV Regiones (77% del total de especies), seguidas por los mamíferos (11%) y reptiles (7%). Los anfibios y reptiles sólo representan el 5% de la fauna de vertebrados de la III y IV regiones. Esta composición determina un desbalance en relación a la fauna de Chile. En las regiones III y IV se concentran más especies de aves y menos especies de los otros grupos de vertebrados.

De las 295 especies presentes en las regiones III y IV, sólo 32 son endémicas del país, lo que representa un 34% del total de endemismo nacional y un 11% de la fauna regional (Cuadro 14). La mayor proporción de endemismos la presentan los mamíferos, con un 55%.

CUADRO 14: NUMERO DE ESPECIES NATIVAS Y GRADO DE ENDEMISMO DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS TERRESTRES DE CHILE, PRESENTES A NIVEL NACIONAL Y REGIONAL.

Taxón	Riqueza de especies Chile Regiones III-IV			Endemismos Chile Regiones III-IV		
	n	n	%	n	n	%
PECES	44	10	23	sin información		
ANFIBIOS	40	5	13	24	3	13
REPTILES	76	22	29	47	18	38
AVES	446	226	51	12	5	42
MAMIFEROS	95	32	34	11	6	55
Total	701	295	42	94	32	34

La III Región de Atacama tiene 253 especies, siendo las aves el grupo de mayor riqueza (81%), de las cuales 5 son endémicas y solamente 2 se encuentran restringidas a esta región (Cuadro 15). Todas las especies de reptiles presentes en esta región son endémicas de Chile, y 4 de ellas se encuentran restringidas a esta región. Cuatro de las 20 especies de mamíferos

del país, 295 (42%) se
 . Un 51% de las especies
 igual que el 34% de las
 ptilas. Al igual que en la
 os menos representados,

giones (77% del total de
 iles (7%). Los anfibios y
 rtebrados de la III y IV
 ce en relación a la fauna
 más especies de aves y

V, sólo 32 son endémicas
 idemismo nacional y un
 oporción de endemismos

RADO DE ENDEMISMO FRES DE CHILE, REGIONAL.		
Endemismos Chile Regiones III-IV		
n	n	%
sin información		
24	3	13
47	18	38
12	5	42
11	6	55
94	32	34

ndo las aves el grupo de
 micas y solamente 2 se
). Todas las especies de
 de Chile, y 4 de ellas se
 20 especies de mamíferos

son endémicos de Chile, y 1 de las 3 especies de anfibios son endémicos, pero ninguna se encuentra restringida a la III Región (Cuadro 15). En total, sólo 6 (2%) de las especies de vertebrados presentes en la III Región se encuentran restringidas a ella.

La IV región de Coquimbo tiene 272 especies de vertebrados, siendo nuevamente las aves el grupo predominante, con un 76% de las especies. De éstas, 4 son endémicas y 3 se encuentran sólo en esta región (Cuadro 16). De las 32 especies de mamíferos presentes (12% de la fauna regional), ninguna está restringida a la región pero hay 6 especies endémicas. La mayor parte (78%) de los reptiles presentes en esta región son endémicos, aunque ninguno de ellos se restringe geográficamente a esta región. Los grupos menos representados son los peces y anfibios (4% y 2% de la faura regional, respectivamente). No obstante, la mayor parte de ellos son endémicos, aunque ninguna especie de encuentra restringida a la región. (Cuadro 16)

En contraste con la baja similitud de especies entre las regiones I y II, el 80% de la fauna de vertebrados es compartida por las regiones III y IV. Las aves y reptiles muestran la mayor similitud, con un 91% y los peces muestran la menor similitud, con un 70% (Cuadro 17). En general, el grado de variación por taxón es bastante menor que en el caso de las regiones I y II.

CUADRO 15: DISTRIBUCION DE LOS VERTEBRADOS TERRESTRES EN LA III REGION.						
Especies	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
III Región	10	3	14	206	20	253
Restringidas	0	0	4	2	0	6
Endémicas país	s.i.	1	14	5	4	23
Endémicas región	0	0	4	0	0	4

CUADRO 16: DISTRIBUCION DE LOS VERTEBRADOS TERRESTRES EN LA IV REGION.						
Especies	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
IV Región	10	5	18	207	32	272
Restringidas	0	0	1	3	0	4
Endémicas país	s.i.	3	14	4	6	27
Endémicas región	0	0	0	0	0	0

CUADRO 17: SIMILITUD DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS ENTRE LAS REGIONES III Y IV, ESTIMADO POR EL INDICE DE SORENSSEN.				
Taxón	III	IV	Número de especies compartidas	Similitud (%)
PECES	10	10	7	70
ANFIBIOS	3	5	3	75
REPTILES	14	18	10	91
AVES	206	207	188	91
MAMIFEROS	20	32	19	73

En cuanto a la distribución altitudinal de los anfibios, reptiles y mamíferos, la mayoría de las especies se encuentra a alturas menores a 2.000 metros, lo que es más acentuado en la IV Región.

ESTADO DE CONSERVACION

En la III Región, 49 especies (19%) presentan algún problema de conservación, de las cuales la mayoría son aves (33) y mamíferos (15) Cuadro 18. Proporcionalmente, sin embargo, el grupo de mayor riesgo son los mamíferos, con el 75% de sus especies con problemas, contrastando con el 16% de las especies de aves. Sólo un 4% de la fauna de esta región se encuentra en peligro de extinción, y un 6% es considerada vulnerable (Cuadro 18). La especie extinta es Chinchilla lanigera (Glade, 1988).

En la IV Región, 56 especies (21%) se encuentra considerado con algún problema de conservación. Nuevamente, la mayoría son aves (33) y mamíferos (17) Cuadro 19. Sin embargo, en términos relativos, los anfibios son el grupo de mayor riesgo, con el 60% de sus especies con problemas, seguido de los mamíferos, con un 53%. Los reptiles y aves muestran proporciones bastante menores, con 17% y 16%, respectivamente (Cuadro 19). Del total de especies, sólo un 8% de los vertebrados (23 especies) se encuentra en las categorías de mayor riesgo, esto es, en peligro o vulnerable.

La proporsión de especies protegidas en las áreas silvestres protegidas de la III Región, es baja. Basados en la fauna presente en el Parque Nacional Pan de Azúcar, solamente un 9% de la fauna estaría representada en el SNASPE (CONAF, 1992, Cuadro 20). Sin duda, es necesario realizar catastros más completos que los existentes para verificar si el nivel de representación es tan escaso. En la IV Región, con catastros más completos, el nivel de representación alcanza el 48% (Cuadro 20) basado en la información disponible para el Parque Nacional Fray Jorge (CONAF, 1992) y para la

VERTEBRADOS ENTRE LAS DICE DE SORESENSEN.	
Numero de especies compartidas	Similitud (%)
7	70
3	75
10	91
188	91
19	73

ibios, reptiles y mamíferos, menores a 2.000 metros, lo

entan algún problema de (3) y mamíferos (15) Cuadro de mayor riesgo son los problemas, contrastando con el la fauna de esta región se considerada vulnerable (Cuadro (Glade, 1988).

nta considerado con algún mayoría son aves (33) y menos relativos, los anfibios us especies con problemas, s reptiles y aves muestran %, respectivamente (Cuadro vertebrados (23 especies) se sto es, en peligro o vulner-

as silvestres protegidas de la e en el Parque Nacional Pan representada en el SNASPE sario realizar catastros más el nivel de representación es más completos, el nivel de basado en la información e (CONAF, 1992) y para la

Reserva Nacional Chinchilla (Jiménez, 1993). Es claro entonces, que frente a los cambios por desertificación, los vertebrados de las regiones III y IV no están adecuadamente protegidos en el SNASPE.

CUADRO 18: ESTADO DE CONSERVACION DE LOS VERTEBRADOS PRESENTES EN LA III REGION, SEGUN LAS CATEGORIAS UICN.						
	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Extinta	0	0	0	0	1	1
En peligro	0	0	0	5	6	11
Vulnerable	0	1	0	12	3	16
Rara	0	0	0	6	1	7
Amenaza indeterminada	0	0	0	0	0	0
Inadecuadamente conocida	0	0	0	9	3	12
Fuera de peligro	0	0	0	1	1	2
Total	0	1	0	33	15	49
% de la fauna región	0	10	0	16	75	19

Fuente: Glade (1988).

CUADRO 19: ESTADO DE CONSERVACION DE LOS VERTEBRADOS PRESENTES EN LA IV REGION, SEGUN LAS CATEGORIAS UICN.						
	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Extinta	0	0	0	0	0	0
En peligro	0	0	0	5	6	11
Vulnerable	0	0	0	8	4	12
Rara	0	1	1	9	1	12
Amenaza indeterminada	0	0	0	0	1	1
Inadecuadamente conocida	0	2	2	10	4	18
Fuera de peligro	0	0	0	1	1	2
Total	0	3	3	33	17	56

Fuente: Glade (1988).

CUADRO 20: PRESENCIA DE VERTEBRADOS TERRESTRES EN UNIDADES DEL SISTEMA NACIONAL DE AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS.						
	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
III Región						
Presentes en la región	10	4	14	206	20	253
Protegidas en ASP	s.i.	s.i.	s.i.	18	4	22
IV Región						
Presentes en la región	10	5	18	207	32	272
Protegidas en ASP	s.i.	s.i.	5	106	19	130

s.i. = sin información.

INFORMACION BASICA PARA PREDECIR CAMBIOS

Al igual que en las regiones I y II, la información disponible para determinar la naturaleza de los cambios en la distribución y abundancia de los vertebrados de las regiones III y IV es escasa (Cuadro 21). Esta información, sin embargo, podrá usarse en la medida que se disponga de información sobre el tipo y magnitud de cambios en los patrones de uso de la tierra y de la vegetación natural de la región. En todo caso, una reducción en la cobertura arbustiva debería llevar acoplada una reducción en el número de especies de vertebrados regionales.

CUADRO 21: ESTUDIOS SOBRE VERTEBRADOS PRESENTES EN LAS REGIONES III Y IV.					
Tema Principal	# Estudios				Referencias
	R	Av	M	Total	
Ecofisiología			2	2	Meserve (1978); Cortés et al. (1988)
Abundancia		2	12	14	Oyarzo & Correa (1990); Jiménez (1999); Trivelli et al. (sf); Jiménez et al. (1992); Cunazza (1991); Meserve & Le Boulengé (1987); Fulk (1975); Glanz (1977); Meserve & Glanz (1978); Meserve et al. (1984); Schamberg & Fulk (1974); Martínez et al. (en prensa); Rodríguez (1984); Mohlis (1983).
Alimentación	3	1	7	10	Fuentes & Cancino (1979); Meserve (1986a); Durán et al. (1987); Jaksic et al. (1992); Lamborot & Ortiz (1990); Jiménez (1993); Contreras & Gutiérrez (1991); Jaksic & Fuentes (1980); Meserve et al. (1987); Marquet et al. (en prensa); Jiménez (en prensa)
Hábitat		3	3	6	Jaksic et al (1980); Meserve (1981a); Glanz (1984); Fuentes & Jaksic (1980); Young Downey & Moreno (1991); Rodríguez & Trevizan (1984).

CUADRO 22: DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE LOS VERTEBRADOS PRESENTES EN LA III REGION DE ATACAMA.				
Rango altura (m)	Anfibios	Reptiles	Mamíferos	Total
0-1000	3	9	17	29
1001-2000	3	8	15	26
2001-3000	2	4	12	18
3001-4000	1	2	7	10
>4001	1	0	5	6

R CAMBIOS

disponible para determinar
undancia de los vertebrados
Esta información, sin em-
ga de información sobre el
le uso de la tierra y de la
a reducción en la cobertura
en el número de especies de

RTEBRADOS S III Y IV.	
Referencias	
); Cortés et al. (1988)	
ea (1990); Jiménez (1999); f); Jiménez et al. (1992);); Meserve & Le Boulengé 975); Glanz (1977); Meserve); Meserve et al. (1984); Fulk (1974); Martínez et al. Rodríguez (1984); Mohlis (1983).	
cino (1979); Meserve (1986a); 987); Jaksic et al. (1992); rtiz (1990); Jiménez (1993); utiérrez (1991); Jaksic & & Meserve et al. (1987); (en prensa); Jiménez (en prensa).	
80); Meserve (1981a); Glanz s & Jaksic (1980); Young reno (1991); Rodríguez & l).	

DE LOS VERTEBRADOS DE ATACAMA.	
Mamíferos	Total
17	29
15	26
12	18
7	10
5	6

CUADRO 23: DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE LOS VERTEBRADOS PRESENTES EN LA IV REGION DE COQUIMBO.				
Rango altura (m)	Anfibios	Reptiles	Mamíferos	Total
0-1000	5	14	28	47
1001-2000	4	14	23	41
2001-3000	2	5	16	23
3001-4000	1	2	10	13
>4001	1	0	5	6

CUADRO 24: DISTRIBUCION DE ANFIBIOS Y REPTILES EN LAS REGIONES ECOLOGICAS DE LAS REGIONES III Y IV (SEGUN VELOSO&NAVARRO 1988)				
Región ecológica	III Región		IV Región	
	Anfibios	Reptiles	Anfibios	Reptiles
Desértica interior	2	7	2	5
Tropical marginal	1	0	1	0
Tropical de altura	1	0	1	0
Andina	2	0	2	2
Mediterránea perárida	2	4	2	4
Mediterránea árida	2	9	3	14
Mediterránea subárida	1	3	3	9

Nota: Los números no son excluyentes; una especie puede ubicarse en más de una región ecológica.

CUADRO 25: VERTEBRADOS RESTRINGIDOS A LAS REGIONES III Y IV.					
Especie	III	IV	D.A. (m)	RE	Ambientes
REPTILES:					
<u>Ctenoblepharis nigriceps</u> *		X	3000-3500	DI	Costa
<u>Liolaemus bisignatus</u> *	X		0-50	DL	
<u>Liolaemus lorenmulleri</u>		X(R)	2300-3200	MA	Quebradas
<u>Liolaemus velosoi</u> *	X		3000	DI	
<u>Liolaemus juanortizi</u> *	X		3800	TA	
AVES:					
<u>Cathartes burrovianus</u>	X			DL	Terrenos abiertos
<u>Calidris mauri</u>		X			Costa
<u>Myodynastes maculatus</u>	S				Bosques y cultivos
<u>Anas discors</u>		X			Lagunas y ríos
<u>Sturnella supercilialis</u>	X				Pastizales húmedos

El asterisco (*) indica que la especie es endémica de Chile. Entre paréntesis se menciona el estado de conservación. Se indica la distribución altitudinal, las regiones ecológicas y los ambientes típicos de cada especie. DL = Desierto litoral; DI = Desierto interior; TA = Tropical de altura; MA = Mediterránea árida. Fuente: Donoso-Barros (1966); Veloso & Navarro (1988); Araya & Millie (1986); Young-Downey & Moreno (1991).

1.7.3 Sistema Semi-Arido

REGIONES Y METROPOLITANA

Del total de especies de vertebrados terrestres del país, 336 (48%) se encuentra en las Regiones de Valparaíso y Santiago. Un 57% de las especies de aves de Chile, al igual que un 37% de las especies de mamíferos y un 36% de los peces se encuentran en las Regiones V y Metropolitana. Los reptiles y anfibios son los grupos menos representados. Un 28% y 20% de las especies de Chile, respectivamente, se encuentran en estas regiones. (Cuadro 26)

Las aves son el grupo dominante. Un 76% del total de especies son aves, seguidas por los mamíferos (10%), reptiles (6%) y peces (5%). Los anfibios sólo representan el 2% de la fauna de vertebrados de las regiones V y Metropolitana (Cuadro 26).

De las 336 especies presentes en las regiones V y Metropolitana, 40 son endémicas del país, lo que representa un 43% del total de especies endémicas de Chile. A nivel regional, estas 40 especies representan un 12% de la fauna regional. La mayor proporción de endemismos la presentan las aves. Las 11 especies endémicas representan el 92% del endemismo nacional, seguidas por los mamíferos. Las regiones V y Metropolitana contienen el 64% de las especies endémicas de Chile (Cuadro 26).

La V Región de Valparaíso tiene 303 especies, siendo las aves el grupo de mayor riqueza (77%), de las cuales 11 son endémicas y 21 se encuentran restringidas a esta región (Cuadro 27).

Doce (71%) de las especies de reptiles presentes en esta región son endémicas de Chile, y 2 de ellas se encuentran restringidas a esta región. Seis de las 32 especies de mamíferos y 3 de las 6 especies de anfibios son endémicos de Chile, pero ninguna se restringe geográficamente a la V Región (Cuadro 23). En total, 25 (8%) de las especies de vertebrados presentes en la V Región se encuentran restringidas a ella (Cuadro 27).

La Región Metropolitana de Santiago tiene 240 especies de vertebrados, siendo nuevamente las aves el grupo predominante, con un 71% del total de especies. De las 171 especies de aves, solamente 6 son endémicas y 2 se encuentran restringidas a esta región (Cuadro 28). De las 34 especies de mamíferos presentes (14% de la fauna regional), sólo una está restringida a la región pero hay 6 especies endémicas. La mayor parte (73%) de los rep-

tiles presentes en esta región son endémicos, y 3 de ellos se restringen a la región. Los grupos menos representados son los peces y anfibios (5% y 3% de la fauna regional respectivamente), aunque la mayor parte de los anfibios son endémicos, y 2 de ellos se encuentran restringidos a la región (Cuadro 28).

Al igual que las Regiones III y IV, la mayoría (81%) de la fauna de vertebrados es compartida por las regiones V y Metropolitana (Cuadro 29). Esta similitud es bastante homogénea para cada taxón, con un mínimo de 69% para las aves y un máximo de 88% para los mamíferos (Cuadro 29).

La mayoría de las especies de anfibios, reptiles y mamíferos, se encuentra a alturas menores a 2.000 metros, lo que es más acentuado en la V Región (Cuadro 30).

ESTADO DE CONSERVACION

En la V Región, 74 especies (24%) presentan algún problema de conservación, de las cuales la mayoría son aves (48) y 73 mamíferos (18) Cuadro 31. Proporcionalmente, sin embargo, el grupo de mayor riesgo son los mamíferos, con el 56% de sus especies con problemas, seguido de los anfibios con un 50%, y los reptiles, con un 24%. Las aves tienen proporcionalmente menos (21%) especies en problemas, mientras que sólo el 6% de los peces presentan problemas de conservación. Un 5% de la fauna de esta región se encuentra en peligro de extinción, y un 9% es considerada vulnerable (Cuadro 31). En la Región Metropolitana, 53 especies (22%) se encuentra considerado con algún problema de conservación. Nuevamente, la mayoría son aves (25) y mamíferos (15) Cuadro 32. Sin embargo, en términos relativos, los anfibios son el grupo de mayor riesgo, con el 63% de sus especies con problemas, seguido de los reptiles, con un 53%, y los mamíferos, con un 44%. Las aves muestran una proporción bastante menor, con 15% (Cuadro 32). Hay una especie de mamífero extinguido, el huemul (*Hippocamelus bisulcus*, Glade 1988). Del total de especies presentes, un 11% de los vertebrados (26 especies) se encuentra en las categorías de mayor riesgo, esto es, extintas, en peligro o vulnerable (Cuadro 32).

La proporción de especies presentes en las áreas silvestres protegidas de la V Región alcanza el 55%, basados en la información sobre la fauna presente en el Parque Nacional La Campana (CONAF, 1992; Zunino, 1990; Zunino & Riveros, 1981); en la Reserva Nacional Lago Peñuelas (CONAF, 1986); en el Parque Nacional Rapa Nui (CONAF, 1976); en el Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández (CONAF, 1981) y en el Santuario de la Naturaleza Laguna El Peral (CONAF, 1985) (Cuadro 29).

s del país, 336 (48%) se go. Un 57% de las especies pecies de mamíferos y un s V y Metropolitana. Los ntados. Un 28% y 20% de entran en estas regiones.

otal de especies son aves, y peces (5%). Los anfibios ados de las regiones V y

' y Metropolitana, 40 son otal de especies endémicas sentan un 12% de la fauna presentan las aves. Las 11 mismo nacional, seguidas ia contienen el 64% de las

endo las aves el grupo de micas y 21 se encuentran

esta región son endémicas esta región. Seis de las 32 nfibios son endémicos de e a la V Región (Cuadro s presentes en la V Región

especies de vertebrados, e, con un 71% del total de e 6 son endémicas y 2 se 3). De las 34 especies de sólo una está restringida a r parte (73%) de los rep-

En la Región Metropolitana, con catastros menos completos, el nivel de representación alcanza sólo el 35% (Cuadro 33) basado en la información disponible para la Reserva Nacional Río Clarillo (CONAF, sf), el Parque Nacional El Morado (CONAF, sf) y para el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca (CONAF, 1992). Nuevamente surge la necesidad de realizar catastros más completos que los existentes para determinar con mayor precisión el grado de representatividad de la fauna.

CUADRO 26: NUMERO DE ESPECIES NATIVAS Y GRADO DE ENDEMISMO DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS TERRESTRES DE CHILE, PRESENTES A NIVEL NACIONAL Y REGIONAL.

Taxón	Riqueza de especies			Endemismos		
	Chile n	Regiones n	V RM %	Chile n	Regiones n	V RM %
PECES	44	16	36	sin información		
ANFIBIOS	40	8	20	24	5	21
REPTILES	76	21	28	47	17	36
AVES	446	256	57	12	11	92
MAMIFEROS	95	35	37	11	7	64
Total	701	336	48	94	40	43

CUADRO 27: DISTRIBUCION DE LOS VERTEBRADOS TERRESTRES EN LA V REGION.

Especies	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
V Región	16	6	17	232	32	303
Restringidas	1	0	3	21	0	25
Endémicas país	s.i.	3	12	11	6	32
Endémicas región	s.i.	0	2	4	0	6

CUADRO 28: DISTRIBUCION DE LOS VERTEBRADOS TERRESTRES EN LA REGION METROPOLITANA.

Especies	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Región Metrop.	12	8	15	171	34	240
Restringidas	0	2	3	2	1	8
Endémicas país	s.i.	5	11	6	6	28
Endémicas región	0	2	3	0	1	6

is completos, el nivel de
pasado en la información
(CONAF, sf), el Parque
rio de la Naturaleza Yerba
idad de realizar catastros
r con mayor precisión el

GRADO DE ENDEMISMO DE CHILE, PRESENTES NAL.		
Endemismos		
Chile n	Regiones n	V RM %
sin información		
24	5	21
47	17	36
12	11	92
11	7	64
94	40	43

VERTEBRADOS ON.		
es	Mamíferos	Total
2	32	303
1	0	25
1	6	32
1	0	6

VERTEBRADOS OPOLITANA.		
es	Mamíferos	Total
1	34	240
1	1	8
1	6	28
1	1	6

co de la Desertificación en Chile

CUADRO 29: SIMILITUD DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS ENTRE LAS REGIONES V Y METROP., ESTIMADO POR EL INDICE DE SORESENSEN.				
Taxón	V	RM	Número de especies compartidas	Similitud (%)
PECES	16	12	12	86
ANFIBIOS	6	8	6	86
REPTILES	17	15	11	69
AVES	232	171	156	77
MAMIFEROS	32	34	29	88

CUADRO 30A: DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE LOS VERTEBRADOS PRESENTES EN LA V REGION DE VALPARAISO.				
Rango altura (m)	Anfibios	Reptiles	Mamíferos	Total
0-1000	6	15	27	48
1001-2000	5	15	21	41
2001-3000	1	4	14	19
3001-4000	1	1	9	11
>4001	1	0	6	7

CUADRO 30B: DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE LOS VERTEBRADOS PRESENTES EN LA REGION METROPOLITANA.				
Rango altura (m)	Anfibios	Reptiles	Mamíferos	Total
0-1000	6	9	27	42
1001-2000	5	15	20	40
2001-3000	3	5	17	25
3001-4000	2	1	9	12
>4001	1	0	6	7

CUADRO 31: ESTADO DE CONSERVACION DE LOS VERTEBRADOS PRESENTES EN LA V REGION DE VALPARAISO.						
	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Extinta	0	0	0	0	0	0
En peligro	0	2	0	7	6	15
Vulnerable	1	1	1	18	6	27
Rara	0	0	3	12	3	18
Amenaza indeterminada	0	0	0	0	1	1
Inadecuadamente conocida	0	0	0	11	1	12
Fuera de peligro	0	0	0	0	1	1
Total	1	3	4	48	18	74
% de la fauna región	6	50	24	21	56	24

Fuente: Glade (1988).

CUADRO 32: ESTADO DE CONSERVACION DE LOS VERTEBRADOS PRESENTES EN LA REGION METROPOLITANA, SEGUN LAS CATEGORIAS UICN.

	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Extinta	0	0	0	0	1	1
En peligro	0	2	2	4	3	11
Vulnerable	0	1	5	4	4	14
Rara	0	0	1	11	2	14
Amenaza indeterminada	0	0	0	0	1	1
Inadecuadamente conocida	0	2	0	6	4	12
Fuera de peligro	0	0	0	0	0	0
Total	0	5	8	25	15	53
% de la fauna región	0	63	53	15	44	22

Fuente: Glade (1988).

CUADRO 33: PRESENCIA DE VERTEBRADOS TERRESTRES EN UNIDADES DEL SISTEMA NACIONAL DE AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS.

	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
V Región						
Presentes en la región	16	6	17	232	32	303
Protegidas en ASP	s.i.	s.i.	11	138	17	166
Región Metropolitana						
Presentes en la región	12	8	15	171	34	240
Protegidas en ASP	2	4	11	56	12	85

s.i. = sin información.

2 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

2.1 Población y producto interno bruto

Los antecedentes de población indican que en las áreas desérticas, o en proceso de desertificación, hay una baja densidad de habitantes por Km², siendo la población proporcionalmente muy baja en relación al resto del país, como se aprecia en el Cuadro 34. También se observa una baja participación en la población rural de las regiones reconocidas como desérticas, (I y II regiones) siendo por el contrario relativamente alta la población rural en las otras regiones con proceso de desertificación, (IV, VI y VII regiones). Es importante mencionar que entre la I y la VII regiones, sin considerar la Región Metropolitana, se encuentra el 41,5% de la población nacional, cifra que aumenta al 81,8% al incluir a ésta última.