

INFORME PAÍS

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE EN CHILE

COMPARACIÓN
1999 - 2015

UNIVERSIDAD DE CHILE
INSTITUTO DE ASUNTOS PÚBLICOS
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

CON LOS APORTES DE



Comisión Económica
para América Latina y el Caribe

HEINRICH BÖLL STIFTUNG
CONO SUR



UNIVERSIDAD DE CHILE

© CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

INSTITUTO DE ASUNTOS PÚBLICOS

UNIVERSIDAD DE CHILE

IMPRESIÓN: **MAVAL IMPRESORES**

REGISTRO I.S.B.N **978-956-19-0994-6**

REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL N° A-272681

EDICIÓN Y CORRECCIÓN: **CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS**

IMPRESO EN CHILE

ABRIL 2016

INDICE

PRIMERA PARTE	15
INTRODUCCIÓN: LAS MACROPRESIONES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	16
1. PRESIONES DERIVADAS DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO GLOBAL	17
2. SECTORES PRODUCTIVOS	25
2.1 Minería, con énfasis en el Cobre	25
CUADRO 6: PIB DE LA MINERÍA NACIONAL Y DEL COBRE, AÑOS 1999 Y 2015 (EN PRECIOS CORRIENTES)	25
CUADRO 8: EXPORTACIONES MINERAS DE CHILE CLASIFICADAS DE ACUERDO CON LA CIU (MILLONES DE US\$ FOB)	26
2.2 Sector Silvoagropecuario	26
2.3 Sector pesquero	27
2.4 Sector Industrial	28
3. LA SOCIEDAD CHILENA Y EL FACTOR SOCIAL	28
4. LA MACRO PRESIÓN FÍSICA MUNDIAL: EL CAMBIO CLIMÁTICO	32
5. Conclusiones	34
BIBLIOGRAFÍA	35
1. AIRE	39
1.1 Antecedentes generales de la calidad del aire en Chile	39
1.2 Región de Arica y Parinacota	43
1.3 Región de Tarapacá	44
1.4 Región de Antofagasta	46
1.4.1 Calidad de aire en Comuna de Antofagasta	48
1.4.2 Calidad de aire en la Comuna de Calama	51
1.4.3 Calidad de aire en María Elena y Pedro de Valdivia	54
1.4.4 Calidad de aire en Comuna de Tocopilla	55
1.4.5 Calidad de aire en Mejillones	58
1.4.6 Calidad de aire en Comuna de Sierra Gorda	59
1.4.7 Calidad de aire en Comuna de Taltal	60
1.5 Región de Atacama	62
1.6 Región de Coquimbo	67
1.7 Región de Valparaíso	70
1.7.1 Concentraciones de MP10, MP2.5 y SO2 Complejo Industrial Ventanas	71
1.7.2 Calidad de aire en el resto de la Región de Valparaíso.	74
1.8 Región Metropolitana	76
1.8.1 Concentraciones de MP10 y MP2.5	77
1.8.2 Concentraciones de O3, SO2, NO2 y CO	80
1.9 Región del Libertador Bernardo O'Higgins	83
1.9.1 Calidad de aire en estaciones de redes públicas	85
1.9.2 Calidad del aire en área de influencia de Caletones	87
1.9.3 Otras mediciones de calidad de aire en la VI Región	87
1.10 Región del Maule	88
1.11 Región del Biobío	91
1.12 Región de la Araucanía	95
1.13 Región de Los Ríos	98
1.14 Región de Los Lagos	101
1.15 Región de Aysén	104
1.16 Región de Magallanes	106
1.17 Conclusiones	108
BIBLIOGRAFÍA	110
2. AGUAS CONTINENTALES	115
2.1 Evolución del patrimonio de las aguas continentales y de su Estado	116
2.1.1 Distribución espacial y temporal de las precipitaciones y caudales.	116
2.1.2 Estado actual de los glaciares de Chile	119
2.1.2 Variabilidad y cambio climático	123
2.2.1.1. Disponibilidad de agua considerando variabilidad y cambio climático	123
2.1.3 Calidad de agua en ríos	124
2.1.4 Calidad de agua en lagos	129
2.2. Evolución de las causas y condicionantes del estado de las aguas continentales.	130
2.2.1 Cambios en la capacidad de embalsamiento	131
2.2.2 Cambios en la asignación de derechos para el aprovechamiento del agua	133

2.2.2.1 <i>Cambios en uso consuntivo</i>	133
2.2.3.2 <i>Cambios en el uso no consuntivo</i>	136
2.2.4. Fuentes puntuales de contaminación derivada de la actividad urbano-industrial	137
2.2.5. Contaminación de agua por fuentes difusas y emergentes	141
2.2.6. Cambios en el estado de los glaciares	142
2.3 Evolución de los factores e iniciativas que inciden en la gestión ambiental de las aguas continentales	142
2.3.1 Creación de conocimiento sobre las aguas continentales	142
2.3.1.1. <i>Redes de monitoreo</i>	143
2.3.1.2. <i>Impacto de las TICs</i>	145
2.3.2. Acciones de control de la contaminación	145
2.3.2.1. Control de residuos industriales y silvoagropecuarios	145
2.3.3. Marco jurídico institucional	146
2.3.3.1. <i>Caudales ecológicos</i>	146
2.3.3.2. <i>Instrumentos de gestión de la ley 19.300</i>	148
2.3.3.3. <i>Organizaciones de usuarios de agua</i>	150
2.3.3.4. <i>Instrumentos de gestión de la escasez de recursos hídricos</i>	151
2.3.3.5. <i>Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)</i>	152
2.3.4. Compromisos internacionales y recomendaciones sobre cambio climático	153
2.3.5. Mapa institucional	153
2.3.6. Perspectiva de los Servicios Ecosistémicos	153
2.3.7. Política y gestión de recursos hídricos	155
2.4 Conclusiones	157
BIBLIOGRAFÍA	158
3. BOSQUES NATIVOS	167
3.1 Estimación del patrimonio de bosques nativos	167
3.1.1 Fuentes de información	167
3.1.2 Superficie de bosques nativos por regiones de Chile	169
3.1.3 Estimación del área de bosque nativo por los Monitoreos y Actualizaciones del Catastro realizados por CONAF.	170
3.2 Evolución del Estado de los bosques nativos	173
3.2.1 Estimación de pérdidas de bosque nativo a partir de informes de Monitoreo y Actualización de CONAF	173
3.2.2 Pérdidas de bosques nativos estimados por otras fuentes.	174
3.2.3 Degradación del bosque nativo	175
3.2.4 Plantaciones de Especies Nativas	178
3.3 Evolución de las causas y condicionantes del estado de los bosques nativos	180
3.3.1 Las causas históricas y su evolución	180
3.3.2 Áreas afectadas por incendios	182
3.3.3 Cambios en la presión productiva.	188
3.3.3.1 <i>Consumo industrial de madera nativa</i>	188
3.3.3.2 <i>Consumo de productos forestales no madereros que provienen de bosques nativos</i>	191
3.3.3.3 <i>Cambios en la presión para consumo energético</i>	193
3.3.4 Causas de degradación del bosque nativo	195
3.3.4.1 <i>La leña como factor de degradación de los bosques nativos</i>	195
3.4 Evolución de los factores e iniciativas que inciden en la gestión ambiental del bosque nativo	195
3.4.1 Cambios en la legislación referida al bosque nativo.	195
3.4.1.1 <i>Bosques de Protección y Conservación</i>	196
3.4.1.2 <i>Bonificaciones al manejo y conservación del Bosque Nativo</i>	196
3.4.1.3 <i>Fondo de Investigación del bosque nativo</i>	198
3.4.1.4 <i>Limitaciones de la ley de bosque nativo como instrumento de Regulación.</i>	198
3.4.1.5 <i>Otras Iniciativas Legislativas en el período 1999 - 2015</i>	199
3.4.2 Avances en Política Forestal.	200
3.4.2.1 <i>Adaptación al Cambio Climático y otros temas insuficientemente abordados</i>	202
3.4.3 Sistemas de certificación del bosque nativo	203
3.4.3.1 <i>CERTFOR</i>	203
3.4.3.2 <i>Forest Stewardship Council (FSC)</i>	204
3.4.4 La protección de los bosques nativos en áreas destinadas a este fin	206
3.4.4.1 <i>Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)</i>	206
3.4.4.2 <i>Áreas Protegidas Privadas (APP)</i>	207
3.4.5. Ley de Derecho Real de Conservación Medioambiental	207
3.5 Conclusiones	208
3.5.1 Estado	208
3.5.2 Presiones	209
3.5.3 Respuestas	210

BIBLIOGRAFÍA	214
4. BIODIVERSIDAD	221
4.1 Estado de la biodiversidad	221
4.1.1 Evolución del conocimiento del patrimonio biológico	221
4.1.2 Comparación de la evolución del Estado de conservación de la biodiversidad.	224
4.1.2.1 <i>Comparación del Estado de la conservación especies con relación a sus grados de amenazas</i>	224
4.2 Evolución de las causas y condicionantes del Estado de la biodiversidad.	225
4.2.1 Evolución de la influencia de las macropresiones.	225
4.2.2 Evolución de la pérdida y modificaciones de hábitat	225
4.2.2.1 <i>Urbanización y ecosistemas de uso antrópico</i>	225
4.2.2.2 <i>Agriculturización</i>	226
4.2.2.3 <i>Forestación</i>	226
4.2.2.4 <i>Fragmentación</i>	226
4.2.2.5 <i>Contaminación minera e industrial</i>	227
4.2.2.6 <i>Especies Exóticas Invasoras (EEI)</i>	227
4.2.3 El déficit del cambio de las estructuras públicas para la conservación de la biodiversidad.	230
4.3 Factores y políticas para la gestión ambiental de la biodiversidad	231
4.3.1 Evolución de la Política Nacional de Conservación de la Biodiversidad, avances al 2015 con relación a 1999	231
4.3.1.1 <i>Sitios prioritarios de conservación</i>	231
4.3.1.2 <i>Evolución del SNASPE</i>	231
4.3.1.3 <i>Clasificación de especies por estado de conservación</i>	232
4.3.1.4 <i>Planificación estratégica y ordenamiento territorial</i>	232
4.3.2 Evolución de la eficacia de la estrategia nacional y de las estrategias regionales y nuevos planes	232
4.3.2.1 <i>La estrategia nacional: evolución de la aplicación y de su eficacia</i>	232
4.3.2.2 <i>Las estrategias regionales: análisis de las evoluciones, de las aplicaciones y eficacias</i>	232
4.3.2.3 <i>Planes Nacionales de Conservación de Flora y Fauna Silvestre</i>	234
4.3.3 Evolución de la estructura institucional pública relevante en la gestión de la conservación de la biodiversidad	235
4.3.3.1 <i>La institucionalidad pública</i>	235
4.3.3.2 <i>Los convenios internacionales</i>	236
4.3.4 Evolución de medidas para la conservación in situ en áreas y especies protegidas: avances 1999-2015	237
4.3.4.1 <i>Catastros y homologación</i>	237
4.3.4.2 <i>Representatividad Vegetacional del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado</i>	237
4.3.4.3 <i>Evolución 1999-2015 de las cantidades de áreas protegidas del país</i>	239
4.4 Conclusiones	239
BIBLIOGRAFÍA	240
5. SUELOS	245
5.1 Cambios en la disponibilidad de los suelos nacionales	245
5.2 Evolución del estado de los suelos	247
5.2.1 Pérdida y degradación de los suelos	247
5.2.1.1 <i>Degradación de los suelos por erosión</i>	247
5.2.2 Evolución datos superficies erosionadas en Chile	253
5.2.3 Cambios en el proceso de desertificación	254
5.2.4 Cambios en la contaminación de suelos	257
5.2.4.1 <i>Contaminación por agroquímicos</i>	257
5.2.4.2 <i>Contaminación minera e industrial</i>	258
5.2.5 Evolución de las pérdidas del potencial agrícola	259
5.3 Evolución de las causas y condicionantes del estado de los suelos	260
5.3.1 Evolución del uso del suelo	260
5.3.2 Expansión de áreas urbanas e industriales	264
5.3.3 Cambios en la superficie de suelos agrícolas	267
5.3.3.1 <i>Cultivos permanentes</i>	267
5.3.3.2 <i>Cultivos en ladera</i>	269
5.3.4 Praderas y matorrales	272
5.3.5 Bosques Nativos	272
5.3.5.1 <i>Plantaciones forestales</i>	272
5.4 Evolución de los factores e iniciativas que inciden en la gestión ambiental del suelo.	274
5.4.1 Instrumentos legales reguladores del suelo.	274
5.4.1.1 <i>Ley General de Urbanismo y Construcción (DFL N° 458 / 1975)</i>	274
5.4.1.2 <i>Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley N° 19.300/1994)</i>	277
5.4.2 Leyes e instrumentos específicos para la recuperación de suelos degradados	277
5.4.2.1 <i>Ley de Fomento Forestal</i>	277

5.4.2.2 Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados - SIRSD/ SIRSD-S	277
5.4.2.3 Ley N° 20.283/2008 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal	278
5.4.2.4 Acuerdo de protección del Bosque Nativo	278
5.5 Conclusiones	279
BIBLIOGRAFÍA	280
6. ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO	283
6.1. Conocimiento del patrimonio de componentes de los ecosistemas marinos.	283
6.1.1 Caracterización biológica y física del borde costero	283
6.1.2 Conocimiento del patrimonio natural del borde costero.	283
6.2 Evolución del estado de los ecosistemas marinos y del borde costero	284
6.2.1 Estado de las especies consideradas recursos pesqueros del ecosistema litoral	285
6.2.1.1 Comparación 1999-2015 del desembarco de recursos pesqueros	285
6.2.1.2 Estado de los recursos de los ecosistemas marinos	286
6.2.2 Estado de la contaminación de los ecosistemas marinos y del borde costero	340
6.2.2.1 Contaminación por metales traza	340
6.2.2.2 Contaminación por materia orgánica, nitrógeno y fósforo total	349
6.2.2.3 Contaminación por PCB e hidrocarburos aromáticos y totales	351
6.3 Evolución de las causas y determinantes que inciden en el estado de los ecosistemas marinos y del borde costero	353
6.3.1 Desequilibrios de las actividades productivas derivadas de la explotación del mar	353
6.3.2 Contaminación de las actividades terrestres residenciales, productivas y de consumo	354
6.3.3 Factores que influyen en la contaminación del mar y del borde costero por grupo de regiones	356
6.3.4 Contaminación por aguas servidas	365
6.4 Evolución de los factores e iniciativas que inciden en la gestión ambiental de los ecosistemas marinos y del borde costero	366
6.4.1 Medidas de gestión del espacio marítimo y del borde costero y de sus recursos	366
6.4.1.1 Establecimiento de las franjas reservadas para la pesca artesanal	366
6.4.1.2 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)	367
6.4.1.3 Régimen Artesanal de Extracción	368
6.4.1.4 Reglamentos y Concesiones para acuicultura	369
6.4.1.5 Zonificación del Borde Costero:	370
6.4.1.6 Áreas Protegidas: Parques Marinos y Reservas Marinas	370
6.4.2 Los cambios en la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)	372
6.4.3 Marco institucional y normativo	377
6.4.3.1 Instituciones de gestión ambiental: capacidad de gestión	377
6.4.4 Normativas específicas que atañen a la explotación y conservación de los recursos marinos.	381
6.4.4.1 Normativas que atañen a la gestión ambiental del borde costero.	384
6.4.4.2 Normativa nacional e internacional aplicable a la realidad nacional	385
6.5 Conclusiones	387
BIBLIOGRAFÍA	390
7 MINERALES e HIDROCARBUROS	409
Introducción	409
7.1. Evolución ambiental en los ciclos económicos de Chile	410
7.2 Factores productivos	412
7.2.1 Reservas de cobre	412
7.2.2 La producción de cobre	413
7.2.3 Envejecimiento de la explotación de yacimientos	414
7.3 El aporte económico y en el empleo	414
7.3.1 Exportaciones, aporte fiscal, inversión, PIB	414
7.3.2 Empleo	416
7.4 Los impactos ambientales más gravitantes	417
7.4.1 El consumo de agua, energía y emisión de gases efecto invernadero.	417
7.4.2 Generación de relaves y material minado total	417
7.4.3 Emisiones de anhídrido sulfuroso desde fundiciones de cobre.	418
7.5 Conclusiones	419
BIBLIOGRAFÍA	420
8. ASENTAMIENTOS HUMANOS	425
8.1 Caracterización ambiental de los asentamientos humanos de Chile según estratos de tamaño poblacional	426
8.1.1 Asentamientos Humanos menores de 10.000 habitantes	426
8.1.1.1 Distribución Geográfica	427
8.1.1.2 Caracterización de los Asentamientos	427

8.1.1.3 Nivel de Urbanización	428
8.1.1.4 Acceso a Servicios	429
8.1.1.5 Condición Socioeconómica	433
8.1.1.6 Contaminación del Aire	438
8.1.2 Asentamientos de 10.000 a 19.999 habitantes	438
8.1.2.1 Distribución Geográfica	438
8.1.2.2 Caracterización de los Asentamientos	438
8.1.2.3 Nivel de Urbanización	439
8.1.2.4 Acceso a Servicios	440
8.1.2.5 Condiciones Socioeconómicas	443
8.1.2.6 Contaminación del Aire	448
8.1.3 Asentamientos de 20.000 a 49.999 habitantes	448
8.1.3.1 Distribución Geográfica	448
8.1.3.2 Caracterización de los Asentamientos	448
8.1.3.3 Nivel de Urbanización	449
8.1.3.4 Acceso a los Servicios	450
8.1.3.5 Condiciones Socioeconómicas	454
8.1.3.6 Contaminación del Aire	458
8.1.4 Asentamientos y comunas de 50.000 a 99.999 habitantes	458
8.1.4.1 Distribución Geográfica	458
8.1.4.2 Caracterización de los Asentamientos	459
8.1.4.3 Nivel de Urbanización	459
8.1.4.4 Acceso a Servicios	461
8.1.4.5 Condiciones Socioeconómicas	464
8.1.4.6 Contaminación del aire	469
8.1.5 Asentamientos y Comunas de 100.000 a 499.999 habitantes	470
8.1.5.1 Caracterización de los Asentamientos y Comunas	470
8.1.5.2 Nivel de Urbanización	470
8.1.5.3 Acceso a Servicios	472
8.1.5.4 Condiciones Socioeconómicas	476
8.1.5.5 Contaminación del aire	481
8.1.6 Asentamientos y Comunas de 500.000 a 1.000.000 de habitantes	481
8.1.6.1 Caracterización de los Asentamientos	481
8.1.6.2 Nivel de Urbanización	482
8.1.6.3 Acceso a Servicios	484
8.1.6.4 Condiciones Socioeconómicas	487
8.1.6.5 Contaminación del aire	492
8.1.7 Asentamientos y Conurbaciones de más de 1.000.000 de habitantes.	493
8.1.7.1 Caracterización del Asentamiento	493
8.1.7.2 Nivel de Urbanización	493
8.1.7.3 Acceso a servicios	495
8.1.7.4 Condiciones Socioeconómicas	498
8.1.7.5 Contaminación del aire	503
8.1.8 Campamentos	504
8.1.8.1 Programa de Campamentos 2010 - 2013	508
8.1.8.2 Metas 2016-2017	508
8.2. Evolución global de la calidad ambiental de los asentamientos humanos en las dos últimas décadas.	509
8.2.1 Los Servicios Básicos	509
8.2.1.1 El problema socio-ambiental de la vivienda	509
8.2.1.2 Calidad del aire	510
8.2.1.3 El agua: calidad, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas	510
8.2.2 La segregación social de los asentamientos humanos del país	513
8.2.3 Evolución del impacto ambiental de la expansión urbana	513
8.2.4 Áreas verdes	514
8.2.5 Reciclaje	516
8.2.6 Generación de residuos	518
8.2.6.1 Residuos Sólidos Municipales (RSM)	518
8.2.6.2 Residuos Sólidos Industriales (RSI)	520
8.2.6.3 Residuos Industriales Líquidos (RILES)	521
8.3. Respuestas e Iniciativas para la Gestión Ambiental de los Asentamientos Humanos	522
8.3.1 Marco Institucional	522
8.3.2 Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental	523

8.4 Conclusiones	525
8.4.1 Con relación al análisis por asentamientos humanos según estratos de tamaño de habitantes	525
8.4.2 Con relación a la evolución del estado social y ambiental de los asentamientos humanos	526
BIBLIOGRAFÍA	527
9. ENERGÍA	531
9.1 Impactos ambientales en la producción y uso energético.	531
9.1.1 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)	531
9.1.2 Contaminación del Aire Urbano	534
9.2 Consumo Energético del país	535
9.2.1 Cantidad de Energía	536
9.2.2 Composición de la Energía	538
9.3 Gestión ambiental de la producción y uso de la energía	541
9.3.1 Eficiencia Energética	541
9.3.2 Energías renovables no convencionales (ERNOC)	542
9.3.3 Combustibles más limpios	544
9.4 Conclusiones	544
BIBLIOGRAFIA	546
TERCERA PARTE	549
PREFACIO	551
1. POLÍTICA E INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL	552
1.1 Antecedentes generales relevantes	552
1.2 Política ambiental	553
1.2.1 Política ambiental para el desarrollo sustentable 1998	553
1.2.2 Elementos de política ambiental posteriores a 1998	553
1.3 Evolución de la institucionalidad ambiental	556
1.3.1 La institucionalidad ambiental vigente en 1999	556
1.3.2 La institucionalidad ambiental vigente en 2015	557
1.3.2.1 Antecedentes	557
1.3.2.2 Estructura orgánica de la nueva institucionalidad ambiental	558
1.3.3 Avances y retrasos en la implementación de la nueva institucionalidad	562
1.3.3.1 Superintendencia de Medio Ambiente	562
1.3.3.2 Tribunales Ambientales	565
1.3.3.3 Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas	566
2. INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL	567
2.1 Instrumentos para la fijación de condiciones ambientales	567
2.1.1 Normas de calidad ambiental:	568
2.1.2 Normas de emisión	570
2.2 Instrumentos de corrección	571
2.3 Instrumentos Preventivos	572
2.3.1 Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental	572
2.3.2 Evaluación Ambiental Estratégica	576
2.4 Instrumentos de educación ambiental	578
2.4.1 Política nacional de educación para el desarrollo sustentable	578
2.4.2 Sistema Nacional de Certificación ambiental de Establecimientos Educativos (SNCAE)	578
2.5 Mecanismos de participación ciudadana	580
2.5.1 Acceso a Información Relevante	580
2.5.2 Consultas ciudadanas	580
2.5.3 Consejos consultivos	581
2.5.4 Participación en el marco del SEIA	582
2.5.5 Participación pública en procesos de fiscalización y denuncia	583
2.5.6 Democracia ambiental	583
ANEXOS	685
ACRÓNIMOS Y SIGLAS	602
BIBLIOGRAFIA	602

AUTORÍAS

DIRECCIÓN

Director Nicolo Gligo V.

Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos (INAP), Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP)

PRIMERA PARTE: **Introducción: Macropresiones sobre el Medio Ambiente**

Nicolo Gligo,

Universidad de Chile-INAP-CAPP

Asistentes de Investigación: *Felipe Buendía, Ignacio Tapia*

SEGUNDA PARTE: **Estado del Medio Ambiente y del Patrimonio Natural**

Capítulo 1. **Aire**

Manuel Merino y Gerardo Alvarado,

Centro Nacional de Medio Ambiente (CENMA) / Universidad de Chile.

Capítulo 2. **Aguas Continentales**

Christian Little^{1,2*}, Mauricio Zambrano^{2,3}, Silvia Benítez⁴, Andrés Rivera^{5,6}

¹Instituto Forestal (INFOR),

² Centro para la Ciencia de Clima y la Resiliencia (CR)²,

³ Universidad de la Frontera, Departamento de Ingeniería en Obras Civiles,

⁴ SEREMI Los Ríos, Ministerio del Medio Ambiente.

⁵ Laboratorio de Glaciología, Centro de Estudios Científicos, Valdivia.

⁶ Departamento de Geografía, Universidad de Chile, Santiago.

* clittle@infor.cl; Fundo Teja Norte S/N, Valdivia; 56 63 2335200

Asistente de Investigación: *Constanza Becerra Rodas*. Ing. en Conservación de Rec. Nat. (M.Sc)

Capítulo 3. **Bosques Nativos**

Antonio Lara^{1,2,3}, Carlos Zamorano^{1,2}, Alejandro Miranda^{4,5}, Mauro E. Gonzalez^{1,2}, René Reyes⁶

¹ Instituto de Conservación, Biodiversidad y Territorio, Universidad Austral de Chile, Valdivia

² Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)²

³ Fundación Centro de los Bosques Nativos FORECOS

⁴ Laboratorio de Ecología del Paisaje Forestal, Departamento de Ciencias Forestales, Universidad de La Frontera, Temuco

⁵ Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile

⁶ Instituto Forestal (INFOR), Ministerio de Agricultura, Chile.

Capítulo 4. **Biodiversidad**

Nicolo Gligo¹ y Agustín Iriarte²

¹ Universidad Chile-INAP-CAPP.

² Flora y Fauna Chile

Ayudantes de Investigación: *Lorena Paredes y Felipe Karelovic*

Capítulo 5. Suelos**René Saa,**

Universidad Chile-INAP-CAPP

Ayudante de Investigación: *Karin Viveros***Capítulo 6. Ecosistemas Marinos y del Borde Costero****Ricardo Bravo, Humberto Díaz, Mario Herrera, y Erika López**

Universidad de Valparaíso-Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales

Capítulo 7. Minerales e Hidrocarburos**Gustavo Lagos, David Peters y José J. Jara,**

Pontificia Universidad Católica de Chile.

Asistente de Investigación: *Karin Viveros***Capítulo 8. Asentamientos Humanos****René Saa,**

Universidad de Chile-INAP-CAPP

Asistente de Investigación: *Sebastián Donoso Zamorano***Capítulo 9. Energía****Daslav Ursic y Alfredo Muñoz,**

Universidad Chile-INAP-CAPP

TERCERA PARTE**Políticas e Instrumentos para la Gestión Ambiental****Francisco Brzovic**¹ y colaboración de **Fernando Dougnac**²¹ Universidad de Chile-INAP-CAPP,² Fiscalía del Medio Ambiente (FIMA)Asistentes de Investigación: *Tomás Espinoza, Sebastián Muñoz, María Jesús Riveros.***Resúmenes:****José Leal,**

Universidad Chile-INAP-CAPP

Revisión Especializada:**José Leal,**

Universidad Chile-INAP-CAPP

Daslav Ursic,

Universidad Chile-INAP-CAPP

Secretaría y Administración**Jimena Orellana T.,**

Universidad Chile-INAP-CAPP

Diseño y Diagramación**Pedro A. Klarián H.**

PRESENTACIÓN

La creciente consciencia ambiental de la comunidad chilena y la velocidad a la cual ella se ha desarrollado, ha contribuido a que este tema progresivamente asuma su rol de sujeto político. Queda atrás los intentos de descalificarlo como se pretendía al suponer que estaba circunscrito a grupos minoritarios de la población que reivindicaban el cuidado de la naturaleza. Hoy en día medio ambiente es calidad de vida y es vida misma, es posibilidades de desarrollo integral, es futuro para la actual generación y las venideras.

Pero no es fácil avanzar en este tema. Su concepción está más allá de lo multidisciplinar y exige enfoques transdisciplinarios de los que aún estamos en déficit. Necesitamos enfocar problemáticas ambientales como la mediatización que hace la sociedad de la naturaleza, pero desde el punto de vista de los bienes de esta última.

Y este esfuerzo es el que por 16 años ha realizado un grupo de académicos, no sólo de la Universidad de Chile, sino también de otras universidades del país, bajo la dirección de nuestra Universidad a través del Centro de Análisis de Políticas Públicas del Instituto de Asuntos Públicos. Desde 1999, año del primer "Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile", se han elaborado cuatro más, 2002, 2005, 2008 y 2012.

Estos informes han tenido el reconocimiento nacional porque a través de su metodología, amén de mostrar el estado del medio ambiente lo más cuantitativamente posible, se ha podido analizar las presiones que hay sobre los bienes de la naturaleza y las respuestas para contribuir a una mejor gestión ambiental que se generan desde la sociedad, especialmente del Estado. Además hay que destacar su objetividad y ausencia total de autocensura.

En el plano internacional, ha sido reconocido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y específicamente por el Panorama Mundial del Medio Ambiente (GEO, Global Environmental Outlook). Además, ha sido apoyado por la Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL), de la NU.

En el Informe que en estas páginas se presenta, no sólo se hace una actualización al 2015, sino que, basándose en que ya han pasado 16 años desde el primer informe, el enfoque primordial se ha centrado en la comparación 1999-2015

No ha sido fácil su elaboración, entre otras razones por restricciones presupuestarias. Sin embargo hay que destacar tantas colaboraciones, muchas de ellas ad-honorem, que permitieron construir el actual Informe. A ellos y a las instituciones colaboradoras, nuestros agradecimientos.

Profesor Ennio Vivaldi
Rector
Universidad de Chile

AGRADECIMIENTOS

A las siguientes instituciones que contribuyeron al financiamiento de una o más versiones del informe a lo largo de estos 16 años:

- **Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas**
- **Fundación Heinrich Böll**
- **Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) de Chile.**
- **Ministerio Secretaría General de la Presidencia de Chile**
- **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)**
- **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)–Programa GEO**
- **Ministerio de Medio Ambiente de Chile**

A los siguientes académicos, que a través de sus autorías en uno o varios de los informes anteriores – 1999, 2002, 2005, 2008 y 2012 – contribuyeron a perfeccionar las metodologías utilizadas y a posibilitar el análisis de la evolución del medio ambiente chileno.

A **Oswaldo Sunkel**, por su iniciativa para impulsar los Informes y por su dirección en la elaboración del primer informe en 1999.

Primera Parte: *Oswaldo Sunkel*, Sebastián Miller, Camilo Lagos.

Segunda Parte:

Cap. Aire: Pablo Ulricksen, Hugo Sandoval, Manuel Merino, Gerardo Alvarado y Eugenio Figueroa.

Cap. Aguas Continentales: Roberto Pizarro (por su dirección de este capítulo en los Informes 1999, 2002, 2005, 2008 y 2012), Carlos Salazar, César Bravo, Jorge Caro, Pedro Bravo, Patricio Carrasco, Manuel Soto, César Farías, Cristián Guzmán, Jorge Vargas, Carolina Morales, Leonardo Román, José Vargas, Paola Godoy, Francisco Balocchi, Claudia Sangüesa.

Cap. Bosques: Antonio Lara (por su dirección de este capítulo en los Informes 1999, 2002, 2005, 2008 y 2012), Marcos Cortés, Cristián Echeverría, René Reyes, Rocío Urrutia.

Cap. Biodiversidad: Javier Simonetti (por su dirección de este capítulo en los Informes 1999 y 2002), Jorge Mella, Pablo Villarroel, Claudia Sepúlveda, Alberto Tacón, Agustín Iriarte.

Cap. Suelos: Fernando Santibáñez, René Saa, Alejandro García, José M. Uribe, Alejandro Royo, Andrés de la Fuente, Rodrigo Fuster, Pablo Roa, Paula Santibáñez, Carolina Fuentes.

Cap. Ecosistemas Marinos y del Borde Costero: Carlos Moreno, Aldo Fedele, y René Saa.

Cap. Minerales e Hidrocarburos: Gustavo Lagos (por su dirección de este capítulo en los Informes 1999, 2002, 2005, 2008 y 2012), David Peter, Marcelo Andia, José I. Guzmán, Macarena Yazigi.

Cap. Asentamiento Humanos: René Saa, Hernán Durán, Federico Arenas, Rodrigo Hidalgo.

Tercera Parte: Francisco Brzovic, (por su dirección de esta Parte en las versiones |1999, 2002, 2005, 2008, 2012) y Fernando Dougnac.

A Marisabel Romaggi por su coordinación del Informe 1999.

A Daslav Ursic.

A Ana María Tomassini.

A Jimena Orellana, Margarita Rojas y M. Cristina Troncoso

A Patricio Fuentealba

RECONOCIMIENTOS

Además de las colaboraciones significativas señaladas en las autorías del presente informe, contribuyeron a la elaboración de las 6 versiones del “Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile” destacados investigadores y/o facultades y/o unidades de esta universidad de las que se obtuvieron antecedentes y/o recibieron aportes intelectuales. Entre ellas: Facultad de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ciencias, Departamento de Geografía de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Departamento de Salud Pública de la Facultad de Medicina, Centro de Derecho Ambiental de la Facultad de Leyes, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Pecuarias, Facultad de Química y Farmacia, Facultad de Ciencias Sociales, y Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA). Además de los aportes señalados, contribuyeron importantes investigadores de: Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica, Universidad de Talca, Universidad de Concepción, Universidad de Magallanes, Universidad de La Serena y Universidad de Valparaíso.

Hubo colaboraciones de numerosos organismos del Estado, entre los que se puede destacar: Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) y Ministerio del Medio Ambiente, Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Dirección General del Territorio Marítimo y de la Marina Mercante (DIRECTEMAR), de la Armada, Subsecretaría de Pesca del Ministerio de Economía, Oficina de Estudios y Planeación Agrícola (ODEPA) del Ministerio de Agricultura, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Ministerio de Salud, Instituto Forestal (IFOP), Corporación Nacional Forestal (CONAF) del Ministerio de Agricultura, División de Conservación de Recursos Naturales del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) del Ministerio de Agricultura, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, Corporación Nacional del Cobre (CODELCO), y Servicio Nacional de Geología y Minas (SERNAGEOMIN).

También contribuyeron organismos no gubernamentales ambientales, como Instituto de Ecología Política (IEP), Programa Chile Sustentable, Greenpeace Pacífico Sur, Fundación Terram, Comité de Defensa de la Fauna y de la Flora (CODEF), e Iniciativa de Defensa Ecológica Austral (IDDEA).

PREFACIO

La Universidad de Chile, a través del Centro de Análisis de Políticas Públicas del Instituto de Asuntos Públicos elaboró en 1999, el “Informe País: Estado del Medio Ambiente 1999”. A este primer trabajo se sumaron los de 2002, 2005, 2008 y 2012, que aplicaron la metodología del “Panorama Global del Medio Ambiente” (Global Environmental Outlook, GEO) del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, para analizar la situación ambiental a niveles mundial, latinoamericano, nacional, local, y de temas específicos. Es importante destacar que la Universidad de Chile como institución y a través de contribuciones de sus académicos, ha estado permanentemente colaborando con estas iniciativas.

La metodología señalada se basa en el análisis de la problemática ambiental a través del enfoque presión-estado-respuesta, privilegiando siempre la relación sociedad-naturaleza, desde la perspectiva de los bienes de la naturaleza. En este contexto, los informes tienen el mérito de no sólo analizar los recursos naturales sino aquellos bienes de la naturaleza que no están en los circuitos económicos.

La experiencia ganada a través de estos 16 años, y la reconocida objetividad de sus enfoques, sirvió para que varios de estos informes sean reconocidos como GEO-Chile por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Además, sus aportes y el de alguno de sus académicos sirvieron para la elaboración de los GEO-América Latina y GEO-Mundial, donde la Universidad de Chile aparece en sus publicaciones como organismo colaborador.

Para el informe correspondiente al 2015 se determinó innovar haciendo un trabajo preferentemente comparativo. Han transcurrido 16 años desde el primer trabajo y tanto el medio natural chileno como la sociedad que lo mediatiza, se han transformado y han modificado la interacción entre ambos. Además, los 6 informes han tenido la misma metodología, respetándose la estructura global y las correspondientes a cada capítulo.

La estructura del Informe comparativo está dividida en tres partes, siendo la segunda parte la medular y la que abarca más del 90% del texto. La primera es una introducción donde se analiza en forma muy resumida la evolución 1999-2015 de las macropresiones globales sobre el país que condicionan la situación ambiental: el crecimiento económico, la población y el desarrollo social, y la macropresión física mundial, el cambio climático.

La Segunda Parte es la que, siguiendo la metodología GEO, expone el estado del medio ambiente, comparando 1999 con 2015, o por carencia de estadísticas de esos años, referido a tramos de años o a años cercanos. Esa segunda parte está desagregada en los capítulos: Aire, Aguas Continentales, Bosques Nativos, Biodiversidad, Suelos, Ecosistemas Marinos y del Borde Costero, y Minerales e Hidrocarburos. En cada uno de estos capítulos, salvo el de Aire, se describe el estado del bien de la naturaleza, analizando las presiones específicas que explican su estado, y las respuestas de la sociedad y del aparato público para mejorar su gestión. Otros dos temas, que son importantes para el país, se exponen también en esta segunda parte: Asentamientos Humanos, y Energía.

La Tercera Parte trata de la evolución 1999- 2015 de las Políticas e Instrumentos para la Gestión Ambiental donde se analizan el panorama de la gestión ambiental, los instrumentos legales, las gestiones ambientales sectoriales y privadas, el marco internacional y la participación ciudadana.



PRIMERA PARTE

PRIMERA PARTE

INTRODUCCIÓN:

LAS MACROPRESIONES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE



1. PRESIONES DERIVADAS DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO GLOBAL

En términos de política económica, Chile ha mantenido hasta ahora los fundamentos principales establecidos en los decenios de los ochenta y de los noventa, lapso en que transitó desde un modelo donde el Estado jugaba un rol predominante a uno donde este rol es traspasado al mercado y la empresa privada.

Fue el Estado, después de la crisis de los años 30. el responsable de la creación de las capacidades productivas, desarrollo tecnológico y mejoramiento del bienestar de la población, mediante la universalización de la educación, salud y urbanización de las ciudades. Los resultados en las primeras décadas fueron exitosos en muchos planos, destacando un alto crecimiento económico que posibilitó un mejoramiento de los estándares de vida, (en particular de los sectores obreros), aumento de salarios, la reducción de la mortalidad infantil, el surgimiento de una clase media, formada por los hijos de los obreros que accedían a una educación terciaria, etc. Pero el medio ambiente no aparecía todavía como preocupación de la sociedad.

A finales de los 70`s se empezó a evidenciar el agotamiento del modelo. Así, el excesivo proteccionismo inicial que tuvo como objetivo el desarrollo industrial, se tradujo en la falta de incentivos a mejoras productivas; las industrias locales se tornaron ineficientes, Además, el elevado gasto público, no refrendado con aumentos productivos, derivó en altos niveles de inflación. Este escenario dio el marco a un proceso de reformas profundas, de diversos signos políticos. En primer lugar hay que destacar una profunda transformación en el agro a través de la reforma agraria de los gobiernos de los presidentes Eduardo Frei Motalva y Salvador Allende Gossens. Posteriormente, siguió una transformación profunda en los medios de producción con la expropiación de industrias básicas y estratégicas. El golpe militar de 1973 frenó bruscamente estos cambios privatizando empresas públicas, impulsando nuevas políticas para el agro y convirtiendo al Estado en agente básicamente subsidiario..

El giro de política económica, contextualizó el tránsito de una economía que se orientaba al desarrollo de una industria nacional como eje del proceso de acumulación del capital, a un modelo de economía abierta, orientado hacia los mercados externos, teniendo a la exportación de productos primarios en el eje del régimen de acumulación. Con la dictación en 1974 del Decreto Ley 600 (Estatuto de la Inversión Extranjera), se inició un proceso de atracción de capitales extranjeros para el desarrollo de sectores específicos de la economía, de modo de desarrollar las capacidades productivas orientadas a satisfacer el mercado externo. Los sectores que capitalizaron este proceso fueron los relacionados directamente a los recursos naturales: minero, pesquero, y silvoagropecuaria. Los conflictos ambientales derivados de esta política empezaron a florecer con fuerza.

Los resultados ambientales de este proceso han sido evidentes. Por un lado, una mayor presión sobre los recursos naturales, convertidos éstos nuevamente en el motor de la inserción internacional de la economía y por otro lado, una pérdida del rol de Estado como fiscalizador.

Las consecuencias fueron dispares, pues los resultados macroeconómicos fueron exitosos, pero se evidenció un aumento de la presión sobre el ambiente físico, provocando el deterioro del patrimonio natural, una alta dependencia de los mercados externos, un aumento de las desigualdades económicas y sociales, entre otros impactos.

En la actualidad, la economía chilena está orientada a los mercados externos, en particular a los mercados de los países desarrollados y de las nuevas potencias económicas (China e India). El comercio internacional se ha convertido en el motor de crecimiento. Ha contribuido a ello la revolución tecnológica que ha experimentado la humanidad en las recientes décadas, que ha permitido reducir los tiempos de transporte entre países y ha mejorado las comunicaciones a niveles nunca antes vistos.

En este contexto, es posible plantear que no obstante los diferentes matices que en términos de la política económica se dan históricamente, la modalidad de desarrollo seguido por Chile a lo largo de su historia es sustancialmente la misma: **crecimiento económico sobre la base de la explotación de recursos naturales y del patrimonio natural**; aumentos del producto como objetivo central de la política económica; producción orientada a los mercados externos; y demanda por inversión como eje de la política macroeconómica, inversión que se orienta a los sectores productivos intensivos en recursos naturales.

La década de 1990 se caracterizó por una importante estabilidad política y económica. Un ambiente con instituciones y políticas económicas confiables, y un modelo económico que privilegiaba las soluciones de mercado, en conjunto con los procesos de liberalización comercial y apertura, generaron las condiciones que permitieron un importante crecimiento durante los noventa. Además, posicionaron a Chile como un gran receptor de inversión extranjera, pese al pequeño tamaño relativo de su mercado (ICEX, 2003).

En los últimos veinte años, ha continuado la tendencia iniciada a mediados de la década de 1980 de privatizar los servicios públicos; se ha promocionado la inversión privada en infraestructura, telecomunicaciones, electricidad y transporte aéreo; se han liberalizado los mercados y firmado importantes acuerdos comerciales; se ha iniciado una reforma del sistema educativo; y ha aumentado la regulación de algunos mercados claves, como el eléctrico y el de capitales.

Se lograron acuerdos de aranceles cercanos a cero con la mayoría de los países con los que existe un acuerdo comercial. Además, desde comienzos de la década de 1990, el Estado retomó su papel de cautelar el bien común y hacerse cargo de los principales problemas sociales y ambientales, una vez que se desfasó la estrategia de desarrollo seguida por Chile, que se caracterizaba por políticas diseñadas en el marco de un gobierno no democrático.

Todo lo anterior se vio reflejado en el desempeño de la economía, cuyo PIB creció a una tasa promedio anual de 4,9% entre 1995 y 2003 (Banco Central, 2006). La actividad económica posterior al 2003, con tasas de crecimiento del producto de 6,2% y 6,3% en 2004 y 2005, respectivamente, fue en parte producto de favorables condiciones externas, tales como el sostenido incremento en el precio de los "comodities", principalmente del cobre; una rigurosa y exitosa política fiscal; y el sostenido crecimiento experimentado por importantes socios comerciales (China, India, países de América Latina, entre otros)

En el 2006 el precio del cobre, fundamental para la economía chilena, promediaba los US\$ 305 cents./lb. (desde los US\$ 167 cents./lb. promediado el año anterior) y el 2007 los US\$ 323 cents./lb. Este fuerte aumento experimentado a partir de la escasez de inventarios a nivel internacional, y principalmente por la fuerte demanda china por el mineral, significó un incremento notorio en los ingresos fiscales, alcanzando el 2006 un superávit fiscal de USD 11.200 millones, que equivale a un del 7,9% del PIB. El 2007 el superávit alcanzó los US\$ 14.500 millones, lo que representó el 8,4% del PIB, para descender el año 2008 solo a un 5,2% del PIB.

Este buen panorama económico se tradujo en indicadores socio-económicos positivos. El desempleo alcanzó un 7% en el 2007, cifras que no se lograba desde 1998. Cabe destacar que el "empleo exportador" creció durante el 2007 en 5,9%, superior al aumento del empleo total del país de un 2,8% en el mismo período¹. No obstante lo anterior, por las caracte-

¹ DIRECON (2009). Empleo y Salarios en las Empresas Exportadoras Chilenas. Departamento de Estudios e Informaciones. Marzo 2009. Santiago.

rísticas estructurales del sector exportador chileno, la demanda de empleo directo es relativamente baja, representando el año 2007, alrededor del 7,5% y el 2009 un 9,7%. Desde ese año la tasa de desempleo cae sostenidamente: 8,2% en 2010, 7,1% en 2011 y 6,4% en 2012. En los años posteriores, el desempeño de la economía mundial repercute en país. No obstante el desempleo, que se creía iba a subir fuertemente, se mantiene bajo el 7%

No obstante, los altos niveles de apertura y el hecho mismo de ser la chilena una economía pequeña, ha contribuido a que sea vulnerable a las fluctuaciones económicas internacionales. En ese contexto, el alza sostenida del precio del petróleo y de los alimentos, y los problemas en la provisión energética (gas natural), entre otros factores locales, tuvo un fuerte impacto en la economía nacional, generando una importante desaceleración económica a partir del 2007 en adelante.

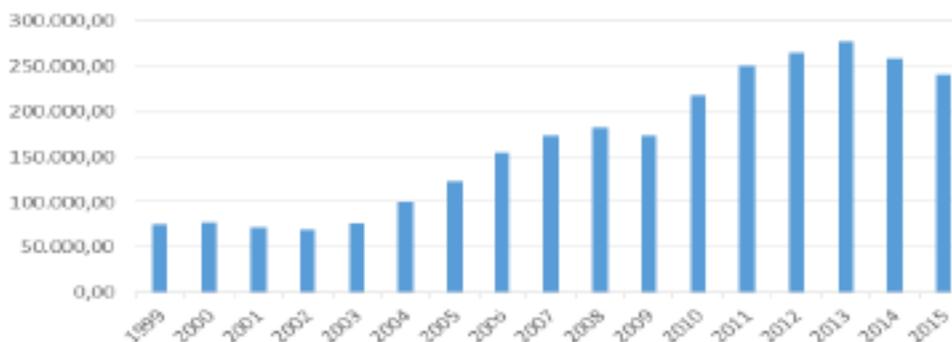
El impacto de la crisis económica de la economía mundial de 2009 (contracción del 1,4 en el PIB mundial) repercutió sobre la economía chilena, en particular por el lado de las exportaciones, registrándose una caída importante en la demanda mundial por las exportaciones chilenas. Éstas mostraron una fuerte desaceleración en el 2008, con una tasa de crecimiento de la exportación de bienes de solo un 1,6% (Banco Central, 2009). Para el 2009, los impactos de la crisis fueron más fuertes, con una caída de 1,7% en términos reales para la exportación de bienes y servicios (Banco Central, 2009b). El país, principalmente por efectos del repunte del mercado internacional y de la reconstrucción del terremoto del 2010, volvió a crecer el 2010 en 6,1%, 6,0% el 2011 y 4,8% el 2012 (CEPAL, 2013). A partir de este año, el mercado mundial se desacelera; China baja más de 3 puntos porcentuales y los commodities sufrieron una abrupta caída. El precio del cobre se derrumbó llegando a niveles ligeramente superiores a 2 dólares la libra. La minería entra en crisis por la baja no sólo del cobre sino de prácticamente todos los minerales, frenándose violentamente nuevas inversiones. El PIB nacional, que

CUADRO 1:

Evolución del PIB nacional 1999–2015

Año	PIB Nacional
1999	75.298,29
2000	78.108,22
2001	71.587,76
2002	70.158,38
2003	76.565,08
2004	99.447,70
2005	123.518,41
2006	154.673,61
2007	173.330,93
2008	182.888,49
2009	173.448,66
2010	218.300,99
2011	250.784,78
2012	265.313,70
2013	277.210,77
2014	258.820,60
2015	241.163,76

Fuente: Boletines del Banco Central

FIGURA :1**Evolución del PIB total 1999–2015 (Millones USD)**

Fuente: Boletines del Banco Central

en 1999 era de 75.298,29 millones de dólares, llega a su máximo en 2013 con 277.210,77 millones de dólares. De allí baja en 2014 y en el 2015 a un nivel de 241.163,76 millones de dólares (Ver Cuadro 1)

La modalidad de desarrollo adoptada por el **país privilegió por sobre cualquier otra dimensión, el crecimiento económico**. Faltó una estrategia más integral, que utilice la política de crecimiento económico en función de fines superiores de una estrategia de Estado: el mejoramiento de la calidad de vida de los chilenos, sobre la base de un desarrollo ambientalmente sustentable.

Como el modelo de crecimiento económico del país, ha sido el de una economía abierta, orientada a los mercados externos, el crecimiento de **Chile ha estado basado en la exportación de sus recursos naturales, renovables y no renovables**, los que constituyen la “ventaja comparativa” con la cual Chile se ha insertado económicamente, a nivel internacional. Esta modalidad se ha traducido finalmente en que las exportaciones bordeen el 40% del PIB. Por lo anterior, toda fluctuación externa, en especial la de los principales socios comerciales, tiene fuertes impactos en la economía nacional.

CUADRO 2:**Exportaciones totales 1999–2015**

Exportaciones en Millones de US\$(FOB) de todos los sectores	
1999	17.170,1
2015	63.362,2

Fuente: Banco Central: Indicadores de Comercio Exterior, Cuarto Trimestre de 2015 (2015), Indicadores de Comercio Exterior, Diciembre 2003. (2003)

Entre 1999 y 2015, como lo señala en Cuadro 2. las exportaciones chilenas crecieron en forma sostenidas pasando de 17.170,1 millones de dólares (FOB), a 63.362,2 lo que equivale a un 316%.

Este aumento se genera por el incremento de los precios en el mercado internacional (en especial en el caso del cobre), pero para los productos silvoagropecuarios hay una importante participación en el incremento de los volúmenes físicos. En consecuencia, la presión por expandir la producción implica presiones ambientales relevantes, pues, sobre la base de que no hay cambios significativos en las tendencias agotantes y deteriorantes de los recursos, se acentúa la pérdida de los recursos productivos básicos ligados a la tierra.

En 1999 el 36% de las exportaciones chilenas eran para EEUU. con un monto de 3.109,5 millones de dólares, seguido por Japón con un 27% (Ver Cuadro 3 y Figura 2).

CUADRO 3:

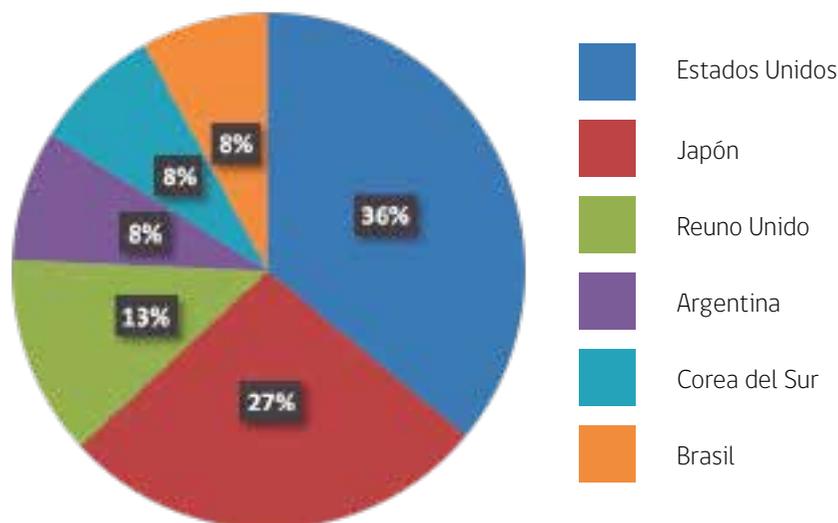
Principales países de destino de las exportaciones y montos exportados (millones dólares), en 1999

Países	Exportaciones (en millones de dólares)
Estados Unidos	3.109,50
Japón	2.353,80
Reino Unido	1.081,10
Argentina	707,20
Corea Sur	701,80
Brasil	696,90

Fuente: Banco Central, Indicadores de Comercio Exterior, Diciembre 2003.(2003)

FIGURA 2:

% Exportaciones chilenas según principales destinos en 1999.

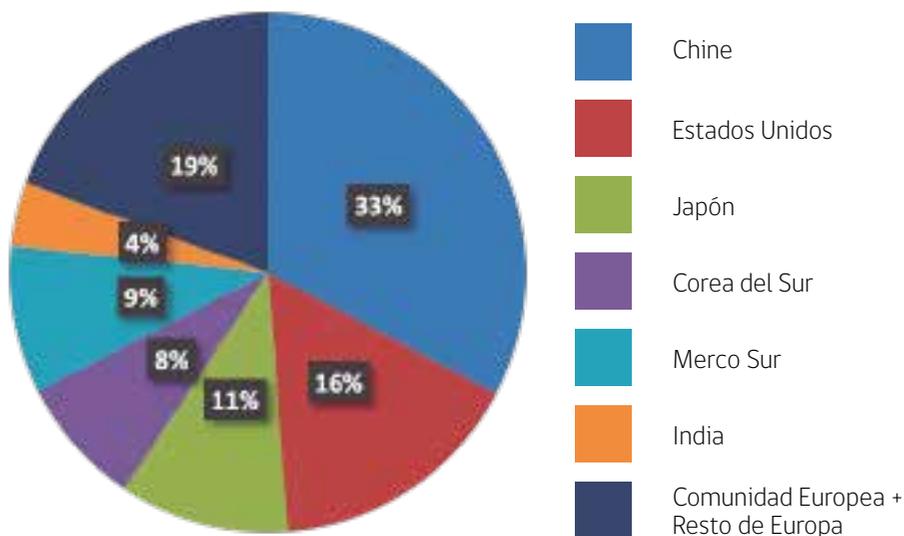


Pero el destino de las exportaciones varió notablemente entre 1999 y 2015, ya que China pasó a ser el principal destino con un 33%, y le sigue la Unión Europea con un 19% (Ver Cuadro 4 y Figura 3)

CUADRO 4:**Principales países de destino de las exportaciones y montos exportados (millones dólares), en 2015**

Países	Exportaciones (en millones de dólares)
China	16.671,4
Estados Unidos	8.195,6
Japón	5.458,3
Corea del Sur	4.131,8
Merco Sur	4.664,1
India	2.003,5
Unión Europea + Resto de Europa	9.905,1

Fuente: Banco Central: Indicadores de Comercio Exterior, Cuarto Trimestre de 2015 (2015)

FIGURA 3:**% Exportaciones chilenas según principales destinos en 2015.**

Tal como se indicara anteriormente, las exportaciones chilenas provienen en su gran mayoría de los recursos naturales o son derivados directos de ellos. De los 10 principales productos exportados por Chile, su gran mayoría son derivados de recursos naturales (Banco Central, 2015). Éstos son:

- Cátodos y secciones de cátodos de cobre refinado.
- Minerales de cobre y sus concentrados.
- Cobre para el afino.
- Minerales de molibdeno tostados, concentrados.
- Combustibles, lubricantes, aparejos y demas mercancías, que requieran los vehículos destinados al transporte internacional.

- Pasta química de madera semiblanqueadas o blanqueadas, de coníferas.
- Pasta química de madera semiblanqueada o blanqueada, de eucaliptus
- Servicios considerados de exportación
- Ferromolibdeno.
- Las demás formas de oro, en bruto, para uso no monetario.

Entre las consecuencias positivas del proceso de internacionalización de la economía chilena se destaca el hecho que las empresas exportadoras chilenas deban cumplir con cada vez mayores estándares ambientales, normas, certificaciones, etc. Tanto las empresas mineras como las forestales y salmoneras han realizado fuertes inversiones en este orden. Particularmente, las segundas, se han visto enfrentadas a una fuerte presión internacional por el uso de antibióticos en sus procesos, lo que las ha llevado a la mayor crisis que el sector ha enfrentado (Ver Segunda Parte, capítulo 7, Ecosistemas Marinos y del Borde Costero). No obstante, el pasivo ambiental de tanto años de sobre explotación de recursos naturales, y los escasos controles en las empresas no exportadoras y de las PIMES siguen repercutiendo en los negativos indicadores del estado del medio ambiente.

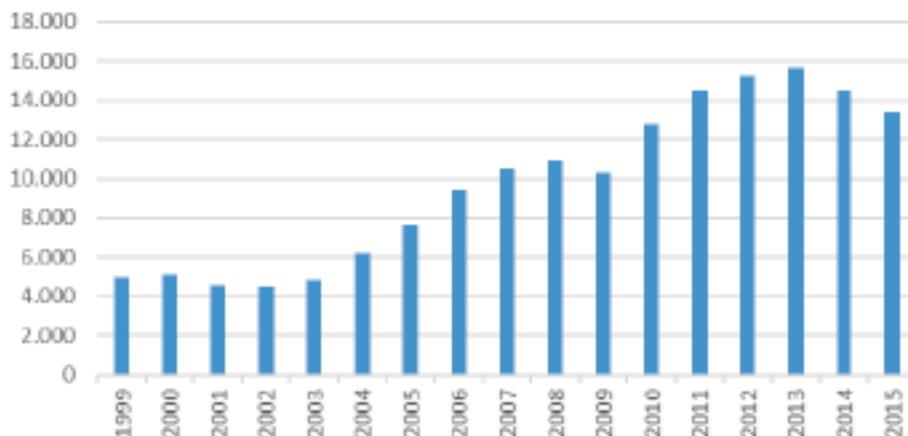
El crecimiento de la economía ha tenido un impacto muy positivo en el aumento del ingreso per cápita. De los USD 4.956 de 1999, diez y seis años después de pasó a USD 13.362 en 2015. (Ver Cuadro 5). La evolución con su pico máximo en el 2013 se puede apreciar en la Figura 4.

CUADRO 1:
PIB per cápita 1999-2015

Período	PIB Nacional per cápita (USD)
Período	PIB per cápita (USD)
1999	4.956
2000	5.074
2001	4.598
2002	4.478
2003	4.834
2004	6.214
2005	7.641
2006	9.469
2007	10.502
2008	10.960
2009	10.277
2010	12.791
2011	14.534
2012	15.209
2013	15.722
2014	14.525
2015	13.362

Fuente: Banco Central, Base de datos estadísticos Banco Central de Chile, Principales Estadísticas Macros - Banco Central de Chile, 2016

FIGURA 4:
Evolución del PIB/per cápita años 1999 - 2015 (USD)



El incremento del poder adquisitivo de la población, amén del mejoramiento de las condiciones de vida, ha generado fuertes presiones sobre el medio ambiente. En estos 16 años han aumentado los residuos domiciliarios, se han generado nuevos residuos contaminantes, se ha incrementado el parque automotriz nacional, y el congestionamiento de los flujos de transporte urbano y rural. Se han ocupado nuevos territorios por la expansión de las ciudades y la proliferación de parcelas de agrado. Se ha invadido el borde costero, hay mucha más demanda de energía eléctrica y calefacción, más visitas turísticas en parques nacionales los que se ven afectados por incendios.

2. SECTORES PRODUCTIVOS

2.1 MINERÍA, CON ÉNFASIS EN EL COBRE

En términos del PIB real, el sector minero en su conjunto representa en torno al 10% del producto nacional, y el cobre en particular representa alrededor de un 80% del PIB minero. La tasa de crecimiento del PIB Minero muestra fluctuaciones en este período. El PIB minero, que era de \$ 822.881 millones de pesos (1986-1999) crece al 2015 a \$ 14.150.605 millones de pesos (2012-2015). El cobre significa aproximadamente el 80% del PIB minero, y sube su importancia sobre el PIB total del país de 6,9 a 8,1v (Ver Cuadro 6)

CUADRO 6:

PIB de la Minería Nacional y del Cobre, años 1999 y 2015 (en Precios Corrientes)

	2015 (a precios corrientes 2012-2015) en millones de pesos	1999 (a precios corrientes 1986-1999) en millones de pesos
PIB Minería	\$822.881	\$14.150.605
PIB Cobre	\$558.354	\$12.749.382
% Cobre/PIB nacional	6,9	8,1
% PIB Minero/PIB nacional	10,2	8,9
PIB nacional	\$8.059.767	\$157.510.721

Fuente: Anuario Nacional 1999 y Cuenta Nacional 2015, Banco Central de Chile

En 2010 el precio del cobre, que había llegado en 2009 a US\$ 234 cents/lb subió espectacularmente en un 48%, a 342 cents, y en el 2011 volvió a subir, esta vez en un 16,8%. En 2012 se frena esta alza anotándose un retroceso de 9,6%, lo que se tradujo en un precio promedio de 361 cents. Este retroceso se agudizó entre en 2013 y 2015, llegando el precio a bajar un 30% en el 2015 con relación al 2012 (Ver Cuadro 7)

CUADRO 7:

Variación del precio internacional de Cobre (Centavos de dólar por libra)

AÑO	2009	2010	2011	2012	2015
B.M.L. (1)	234,217	341,978	399,656	360,953	249,226
Variación % anual	25,7	46,0	16,8	-9,6	-31,0

(1): Bolsa de Metales de Londres. Fuente: COCHILCO (2012).

Las exportaciones de cobre han aumentado de US\$ 27.454 millones en 2009 a US\$ 42.723 millones en 2012 (ver cuadro 8), para bajar a US \$ 30.253 millones de dólares el 2015. Si bien, el cobre representa cerca del 80% de las exportaciones mineras, se debe destacar el incremento de las exportaciones de otros minerales como el Molibdeno.

CUADRO 8:

Exportaciones mineras de Chile clasificadas de acuerdo con la CIU (Millones de US\$ FOB)

	1999	2015
Minería	\$7.227,2	\$34.248,7
Cobre	\$6.163,8	\$30.253

Fuente: Indicadores de Comercio Exterior, Cuarto trimestre 2015, Banco Central y Informe Anual de Exportaciones Mineras, COCHILCO.

Finalmente, y desde el punto de vista ambiental, la explotación minera ha mejorado sus procesos, especialmente en la gran minería, dados los estándares ambientales exigidos internacionalmente. Sin embargo, aún hay serios problemas de pasivo ambiental derivado de relaves abandonados y de minas cerradas que no han tenido ningún tipo de remediación de sitios. Además, la mediana y pequeña minería aún utiliza muchos sistemas de producción ambientalmente negativos.

Otro gran problema ambiental que se produce principalmente en la zona norte del país es la competencia por el agua. Se ha constatado en los últimos años serios problemas derivados de la extracción, algunas veces ilegal, de volúmenes de agua que afectan el nivel de los acuíferos, En áreas del Altiplano se han visto afectado los bofedales que proporcionan forraje para los especies camélidas,

2.2 SECTOR SILVOAGROPECUARIO

El sector silvoagropecuario constituye uno de los sectores más relevantes de la economía nacional, sobre todo por el impacto social que tiene destacándose el empleo regional que genera. En términos macroeconómicos nacionales, el sector silvoagropecuario representó en 2015 un 3,4% del PIB nacional. No obstante, aporta significativamente al sector industrial por el importante desarrollo de la agroindustria.

El sector silvoagropecuario sigue teniendo los mismos problemas ambientales de antes. A la fragilidad de los ecosistemas del país, se unen la práctica agropecuaria con altos grados de insustentabilidad, condicionadas por una racionalidad productiva que se origina en los sistemas y formas predominantes de tenencia de la tierra.

Aunque ha habido esfuerzos dignos de destacar con relación al manejo ambientalmente sustentable de las plantaciones forestales, especialmente en el incremento de la certificación, la situación forestal sigue siendo grave. Particular importancia han tenido hace algunos años los problemas de plantas de celulosa, en distintas zonas del país, por la evacuación de elementos contaminantes que han generado destrucción del medio ambiente. Por otra parte, la presión por expandir la actividad forestal sobre la base de aumentar las plantaciones, sigue traduciéndose en un factor permanente en estos 16 años de eliminación del bosque nativo debido al efecto sustitución. Además de este factor, el bosque nativo se sigue eliminando y deteriorando por incendios, explotaciones insustentables, y floreo. (Ver Segunda Parte, capítulo 3 "Bosques Nativos"). El efecto positivo se basa en la detención de la erosión del suelo en áreas con plantaciones.

Con relación al subsector agrícola, la fruticultura, tal como se aprecia en el Cuadro 9, se ha expandido sobre la base del fomento de las exportaciones. No sólo se ha realizado por incremento de la productividad sino por procesos de expansión de

la frontera agraria hacia los cerros y el bosque esclerófito central. La ganadería, normalmente de alto impacto ambiental, ha disminuido su importancia en las exportaciones.

CUADRO 9:

Exportaciones subsector agrícola (Millones de dólares US\$ FOB)

Sectores	1999	2015
Agricultura	115,6	416,5
Fruticultura	1.391,2	4.546,9
Ganadería	140,3	101,7
Total Sector	1.647,1	5.065,1

Fuente: Balanza de Pagos de Chile 1996-2001, Indicadores de Comercio exterior año 2015, Banco Central de Chile

2.3 SECTOR PESQUERO

Este sector en 1999 participaba en el 1,4% del PIB total 485.629 millones de pesos; en 2015 su participación en el PIB baja a 0,6% aunque aumentando la cantidad generada (Ver Cuadro 10)

CUADRO 10:

PIB sector pesquero 1999-2015 (millones de pesos)

Sectores	1999 (Precios Corrientes 1986-1999) en millones de \$	2015 (Precios Corrientes 2012-2015) en millones de \$
PIB Pesca	485.629	957.637
Participación PIB Total	1,4	0,6

Fuente: Anuario Cuenta Nacional 1999 y Cuenta Nacional 2012-2015, Banco Central

Las exportaciones entre 1999 y 2015 bajan en forma significativa, como se aprecia en el Cuadro 11.

CUADRO 11:

Exportaciones Sector Pesca (Miles de dólares US\$ FOB)

	1999	2015
Exportaciones	1.251.588	1.035.000

Fuente: Balanza de Pagos de Chile 1996-2001, Indicadores de Comercio exterior año 2015, Banco Central de Chile

El colapso de varias pesquerías y la sobre pesca de otras, es el factor más importante de la situación de la pesca y de la merma de las exportaciones. (Ver Segunda Parte, Capítulo & Ecosistemas Marinos y del Borde Costero)

2.4 SECTOR INDUSTRIAL

El sector Industrial² constituye uno de los ejes principales de la economía nacional, por su importante participación en la composición del PIB nacional, como también porque es un sector que genera puestos de empleo, y por ende, repercute directamente en el dinamismo económico nacional. Entre el 2008 y 2012, el sector Industrial representó como promedio el 10,7 % del PIB nacional. La tasa de crecimiento si bien experimentó un alza de 10,2% en el 2010, 8,3% en 2011, bajó a 2,4% en 2012. A partir del 2013 el sector frena su aún más ritmo de crecimiento. Entre 1999 y 2015, tal como se aprecia en el Cuadro 12, se multiplica casi tres veces

CUADRO 12:

PIB sector industrial a precios corrientes (millones de pesos)

Sectores	1999 (Precios Corrientes 1986-1999) en millones de \$	2015 (Precios Corrientes 2012-2015) en millones de \$
PIB Industrial	6.115.152	17.131.200
Participación PIB Total	18,2	10,8

Fuente: Anuario Cuenta Nacional 1999 y Cuenta Nacional 2012-2015, Banco Central

La importancia ambiental del sector industrial es múltiple. Por una parte demanda insumos básicos, que en Chile normalmente provienen de los recursos naturales renovables. Por otra parte, los procesos industriales demandan energía. Por último, en el país, la industria es la principal responsable de la generación de residuos.

No obstante los esfuerzos para disminuir los impactos, el sector industrial sigue generando problemas ambientales.

3. LA SOCIEDAD CHILENA Y EL FACTOR SOCIAL

La integración de diferentes fuerzas en el ámbito social, la población, la distribución social, la equidad, y la gobernabilidad permiten visualizar las principales amenazas y oportunidades de la sociedad chilena para un desarrollo con menores costos ambientales.

De acuerdo al último Censo de Población y Vivienda en el año 2002, la población alcanzaba a 15.116.435 pero estimaciones realizadas por el INE, apuntarían a que el 2012 la población chilena alcanzaría 16.500.999 de personas.

A nivel regional, el 62,8% de la población se concentra en 3 regiones (RM, V y VII), mientras las 13 regiones restantes presentan 37,2 % de la población. Solo la Región Metropolitana de Santiago concentra el 40,5% de los habitantes del país. Como resultado de la alta concertación en zonas urbanas junto con una planificación territorial deficiente a nivel gubernamental, se provoca un proceso de sobre presión de los recursos en zonas urbanas, así como también, procesos de creación de núcleos de marginalidad y exclusión social a nivel geográfico.

² Se considera sector Industrial, al sector Manufacturero, que en cuentas nacionales incluye los sectores de : Alimentos, bebidas y tabacos; Textiles; Maderas y muebles; Papel e imprentas; Química y petróleo; Productos minerales no metálicos; Metálica básica; Maquinaria y equipos; otros.

El crecimiento económico y el aumento del consumo constituyen macro presiones en el medio ambiente de país. Al 2015 existían más personas que en el 1999 que presionaba por alimentos, por bienes de consumo, por expansión urbana, por segunda vivienda, lo que se traduce en más uso de productos de la naturaleza, más residuos domésticos, más viajes, más uso de parques, áreas protegidas, espacios de recreación. Esta presión se puede se ha podido constatar en la problemática de los residuos domiciliarios, que, aunque tiene una amplia cobertura en el país, aún necesita perfeccionar sus métodos de recolección y sus tratamientos en forma ambientalmente adecuada.

Junto al factor poblacional, **la pobreza de ingreso aparece como uno de los principales desafíos para tener mayor sustentabilidad ambiental**. Es por esto que la erradicación de la pobreza sigue siendo en Chile una de las principales problemáticas a abordar en la agenda pública gubernamental. Los diferentes planes de gobierno en los últimos años han hecho un esfuerzo de reducción de la pobreza. En 1998 el porcentaje total de pobres era del 21,7% de la población total del país. En 2015, baja la pobreza al 11,7. (Ver Cuadro 13 y 14).

Hay una baja sustantiva en todas las regiones del país, en especial en la región Metropolitana. En las regiones del norte y en las australes la pobreza baja los 2 dígitos

CUADRO 13:

Pobreza por Región, porcentaje del total de la población al 1998

Regiones	Pobreza por ingreso en números de personas	Porcentaje de pobreza de la población total
Tarapacá	62.608	15,6
Antofagasta	59.138	12,7
Atacama	70.722	28,7
Coquimbo	144.430	24,8
Valparaíso	280.089	18,8
O'Higgins	175.763	22,9
Maule	262.411	29,3
Bío-bío	592.448	32,2
Araucanía	298.622	34,8
Los Lagos	298.453	29,2
Aysén	12.939	15,1
Magallanes	16.325	12,0
Metropolitana	910.029	15,4
TOTAL	3.183.977	21,7

Fuente: Casen 1998, Ministerio de Desarrollo

CUADRO 14:**Pobreza por Región, porcentaje del total de la población al 2015**

Regiones	Pobreza por ingreso en números de personas	Porcentaje de pobreza de la población total
Arica y Parinacota	16.304	9,7
Tarapacá	23.353	7,1
Antofagasta	31.095	5,4
Atacama	19.298	6,9
Coquimbo	104.633	13,8
Valparaíso	219.076	12,0
O'Higgins	125.654	13,7
Maule	192.937	18,7
Bío-bío	362.632	17,6
Araucanía	231.759	23,6
Los Ríos	61.883	16,8
Los Lagos	138.554	16,1
Aysén	6.673	6,5
Magallanes	6.648	4,4
Metropolitana	505.905	7,1
TOTAL	2.046.404	11,7

Fuente: Casen 2015, Ministerio de Desarrollo social

A lo largo del país se presentan desigualdades en la distribución de la pobreza y entre las zonas rurales y urbanas de cada región. En general, a mayor población rural, mayor porcentaje de pobreza rural. En términos absolutos, quienes presentan mayor pobreza rural son las regiones del Maule y Bío-bío. Hay casos como el de la región de Coquimbo donde la zona rural, no tiene un número significativo de pobres, concentrándose la pobreza en las zonas urbanas.

Existe una relación entre la trayectoria de la pobreza y la indigencia en los últimos años. A pesar de estos importantes avances, la disminución de la pobreza y la indigencia en Chile no avanza proporcionalmente con la distribución del ingreso. El Índice de Gini que fluctuaba entre 0,52 y 0,54 en 2015 mejora a 0,49 y por primera vez se sitúa bajo el 0,5.

Dentro de las políticas gubernamentales para la erradicación de la pobreza, el principal desafío sigue siendo la distribución del ingreso y el fortalecimiento de una capital social que permita la participación de la sociedad desde los quintiles más grandes a los menores. Uno de los caminos más valorados para el desarrollo social de la población, es la inclusión de la comunidad y el empoderamiento de la misma en los gobiernos locales.

La pobreza es una de las macro presiones más importantes que atentan contra el medio ambiente. La pobreza urbana es sinónimo de un ambiente humano deteriorado. Los barrios marginales de las ciudades chilenas están siempre

ubicados en los suelos de más baja habitabilidad. Hay también, especialmente en Santiago, una correlación clara entre sectores pobres y condiciones de alta contaminación atmosférica. **La segregación en barrios pobres lejanos de los centros urbanos y de las fuentes de trabajo también contribuye a sistemas de transporte con largos recorridos que aumentan la contaminación. La persistencia de la pobreza rural en muchas ocasiones obliga al sobre uso del suelo con los consiguientes procesos de agotamiento y erosión.**

En Chile, la discusión acerca de descentralización en el estado chileno comenzó a fines de los años 70, como base para fomentar la eficiencia económica y la eficacia en términos de equidad distributiva. Pero es durante la década de los noventa cuando se profundiza el debate sobre la necesidad de una ampliación de las facultades en los gobiernos regionales y locales (municipalidades) como la herramienta más efectiva para la aplicación de políticas públicas sociales a escala local.

Desde una perspectiva histórico-cultural, la descentralización se enfrenta continuamente con una tradición centralizadora desde la época colonial y que preserva la idea de construcción nacional desde el centro del país. Aun así, hay un compromiso permanente del gobierno de Chile de profundizar en el proceso de descentralización como parte de las metas país en el Bicentenario.

Así, como parte de los procesos de reforma estructurales político-administrativas, fue la creación de 2 nuevas comunas: XIV Región de Los Ríos y la XV Región de Arica y Parinacota. Por otro lado, desde el punto de vista legal, se promulgaron durante el año 2005 la Ley N° 20.035 que modificó la Ley Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional y a nivel municipal, la Ley N° 20.033, conocida como Ley de Rentas Municipales II..

En esta misma línea de reformas, se ubica el traspaso de competencias sobre ordenamiento territorial a las regiones, que se encamina como un medio para resolver a nivel local los problemas de población y pobreza en zonas urbanas y rurales, considerando las multiplicidades geográficas, económicas y culturales de las regiones y de las municipalidades que la componen.

El desafío pendiente dentro de este proceso de descentralización ha sido y sigue siendo el cómo articular la participación ciudadana en un país con una alta heterogeneidad en lo productivo, en el capital humano y cultural, con el objetivo de incluir a zonas y poblaciones económica y socialmente rezagadas, considerando un desarrollo armónico con el medio ambiente chileno

4. LA MACRO PRESIÓN FÍSICA MUNDIAL: EL CAMBIO CLIMÁTICO

Aunque es muy difícil verificar que los cambios climáticos percibidos en estos últimos 16 años se deban a la gran macro presión física del cambio climático global, existen algunos indicadores que podrían apoyar la hipótesis de su impacto en Chile. En efecto, la situación de los glaciales chilenos, es bastante demostrativa pues, no obstante estar sometidos a un proceso de desglaciación, hay síntomas que señalan la aceleración de la pérdida de glaciales en especial en los últimos 60 años. Un estudio de la cuenca del río Olivares, afluente del Colorado y del Maipo, señala que en 18 años, entre 1995 y 2013, se redujeron en un 10,5% el Glacial Juncal Norte, un 20,5% el Olivares Gamma, un 20,1% el Esmeralda, un 34,3% el Olivares Beta, y un 62,9% en Olivares Alfa.

En la agricultura chilena la preocupación por los efectos del cambio climático ha ido aumentando en los últimos años en función de los acuerdos, protocolos, conferencias, e investigaciones internacionales, y en función de la toma de conciencia de la ciudadanía. Es obvio que los cambios climáticos conllevan riesgos negativos ambientales y también nuevas oportunidades para el desarrollo agrícola.

En términos generales se puede afirmar que los gobiernos, muy poco o casi nada se ha hecho con la adaptación al cambio. Todos los esfuerzos se han centrado en establecer algunos parámetros para mostrar que Chile cumple acuerdos internacionales que ha suscrito. Este tipo de ejercicios son generalmente muy engañosos, pues muestran una serie de logros que de todas maneras se hubiesen alcanzado existiendo o no el problema del cambio climático. La mayoría del control de las emisiones tiene que ver con medidas tomadas en función de la calidad de vida de la población, de progresos en la eficiencia energética, y de protección de la biodiversidad.

No ha habido ni políticas ni acciones explícitas de adaptación al cambio climático. Y mal podría haber si, por una parte, las estimaciones son de un alto grado de incertidumbre, y, por otra parte, es un tema no internalizado por el productor, especialmente agrícola. Éste constata que los períodos de sequía podrían ser más largos, pero sus decisiones son las de siempre, buscar más fuentes de agua y perfeccionar los sistemas de riego. No hay políticas de estímulos para modificar la estructura productiva desincentivando un cultivo o incentivando otro. Tampoco hay una política forestal de adaptación territorial.

La adaptación en la agricultura chilena se ha analizado en estudios sobre la vulnerabilidad de sistemas productivos, de lo social y de lo económico del agro chileno.⁶ Un acabado estudio fue realizado por el Centro de Agricultura y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile⁷ que aportó una serie de índices de balance riego-secano, fragmentación de la tenencia, uso del capital y la tecnología, lo que permite construir índices de vulnerabilidad que combinados dan un índice agregado de vulnerabilidad de sistema productivo. Se basa en la proyección A2 al año 2040 del IPCC obtenida de los escenarios estudiados en dicho panel. Otro importante estudio que fue elaborado por FIA⁸, analiza las previsiones para el trigo, maíz, papa, poroto, remolacha, praderas naturales, manzano, naranjo, durazno y plantaciones forestales.

⁵ Mernild, Sebastián, Universidad de Magallanes, Dirección de programas Antárticos y Sub antárticos, Conferencia, 2016

⁶ Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura (2008) "Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario. Propuesta ministerial elaborada en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012" www.mma.gob.cl/1304/articles-52367_PlanAdpatacionCCS.pdf

⁷ Santibáñez Q., Fernando, Paula Santibáñez V. y Loreto Solís: (2011) "Análisis de Vulnerabilidad Silvoagropecuaria en Chile frente a Escenarios de Cambio Climático, Cap. IV. En: Análisis de la Vulnerabilidad Silvoagropecuaria, Recursos Hídricos y Edáficos de Chile frente a Escenarios de Cambio Climático.

⁸ Fundación para la Innovación Agraria. (2009) "El Cambio Climático en el Sector Silvoagropecuario de Chile", Ministerio de Agricultura, FIA, Santiago de Chile.

Este estudio y otros similares^{9 10} se basan fundamentalmente en las previsiones de cambio climático realizadas a través de modelos climáticos mundiales adaptados al caso de Chile. Estos grandes modelos mundiales, que originan los modelos regionales, y que se supone originarían modelos más detallados para Chile, parten de las estimaciones de escenarios socioeconómico mundiales de altos grados de incertidumbre. Pero es necesario advertir que **los grados de incertidumbres de los modelos globales** generan incertidumbres en los estudios que se hacen en el país.¹¹

El primer gran tema es la necesidad de progresar en la complejidad y en el grado de resolución de los modelos numéricos, objetivo que no se ha cumplido en estos 16 años. Los principales, unos 20 modelos de circulación general, son los referidos a la atmósfera y a los océanos. Las proyecciones se han elaborado sobre la base de distintos escenarios que contemplan cambios en los gases de efecto invernadero. Es necesario advertir que hay evidencias que el cambio climático ha modificado la intensidad de ocurrencia de fenómenos extremos (tormentas, inundaciones, sequías). Hasta la fecha, dadas las altas dificultades para internalizarl, estas ocurrencias, como erupciones volcánicas, cambios en la intensidad de la radiación solar, o cambios de índole astronómica, relativos a la posición y el movimiento de la tierra, no han sido incorporadas a ningún modelo.

El gran problema de estos modelos globales es su baja resolución espacial de cientos de kilómetros. Haciendo con algunos de ellos un escalamiento hacia abajo, (downscaling) como el Modelo Forzante de Gran Escala (HadCM3) se han generado los modelos regionales de clima, cuyas resoluciones bajan a 25 x 25 Km.

El Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile elaboró un estudio donde estima escenarios climáticos empleando el modelo PRECIS-DGF, y estableciendo resoluciones de 25 x 25 Km. Proyecta los cambios de 30 años al 2071-2100. Este modelo plantea 3 escenarios: a) Clima actual, BL, Baseline, b) Clima futuro con escenario moderado de emisiones de gases de efecto invernadero (simulación B2, escenario SRES-B2 del IPCC), y c) Clima futuro con escenario severo de emisiones de gases efecto invernadero (simulación A2). Las estimaciones proyectadas a la agricultura, trabajos hechos por varios autores, abren una seria interrogante frente a su futuro.

En efecto, en el escenario A2, se señalan, por ejemplo, cambios importantes, como aumentos entre 1 y 3°C en el Chile Central y aumentos notorios en el sur; de 0,5 a 1°C en la costa y hasta 5°C en la cordillera. La precipitación disminuiría en el centro-sur y en la cordillera desde Bío-Bío hasta Los Lagos de hasta 1000 mm., y aumentaría en 500 mm. en la costa austral. Los vientos en el sur se intensificarían debido a la influencia del anticiclón subtropical del Pacífico.

Prácticamente todos los estudios sobre el efecto del cambio climático en la agricultura de Chile se han realizado sobre la base de esta modelación. En un país como Chile, con extensa costa y con una orografía sinuosa y con importantes cambio de altura en distancias breves, y además, la importancia de los efectos en el clima local de los fenómenos del Niño y de la Niña, **podría haber serios problemas para estimar los efectos con cierto grado de precisión.**

Es obvio que si los modelos fluctúan o incluso fallan, todo el andamiaje construido sobre ellos se derrumba. Aportes importantes también son las investigaciones que se llevan a cabo en la Universidad de Talca lideradas por Roberto Pizarro

Deberían estudiarse los cambios de la biocenosis para mostrar como los agrosistemas podrían estar amenazados de enfermedades y plagas, y como la fisiología de los cultivos se vería afectada en cada etapa de su evolución. En estos últimos 16 años no se han estudiado en profundidad los cambios previsible, y consecuentemente, no se han podido delinear políticas públicas para propiciar una adaptación adecuada.

Desde 1999, a 2015, la inadecuada orientación gubernamental se ha dirigida básicamente a la reducción de energía y contaminantes a la atmósfera, objetivo que está en la agenda pública y privada al margen del tema del cambio climático. Estos esfuerzos han dejado en la sombra los problemas de la adaptación; nada se ha hecho en estos 16 años, y las manifestaciones aparentes de este cambio, de ser tales, estarían pesando en efectos negativos especialmente en la agricultura.

⁹ Fuenzalida, H., P. Aceituno, M. Falvey, R. Garreaud, M. Rojas & R. Sánchez. 2007. Study on climate variability for Chile during the 21st century. In: Technical Report Environmental Committee, Santiago, Chile. <http://www.dgfuchile.cl/PRECI>

¹⁰ Garreaud, R. & M. Falvey. 2008. The coastal winds off western subtropical South America in future climate scenarios. Inter. Journal of Climatology 29: 543-554.

¹¹ Gligo, Nicolo (2012), "La ciencia agronómica frente al cambio climático". En Seminario 2012: Cambio climáticos y sus impactos en la agricultura de Chile, Santiago, 24 Octubre 2012

5. CONCLUSIONES

Las macropresiones que existían en 1999 y que condicionaban en parte el estado del medio ambiente, a lo largo de 16 años, se han robustecido cuantitativa y cualitativamente. En efecto, la economía ha crecido en forma significativa hacia el 2015 lo que se ha traducido en más actividad productiva, más demanda de recursos naturales, en especial agua y energía, más generación de residuos, más transporte. En otras palabras, mucho más presiones sobre el medio ambiente. La implementación de políticas y medidas ambientales, derivadas de las políticas de gobierno y de las presiones de la sociedad, aunque importantes, no han sido suficientes para neutralizar estas macropresiones.

De los diversos sectores económicos, el que normalmente conlleva a mayor preocupación ambiental es el agrícola, debido a su amplia cobertura espacial y a que está inserto en ecosistemas vivos. La agricultura en estos 16 años creció significativamente, en especial en el producto de las áreas de riego. Hubo, en consecuencia, mayor presión para el uso del recurso suelo, dadas las limitantes naturales que tiene el país con relación a la aptitud de este bien. La expansión hacia los cerros de varios frutales ha repercutido en riesgos de erosión y la pérdida del bosque esclerófilo mediterráneo.

A la macropresión del sector económico agrícola hubo que sumar lo sucedido con el sector forestal, que siguió creciendo. La presión por más plantaciones tuvo su correlato ambiental en mayor pérdida de bosque nativo por sustitución, que, a su vez influyó para una mayor afectación de la biodiversidad, y deterioro de la capacidad hídrica de las cuencas. El crecimiento económico de este sector, vino aparejado de mayores costos ecológicos.

El principal impacto ambiental del sector minero, siguió siendo la competitividad por el uso del recurso agua. El mayor crecimiento de la minería no estuvo exento en estos 16 años de eventos de contaminación de agua, suelo y aire, y de impactos derivados de los movimientos de suelo y subsuelo. Desde 2013 al 2015 las menores inversiones derivadas de la baja de precios en el mercado internacional, especialmente del cobre, disminuyeron significativamente esta macropresión.

En lo social, el incremento del consumo desde 1999 al 2015 tuvo que ver, no sólo por la presión de determinados recursos, sino principalmente por la generación de residuos, en especial residuos domésticos. Pero no solamente fue este efecto el que presionó al ambiente; también el incremento de los parques automotrices de Santiago y otras ciudades importantes del país presionaron la calidad del aire y el uso de energía.

El crecimiento del producto per cápita se tradujo además en presiones excesivas sobre los territorios circundantes a las ciudades, con pérdida del suelo agrícola, fragmentación de las vías naturales de la biodiversidad, y alteración de ecosistemas. La presión sobre el borde cortero, en especial de la región central, se hizo evidente.

La pobreza, aunque ha seguido disminuyendo, aun se presenta en un porcentaje significativo de la población tanto urbana como rural. La persistencia de niveles de pobreza urbana es un factor de presión sobre el ambiente humano. La pobreza rural ha sido sinónimo de erosión, agotamiento del suelo y desertificación.

Con relación al cambio climático, los esfuerzos gubernamentales han estado centrado en el cumplimiento de acuerdos internacionales, para disminuir energía y contaminantes a la atmósfera. El problema es que la gran mayoría de lo que se podría denominar "adopción al cambio climático", se habría hecho al margen de este fenómeno. Por otra parte, estos esfuerzos han dejado en la sombra el principal tema que debe afrontar el país, la adaptación al cambio.

BIBLIOGRAFÍA

- *Banco Central de Chile. (2015). Indicadores de Comercio Exterior: Cuarto trimestre de 2015. Estadísticas, Banco Central, Indicadores de Comercio Exterior, Santiago de Chile .*
- *Banco Central de Chile. (2003). Indicadores de Comercio Exterior. Estadísticas, Banco Central, Comercio Exterior, Santiago de Chile.*
- *Ministerio de Desarrollo Social, Gobierno de Chile, Encuesta CASEN 2011, 2016*
- *Banco Central de Chile, Cuentas Nacionales de Chile 2008-2015,*
- *Banco Central de Chile. Informe de Comercio Exterior 2013, Indicadores de Comercio Exterior 2015,*
- *CEPAL, Anuario Estadístico 2016*
- *COCHILCO, Ministerio de Minería, Gobierno de Chile, . Anuario de estadísticas del Cobre 1993-2013*
- *DIRECON, Ministerio de Relaciones Exteriores, Gobierno de Chile, .*
- *ODEPA, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. . Boletín Carne Bovina 2015*
- *ODEPA, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Boletín de frutas y hortalizas procesadas 2015.*
- *ODEPA, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Boletín frutícola 2015 Chile,*
- *SAG, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile . Catastro vitícola nacional, 2015*



SEGUNDA PARTE



ZONAS DE CHILE DECLARADAS SATURADAS.



01
AIRE

1. AIRE

1.1 ANTECEDENTES GENERALES DE LA CALIDAD DEL AIRE EN CHILE

El presente trabajo entrega una comparación de la calidad de aire en Chile entre los años 1999 y 2015, sistematizando la información de monitoreo de la calidad del aire disponible en Chile, tanto en formatos de informes como en los sistemas de información del Ministerio del Medio Ambiente que son mantenidos en sitios web, entre ellos <http://sinca.mma.gob.cl/> y <http://sinia.mma.gob.cl/>.

En Santiago, las primeras mediciones de calidad de aire datan desde el año 1964, sistematizándose posteriormente cuando en 1976 se instala una “red de Vigilancia de Calidad del Aire” y en 1988 comienza a funcionar una red automática (red MACAM). En regiones en cambio, las redes más antiguas están asociadas a las fundiciones y refinerías de cobre, iniciándose las mediciones en el año 1976 con el funcionamiento la red de la fundición Chagres en el valle de Catemu (V Región), en 1986 la red de Chuquicamata, en 1992 las redes de las fundiciones Paipote, Ventanas y Caletones_ y en 1993 la red de la fundición Potrerillos.

Desde la entrada en vigencia del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. 30/1997 de MINSE-GPRES) ha ido en aumento el número de estaciones para seguimiento y control de las emisiones de los proyectos públicos y privados. Por otro lado, la medición pública de la calidad del aire, de forma sistemática en regiones, se inicia en el año 2004 con el Sistema de Vigilancia de la calidad del aire (SIVICA) de MINSAL; con estaciones en Viña del Mar, Temuco y Rancagua.

En 2008 la red SIVICA aumenta hasta 14 estaciones sumando Andacollo, Los Andes, Rengo, San Fernando, Chillán, Concepción, Talcahuano, Padre Las Casas, Osorno, Valdivia y Coyhaique.

En 2012 la red SIVICA es traspasada al Ministerio de Medio Ambiente incluyendo nuevas estaciones en: Arica, Antofagasta, Huasco, Copiapó, Coquimbo, La Serena, Cuncumén, Quilpué, Valparaíso, Curicó, Linares, Talca, Maule, Los Ángeles, Coronel, Chiguayante, Puerto Montt, Chaitén y Punta Arenas.

En resumen, desde el año 1999 con un monitoreo público concentrado en la Región Metropolitana con sólo 8 estaciones, ha habido un fuerte aumento tanto en la cantidad como en la cobertura de las estaciones hasta el año 2015, donde se cuenta con una red pública de 54 estaciones. De estas, 47 están en línea, con información actualizada cada hora en los sitios web del MMA <http://sinca.mma.gob.cl/> y <http://airechile.gob.cl/> apoyando la gestión de la Calidad del Aire, principalmente en los meses de otoño-invierno.

Los problemas de contaminación atmosférica en el País están asociados, en la zona Norte, principalmente a las emisiones de material particulado (MP), dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x), provenientes de las megafuentes mineras y centrales termoeléctricas. En la zona central, la actividad industrial, las fuentes móviles, las emisiones residenciales y

centrales termoeléctricas, son las principales fuentes de elevadas concentraciones de material particulado respirable en otoño-invierno y de ozono durante los meses de primavera-verano. En la zona sur, especialmente en los valles centrales, durante los meses de otoño invierno se registran altas concentraciones de material particulado respirable (MP10, MP2.5) producto del fuerte consumo de leña para calefacción domiciliaria.

En el año 1998 se estableció la norma primaria para Material Particulado Respirable (MP10), posteriormente en 2002 se establecieron las normas primarias para los gases criterio (Dióxido de Azufre, Monóxido de Carbono, Dióxido de Nitrógeno y Ozono). Las normas primarias de calidad de aire (ver Cuadro N° 1.1) han sido superadas en varias ciudades y entornos de fuentes mineras. La superación de estas normas ha obligado a la autoridad a declarar Zonas Saturadas (ZS) y elaborar un Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) para recuperar la calidad del aire y garantizar un ambiente libre de contaminación. Cuando se supera el 80% de la norma se debe declarar Zona Latente y elaborar un plan de prevención para evitar superar las normas.

CUADRO N° 1.1

Valores fijados en las normas primarias de calidad de aire

Contaminante (unidad)	Norma horaria	Norma 8 horas	Norma Diaria	Norma Anual	Cuerpo legal
CO (ppm)	26	9	-	-	D.S. N°115/2002
O3 (ppb)	-	61	-	-	Res1215/1978 D.S. N°112/2002
NO ₂ (ppb)	213	-	-	53	D.S. N°114/2002
SO2 (ppb)	-	-	96	31	D.S. N°113/2002
MP10 (µg/m ³ N)	-	-	150	50	D.S. N°59/1998 y D.S. N°45/2001
MP2.5 (µg/m ³)	-	-	50	20	D.S. N°45/2011
Plomo (µg/m ³ N)				0.5	D.S. N°136/2001

Los planes de descontaminación implementados en las Fundiciones de cobre en Ventanas (1992), Chuquicamata (1993), Paipote (1994), Potrerillos (1998) y Caletones (1998) han cumplido con éxito sus metas de reducción de emisiones de SO₂ y MP10, lo cual ha permitido un mejoramiento en la calidad de aire con reducción de episodios críticos y el cumplimiento de las normas primarias para SO₂. En cambio, para MP10 la situación es de mayor complejidad, ya que a pesar de la disminución de emisiones de material particulado, los niveles base de concentración existentes en las zonas de emplazamiento de las fuentes emisoras (fundiciones de Cobre) dificultan el cumplimiento de las normas primarias, especialmente de la norma anual.

El aumento de la cobertura del monitoreo en las principales ciudades del Sur de Chile ha evidenciado durante los meses fríos (principalmente entre abril y agosto), la ocurrencia de una gran cantidad de días durante los cuales se superan los valores límites de las normas diarias de MP10 y MP2.5, alcanzando niveles considerados peligrosos para la salud de las personas, que incluso han obligado a decretar medidas de emergencia sanitaria. La principal razón de los altos niveles de material particulado es el consumo de leña para calefacción domiciliaria.

La Figura 1.1 ilustra la ubicación de las zonas declaradas saturadas, adicionalmente el Cuadro N° 1.2 presenta la fecha de elaboración de los planes de descontaminación vigentes y los contaminantes por los cuales se declaró zona saturada.

FIGURA 1.1

Zonas Saturadas vigentes por contaminación atmosférica.



Fuente: elaboración propia con mapa de <http://ide.mma.gob.cl/>

CUADRO N° 1.2**Planes de descontaminación vigentes**

Año PDA	Comuna o zona fuente emisora	Declaración de Zona Saturada por:
1992	Complejo Industrial Ventanas	SO ₂ y MP10 en 1994
1993	Fundición Chuquicamata(actualizado 2001)	MP10 y SO ₂ en 1991
1995	Fundición Hernán Videla Lira	SO ₂ en 1993
1998	María Elena y Pedro de Valdivia (actualizado 2004)	MP10 en 1993
1998	Fundición de Caletones	MP10 y SO ₂ en 1994
1998	Fundición de Potrerillos	SO ₂ y MP10 en 1997
1998	Región Metropolitana (actualizado 2004 y 2009)	MP10, CO y O ₃ en 1996
2009	Temuco y Padre Las Casas	MP10 en 2005.
2010	Tocopilla	MP10 en 2007.
2013	Rancagua y 17 comunas del valle central de la VI Región	MP10 en 2009
2014	Andacollo	MP10 en 2009
2015	Temuco y Padre Las Casas	MP2.5 en 2013
2016	Talca y Maule	MP10 en 2010
2016	Chillán y Chillán Viejo	MP10 en 2013
2016	Osorno	MP10 en 2012
2016	Coyhaique	MP10 en 2012, MP2.5 en 2016

*** PDA en elaboración

Además de las ciudades presentadas en la Figura 1.1, hay otras ciudades y localidades en las cuales las concentraciones de MP10 han superado los valores normados (principalmente la norma anual) o por Norma diaria de MP2.5, pero aún no han sido declaradas zonas saturadas, entre ellas: Mamiña, sector La Negra en Antofagasta, La Calera, Quillota, Linares entre otros.

En el año 2008 se publicó el "Reglamento de estaciones de medición de contaminantes atmosféricos" (D.S. N°61 de MIN-SAL), el cual estableció los criterios para que las mediciones sean consideradas válidas para la verificación del cumplimiento de una norma primaria de calidad de aire. Desde esa fecha en adelante, tanto la cantidad de información válida como la calidad y confiabilidad de ésta ha ido en aumento. Sin embargo, a nuestro juicio, está pendiente la implementación de un programa permanente de auditorías a las redes de calidad de aire.

La tarea de vigilancia de calidad de aire ha sido traspasada en los últimos años desde las Secretarías Regionales del Ministerio (SEREMI) de Salud de cada Región a las SEREMIs de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Se ha avanzado en la publicación de los datos validados u oficiales de calidad de aire de las estaciones de monitoreo públicas, pero la información de las redes privadas, en su gran mayoría permanece sin actualizar desde los años 2009 y 2010; es decir luego de la puesta en marcha del Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA) disponible en <http://sinca.mma.gob.cl/>.

1.2 REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA

La Región está compuesta por las provincias de Arica y Parinacota, siendo la capital regional la ciudad de Arica. La Región fue segregada de la antigua Región de Tarapacá mediante la Ley N°20.175 de octubre de 2007, cuenta con una superficie de 16.873 km² y una población estimada por el INE al año 2015 de 239.126 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 24% desde el año 1999 para estas provincias.

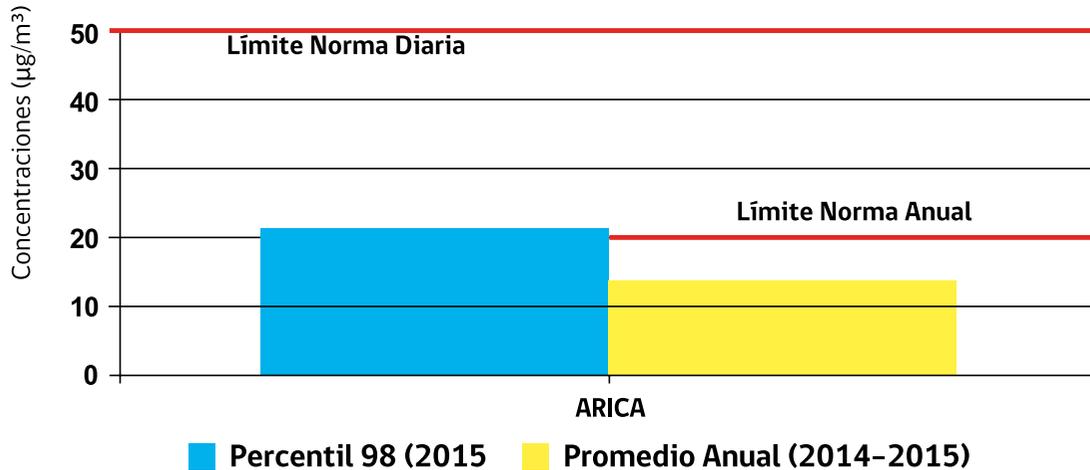
En Arica, el proceso de carga y descarga de Minerales a granel originarios de Bolivia, ha causado variados Impactos Ambientales, siendo el principal problema la contaminación por Plomo y Arsénico en poblaciones cercanas al cerro Chuño por acopio de mineral en ese sector (CENMA, 2006). Adicionalmente, el impacto de las emisiones de las compañías mineras de la Región en los cursos de agua y la instalación de una central termoeléctrica en cerro Chuño ha generado nuevos conflictos.

En el año 2005 un estudio diagnóstico en Arica encargado por CONAMA (SETEC, 2006), obtuvo niveles de SO₂, NO₂, O₃ cercanos a un 20% de las normas y concentraciones de BTEX cercanas al 50% de los valores guías recomendados; en cambio el nivel anual proyectado de MP₁₀ fue superior al 80% de la norma. En Noviembre de 2013 el MMA instaló una estación en Arica para medición de MP_{2.5}, la cual ha registrado concentraciones inferiores a las establecidas en la normas primarias, de acuerdo a lo presentado en la Figura 1.3.

FIGURA 1.2

Sectores con monitoreo en la Región de Arica y Parinacota



FIGURA 1.3**Cumplimiento de normas de MP2.5 en la estación Arica**

De acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl, el principal aporte para MP10, MP2.5, CO y NO_x está asociado a las emisiones vehiculares. Es muy probable que en la mayoría de las regiones esté subestimado el aporte de las fuentes fijas, el cual está calculado en base a las declaraciones que se realizan de acuerdo al D.S. N°138/2005 de MINSAL.

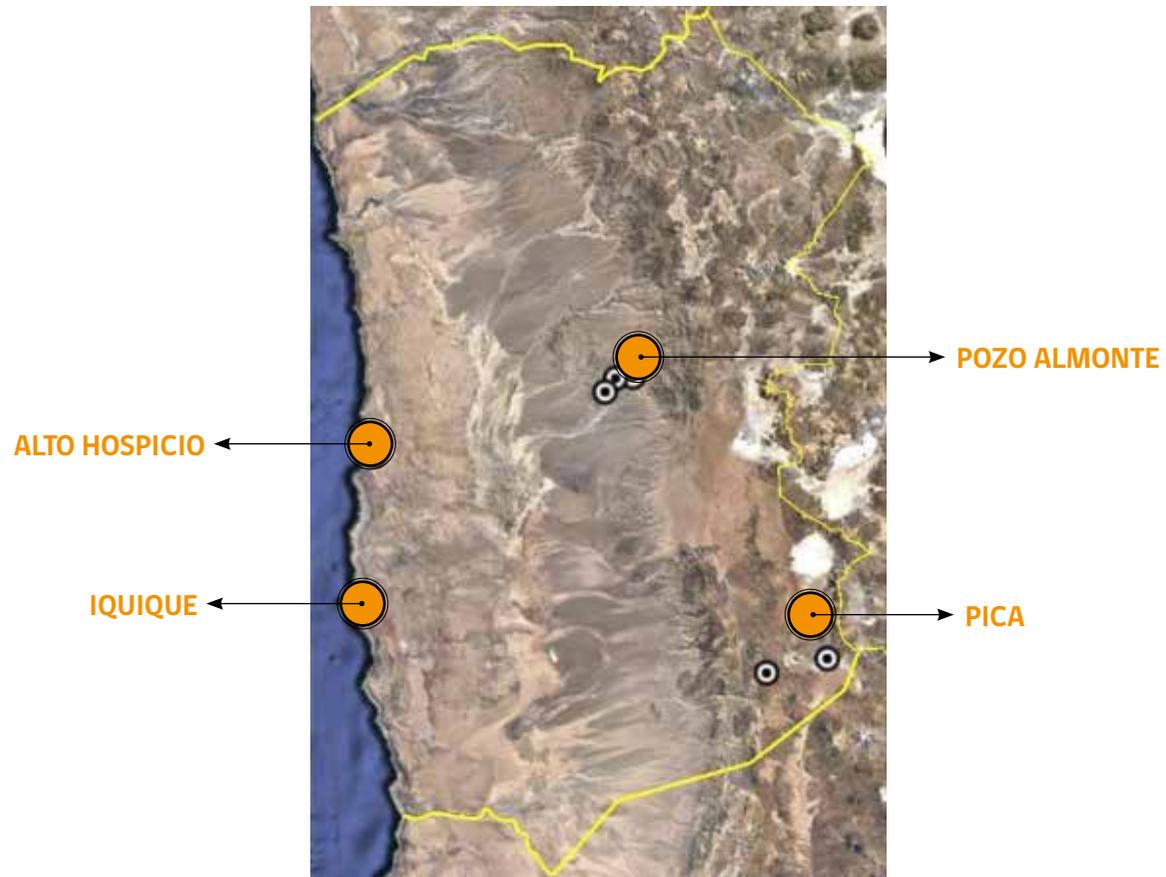
CUADRO N° 1.3**Estimación de emisiones para la Región de Arica y Parinacota**

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	23	11	96	233	389
Emisiones vehículos en ruta	681	125	1979	1	873
Emisiones Quema de leña	37	36	331		2

Fuente: Retc, 2015.

1.3 REGIÓN DE TARAPACÁ

La Región de Tarapacá está conformada por las provincias de Iquique y Tamarugal. La Región cuenta con una superficie de 42.225 km² y una población estimada por el INE al año 2015 de 336.769 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 36% desde el año 1999. Las principales fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos, están asociadas a los procesos de extracción minera y generación eléctrica, además de las actividades urbanas propias de las ciudades de Iquique y Alto Hospicio. Las redes de monitoreo de contaminantes atmosféricos de la Región, pertenecen a las empresas mineras Compañía Minera Cerro Colorado, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi y Compañía Minera Quebrada Blanca, y de generación eléctrica en el caso de Compañía Eléctrica CELTA. En febrero de 2016, el MMA instaló una estación en Alto Hospicio para medición de MP2.5. La Figura 1.4 ilustra los sectores con monitoreo.

FIGURA 1.4**Sectores con monitoreo en la Región de Tarapacá**

La mayoría de las estaciones privadas están en áreas industriales en las cuales no aplica la verificación de norma. Dada la naturaleza de las faenas, los principales problemas se observan en relación al material particulado respirable MP10. Las concentraciones de MP10 medidas en la estación Campamento de Minera Cerro Colorado exceden la norma anual para el año 2010 (MMA, 2015).

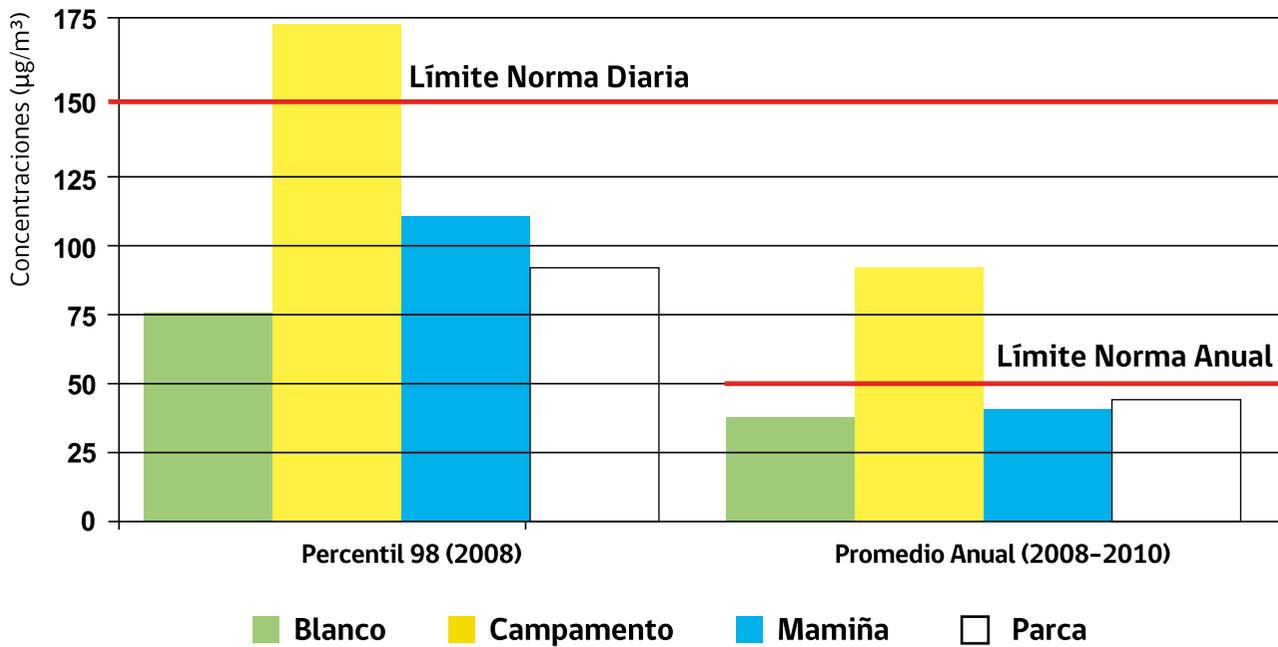
El estudio "Diagnóstico y monitoreo de la calidad del aire en las comunas de Arica e Iquique" (SETEC, 2006) desarrollado para CONAMA detectó niveles cercanos al valor normado para MP10 en la zona urbana de Iquique, en relación con el tipo y cantidad de fuentes móviles que circulan en la ciudad.

La Figura 1.5 resume la evaluación de las normas primarias de MP10 disponibles para el año 2010 en las estaciones de monitoreo de la Compañía Minera Cerro Colorado en la Comuna de Pozo Almonte, información obtenida del Segundo Reporte del estado del Medio Ambiente (MMA, 2015).

De acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para MP10 está asociado a las emisiones vehiculares, en tanto para MP2.5, SO₂ y NO_x con las fuentes fijas, ver Cuadro N° 1.4.

FIGURA 1.5

Cumplimiento de Normas de MP10 en algunas estaciones de Región de Tarapacá comuna de Pozo Almonte.

**CUADRO N° 1.4**

Estimación de emisiones para la Región de Tarapacá

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	206	113	700	20323	6800
Emisiones vehículos en ruta	365	78	4021	3	1093
Emisiones Quema de leña	14	4	36		0

Fuente: Retc, 2015.

1.4 REGIÓN DE ANTOFAGASTA

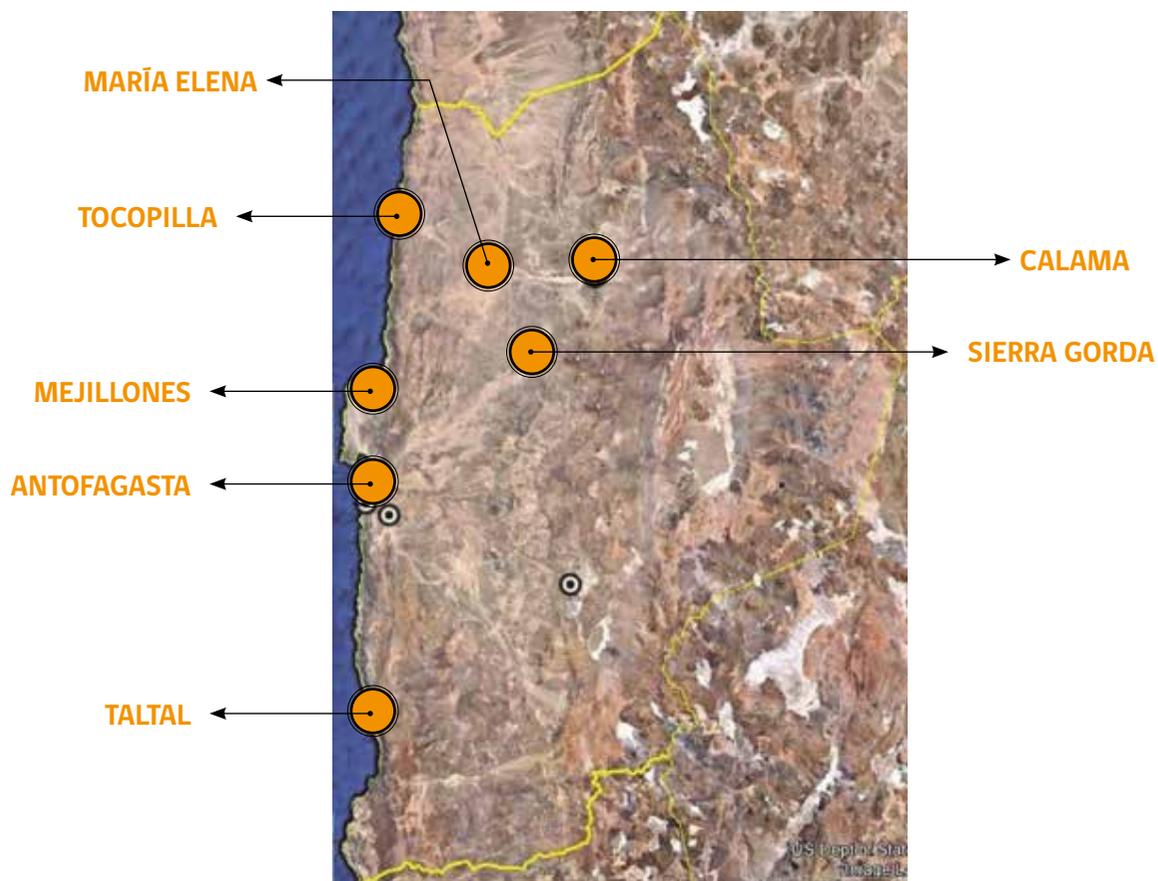
La Región de Antofagasta está conformada por las provincias de Antofagasta, El Loa y Tocopilla. Cuenta con una superficie de 126.049 km² y una población estimada por el INE al año 2015 de 622.640 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 22% desde el año 1999. En esta Región, las principales fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos están asociadas a los procesos de extracción minera, fundiciones de cobre (Chuquicamata y Altonorte) y a la generación eléctrica (centrales termoeléctricas en Tocopilla, Mejillones y Taltal), siendo el Material Particulado (MP10 y MP2.5), SO₂ y NO_x los principales contaminantes emitidos.

En la zona existen 4 áreas declaradas saturadas por MP10 (María Elena, Chuquicamata, Calama y Tocopilla) y una zona declarada latente por SO₂ (Chuquicamata). Sin embargo, solamente María Elena, Chuquicamata y Tocopilla cuentan con un plan de descontaminación vigente. Además, los promedios anuales de MP10 registrados durante los últimos años han superado el nivel fijado en la norma anual en algunas estaciones del sector La Negra y Sierra Gorda.

De acuerdo al último Informe de calidad de aire de la Región de Antofagasta (CENMA, 2014), esta Región cuenta con 21 redes de monitoreo que corresponden a 41 estaciones. El principal contaminante monitoreado es MP10, seguido de SO₂. La información presentada para esta Región fue recopilada desde SINCA y del Informe de Calidad de Aire de la Región de Antofagasta 2014 elaborado por CENMA. La Figura 1.6 ilustra los principales sectores en los cuales están ubicadas las estaciones de monitoreo:

FIGURA 1.6

Sectores con monitoreo de calidad de aire en la Región de Antofagasta



De acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl, el principal aporte para MP10, MP2.5, CO, SO₂ y NO_x está asociado con las fuentes fijas, ver Cuadro N° 1.5.

CUADRO N° 1.4**Estimación de emisiones para la Región de Antofagasta**

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	32724	18817	82849	283401	365256
Emisiones vehículos en ruta	2225	371	6895	6	2284
Emisiones Quema de leña	5	5	47		0

Fuente: Retc, 2015.

Considerando la gran cantidad de estaciones en la Región y las distintas problemáticas asociadas a cada una de las zonas se presenta un resumen del cumplimiento de normas primarias de calidad de aire para las comunas que cuentan con monitoreo.

1.4.1 Calidad de aire en Comuna de Antofagasta

En la ciudad de Antofagasta las principales fuentes emisoras corresponden a la Fundición Altonorte y la planta cementera Inacesa en el sector La Negra. Además, se realiza monitoreo fuera de la ciudad asociado a los proyectos mineros en el sector Coloso, El Peñón, sector Minera Zaldivar y sector Minera Rayrock. La información disponible permite una comparación entre las concentraciones del año 2000 y 2013.

Las normas diaria y anual de MP10 son superadas en la estación Inacesa en el sector de la Negra por su cercanía a la planta cementera. Se observa un aumento de los niveles de MP10 en las otras estaciones de la zona (La Negra y Sur) respecto al 2000, superando la norma anual el año 2015.

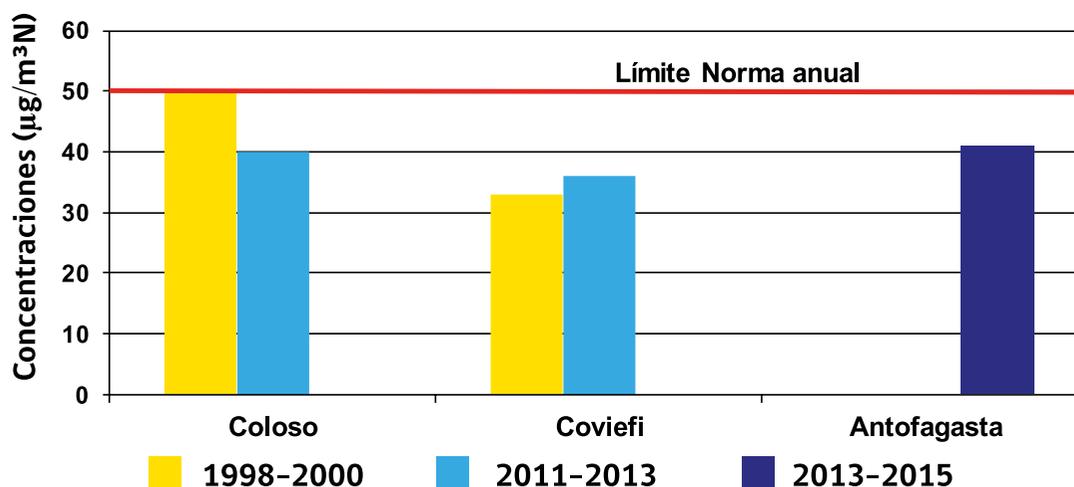
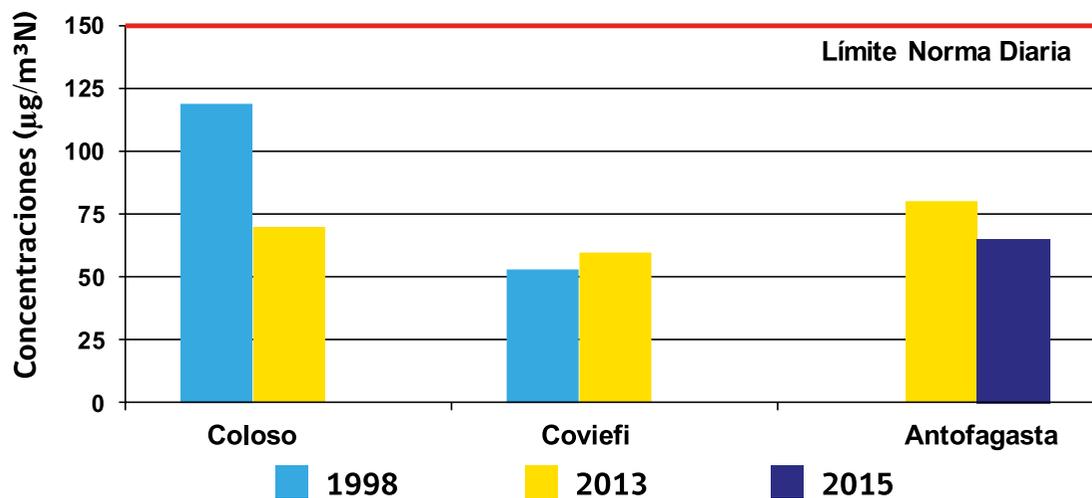
FIGURA 1.7**Cumplimiento de norma anual de MP10 en Sector Coloso y Coviefi, Antofagasta.**

FIGURA 1.8

Cumplimiento de norma diaria (percentil 98) de MP10 en Sector Coloso y Coviefi.

**FIGURA 1.9**

Cumplimiento de Normas de MP2.5 en estación Antofagasta

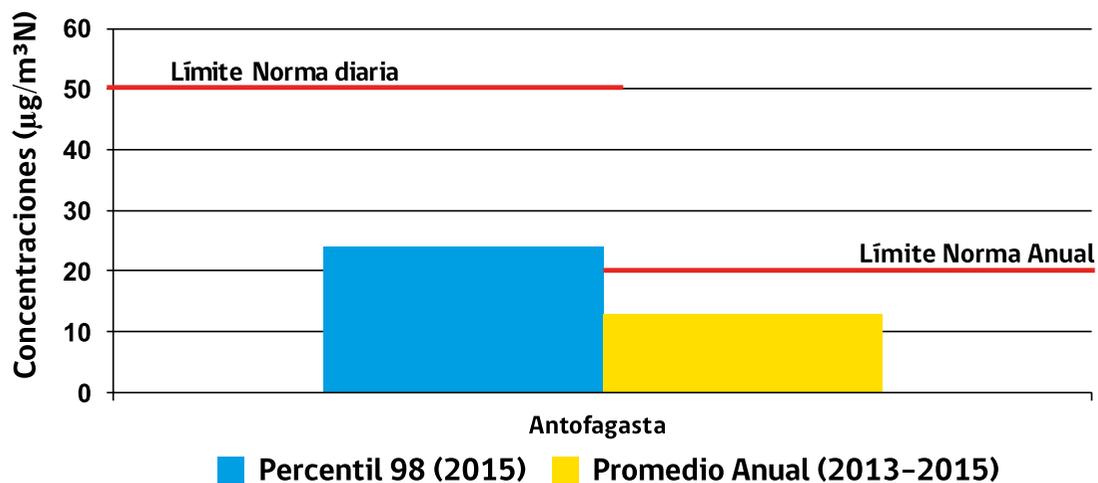


FIGURA 1.10

Cumplimiento de norma diaria (percentil 98) de MP10 en Sector La Negra.

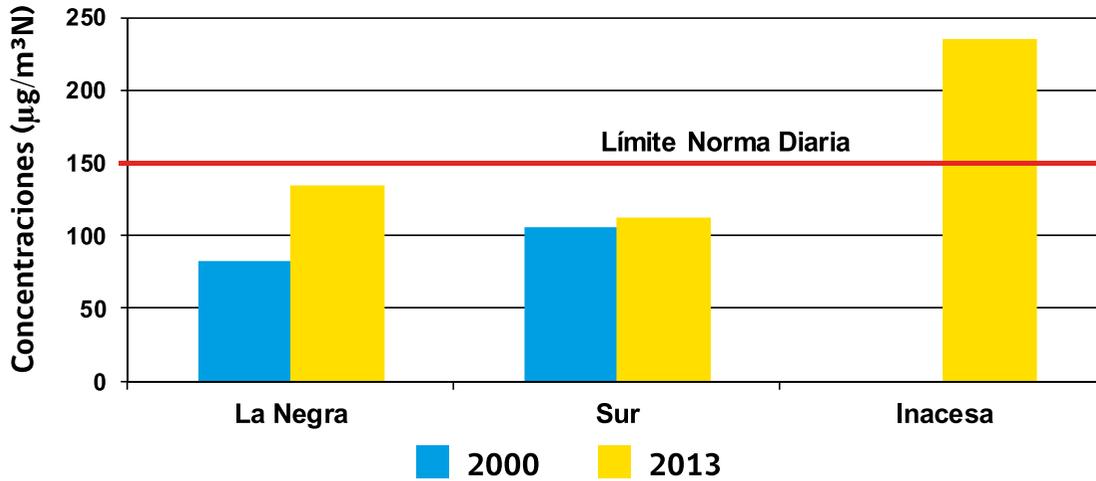
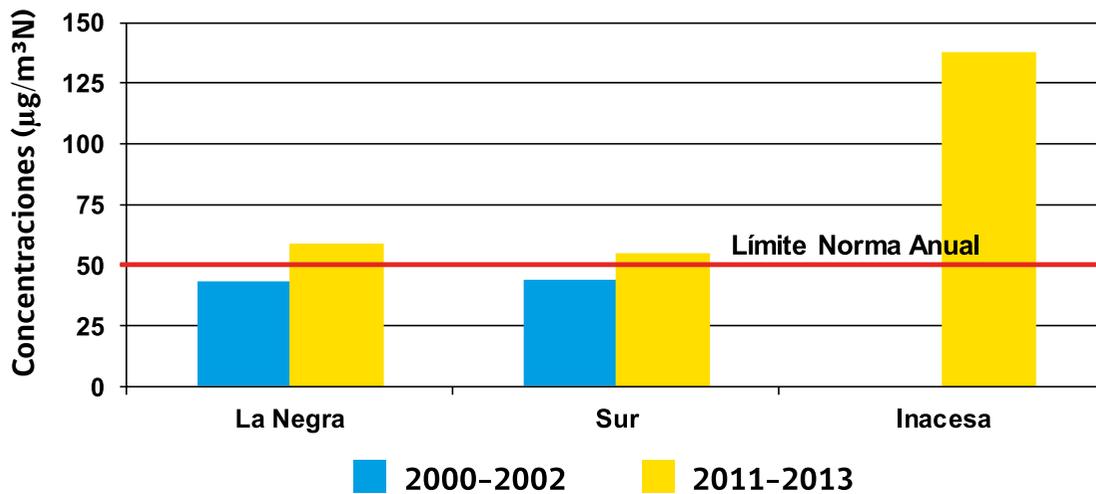
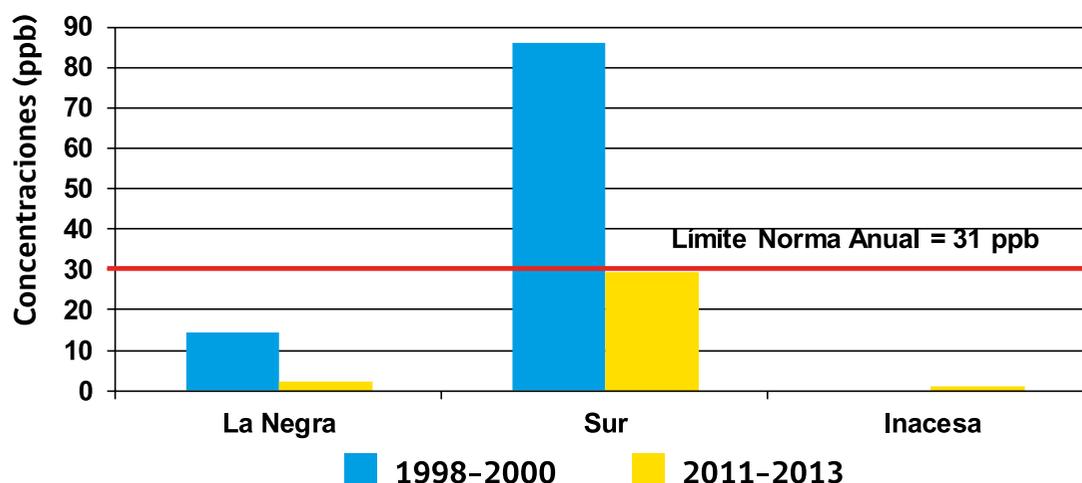


FIGURA 1.11

Cumplimiento de norma anual de MP10 en Sector La Negra



Para el SO₂, a diferencia de MP10, de acuerdo a la Figura 1.12, se aprecia una fuerte disminución de las concentraciones en las estaciones La Negra y Sur cercanas a la fundición Altonorte. En el año 2013 las concentraciones trianuales en la estación Sur son menores a la norma anual, pero en rango de latencia (sobre 80% de la norma). La Negra e Inacesa tienen promedios trianuales menores al 10% de la norma.

FIGURA 1.12**Cumplimiento de norma anual de SO₂ en Sector La Negra - Antofagasta.**

En el resto de las estaciones de la Comuna de Antofagasta las concentraciones medidas en la ciudad, presentan niveles bastante menores a las normas, en sector Coviefi las concentraciones de SO₂ son menores al 10% de los valores normados.

1.4.2 Calidad de aire en la Comuna de Calama

La comuna de Calama durante los últimos años ha experimentado un fuerte crecimiento poblacional, producto del traslado de la población de Chuquicamata a Calama y de la llegada de inmigrantes, alcanzando a 176.459 habitantes según estimación de INE para el año 2015. Se realiza monitoreo de calidad de aire (MP10, MP2.5 y SO₂) en la ciudad de Calama, en Chuquicamata, Chiu-chiu y otras localidades.

La ciudad de Calama fue declarada Saturada por norma anual de MP10 el 30 de mayo de 2009 (Decreto Supremo N° 57/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia), pero a la fecha no se ha elaborado un plan de descontaminación.

En la ciudad de Calama, las primeras estaciones fueron ubicadas en Villa Ayquina y Villa Caspana, pero por pérdida de la representatividad poblacional del sector fueron reubicadas en otras zonas de la ciudad (SML y Hospital del Cobre). Además, un plan de gestión de calidad de aire incorporó las estaciones Centro, Colegio Pedro Vergara Keller (PVK) y Club Deportivo 23 de Marzo en el año 2012. Por este motivo, la dispar información disponible para las estaciones dificulta una comparación de las concentraciones entre los años contemplados en el presente estudio.

La Figura 1.13 muestra que la norma diaria se cumple en todas las estaciones durante el período de análisis, incluso las concentraciones han disminuido en los últimos años. En Cambio, la Figura 1.14 muestra que la norma anual es superada en las estaciones SML y PVK, en esta figura no se aprecia una disminución a nivel de promedios anuales.

FIGURA 1.13

Cumplimiento de norma diaria (percentil 98) de MP10 en Calama

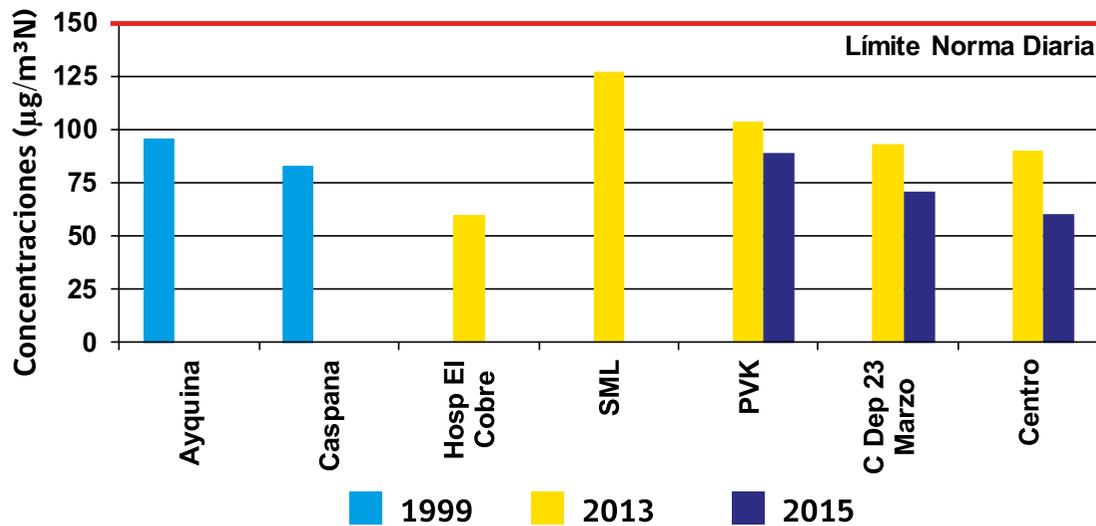
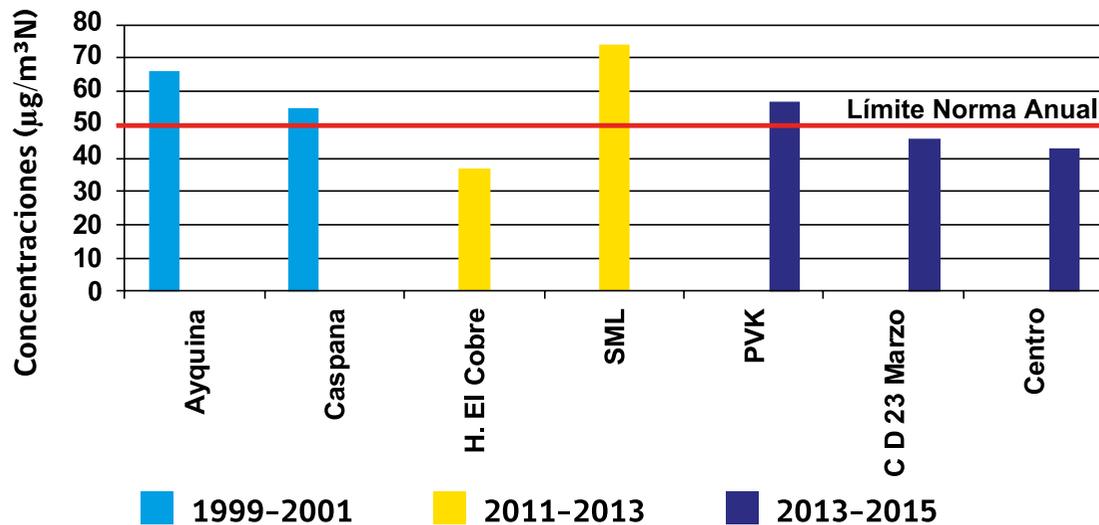


FIGURA 1.14

Cumplimiento de norma anual de MP10 en Calama



Las concentraciones de SO₂ registradas en Calama son bastante inferiores a los valores normados, incluso menores a un 5% de la norma anual.

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

En el año 1991 la zona fue declarada saturada por SO₂ y PM₁₀ según el D.S. N° 185 del Ministerio de Minería, estableciendo un plan de descontaminación en el año 2003 aprobado por D.S. N° 132 del mismo ministerio (reformulado en el año 2001 con D.S. N°206 del MINSEGPRES). Debido al mejoramiento de la calidad de aire, en abril de 2005 se declaró zona latente por SO₂ mediante D.S. 55 de MINSEGPRES. En mayo de 2008, la resolución 1572 de la autoridad sanitaria estableció que las estaciones San José y Aukahuasi dejaban de tener representatividad poblacional por avance de las faenas mineras y traslado de la población a Calama. A fines del 2008 el lugar de ubicación de la estación San José quedó tapado por los botaderos de estériles. El avance de las faenas mineras ha significado un aumento de las concentraciones de MP₁₀ en Aukahuasi, tanto en las concentraciones diarias como anuales incluso por sobre las normas de acuerdo a la Figura 1.15 y la Figura 1.16.

Las figuras siguientes ilustran la evolución de las concentraciones de MP₁₀ y SO₂ respecto a las normas. Desde el año 2008 no se está reportando las concentraciones de Material Particulado de la estación San José.

FIGURA 1.15

Cumplimiento de norma diaria (percentil 98) de MP₁₀ en Chuquicamata

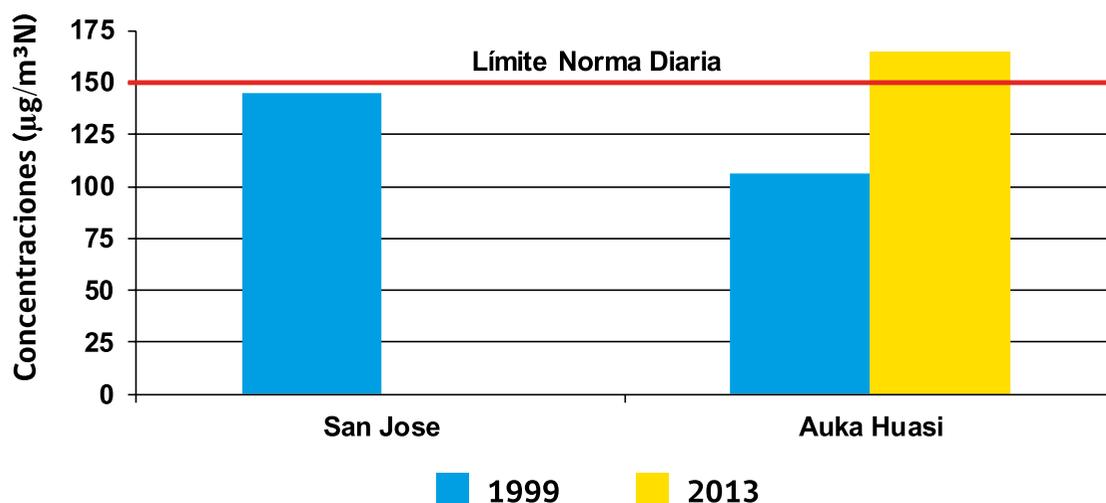


FIGURA 1.16

Cumplimiento de norma anual de MP₁₀ en Chuquicamata

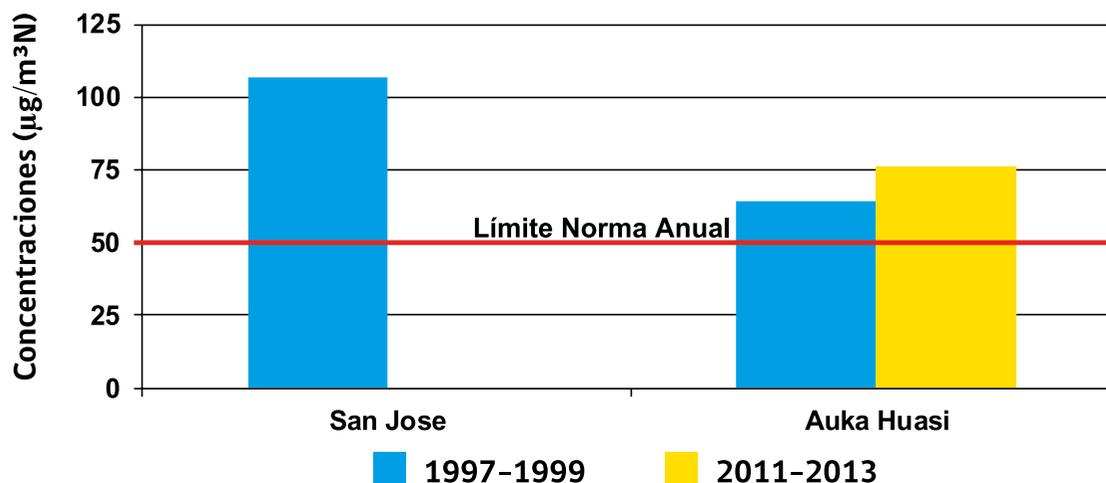
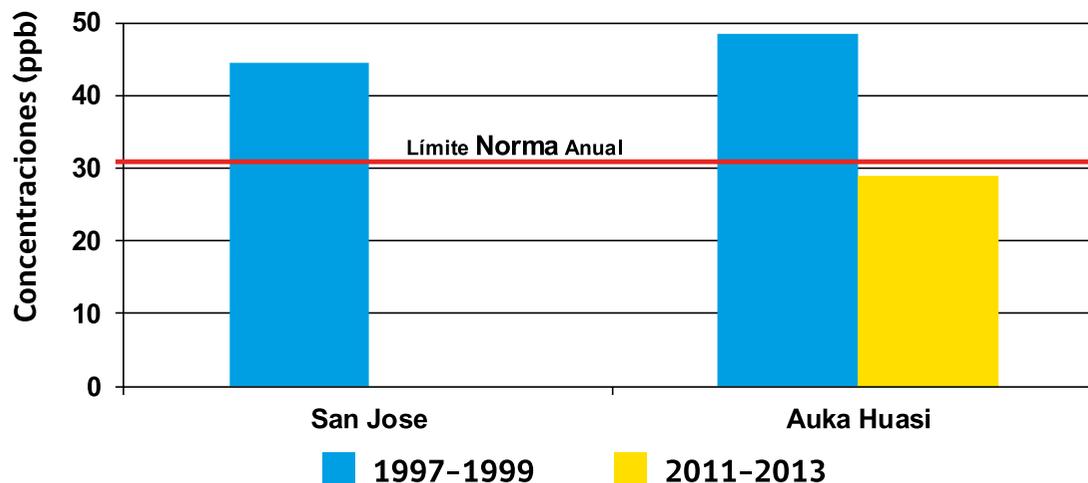


FIGURA 1.17**Cumplimiento de norma anual de SO₂ Chuquicamata**

De acuerdo a lo ilustrado en la Figura 1.17, a pesar de la pérdida de representación poblacional de la estación Aukahuasi en el año 2008, durante el año 2013 se cumple la norma anual de SO₂.

1.4.3 Calidad de aire en María Elena y Pedro de Valdivia

La población residente en la localidad de María Elena, en el área circundante a la Planta de Producción de María Elena de propiedad de la Sociedad Química y Minera de Chile S.A, alcanza a aproximadamente unas 9.000 personas. En el año 1993 mediante el D.S. 1.162 del Ministerio de Salud se declaró zona saturada por material particulado respirable (MP10) a las localidades de María Elena y Pedro de Valdivia. En 1998 el D.S. 164 del MINSEGPRES estableció un plan de descontaminación atmosférica (PDA) para esas localidades. El plan fue modificado en el año 2004 mediante el D.S. 37 de MINSEGPRES, en el que se estableció una meta de emisión de 900 ton/año desde abril de 2004 y 180 ton/año desde abril de 2006.

Actualmente, al monitoreo histórico de MP10 realizado en las estaciones Hospital e Iglesia, se sumó la estación Sur en enero de 2009.

En la Figura 1.18 y en la Figura 1.19, se muestra que las concentraciones diarias y anuales de MP10 de los últimos años, son bastante inferiores respecto a las registradas en el año 2000, incluso menores a la norma diaria y muy cercana al cumplimiento de la norma anual. Las menores concentraciones de los últimos años, además de las mejoras en el proceso productivo tienen relación con la detención temporal de la faena minera y plantas asociadas a la operación minera de El Toco desde febrero de 2010.

FIGURA 1.18

Cumplimiento de norma diaria (percentil 98) de MP10, sector María Elena.

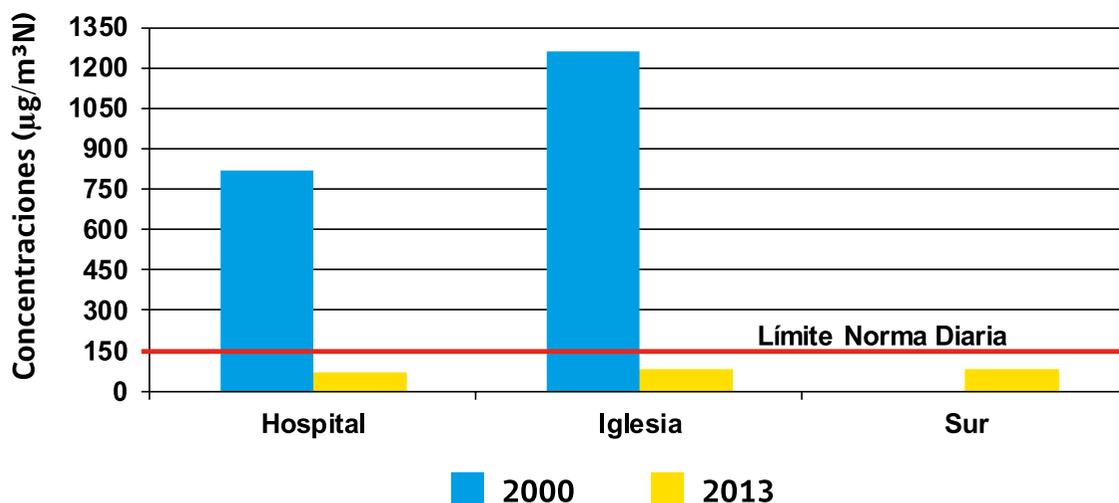
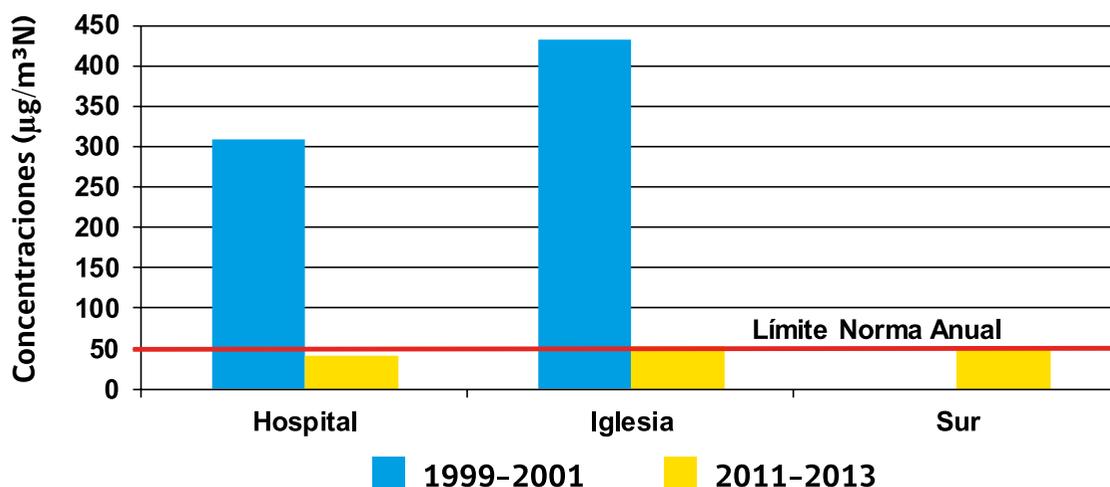


FIGURA 1.19

Cumplimiento de norma anual de MP10 en sector María Elena.



1.4.4 Calidad de aire en Comuna de Tocopilla

Las principales fuentes emisoras en Tocopilla corresponden a las centrales termoeléctricas (Electroandina y Norgener), tratamiento de minerales oxidados (Lipased), tratamiento de agroquímicos (SQM) y el polvo resuspendido. (DICTUC, 2006; Sanhueza, 2008)

Tocopilla fue declarada Zona Saturada por concentración anual de MP10 en octubre de 2007 (D.S. N° 50 de MINSEGPRES). En el año 2010 mediante el D.S. N°79/2010 de MINSEGPRES se estableció un Plan de Descontaminación (PDA).

A fines de los 90s, la medición de la calidad de aire (MP10 y SO₂) se realizaba en dos estaciones (Escuela E10 y Estación Gobernación). Posteriormente, como una de las medidas del plan de descontaminación, en el año 2011 se realizó un redi-

seño de la red y de las variables a monitorear, mejorando las estaciones E10 y Gobernación e incorporando las estaciones Lipesed y Gendarmería.

Gracias al PDA, tanto las concentraciones diarias y anuales de MP10 muestran una disminución al usar la estación E10 para comparación (ver Figura 1.20 y Figura 1.21)

FIGURA 1.20

Cumplimiento de norma diaria (percentil 98) de MP10 en Tocopilla.

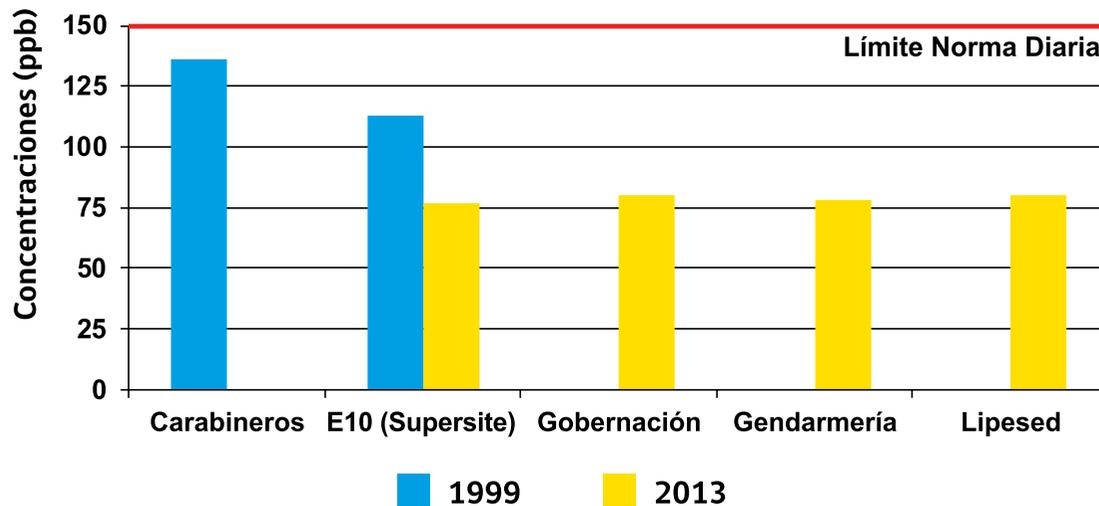
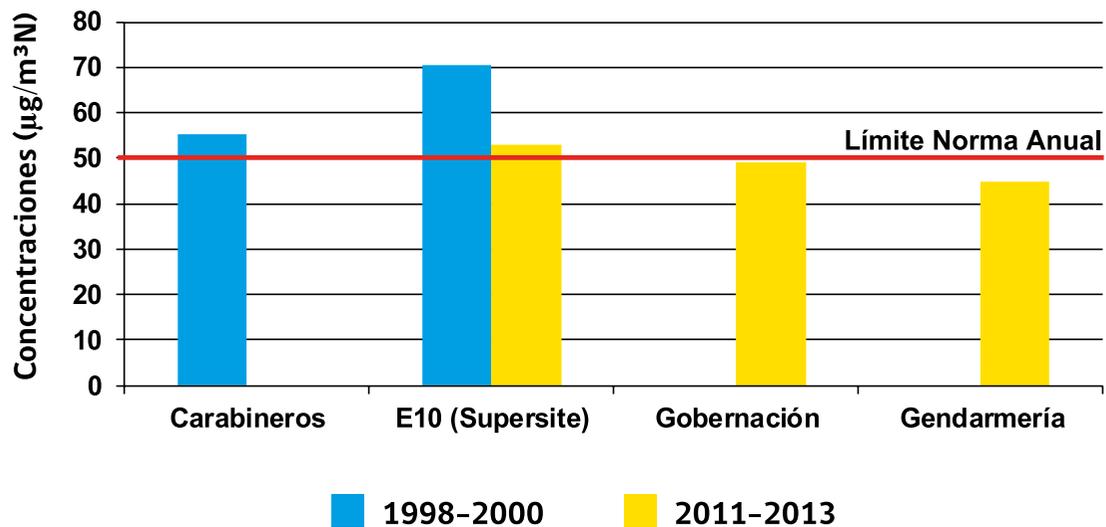


FIGURA 1.21

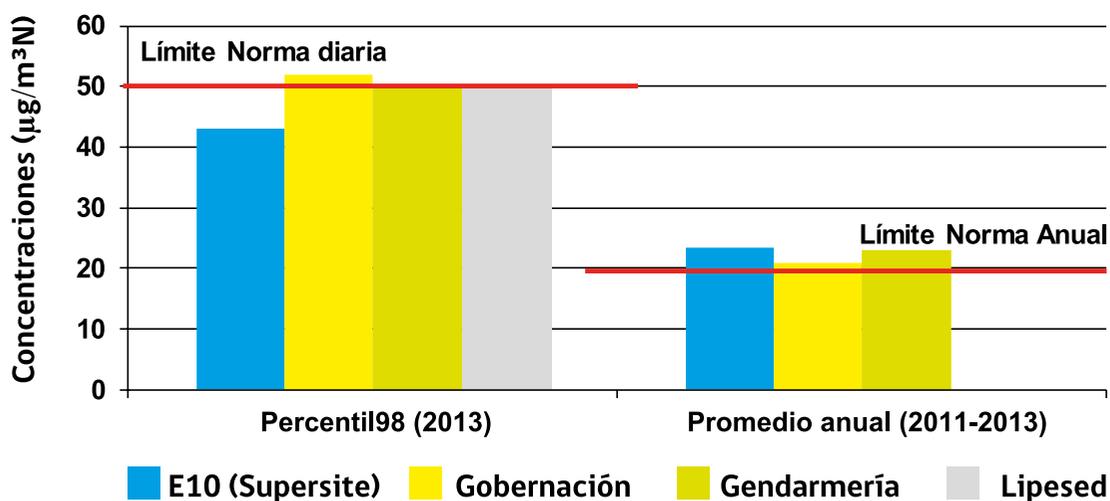
Cumplimiento de norma anual de MP10 en Tocopilla



Para el año 2013 la norma anual de MP10 es superada solamente en la estación E10, pero con un valor muy cercano al límite (53 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

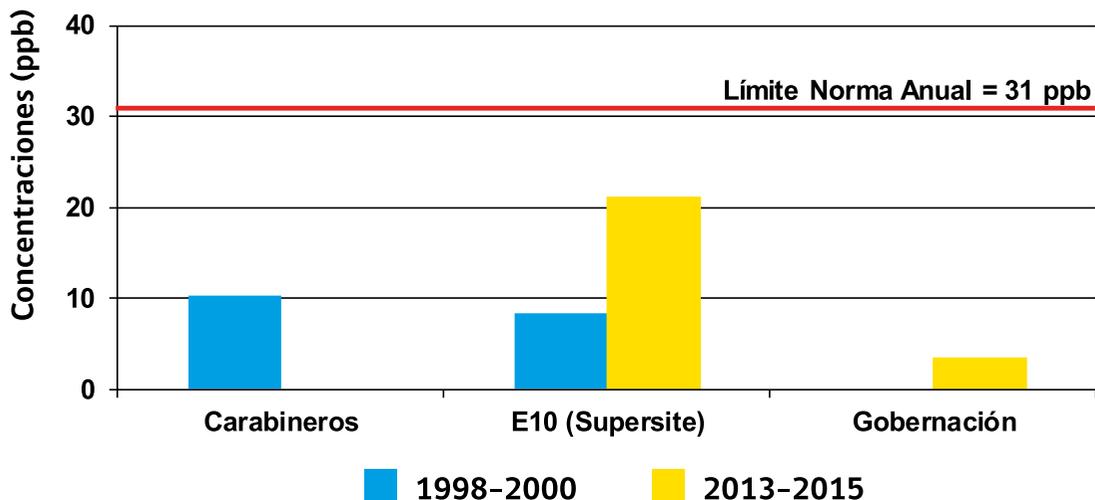
La Figura 1.22 muestra que las concentraciones diarias de MP2.5 superan la norma diaria para el año 2013 en las estaciones Gobernación, Gendarmería y Lipesed. En cambio, la norma anual es superada en todas las estaciones de Tocopilla.

FIGURA 1.22
Cumplimiento de normas de MP2.5 en Tocopilla.



La Figura 1.23 muestra una comparación de las concentraciones de SO₂ en la estación E10, y a diferencia del MP10 donde se apreciaba una disminución, se observa un aumento de los promedios anuales, aunque los niveles se mantienen bajo la norma anual. Este comportamiento podría estar asociado a mayores emisiones de SO₂ desde las centrales termoeléctricas de Tocopilla.

FIGURA 1.23
Porcentaje de norma anual de SO₂ en Tocopilla



1.4.5 Calidad de aire en Mejillones

En Mejillones existe un sector industrial en el cual se han instalado varias centrales termoeléctricas (a gas natural, petróleo y carbón), una planta de amoníaco de ENAEX, plantas de procesamiento de pescado y un Terminal portuario. La instalación de fuentes emisoras en el sector industrial está favorecida por el régimen de vientos que dirige las emisiones desde el sector industrial hacia el mar, alejándolas de la zona poblada de Mejillones.

El aumento de fuentes emisoras se ha traducido en un aumento de estaciones de monitoreo, transformando a Mejillones en una de las zonas con mayor densidad de estaciones de monitoreo por habitante, de dos estaciones iniciales (Bomberos y Ferrocarril) se ha aumentado hasta unas 8 estaciones. La comparación para las estaciones Ferrocarril y Bomberos, ilustrada en la Figura 1.24 y en la Figura 1.25, muestra un aumento del orden de un 100% del percentil 98 de las concentraciones diarias de MP10 y un leve aumento del promedio anual. Sin embargo, en todas las estaciones las concentraciones de MP10 son inferiores a las normas primarias.

FIGURA 1.24

Cumplimiento de norma diaria (percentil 98) de MP10 en Mejillones

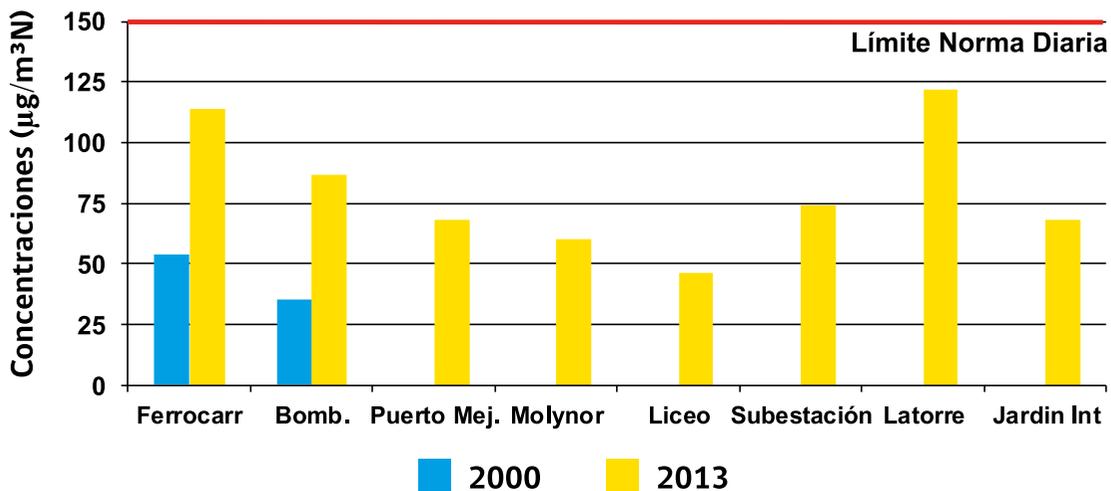
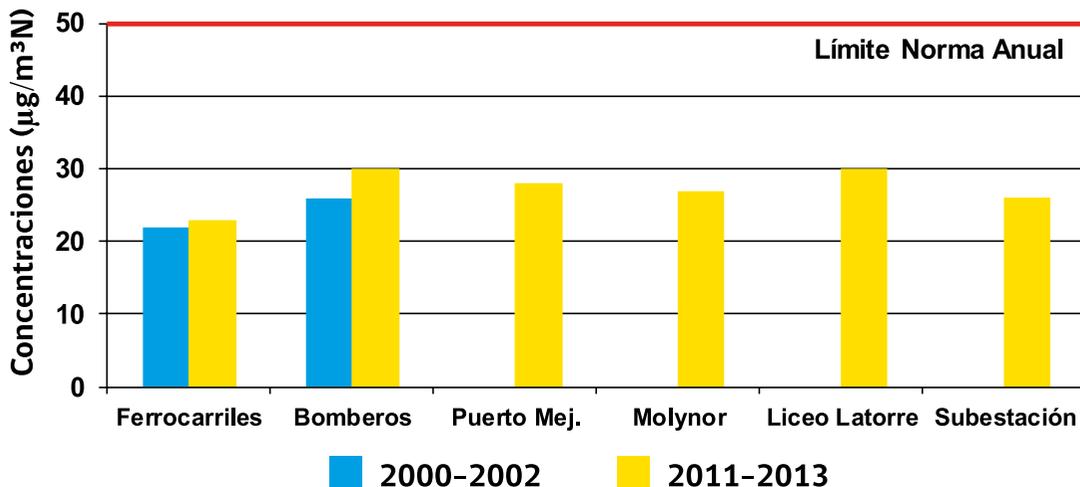


FIGURA 1.25

Cumplimiento de norma anual de MP10 en Mejillones



Por otro lado, las concentraciones de SO₂, O₃, NO₂ y CO medidas en la zona poblada de Mejillones son muy inferiores a los valores normados, alrededor de un 15%.

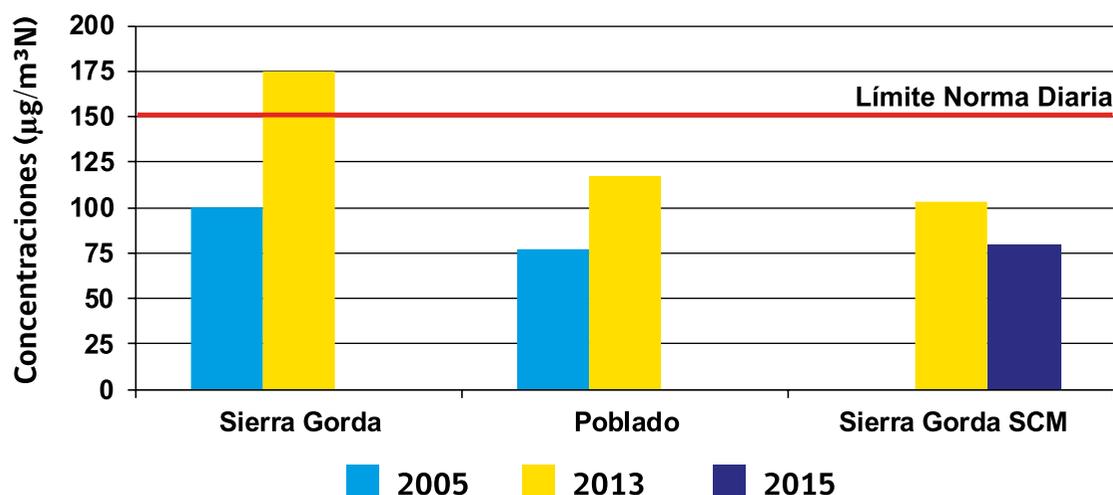
1.4.6 Calidad de aire en Comuna de Sierra Gorda

En la zona poblada de la comuna de Sierra Gorda se realiza monitoreo en 3 estaciones muy cercanas entre ellas (distancias cercanas a 500m).

La información disponible, de acuerdo a la Figura 1.26, muestra un aumento del percentil 98 de las concentraciones diarias de MP10 en las estaciones Sierra Gorda y Poblado, incluso en la estación Sierra Gorda se supera la norma diaria el año 2013.

FIGURA 1.26

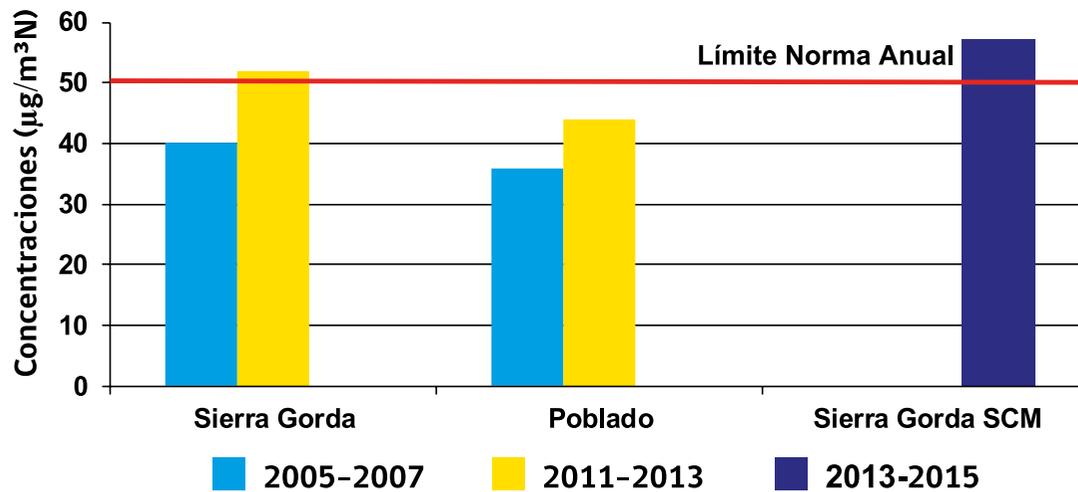
Cumplimiento de norma diaria (percentil 98) de MP10 en Sierra Gorda



La Figura 1.27 muestra que también hay un aumento de los promedios anuales de MP10, incluso llegando a superar la norma anual el año 2013 en la estación Sierra Gorda y el año 2015 en la estación Sierra Gorda SCM. El aumento de las concentraciones de MP10 podría estar relacionado con un aumento de las emisiones por mayor actividad minera local y con mayor circulación de vehículos por la zona poblada asociada a la actividad minera.

FIGURA 1.27

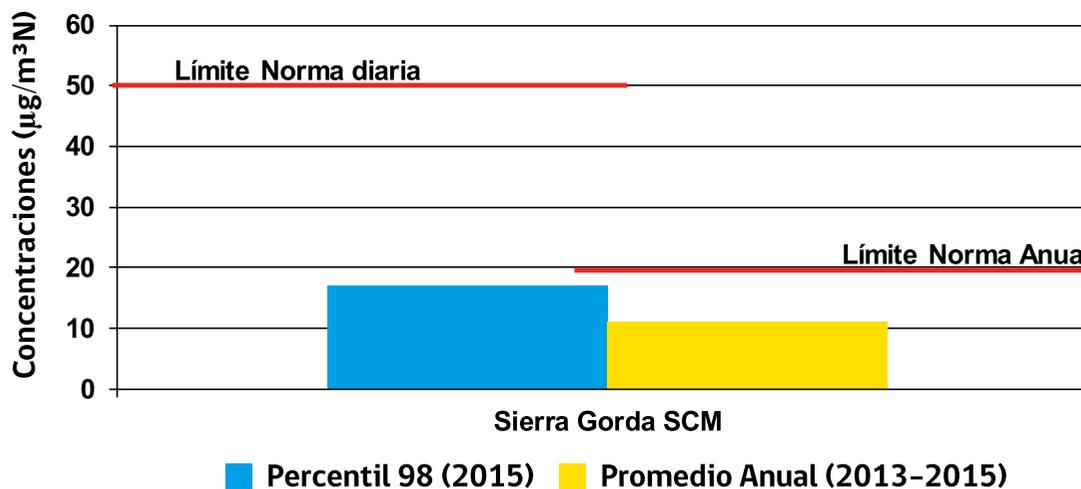
Cumplimiento de norma anual de MP10 en Sierra Gorda



La medición de material particulado fino (MP2.5) en la estación Sierra Gorda SCM muestra que las concentraciones diarias y anual, son menores a la norma, situación ilustrada en la Figura 1.28.

FIGURA 1.28

Cumplimiento de normas de MP2.5 en Sierra Gorda



1.4.7 Calidad de aire en Comuna de Taltal

En la localidad de Paposo, a 56 Km al Norte de Taltal se encuentra una central termoeléctrica a gas natural de Endesa. Desde el año 2000 se monitorea MP10, NOx y O3 en dos estaciones: Paposo y punto de Máximo Impacto.

De acuerdo a lo presentado en la Figura 1.30, las concentraciones diarias y anuales han registrado un leve aumento en la estación Paposo, pero un marcado descenso en la estación Máximo Impacto. Sin embargo, los niveles son inferiores al 80% de las normas en ambas estaciones.

FIGURA 1.29

Cumplimiento de norma diaria (percentil 98) de MP10 en Paposo

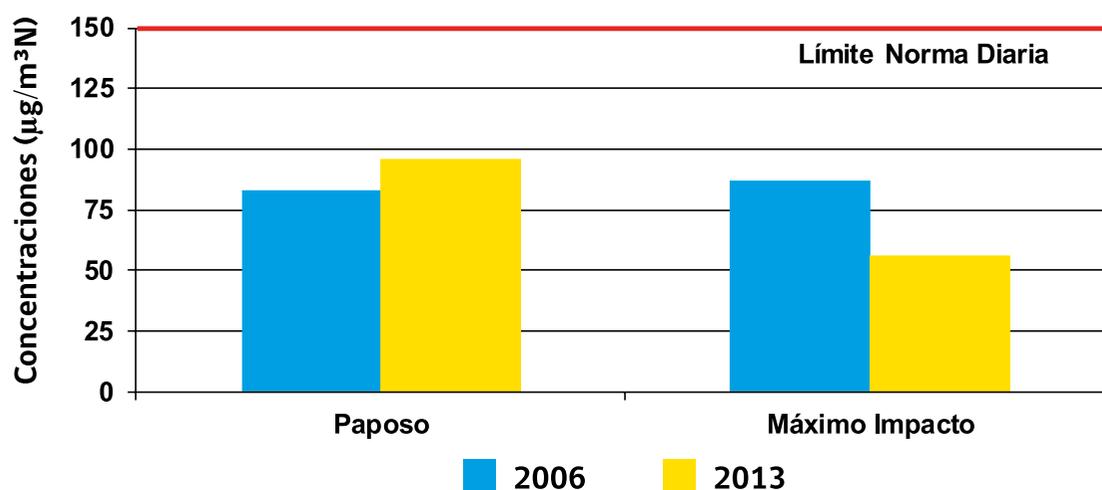
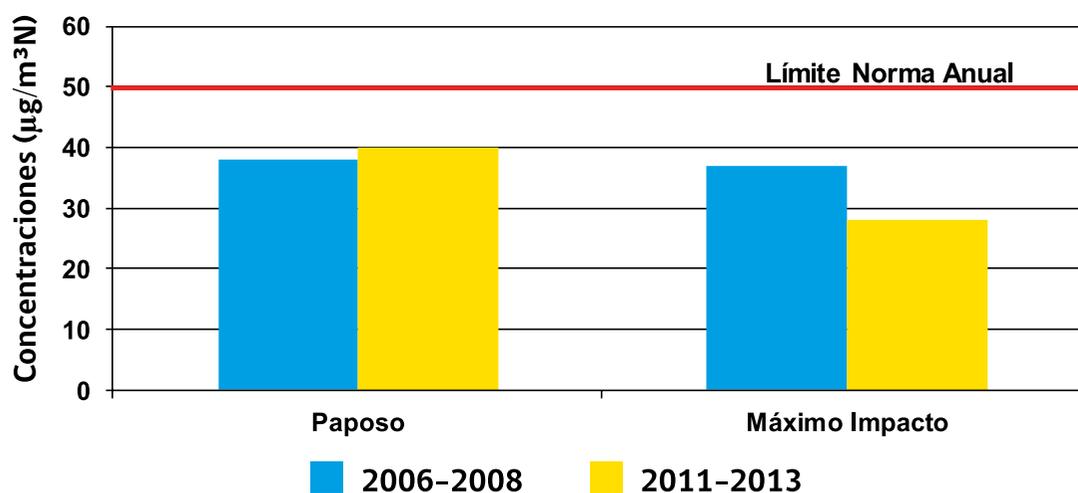
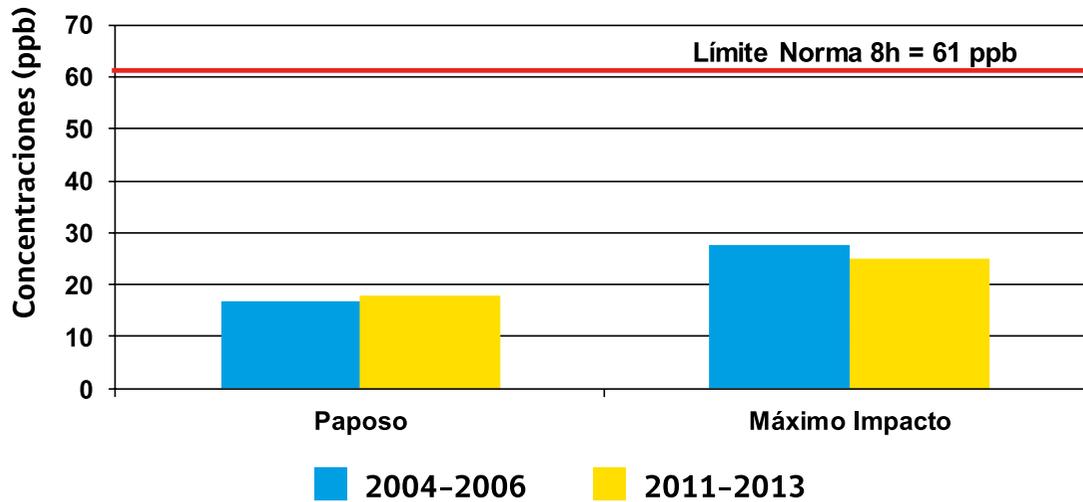


FIGURA 1.30

Cumplimiento de norma anual de MP10 en Paposo.

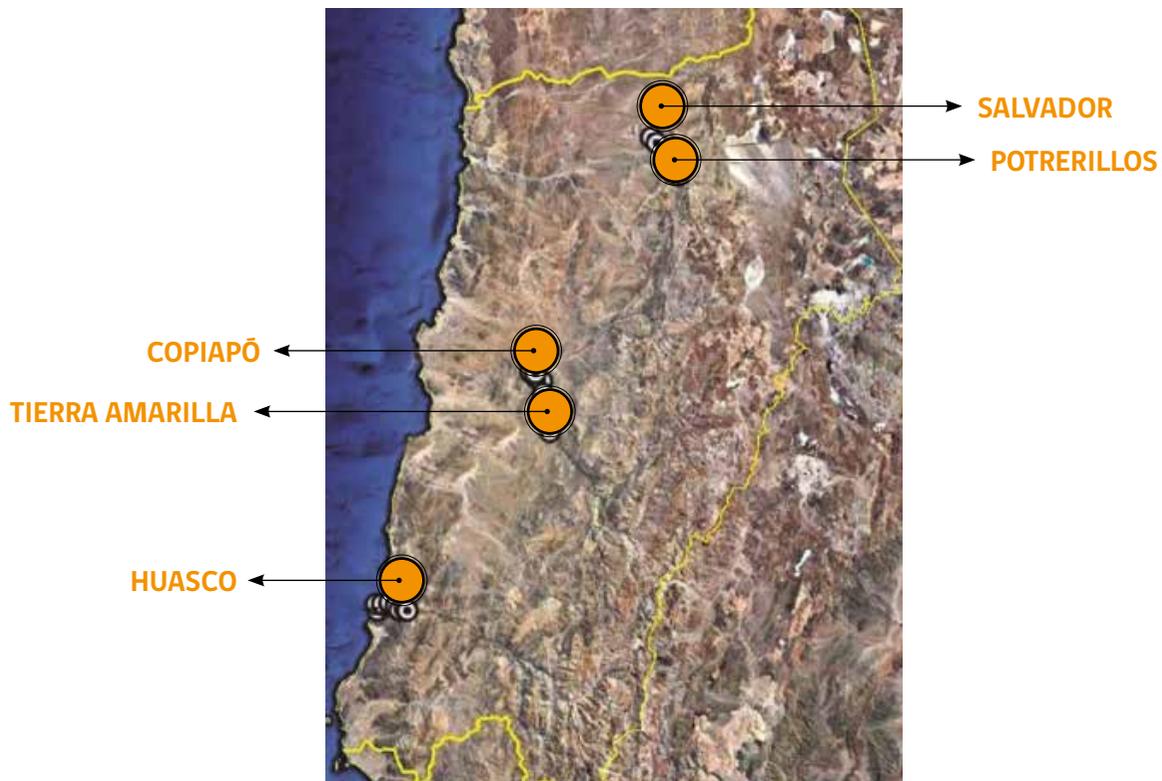


De acuerdo a la Figura 1.31, los niveles de O₃ no han registrado variaciones importantes entre el año 2004 y 2013, con niveles cercanos al 40% de la norma de 8h.

FIGURA 1.31**Cumplimiento de norma de 8h de Ozono en Paposo**

1.5 REGIÓN DE ATACAMA

La Región de Atacama está conformada por las provincias de Chañaral, Copiapó y Huasco. La Región cuenta con una superficie de 75.176 km² y una población estimada por el INE al año 2015 de 312.486 habitantes, lo cual representa un creci-

FIGURA 1.32**Sectores con monitoreo de calidad de aire en la Región de Atacama**

miento cercano a 19% desde el año 1999. En la III Región destacan 3 zonas con problemas de contaminación atmosférica, dos de ellas en el área de influencia de fundiciones de cobre (Paipote y Potrerillos) y la tercera (Huasco) afectada por un complejo termoeléctrico y una planta de hierro. La figura siguiente ilustra los sectores con monitoreo de calidad de aire.

La información de calidad de aire para las estaciones no está disponible para todas las estaciones de la Región o actualizada en SINCA, por lo cual se complementó el análisis con datos obtenidos de los Informes técnicos de Fiscalización de la SMA para las fundiciones y el Estudio "Antecedentes para Elaborar el Plan de Prevención de la Localidad de Huasco".

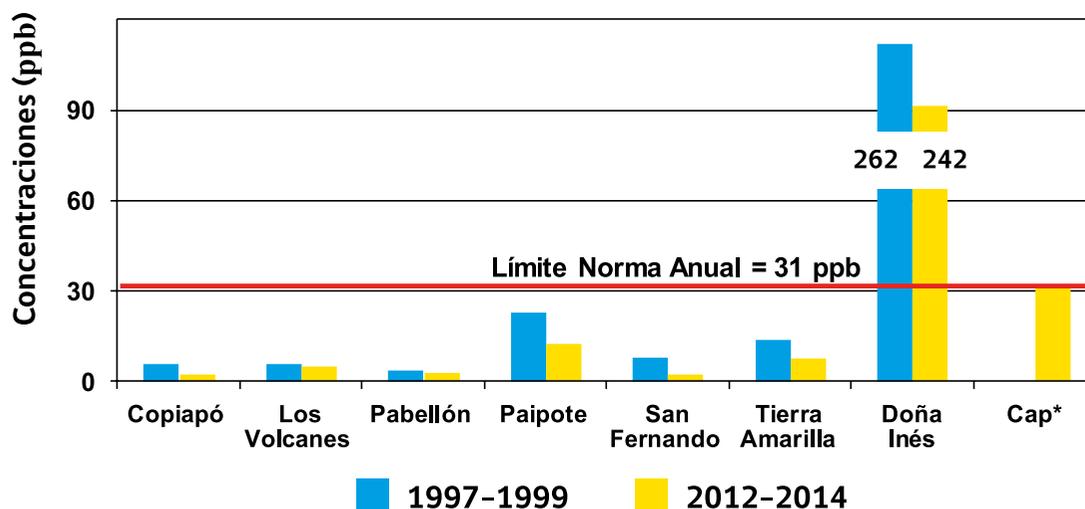
En el año 1997, el D.S. 18 de MINSEGPRES declaró el área de la Fundición Potrerillos zona saturada por SO₂ y material particulado. En el año 1999, el D.S. N° 179 de MINSEGPRES estableció un Plan de Descontaminación (PDA) para la zona circundante a la Fundición de Potrerillos, exigiendo el cumplimiento de las normas de calidad de aire para SO₂ y MP10 a partir del año 2003. Sin embargo, considerando que el cumplimiento de las normas en Potrerillos no era viable se trasladó la población hacia El Salvador y se habilitó un campamento (CAP) para los trabajadores en un lugar cercano, pero con menor impacto de las emisiones de SO₂, y en el cual se instaló una estación de monitoreo.

De acuerdo a la Figura 1.33, en la estación Doña Inés, a pesar de una reducción en el promedio trianual de SO₂ de 242 ppb para el año 2014 supera ampliamente el valor de la norma anual de 31 ppb. La zona de emplazamiento de la estación debe considerarse de uso industrial, es decir la estación no tiene representación poblacional. También se superan las normas diaria y anual de MP10 en la estación Doña Inés situación ilustrada en la Figura 1.34 y la Figura 1.35.

El área de la Fundición Hernán Videla Lira fue declarada zona saturada por anhídrido sulfuroso (SO₂) en 1993, mediante el D.S. N° 255 del Ministerio de Agricultura. En 1994, mediante el D.S. N°180 de MINSEGPRES se aprueba un Plan de Descontaminación para la Fundición que exige cumplir con las normas de calidad de aire para SO₂ a más tardar el 31 de diciembre de 1999. Las medidas del PDA han permitido una reducción de emisiones y disminución de las concentraciones de SO₂ en todas las estaciones de la red a niveles bajo las normas desde el año 1997, siendo más fuerte esta reducción en las estaciones Paipote y Tierra Amarilla. En las estaciones Copiapó, Los Volcanes y Pabellón las concentraciones anuales son inferiores al 10% de la norma de SO₂, situación ilustrada en la Figura 1.33.

FIGURA 1.33

Cumplimiento de norma anual de SO₂, en estaciones de Paipote y Potrerillos



La implementación de los planes de descontaminación orientados principalmente al control de las emisiones de SO₂ no ha tenido efectos en la reducción de las concentraciones de MP₁₀, lo cual queda demostrado en la Figura 1.35 que muestra para el período 2012–2014 un aumento de las concentraciones anuales en todas las estaciones respecto a los niveles del período 2001–2003, incluso superando la norma anual de MP₁₀ en las estaciones de Paipote, San Fernando y Tierra Amarilla.

FIGURA 1.34

Cumplimiento de norma diaria de MP₁₀, en estaciones de Paipote y Potrerillos

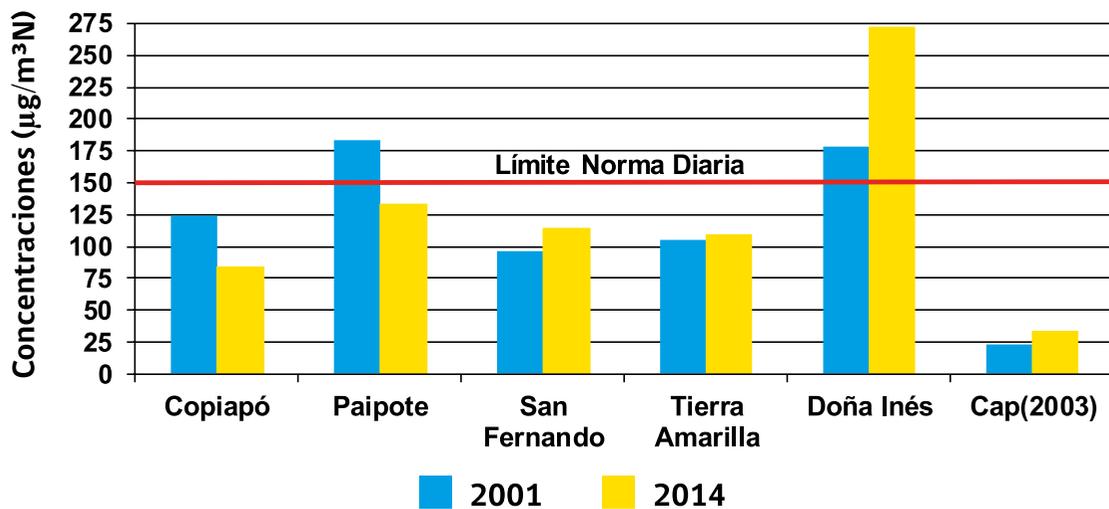
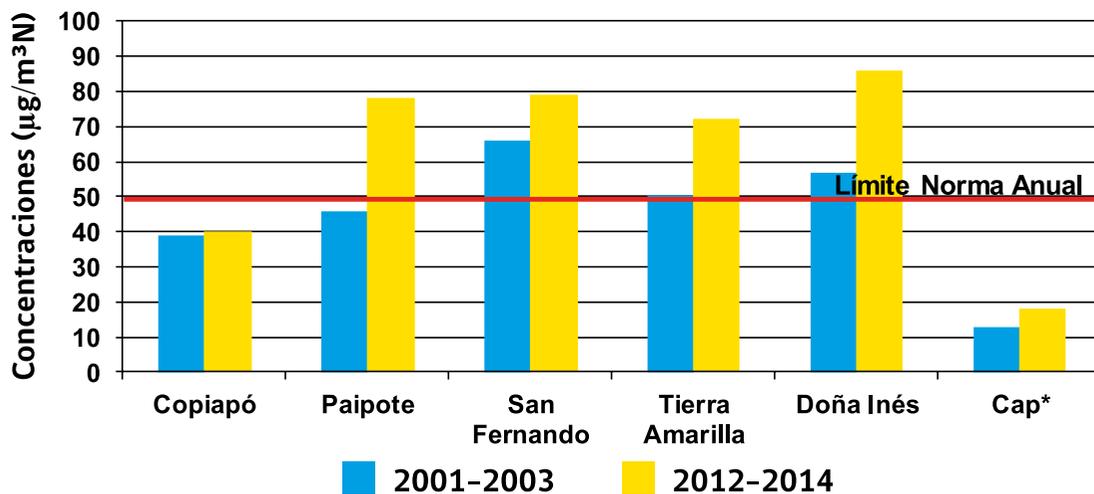


FIGURA 1.35

Cumplimiento de norma anual de MP₁₀, en estaciones de Paipote y Potrerillos



En Huasco se han realizado varios estudios de diagnóstico de la calidad del aire y medidas de gestión de la calidad del aire desde el año 2000, fecha en los cuales los promedios anuales superaban el límite de la norma anual en las estaciones Escuela y Bomberos, según se ilustra en la Figura 1.37. Los promedios de los últimos años se ubican bajo la norma, pero en rango de latencia (mayor al 80% de la norma) por lo cual el 23 de mayo de 2012 mediante el D.S. N°40 del MMA se declaró Zona Latente por norma anual de MP10 a la localidad de Huasco y su zona circundante. Por otro lado, de acuerdo a la Figura 1.36 las concentraciones diarias de MP10 en las estaciones Escuela y Bomberos están bajo el nivel de latencia por MP10.

En las estaciones de monitoreo se realiza la medición de concentraciones de SO₂, pero las concentraciones disponibles en SINCA están bastante incompletas. Esto no permite calcular los indicadores para comparar con las normas, a pesar de esto las concentraciones permiten proyectar promedios anuales inferiores al 50% de las normas, similares a los reportados en el Informe País 2008.

FIGURA 1.36

Cumplimiento de norma diaria de MP10, en estaciones de Huasco

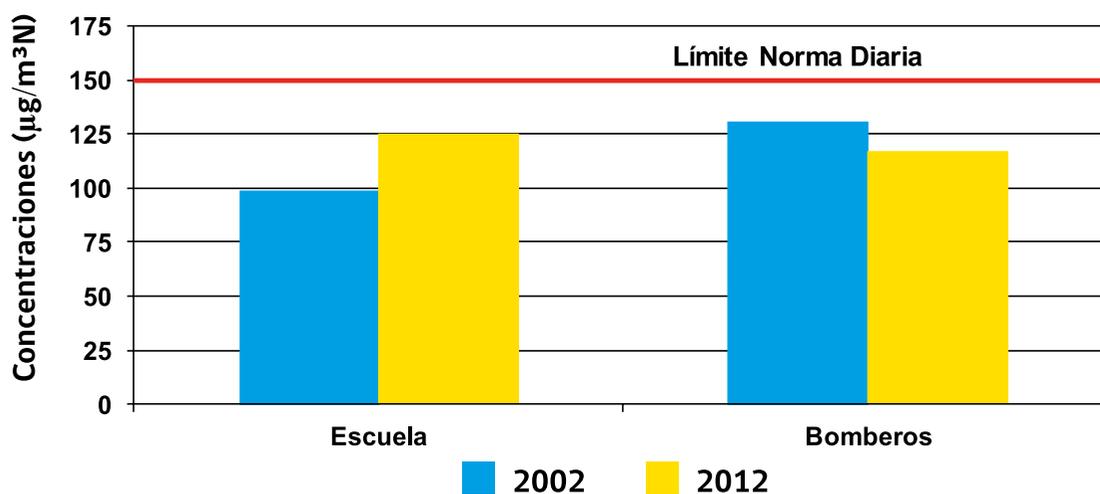
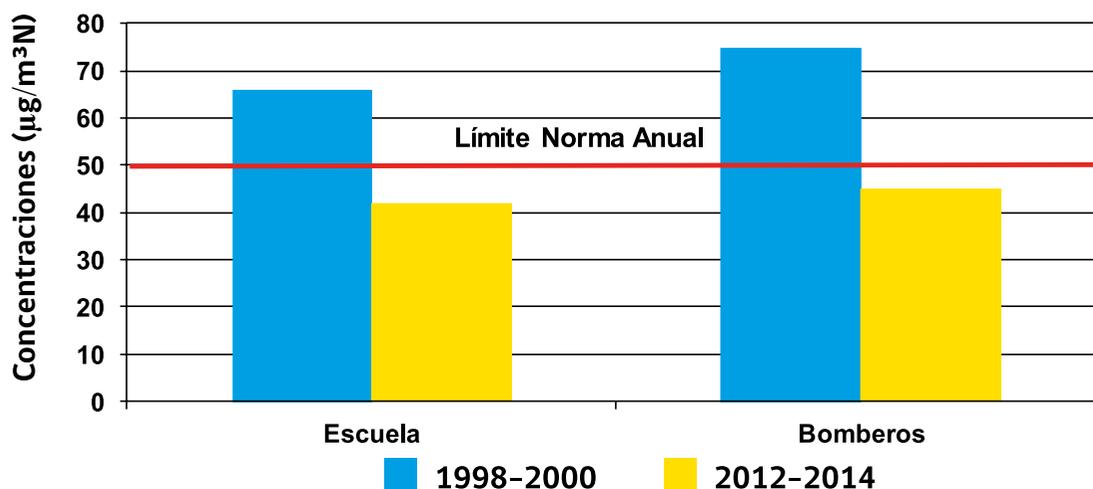


FIGURA 1.37

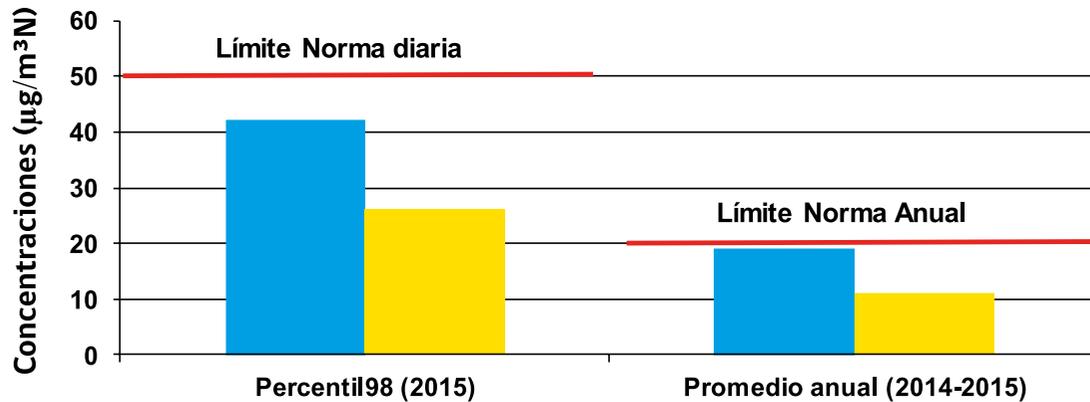
Cumplimiento de norma anual de MP10, en estaciones de Huasco



En octubre de 2013 y julio de 2014 el MMA instaló estaciones de monitoreo en Copiapó y Huasco para medición MP2.5. Las concentraciones registradas no han superado los valores de las normas tanto diaria como anual, pero se ubican en niveles de latencia para Copiapó.

FIGURA 1.38

Cumplimiento de normas diaria y anual de MP2.5 en Copiapó y Huasco



De acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para MP10, MP2.5, SO2 y NOx proviene de las fuentes fijas, aunque llama la atención que las emisiones de MP10 sean menores que MP2.5, es muy probable que el valor asignado a MP10 corresponda a la fracción gruesa es decir (MP10-MP2.5). Por otro lado, CO es emitido principalmente por vehículos en ruta y quema de leña.

CUADRO N° 1.6

Estimación de emisiones para la Región de Atacama

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	529	3514	1469	212752	13625
Emisiones vehículos en ruta	461	82	2782	2	761
Emisiones Quema de leña	88	86	798		4

Fuente: Retc, 2015.

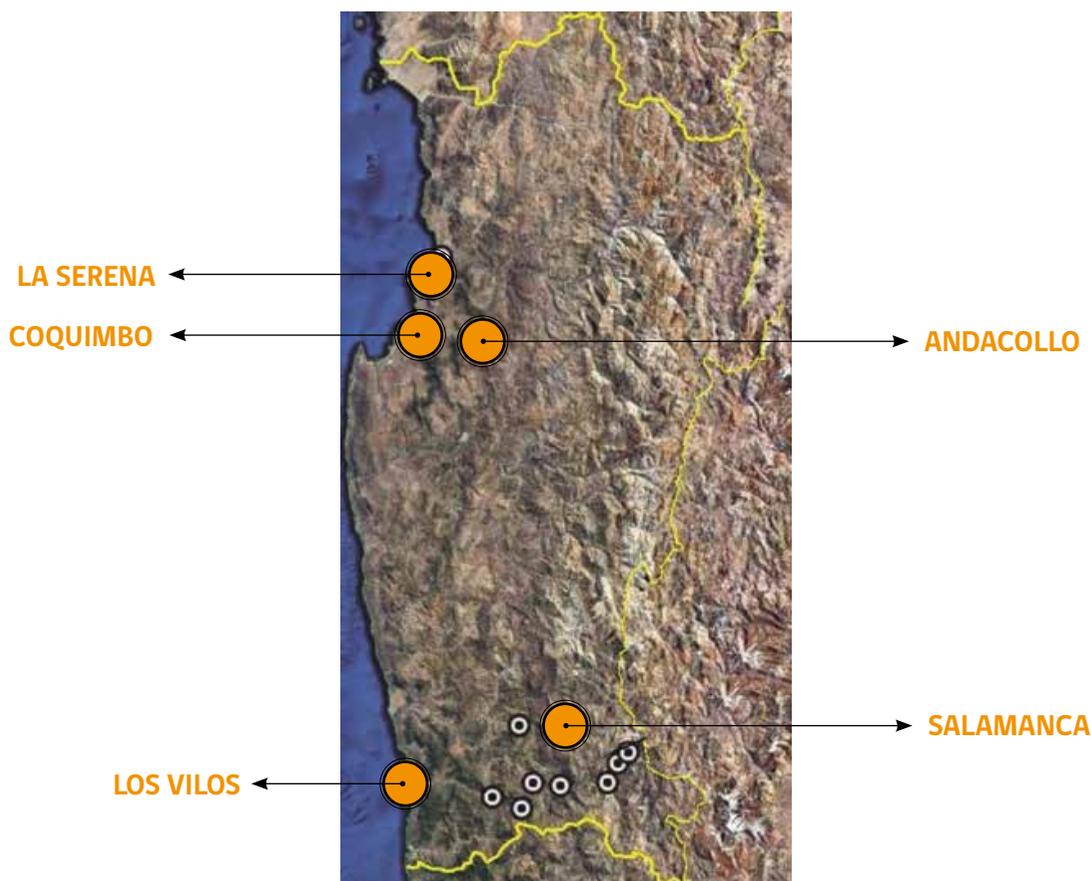
1.6 REGIÓN DE COQUIMBO

La Región de Coquimbo está conformada por las provincias de Elqui, Limarí y Choapa. La Región cuenta con una superficie de 40.580 km² y una población estimada por el INE al año 2015 de 771.085 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 23% desde el año 1999.

En la IV Región se realiza monitoreo de calidad de aire asociado a proyectos mineros en Andacollo (Minera Carmen de Andacollo y Minera Dayton) y en la zona de Salamanca - Los Vilos asociada al seguimiento de Minera Los Pelambres.

FIGURA 1.39

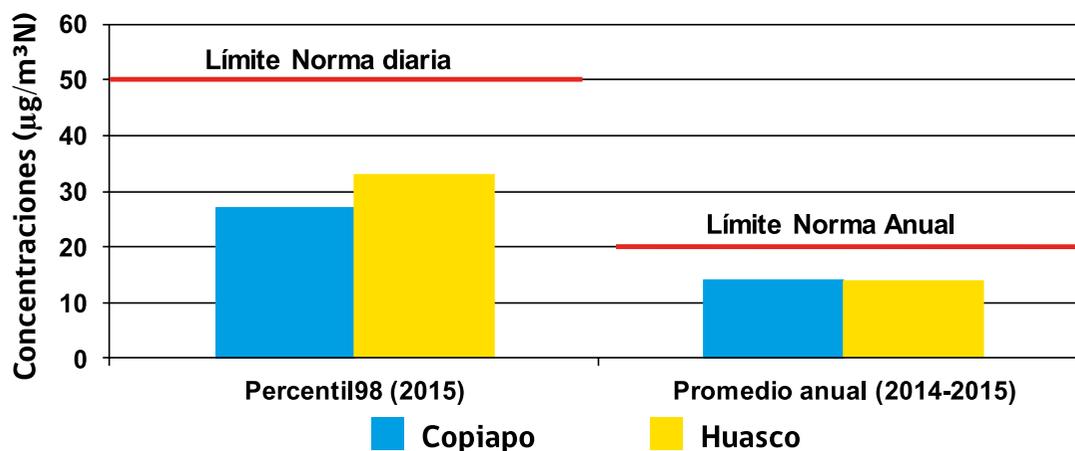
Sectores con monitoreo de calidad de aire en la Región de Coquimbo



En diciembre de 2013, el MMA instaló estaciones de monitoreo en Coquimbo y La Serena para medición MP2.5. Las concentraciones registradas no han superado los valores de las normas tanto diaria como anual, incluso están bajo los niveles de latencia (80% de la norma), de acuerdo a lo ilustrado en la Figura 1.40.

FIGURA 1.40

Cumplimiento de normas diaria y anual de MP2.5 en Coquimbo y La Serena



En el sector de Andacollo se realizan mediciones en las estaciones Chepiquilla, Urmeneta, El Sauce y Hospital. Considerando que en la estación Hospital se habían registrado las concentraciones de MP10 más altas, incluso por sobre las normas (ver Figura 1.41 y Figura 1.42) el MMA instaló una estación a unos metros de la estación Hospital la cual se denominó Andacollo MMA.

El D.S. N°8/2009 de MINSEGPRES declaró a Andacollo y sectores aledaños como zona saturada por norma diaria y anual de MP10. A fines de 2014 el D.S. N°59 del MMA estableció un Plan de descontaminación para Andacollo y sectores aledaños.

De acuerdo a la comparación presentada en Figura 1.41, Figura 1.42 y Figura 1.43 durante los últimos años producto de las medidas del PDA, se ha logrado disminuir tanto el percentil 98 de las concentraciones diarias en la estación Andacollo MMA por niveles bajo la norma diaria como también disminuir el promedio anual en todas las estaciones de Andacollo. Sin embargo, el promedio trianual de MP10 calculado para la estación Andacollo MMA en el año 2015 se mantiene por sobre la norma anual con un valor de $62 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

FIGURA 1.41

Cumplimiento de norma diaria de MP10 en Andacollo.

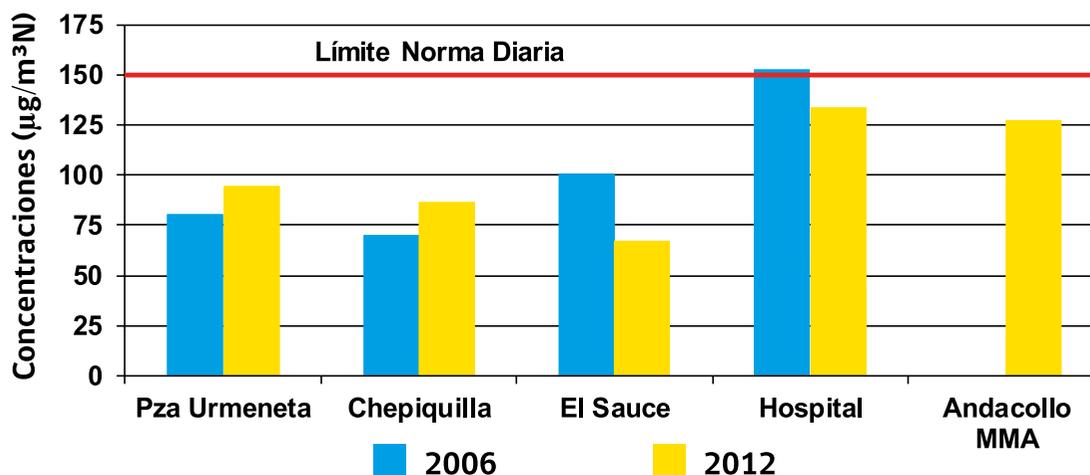
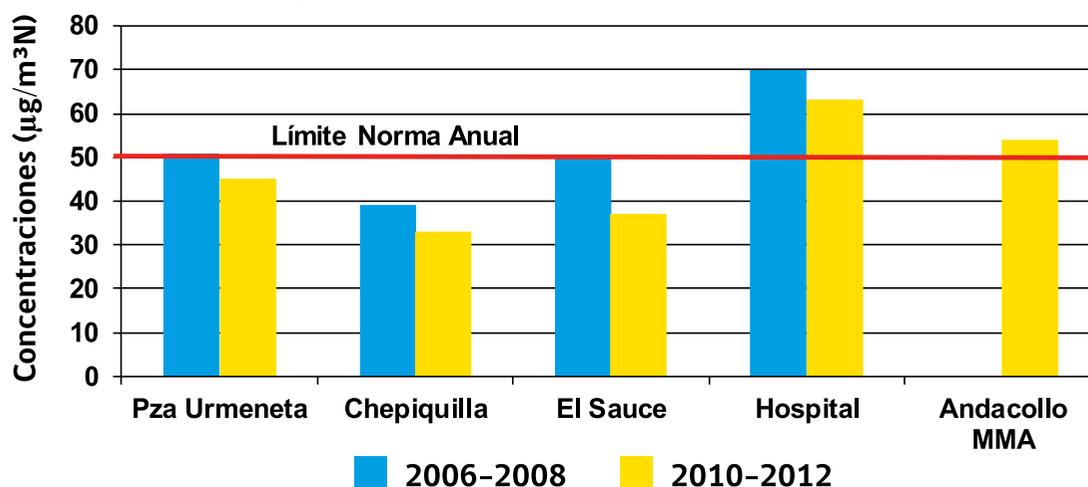


FIGURA 1.42

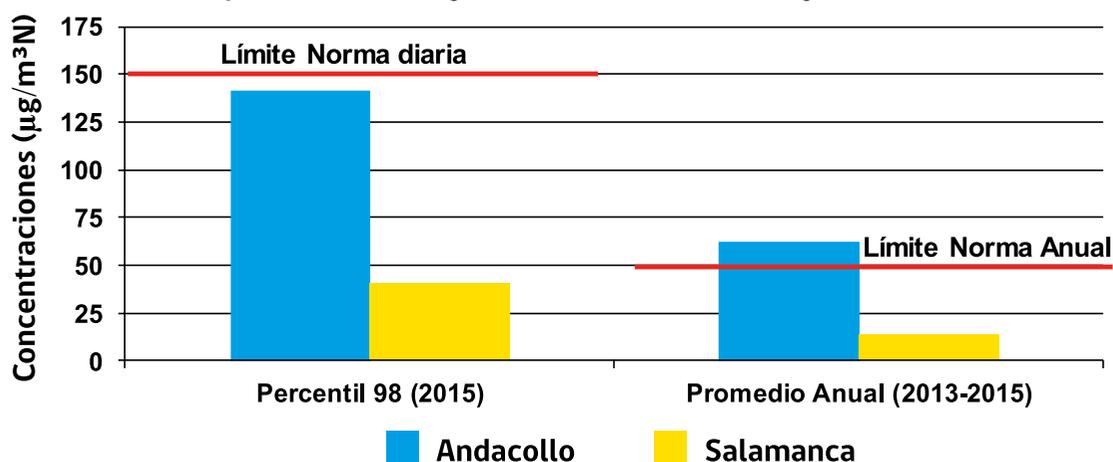
Cumplimiento de Norma anual de MP10 en Andacollo



En la zona de Los Vilos y Salamanca, se realiza monitoreo en las estaciones de la Red de la minera Los Pelambres, pero esta información no está actualizada en SINCA. En Salamanca se reportan datos de una estación operada por el MMA desde el año 2012, las concentraciones de MP10 son menores a un 30% de la norma diaria y anual, según se muestra en la Figura 1.43.

FIGURA 1.43

Cumplimiento de diaria y anual de PM10 en Andacollo y Salamanca



De acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para SO₂ y NO_x proviene de las fuentes fijas. Por otro lado, MP10 y CO es emitido principalmente por vehículos en ruta y el MP2.5 por quema de leña.

CUADRO 1.7

Estimación de emisiones para la Región de Coquimbo

	MP10 Ton/Año	MP2.5 Ton/Año	CO Ton/Año	SO ₂ Ton/Año	NO _x Ton/Año
Fuentes Fijas	940	246	5607	1755	26047
Emisiones vehículos en ruta	1300	239	13532	9	2966
Emisiones Quema de leña	600	583	5414		27

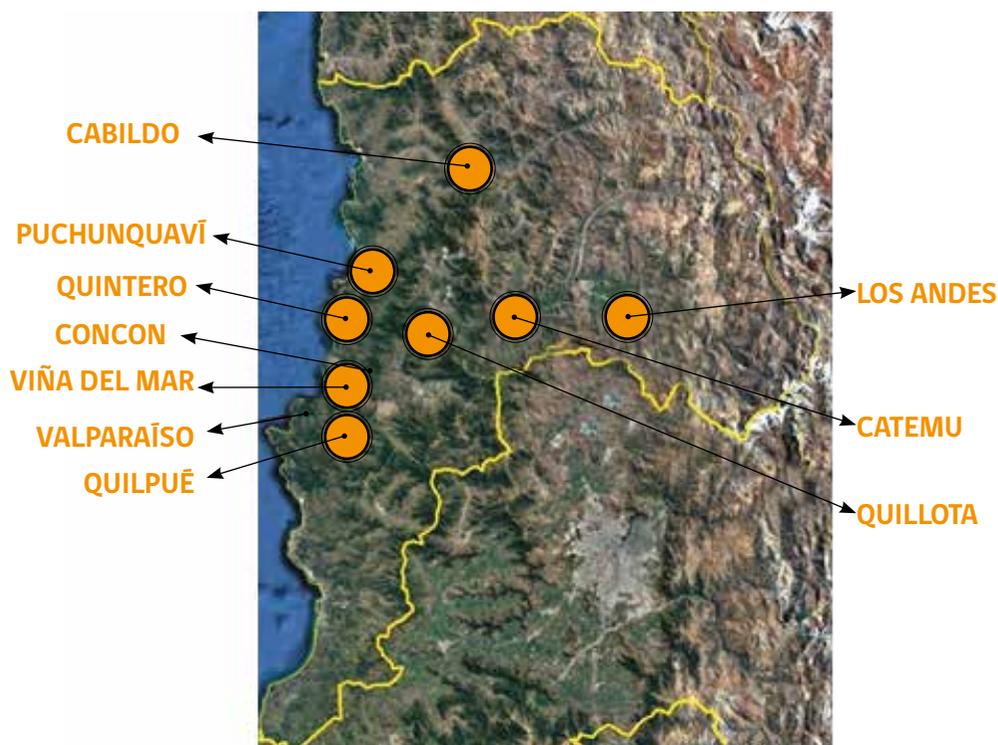
1.7 REGIÓN DE VALPARAÍSO

La Región de Valparaíso está conformada por las provincias de Isla de Pascua, Los Andes, Petorca, Quillota, San Antonio, San Felipe de Aconcagua, Marga Marga y Valparaíso. La Región cuenta con una superficie de 16.396 km² y una población estimada por el INE al año 2015 de 1.825.757 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 14% desde el año 1999.

Existen diversas áreas de monitoreo de calidad de aire asociadas a fuentes emisoras sometidas a regulaciones. Las más importantes, por la magnitud de sus emisiones, corresponden al complejo industrial Ventanas (fundición y refinera de cobre, central termoeléctrica) y la Fundición Chagres. La Figura 1.44 siguiente ilustra los principales sectores con estaciones de monitoreo.

FIGURA 1.44

Sectores con monitoreo de calidad de aire en la Región de Valparaíso



La localidad de Chagres, comuna de Catemu, fue declarada zona latente por SO₂ en el D.S. N° 185 de 1991 del Ministerio de Minería.

El Complejo Industrial Ventanas cuenta con un Plan de Descontaminación oficial desde 1992 (D.S. N° 252 del Ministerio de Minería), y gran parte de las comunas de Quintero y Puchuncaví están declaradas como zonas saturadas por SO₂ y MP₁₀ desde 1994 (D.S. N° 346 del Ministerio de Agricultura). En marzo de 2015, el D.S. N°10 del MMA declara zona saturada por norma anual de MP_{2.5}, zona latente por norma diaria de MP_{2.5} y zona latente por norma anual de MP₁₀ a las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví.

A las zonas anteriores se agregan las fuentes reguladas por Resolución de Calificación Ambiental (RCA), que incluyen el área de Limache-Quillota relacionada con las centrales de generación térmica San Isidro y Nehuenco, el área de Calera relacionada a la planta de Cemento Melón, el área de Concón contigua a la Refinería de Petróleos, el área continua a la Minera Las Cenizas en Cabildo, el entorno de la Central Las Vegas en Llay-Llay y el entorno a Puerto Ventanas, entre otras. De acuerdo al informe 2015 de las SEREMI (MMA, 2016) existen al menos 25 estaciones de calidad de aire privadas más las estaciones de la red del MMA en Los Andes, Quilpué, Viña del Mar y Valparaíso.

La información de calidad de aire ha sido recopilada de SINCA, del Informe “línea base de la calidad del aire en la Región de Valparaíso período 2013-2015” elaborado por la SEREMI del medio ambiente y SEREMI de salud Región de Valparaíso y por el estudio de “Evaluación de la evolución de la calidad del aire y de las emisiones de las fuentes, en la Región de Valparaíso”. (Elaborado por Centro de Tecnologías Ambientales “CETAM” de la Universidad Técnica Federico Santa María.)

De acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para MP10, SO2 y NOx proviene de las fuentes fijas. Por otro lado, CO es emitido principalmente por vehículos en ruta y el MP2.5 por quema de leña.

CUADRO N° 1.8

Estimación de emisiones para la Región de Valparaíso

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	3833	1507	10980	30179	43120
Emisiones vehículos en ruta	3244	579	24404	16	7709
Emisiones Quema de leña	1570	1777	16510		84

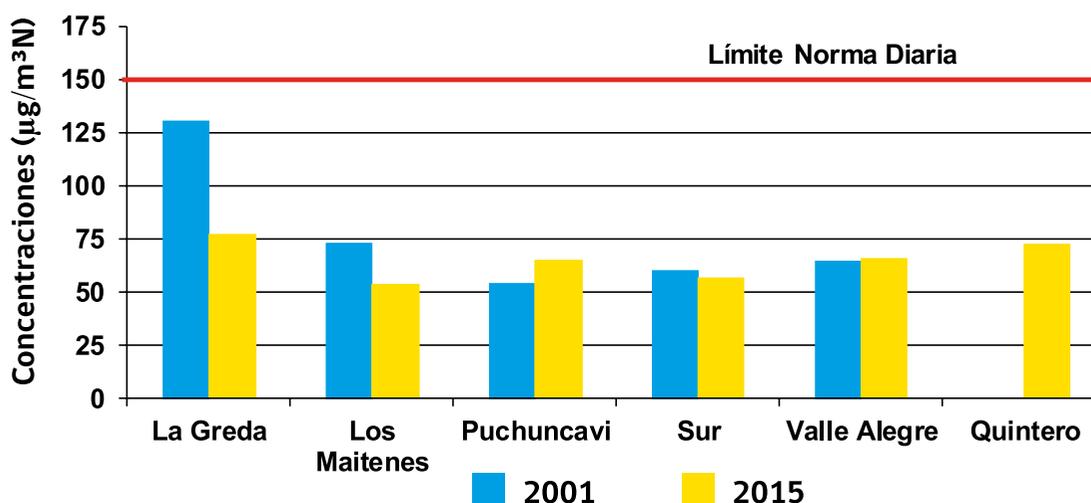
Fuente: Retc, 2015.

1.7.1 Concentraciones de MP10, MP2.5 y SO2 Complejo Industrial Ventanas

De acuerdo a la Figura 1.45, entre el año 2001 y el año 2015 ninguna estación de la red de Ventanas supera la norma diaria de MP10, con mayores concentraciones en la estación La Greda, la más cercana al complejo industrial. A pesar de que hay aumentos en el año 2015 respecto al año 2001 en Puchuncaví y Valle Alegre, el percentil 98 de las concentraciones diarias es inferior al 50% de la norma diaria

FIGURA 1.45

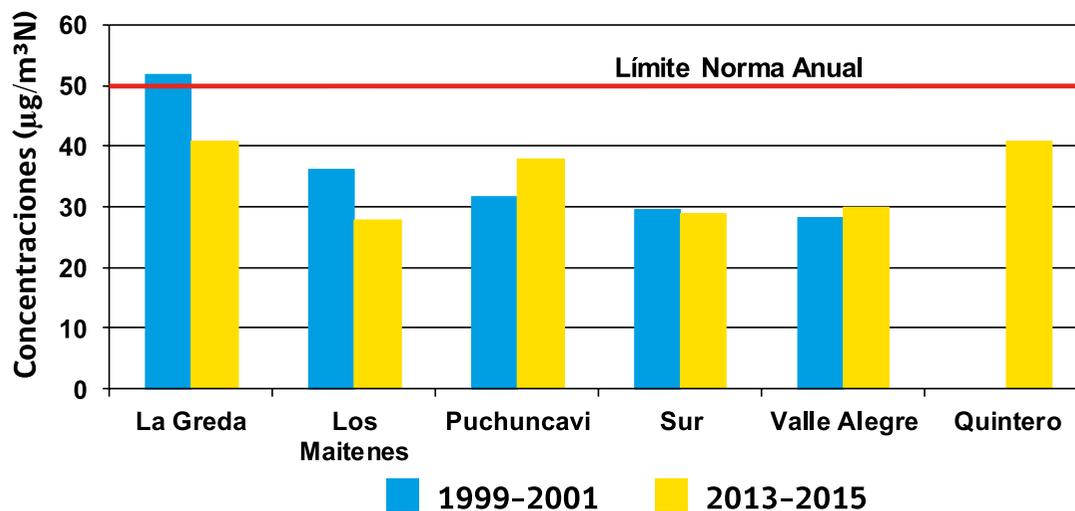
Cumplimiento de norma diaria de MP10 en la red de Ventanas



La Figura 1.46 muestra en La Greda, Puchuncaví y Sur una disminución de los promedios anuales, con mayor disminución en la estación La Greda que bajó de niveles sobre la norma anual para el período 1999-2001 hasta 41µg/m³N en el período 2013-2015, levemente por sobre el nivel de latencia al igual que la estación Quintero. Los Maitenes, Puchuncaví, Sur y Valle Alegre han mantenido sus concentraciones anuales de MP10 bajo el nivel de latencia entre ambos períodos de comparación.

FIGURA 1.46

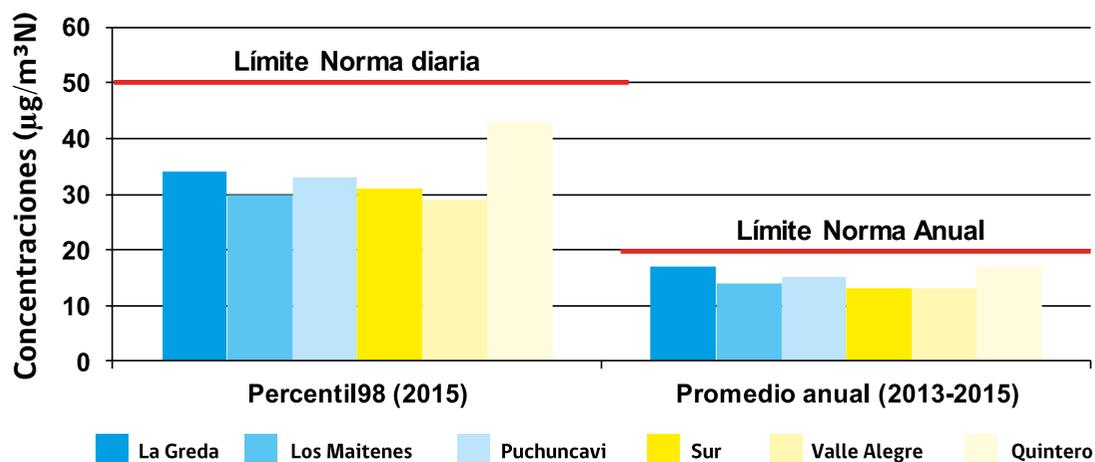
Cumplimiento de norma anual de MP10 en la red de Ventanas



Respecto a las mediciones de MP2.5 realizadas durante los últimos años, se aprecia en la Figura 1.47 el cumplimiento tanto de la norma diaria como la norma anual, pero en las estaciones La Greda se supera el valor de latencia por norma diaria y en Quintero se supera el valor de latencia de las normas diaria y anual de MP2.5.

FIGURA 1.47

Cumplimiento de normas diaria y anual de MP2.5 en la red de Ventanas



La principal fuente de SO₂ en la Región corresponde a la Fundición Ventanas. Producto de sus altas emisiones, a fines de los 80s su fuerte impacto en el valle de Puchuncaví, justificó la implementación de un exitoso plan de descontaminación el cual se puede apreciar la Figura 1.48 y en la Figura 1.49. Se muestra una marcada reducción de las concentraciones diarias y promedios anuales de SO₂ hasta concentraciones menores al 40% de las normas de SO₂ especialmente en las estaciones más antiguas (La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes, Sur y Valle Alegre). Ocasionalmente se han producido eventos de altas concentraciones, pero de corta duración, los que se asociarían principalmente a fallas operacionales.

FIGURA 1.48

Cumplimiento de norma diaria de SO₂ en red de Ventanas

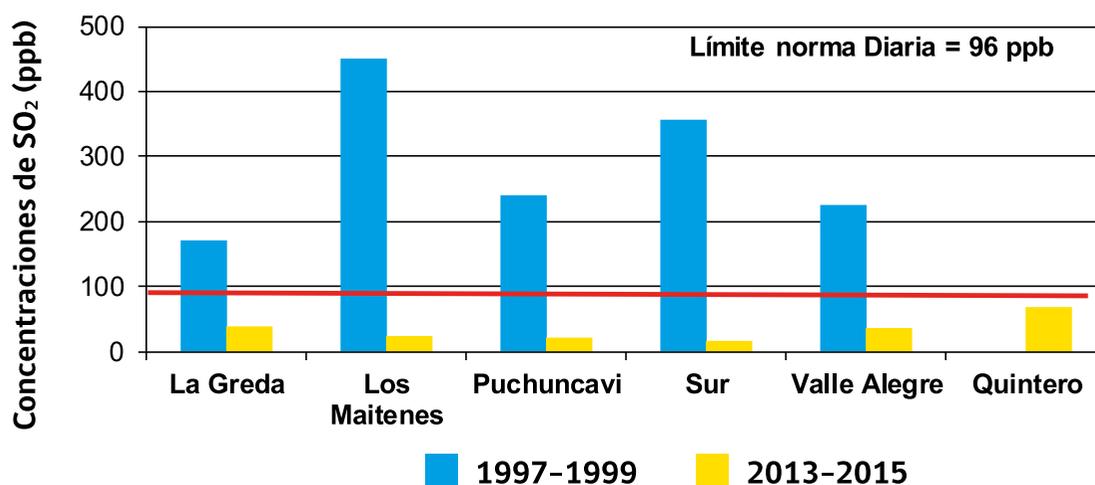
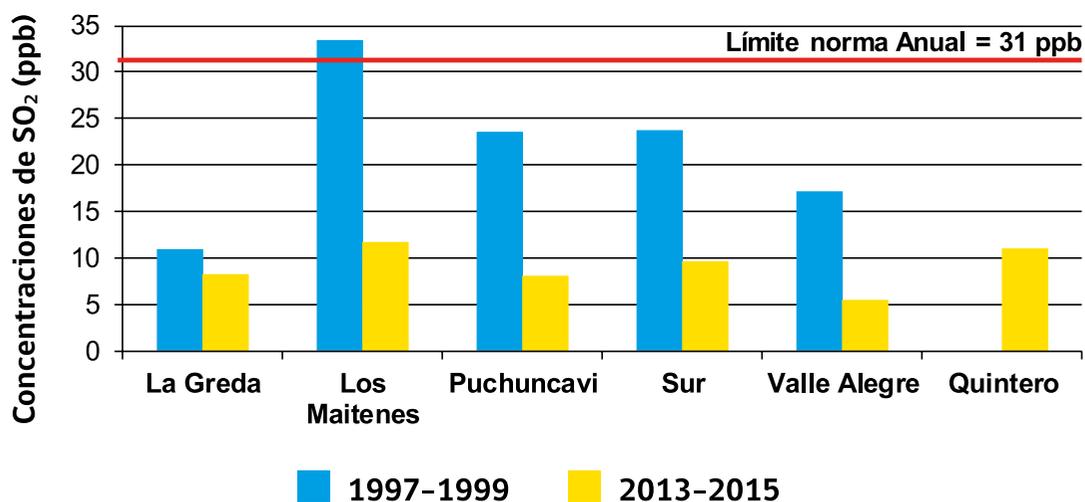


FIGURA 1.49

Cumplimiento de norma anual de SO₂ en red de Ventanas



1.7.2 Calidad de aire en el resto de la Región de Valparaíso.

La mayoría de las estaciones se instaló o comenzó a reportar información confiable de calidad de aire posterior al año 2000, por lo cual en la comparación solamente se incluye valores iniciales de MP10 para las estaciones Concón y La Calera.

La Figura 1.50 muestra una reducción casi al 50% del percentil 98 de las concentraciones diarias de MP10 en Concón y La Calera en el año 2015 respecto al año 1999; en ambos años no se superó la norma diaria. Para el año 2015, solamente la estación en Catemu de la Red de Chagres supera la norma diaria de MP10.

La Figura 1.51 también muestra una reducción para el promedio trianual de MP10 en 2015 para Concón y La Calera respecto al valor del período 1999-2001 que estaba por sobre la norma anual. Se aprecia, además, que en el año 2015 las estaciones La Calera, La Cruz2, Catemu y Llay-Llay superan el valor de la norma anual de MP10.

FIGURA 1.50

Cumplimiento de norma diaria de MP10 en otras estaciones de la Región de Valparaíso

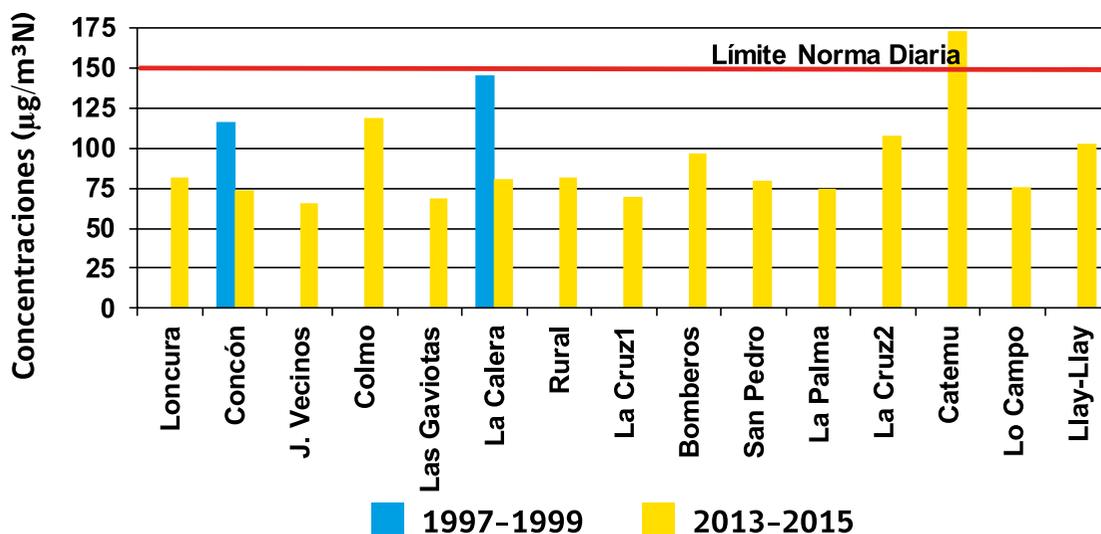
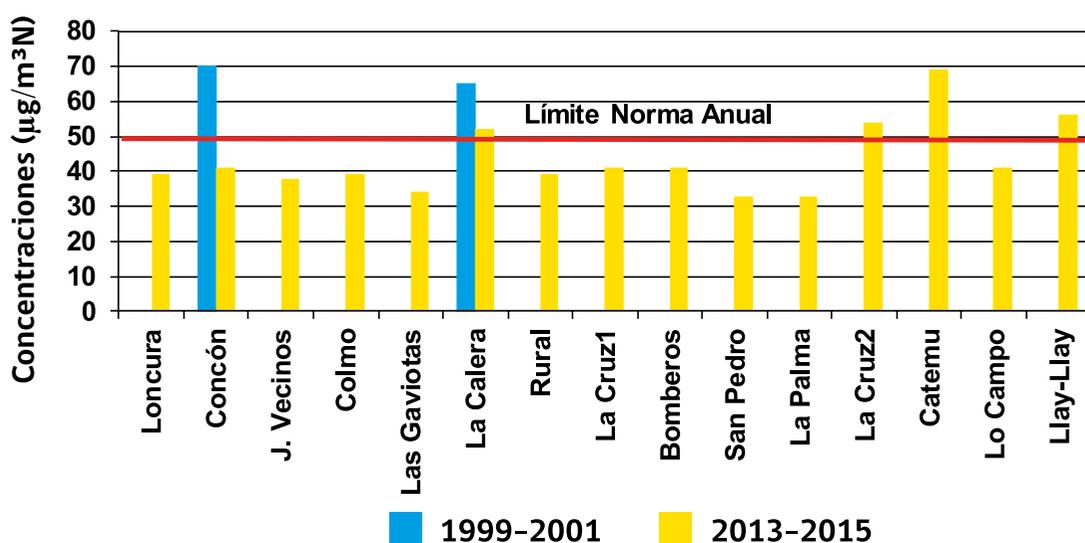


FIGURA 1.51

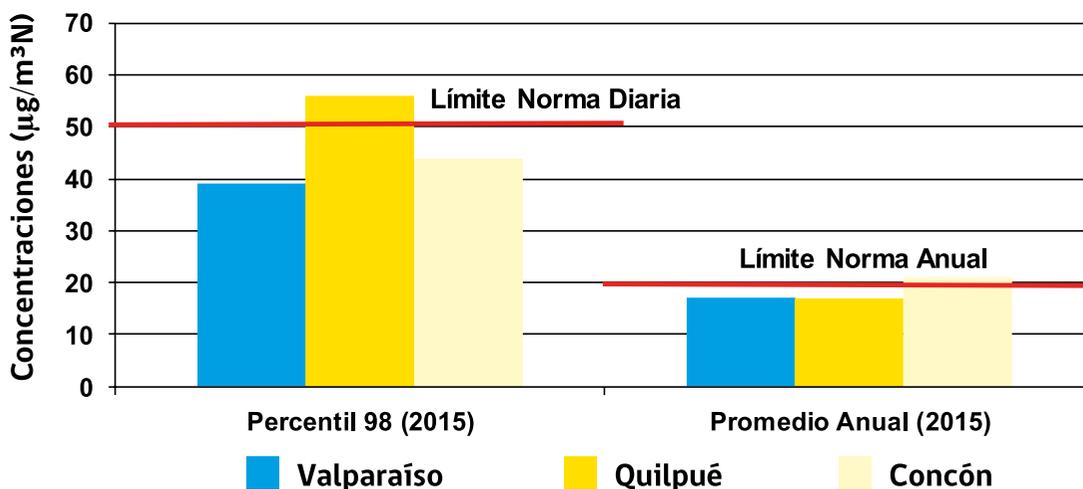
Cumplimiento de norma anual de MP10 en otras estaciones de la Región de Valparaíso



La Figura 1.52 resume las concentraciones de MP2.5 registradas en las estaciones del MMA en Valparaíso y Quilpué y en la estación de Concón. Para el año 2015, la estación Quilpué presenta el percentil 98 de las concentraciones sobre la norma diaria de MP2.5 y la estación Concón supera el nivel de latencia. Respecto a la norma anual de MP2.5, la estación Concón presenta una concentración trianual de 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ levemente por sobre la norma, en cambio las estaciones Valparaíso y Quilpué están por sobre el rango de latencia con promedio anual de 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

FIGURA 1.52

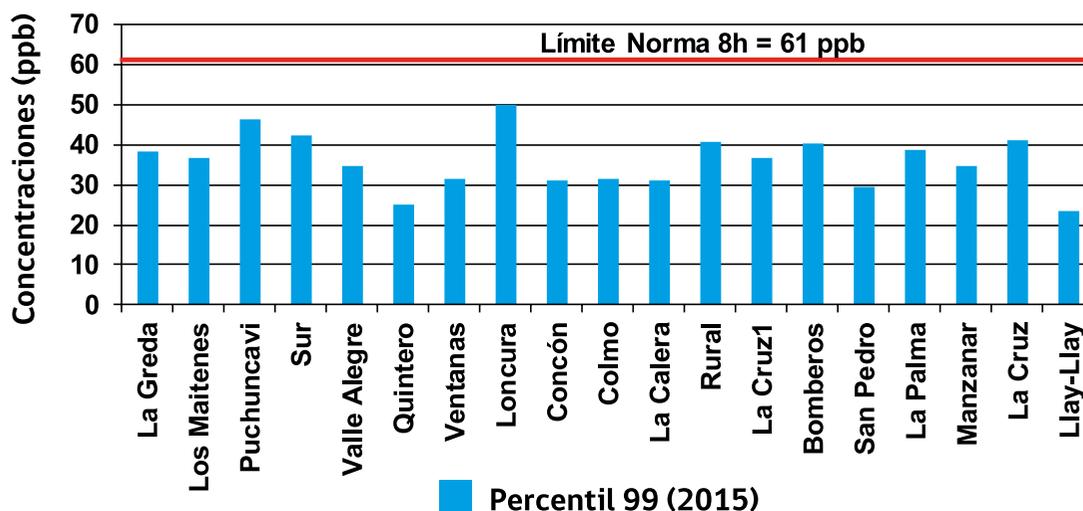
Cumplimiento de normas anual y diaria de MP2.5 en Valparaíso, Quilpué y Concón



Otro contaminante importante en la Región, por su efecto en la vegetación es el Ozono. La Figura 1.53 presenta el promedio trianual del percentil 99 de las concentraciones promedios de 8 horas de ozono (O3). Se aprecia que las concentraciones se ubican en el rango 20 a 50 ppb, presentando la estación Loncura el valor más alto, pero todas las estaciones están bajo el nivel de norma de 61 ppb, incluso bajo el nivel de latencia para la evaluación del año 2015.

FIGURA 1.53

Cumplimiento de la norma de 8h de Ozono en la Región de Valparaíso



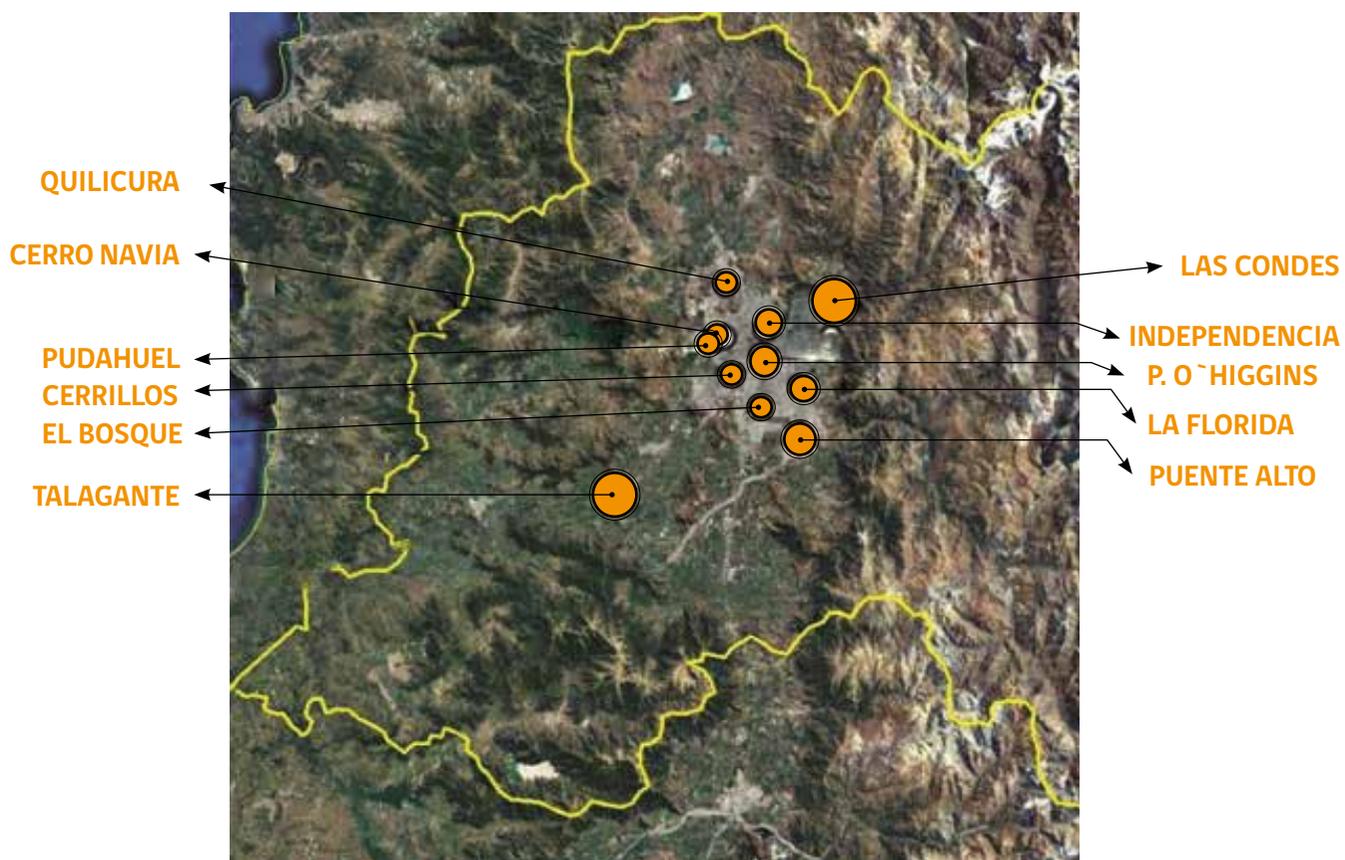
1.8 REGIÓN METROPOLITANA

La Región Metropolitana de Santiago está conformada por las provincias de Chacabuco, Cordillera, Maipo, Melipilla, Santiago y Talagante. La Región cuenta con una superficie de 15.403 km² y una población estimada por el INE al año 2015 de 7.314.176 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 16% desde el año 1999.

La red de monitoreo de Santiago, con mediciones de MP10, CO, SO₂, NO_x y O₃ en cinco estaciones inicia su funcionamiento en el año 1988. En 1997 con apoyo de la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA) la red se amplió a ocho estaciones, ubicadas en las comunas de Las Condes, Providencia (retirada en el año 2003), Independencia, La Florida, Pudahuel, El Bosque, Cerrillos y Parque O`Higgins. En el año 2001 se incluyó la estación Cerro Navia, y en 2008 se aumenta a 11 estaciones, incorporando las comunas de Talagante, Puente Alto y Huechuraba. La Figura 1.54 ilustra la ubicación de las estaciones.

FIGURA 1.54

Estaciones de monitoreo de red MACAM en la Región Metropolitana



En 1996, mediante el D.S. N°131 del MINSEGPRES se declaró a la Región Metropolitana zona saturada para MP10, PTS, CO y Ozono y zona latente para NO₂. En 1998 el D.S. N°16 de MINSEGPRES aprueba el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA), el cual es actualizado en el año 2004 mediante el D.S. N°58 de MINSEGPRES y en el año 2010 mediante D.S. N°66 de MINSEGPRES. El D.S. N°67/2014 de MMA declaró a la RM saturada por concentración diaria de MP2.5 En noviembre de 2015 se aprobó el anteproyecto del nuevo PPDA (RE N°1260 del MMA).

1.8.1 Concentraciones de MP10 y MP2.5

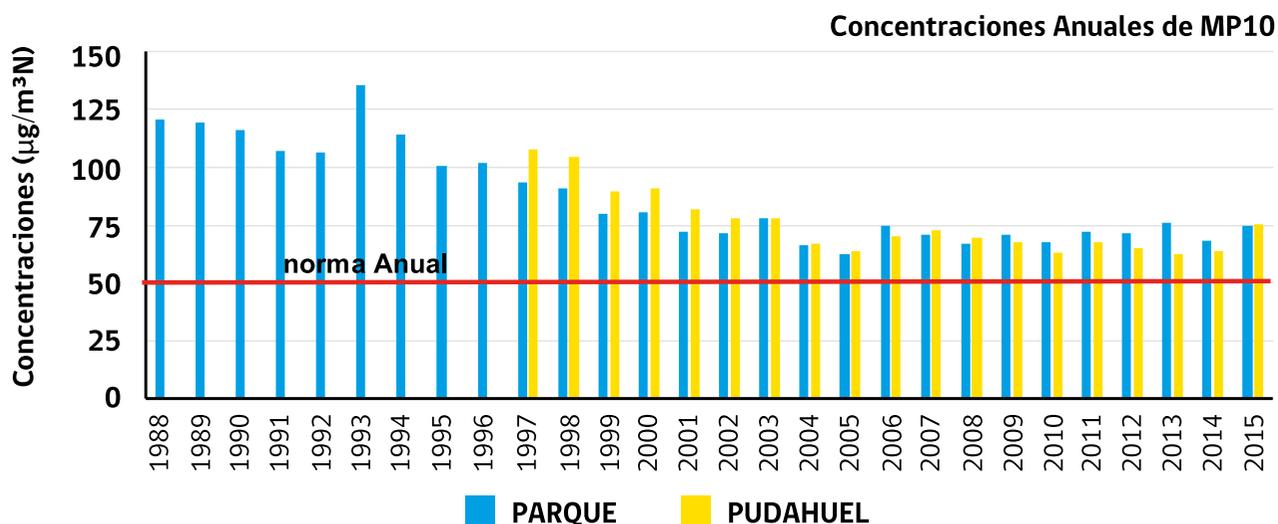
Desde hace décadas la ciudad de Santiago experimenta un alto grado de contaminación atmosférica por material particulado en la época de otoño-invierno; incluso, durante algunos días llamados “episodios” se superan valores fijados en las normas chilenas de calidad de aire para MP10, alcanzando concentraciones consideradas peligrosas para la salud de las personas, especialmente niños y ancianos. Durante los meses de primavera-verano (octubre a marzo) aumentan fuertemente las concentraciones de ozono en el sector nororiente de la ciudad.

Los altos niveles de contaminación atmosférica en Santiago obedecen a la conjunción de varios factores: a) la creciente actividad económica de la región que lleva aparejada elevados niveles de emisión de contaminantes a la cual se suman condiciones urbanas propias; b) la gran extensión y segregación funcional que provocan un progresivo deterioro del transporte, con aumentos de las distancias recorridas, de los tiempos de viaje y de los flujos; c) las condiciones geográficas y meteorológicas de la Región Metropolitana que son particularmente desfavorables para una adecuada dispersión de contaminantes.

Los mayores avances en la disminución de las concentraciones de MP10 se lograron en la década de los noventas, producto de la implementación de las principales medidas de reducción de emisiones. Desde el año 2000 en adelante, como se aprecia en la Figura 1.55, no hay una tendencia clara de disminución de emisiones en los promedios anuales, aunque los promedios del año 2015 son menores a los registrados en el año 1999 para las estaciones Parque y Pudahuel. Se eligió Pudahuel para la comparación ya que es una de las estaciones que presenta mayores eventos de altas concentraciones.

FIGURA 1.55

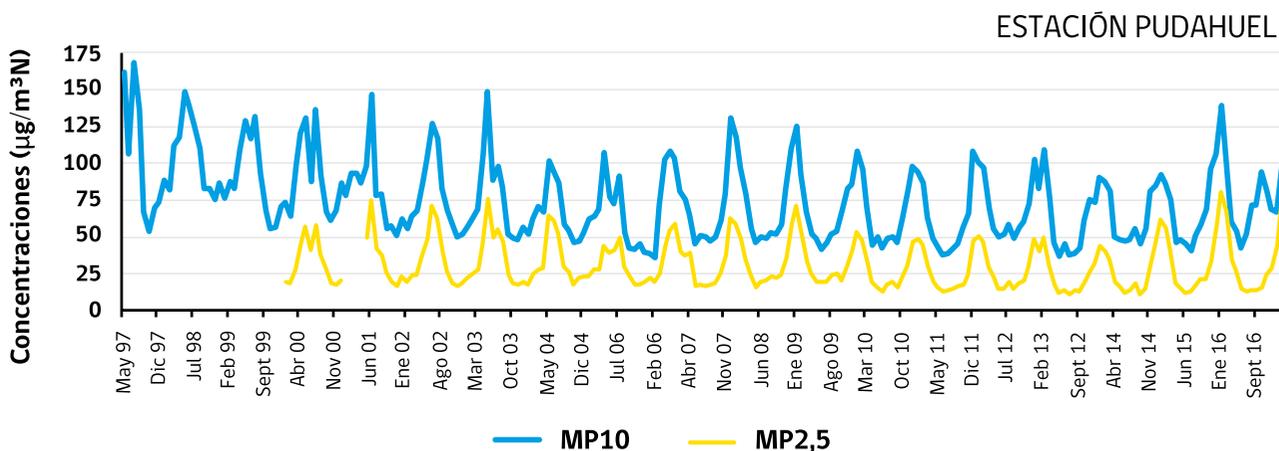
Evolución de promedios anuales de MP10 en estaciones Parque y Pudahuel



Las concentraciones de material particulado respirable (MP10 y MP2.5) tienen un ciclo estacional marcado, con valores más altos en otoño-invierno y menores en los meses de primavera y verano. Esta situación se ilustra en la Figura 1.56, a modo de ejemplo, con los promedios mensuales entre los años 1997 y 2015 de la estación Pudahuel. Se aprecia, además, una marcada disminución de concentraciones máximas entre 1997 y 2003. Las diferencias de concentraciones de MP10 entre invierno y verano se deben a la mayor ventilación y mejores condiciones de dispersión durante los meses más cálidos, ya que presentan velocidades de viento y alturas de mezcla mayores que en la estación fría del año.

FIGURA 1.56

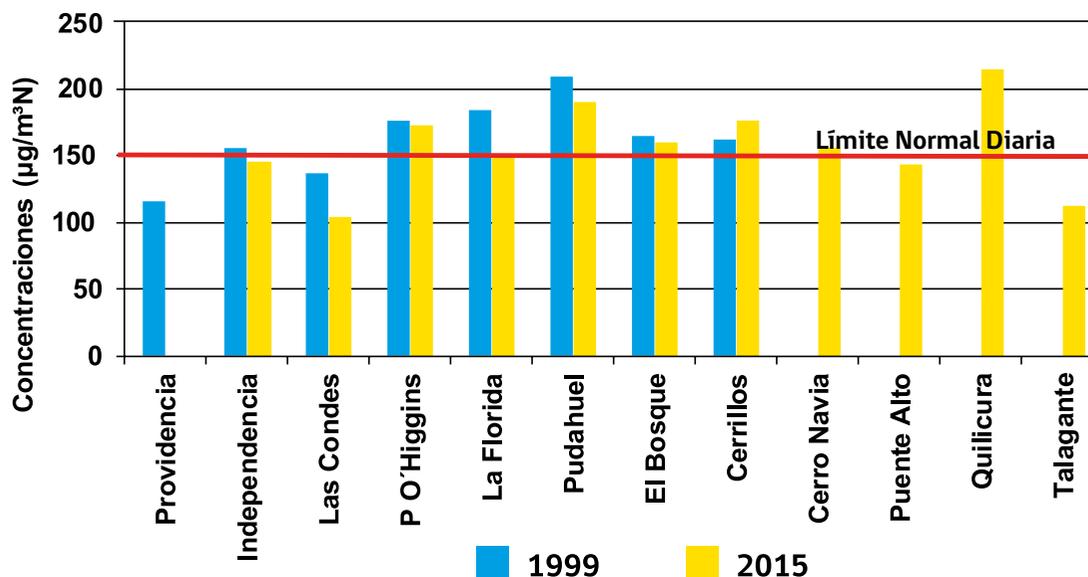
Evolución de promedios mensuales de MP10 y MP2.5 en estación Pudahuel



La Figura 1.57 presenta la comparación del percentil 98 de las concentraciones diarias de MP10 entre 1999 y 2015. La estación Cerro Navia se instaló en el año 2001 y las estaciones Puente Alto, Quilicura y Talagante en el 2008. Para las estaciones que permiten comparación, hay disminución de las concentraciones, excepto para Cerrillos. En el año 2015 las estaciones Parque O'Higgins, La Florida, Pudahuel, El Bosque, Cerrillos, Cerro Navia y Quilicura exceden la norma diaria de MP10.

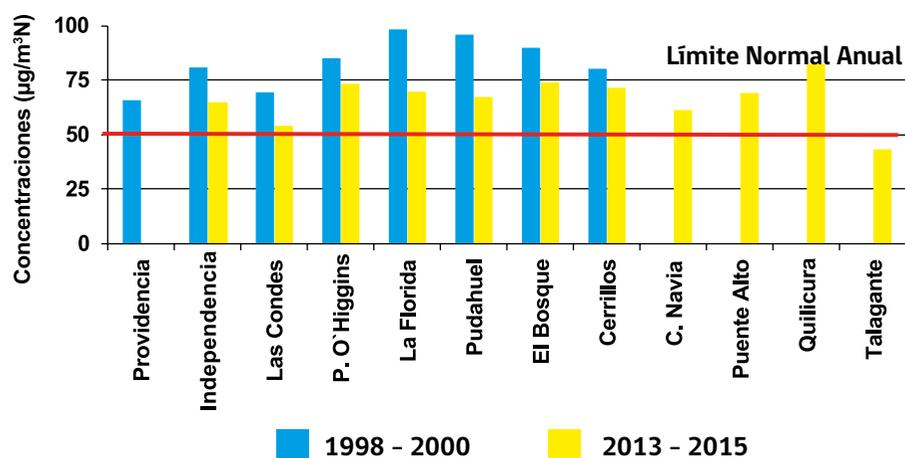
FIGURA 1.57

Cumplimiento de la norma diaria de MP10 en la Región Metropolitana



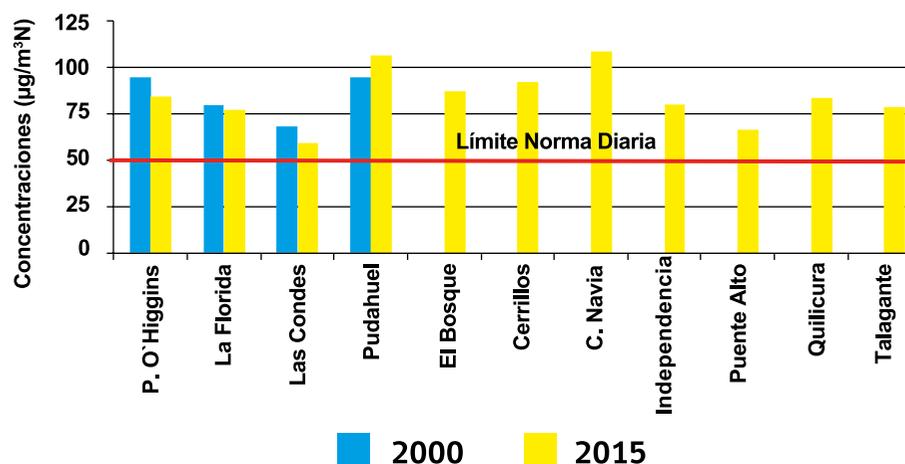
La Figura 1.58 presenta la comparación de los promedios trianuales de MP10, calculados en el año 2000 y 2015. En todas las estaciones con mediciones en el año 1998 se aprecia una disminución de las concentraciones anuales, lo cual es una evidencia de las medidas de disminución de emisiones asociadas al PPDA, pero no han sido suficientes para cumplir con la norma anual de MP10, la que continúa superándose en todas las estaciones de Santiago. Solamente la estación Talagante, ubicada más alejada de la urbe, cumple la norma anual.

FIGURA 1.58
Cumplimiento de la norma anual de MP10 en la Región Metropolitana



Respecto a MP2.5, solamente las estaciones Parque O'Higgins, La Florida, Las Condes y Pudahuel permiten hacer una comparación entre los años 2000 y 2015. La Figura 1.59 presenta una comparación de los percentiles 98 de las concentraciones diarias de MP2.5, en ella se aprecia que las estaciones P. O'Higgins, La Florida y Las Condes tienen una disminución, en cambio Pudahuel tiene un aumento. Todas las estaciones, tanto en el año 2000 como en el 2015 están por sobre el valor de la norma diaria, incluso Pudahuel y Cerro Navia tienen un valor superior al doble de la norma.

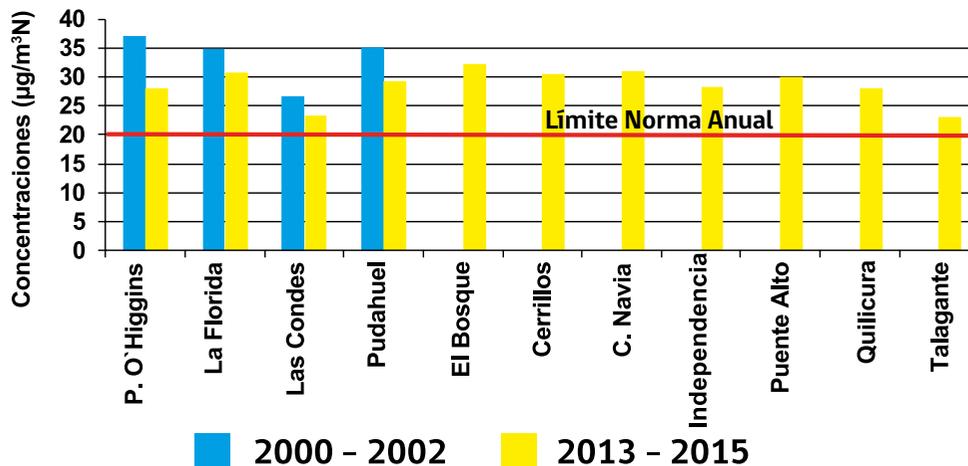
FIGURA 1.59
Cumplimiento de la norma diaria de MP2.5 en la Región Metropolitana



La Figura 1.60 presenta una comparación de los promedios trianuales de MP2.5, en ella se aprecia que las estaciones P. O'Higgins, La Florida, Pudahuel y Las Condes tienen una disminución en el año 2015. Sin embargo, todas las estaciones, tanto para el período 2000-2002 como para 2013- 2015 están por sobre el valor de la norma anual, incluso en Talagante que es la única que cumple la norma diaria de MP2.5. Para el año 2015 los promedios anuales son cercanos a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

FIGURA 1.60

Cumplimiento de la norma anual de MP2.5 en la Región Metropolitana

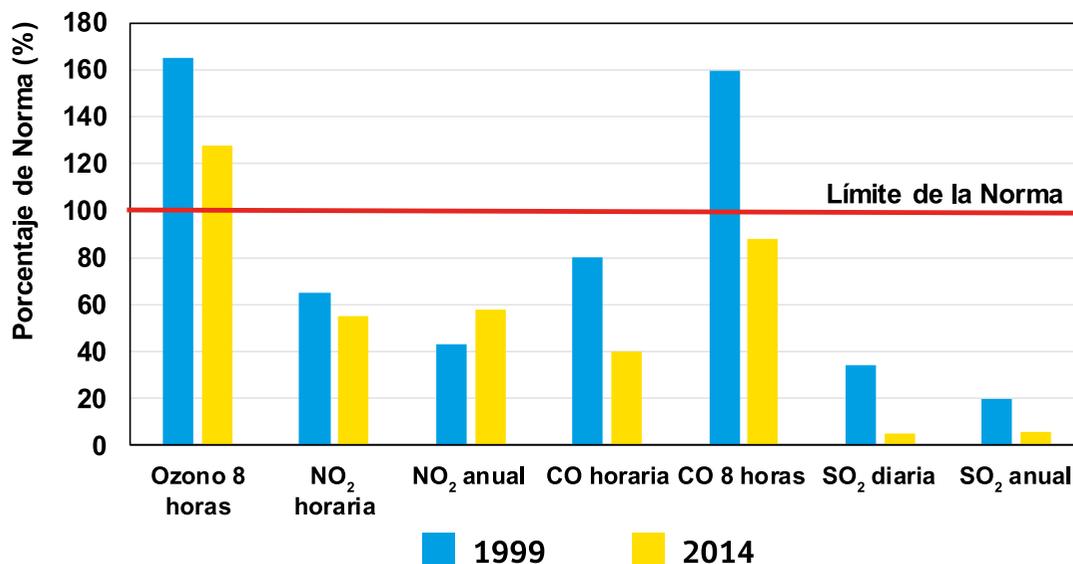


1.8.2 Concentraciones de O₃, SO₂, NO₂ y CO

De acuerdo a los antecedentes para la elaboración de un nuevo PPDA para la Región Metropolitana, solamente el contaminante ozono está excediendo la norma de 8 horas y el CO se encuentra en nivel de latencia por norma de 8h. La Figura 1.61 muestra una comparación entre la evaluación de las normas de O₃, NO₂, CO y SO₂ para los años 1999 y 2014, el valor presentado para cada año corresponde al promedio de las estaciones de la red de la RM.

Se aprecia que la norma anual de NO₂ es la única con aumento, aunque se mantiene por debajo de un 60% de la norma. Considerando que muchas de las medidas de reducción de emisiones están relacionadas con mejores controles a los procesos de combustión, es coherente la mayor reducción en las normas de CO, tanto horaria como de 8 horas. La disminución del contenido de azufre de los combustibles podría explicar la reducción de SO₂ hasta niveles cercanos a un 5% de las normas.

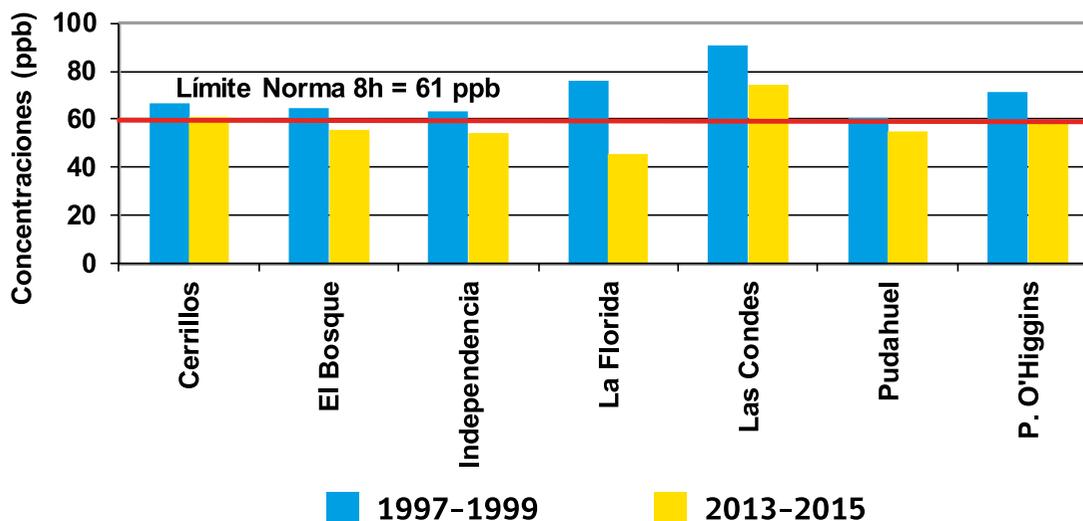
FIGURA 1.61
Comparación de normas para O3, NO2, CO y SO2



Considerando la excedencia de la norma de 8 horas de Ozono y la latencia por norma de 8 horas de CO, en las figuras siguientes se presenta una comparación del percentil 99 (promedio de 3 años) de las concentraciones de 8h para evaluar la norma entre los años 1997 y 2015 en las estaciones de la red. La información a nivel de promedios horarios fue obtenida desde SINCA.

En Figura 1.62, se aprecia en el año 2015 menores concentraciones en todas las estaciones, siendo mayor esta disminución en las estaciones Las Condes y La Florida, en esta última los niveles son inferiores incluso al nivel de latencia. Para el año 2015, las estaciones Cerrillos y Las Condes superan la norma de 8h, en tanto las estaciones El Bosque, Independencia, Pudahuel y Parque O'Higgins están por sobre el nivel de latencia.

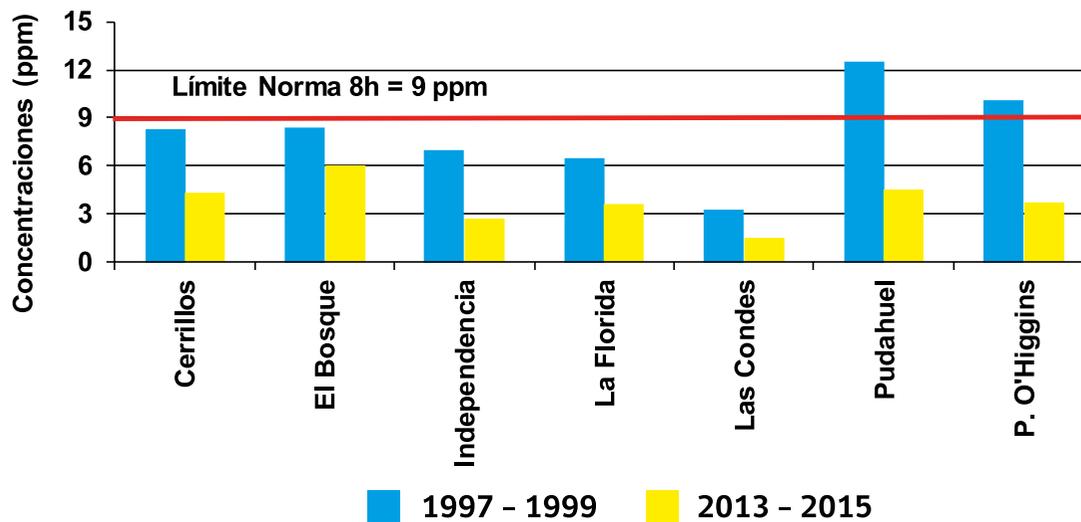
FIGURA 1.62
Cumplimiento de Norma de 8horas de Ozono en la Región Metropolitana



La Figura 1.63 muestra que el año 2015 hay una disminución de las concentraciones de CO en todas las estaciones, siendo las mayores reducciones en Pudahuel y Parque O'Higgins, las cuales en el año 1999 estaban por sobre la norma. En el año 2015, todas las estaciones estarían con concentraciones de 8 horas de CO menores al nivel de latencia.

FIGURA 1.63

Cumplimiento de Norma de 8 horas de CO en la Región Metropolitana



Respecto a las emisiones de los contaminantes, desde 1997 se han elaborado diferentes inventarios de emisiones por diversas instituciones, algunos de ellos con ocasión de una nueva versión del PPDA de la RM. Sin embargo, es complicado realizar una comparación entre los inventarios, ya que hay diferencias tanto en la metodología como también cambios en los factores de emisión producto de nuevos estudios realizados para mejorar la estimación de dichos factores.

El inventario de la USACH realizado en el 2014, considerado para las metas de emisión del nuevo PPDA da cuenta de una fuerte disminución de las emisiones de las fuentes fijas desde 911 ton/año para 2015 v/s 3176 ton/año el año 1997, producto de las medidas de control precisamente a las fuentes fijas. Respecto a las emisiones vehiculares se debe considerar que a pesar que el número de vehículos en ruta se ha duplicado desde 1997 las emisiones han disminuido de 2731 a 1978 ton/año en el año 2015. Un mayor detalle se presenta en el Cuadro N° 1.9.

Las emisiones asociadas a combustión residencial muestran un marcado aumento en 2014, y una mayor incidencia porcentual en las emisiones de MP10 respecto a las emisiones totales.

CUADRO N° 1.9**Comparación de inventarios de emisiones de MP10 para la Región Metropolitana**

	PPDA, 1997	CENMA, 2000	DICTUC, 2005	CENMA, 2000	USACH, 2014	Antec PPDA, 2015
Tipo de fuente	[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]
(1) Sector Industrial	3176	1043	1267	604	742	911
(2) Residencial y Fuentes área						
Combustión residencial	1359	328	772	687	2186	2384
Fuentes de área	1532	534	898	863	205	131
Subtotal (2)	2891	862	1670	1550	2391	2515
(3) Fuentes móviles						
Vehículos livianos	605	408	516	922	NI	NI
Buses	1173	1208	316	224	NI	NI
Camiones	953	810	763	412	NI	NI
Móviles fuera de ruta	NE	42	155	603	NI	NI
Subtotal (3)	2731	2468	1750	2160	2877	1978
Total (1) + (2) + (3)	8798	4373	4687	4314	6010	5404
(4) Emisiones de polvo antropogénico						
Calles pavimentadas	28524	33600	14561	43029	NE	NE
Calles sin pavimentar	4462	4290	4608	NE	NE	NE
Construcción y demolición	NE	2370	1594	1451	568	NE
Actividades agrícolas		70	224	745	NE	NE
Subtotal (4)	32986	40330	20987	45225	568	
TOTAL	41784	44703	25675	49539	6578	5404

Notas: NI: No informado, NE: No Estimado.

1.9 REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS

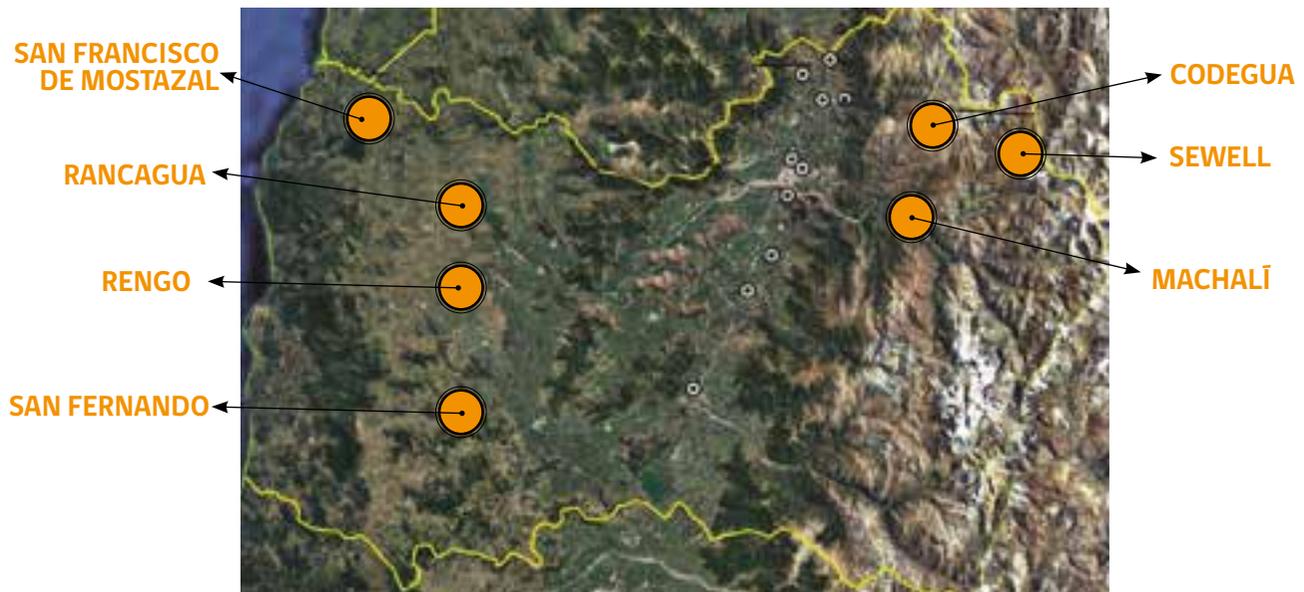
La Región de O'Higgins está conformada por las provincias de Cachapoal, Cardenal Caro y Colchagua. La Región cuenta con una superficie de 16.387 km² y una población estimada por INE al año 2015 de 918.751 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 13% desde el año 1999.

La principal fuente emisora de contaminantes atmosféricos en la Región corresponde a la Fundición Caletones de la División El Teniente de Codelco, la cual ha cumplido en forma satisfactoria las metas de reducción de emisiones de SO₂ y MP10 establecidas en el Plan de Descontaminación decretado el año 1998 mediante el D.S. 081 de MINSEGPRES. La disminución de las emisiones se ha traducido en la disminución de las concentraciones de SO₂ y MP10 en el área de influencia de la fundición.

En la Región, además se está monitoreando calidad de aire en las comunas de Codigua, Mostazal, Machalí, Rengo y San Fernando (ver Figura 1.64), en las primeras asociadas al seguimiento de centrales termoeléctricas.

FIGURA 1.64

Cumplimiento de norma diaria de MP10 en estaciones de Región de O'Higgins



El D.S N° 7, de 3 de febrero de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, declaró zona saturada por norma diaria y anual de MP10 al Valle Central de la Región de O'Higgins, que incluye totalmente a las siguientes comunas: Graneros, Rancagua, Doñihue, Olivar, Coltauco, Coinco, Quinta de Tilcoco, San Vicente de Tagua Tagua y Placilla; e incluye parcialmente a las comunas de Mostazal, Codegua, Machalí, Malloa, Rengo, Requínoa, San Fernando y Chimbarongo.

En agosto de 2013, mediante D.S. N°15 del MMA se estableció un plan de descontaminación (PDA) para el Valle Central de la Región de O'Higgins, incluyendo los sectores definidos en la declaración de zona saturada del año 2009.

De acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para MP10, CO, SO2 y NOx proviene de las fuentes fijas. Para MP2.5 y CO el principal aporte corresponde a quema de leña.

CUADRO N° 1.10

Estimación de emisiones para la Región de O'Higgins

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	19107	10472	6789	421684	11999
Emisiones vehículos en ruta	1403	235	5638	4	1856
Emisiones Quema de leña	11088	10777	121429		364

Fuente: Retc, 2015.

1.9.1 Calidad de aire en estaciones de redes públicas

La calidad, completitud y confiabilidad de disponibilidad de concentraciones de calidad de aire de contaminantes validados restringe a la presentación de las estaciones de la red del MMA instaladas en Rancagua, Rengo y San Fernando.

La Figura 1.65 presenta una evaluación de la norma diaria para el año 2015, se aprecia que la estación Rancagua 1, instalada en el año 2004 en el sector centro-oriente de la ciudad, es la que presenta mayores concentraciones diarias, incluso por sobre el nivel de la norma diaria con un valor de $182 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La estación Rancagua 2, instalada el año 2013 en el sector norte de la ciudad está en rango de latencia por norma diaria con $143 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las estaciones en Rengo y San Fernando están bajo el rango de latencia con $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Las concentraciones diarias más altas se producen en días de invierno por aumento de quema de leña.

La Figura 1.66 presenta una evaluación de la norma anual para el período 2013–2015. Las dos estaciones de Rancagua superan ampliamente la norma anual de MP2.5 con un promedio cercano a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las estaciones en Rengo y San Fernando están en rango de latencia, pero con valores muy cercanos a la norma anual con $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

De acuerdo a la Figura 1.67, en las dos estaciones de Rancagua se superan las normas diaria y anual de MP2.5, siendo mayores las concentraciones registradas en Rancagua 2.

FIGURA 1.65

Cumplimiento de norma diaria de MP10 en estaciones de Región de O'Higgins

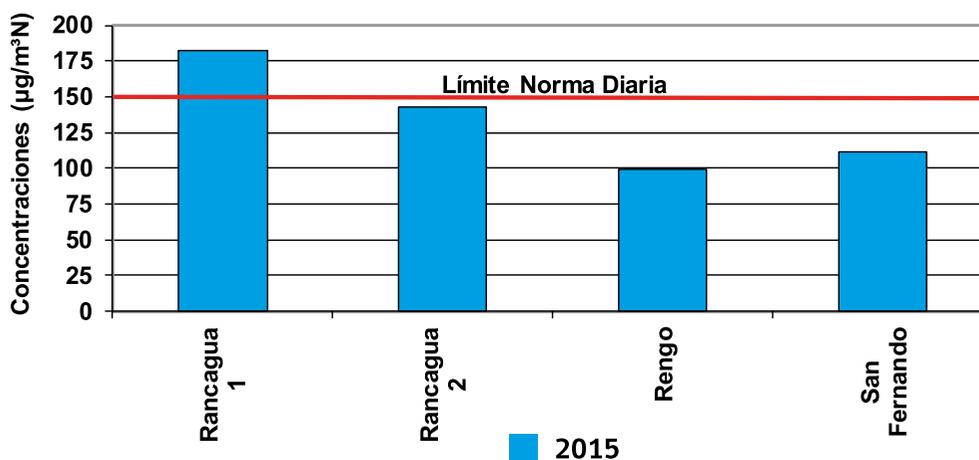


FIGURA 1.66

Cumplimiento de norma anual de MP10 en estaciones de Región de O'Higgins

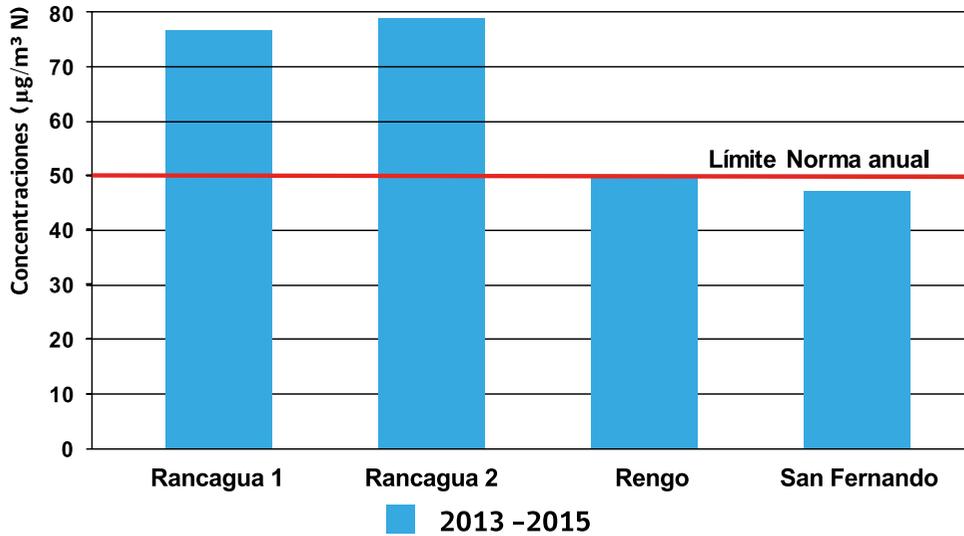
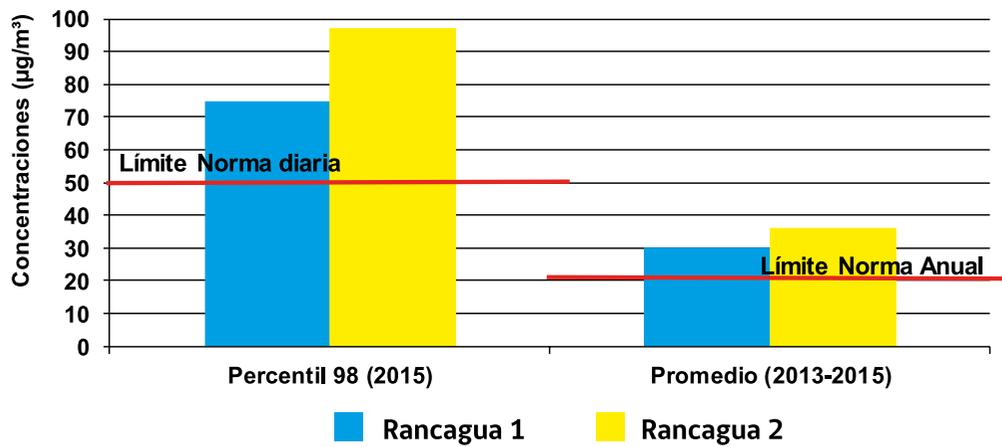


FIGURA 1.67

Cumplimiento de normas de MP2.5 en estaciones de Rancagua



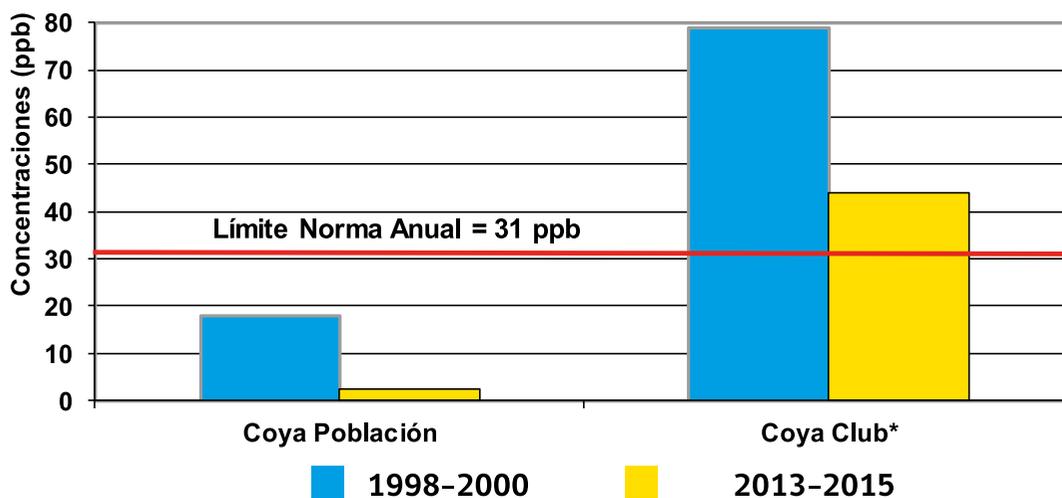
1.9.2 Calidad del aire en área de influencia de Caletones

La División El Teniente de CODELCO-Chile ha mantenido en operación una red de monitoreo de calidad de aire, asociada al Plan de Descontaminación que se ejecuta a partir de 1998. Las reducciones de emisiones desde la Fundición Caletones han permitido disminuir los promedios anuales y reducir los días de superación de la norma diaria por SO₂.

La información disponible permite verificar la disminución de emisiones y el cumplimiento de la norma para SO₂ en la estación Coya población, considerada con representación poblacional. Las concentraciones han disminuido con la implementación del plan de descontaminación, el promedio anual para período 1998-2000 fue 16 ppb y para el período 2013-2015 fue 3 ppb, es decir un 10% de la norma. La Figura 1.68 muestra además la significativa reducción del promedio anual en la estación Coya Club de Campo de 79 ppb (326% norma) en el período 1998-2000 hasta 44 ppb en el período 2006-2008, aunque todavía por sobre la norma anual.

FIGURA 1.68

Cumplimiento norma anual de SO₂ en estaciones red Caletones



*Coya Club solo registra mediciones hasta el año 2008

1.9.3 Otras mediciones de calidad de aire en la VI Región

De acuerdo a la información revisada en el portal de SINCA, para la estación Rancagua1 las concentraciones de NO₂, SO₂ y O₃ han registrado valores muy por debajo de las normas. En cambio, en las estaciones Rengo, San Fernando y Mostazal las concentraciones de 8 horas de ozono son cercanas al 50% de la norma de 8 horas establecida en 61 ppb.

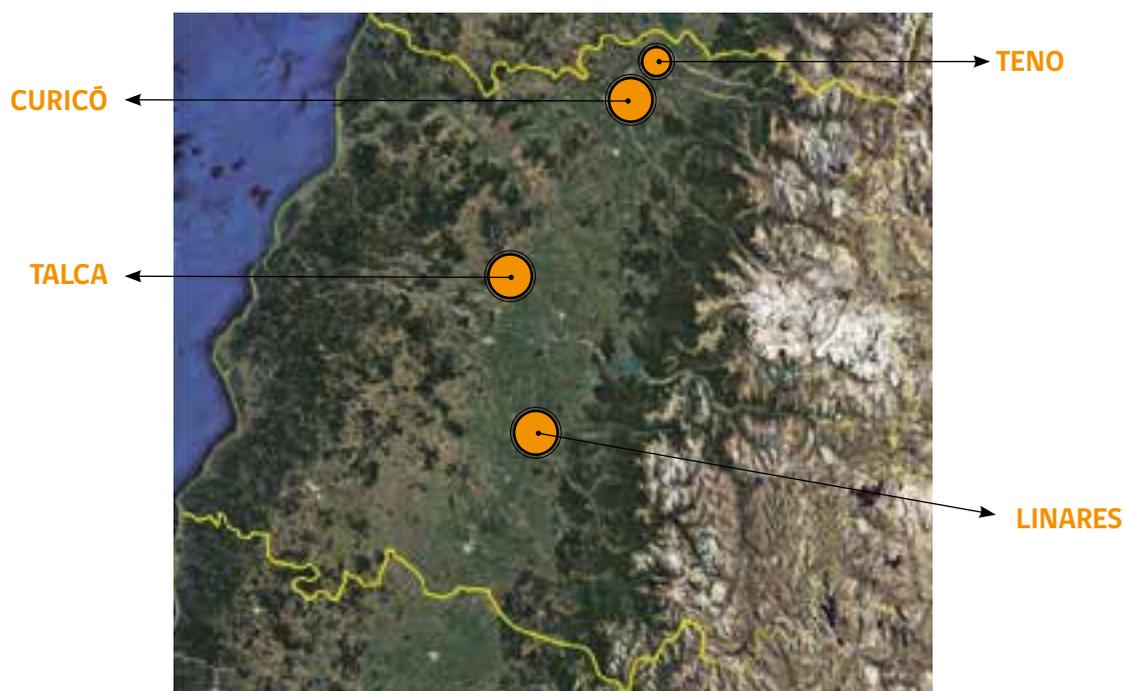
1.10 REGIÓN DEL MAULE

La Región del Maule está conformada por las provincias de Cauquenes, Curicó, Linares y Talca. La Región cuenta con una superficie de 30.269 km² y una población estimada por INE al año 2015 de 1.042.989 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 11% desde el año 1999.

La información recopilada para esta Región corresponde a las concentraciones registradas en ciudades entre los años 2004 y 2015, obtenidas desde el portal de SINCA y del Plan de descontaminación para Talca y Maule. La ubicación de los sectores de monitoreo se ilustra en la Figura 1.69.

FIGURA 1.69

Sectores con monitoreo en la Región del Maule



Las comunas de Talca y Maule fueron declaradas saturadas por norma diaria y anual de MP10 en febrero de 2010 mediante el D.S. N°12 de MINSEGPRES. Posteriormente, el D.S. N°49 de MMA promulgado en marzo de 2016 establece plan de descontaminación para las comunas de Talca y Maule.

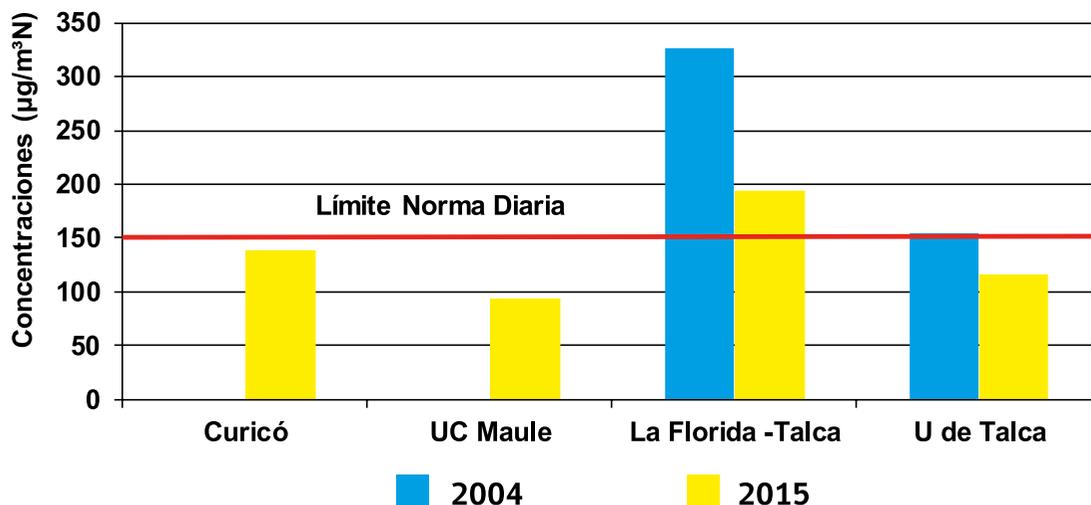
Por otro lado, el Valle central de la provincia de Curicó fue declarado saturado por la norma diaria de MP2.5 mediante el D.S. N°53 promulgado en marzo de 2016.

Las primeras mediciones (años 2004 en adelante) corresponden a las realizadas por la autoridad sanitaria en las estaciones La Florida, Monte Baeza y Universidad de Talca.

La Figura 1.70 presenta una comparación de percentil 98 de las concentraciones diarias de MP10. Se observa las altas concentraciones registradas en la estación La Florida (327 $\mu\text{gr}/\text{m}^3\text{N}$) y universidad de Talca (155 $\mu\text{gr}/\text{m}^3\text{N}$) el año 2004 por sobre la norma diaria. En el año 2015, hay un fuerte descenso en ambas estaciones, producto de las medidas del PDA, pero la estación La Florida se mantiene por sobre la norma diaria con 194 $\mu\text{gr}/\text{m}^3\text{N}$. La estación de Curicó está en rango de latencia con 138 $\mu\text{gr}/\text{m}^3\text{N}$. Por otro lado, la estación UC de Maule está en niveles buenos con 94 $\mu\text{gr}/\text{m}^3\text{N}$.

FIGURA 1.70

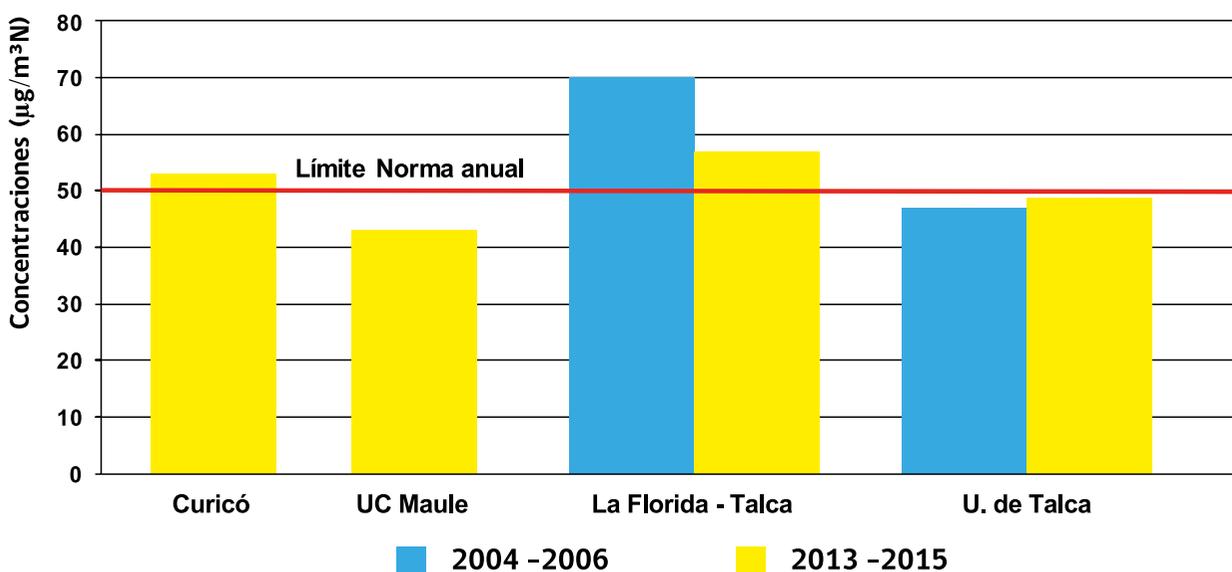
Cumplimiento de norma diaria de MP10 en estaciones de Región del Maule



Respecto a la norma anual, en la Figura 1.71 se aprecia una reducción de concentraciones en la estación La Florida, pero se mantiene por sobre la norma anual con 57 µgr/m³N para el período 20013-2015. La estación Curicó del MMA también está con concentraciones anuales por sobre la norma anual con 53 µgr/m³N para el periodo 2013-2015. Las estaciones UC Maule con promedio trianual de 42 µgr/m³N y U de Talca con 49 µgr/m³N están en rango de latencia, aunque en U de Talca no se aprecia mayor cambio respecto al período 2004-2006.

FIGURA 1.71

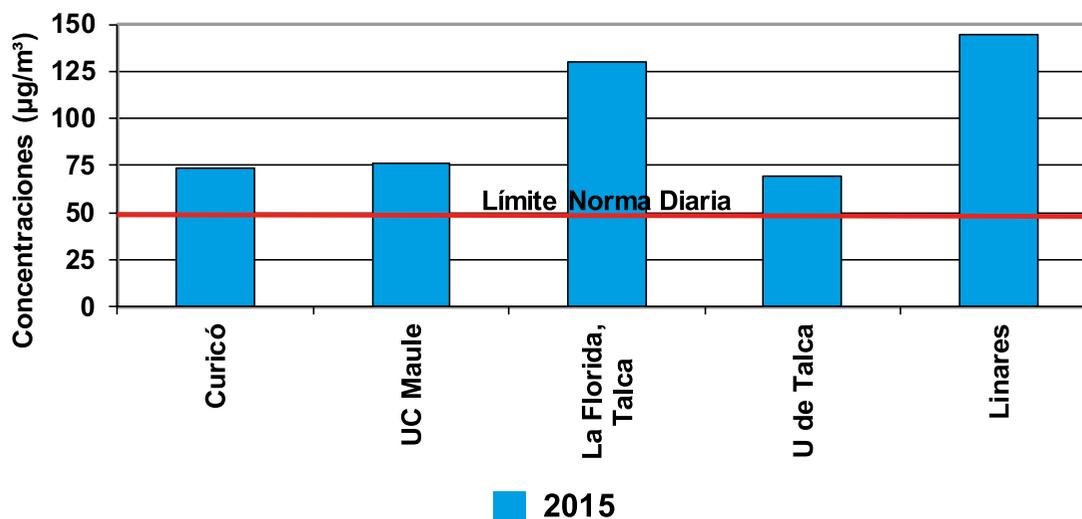
Cumplimiento de norma anual de MP10 en estaciones de Región del Maule



La Figura 1.72 da cuenta de las altas concentraciones diarias de MP2.5 (percentil 98), las cuales se producen principalmente en los meses de otoño-invierno, por el consumo de leña para calefacción domiciliar. Todas las estaciones en Curicó, Maule, Talca y Linares superan la norma diaria el año 2015, siendo las concentraciones en La Florida de Talca con $130 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ y Linares con $145 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ las más altas.

FIGURA 1.72

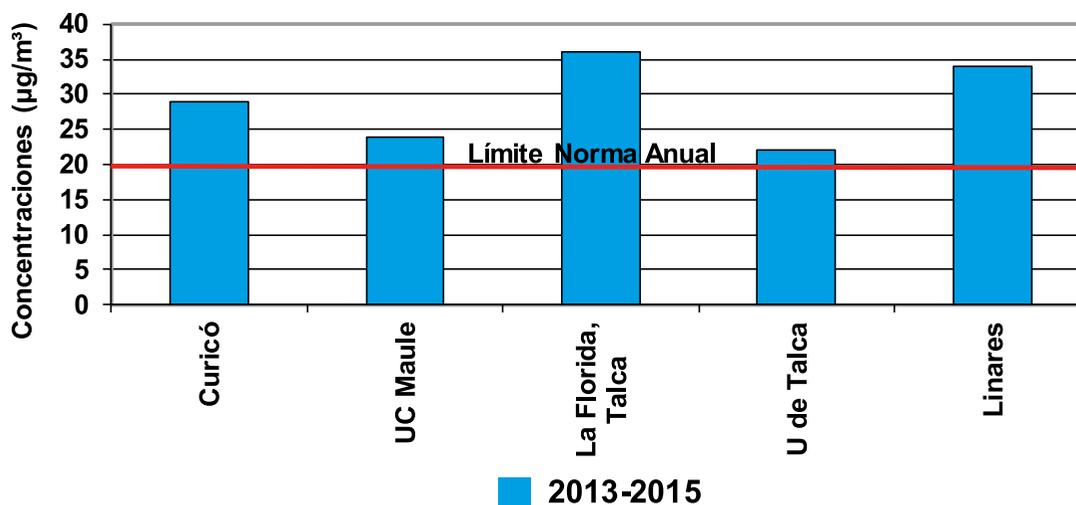
Cumplimiento de norma diaria de MP2.5 en estaciones de Región del Maule



La Figura 1.73 muestra que, al igual que las concentraciones diarias, los promedios anuales de MP2.5 también superan la norma anual para el período 20013-2015 todas las estaciones de Curicó, Maule, Talca y Linares con promedios en el rango 22 a $36 \mu\text{gr}/\text{m}^3$.

FIGURA 1.73

Cumplimiento de norma anual de MP2.5 en estaciones de Región del Maule



De acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para MP10, MP2.5 y CO corresponde a la quema de leña. En cambio, para SO₂ y NO_x el aporte proviene de las fuentes fijas.

CUADRO N° 1.11

Estimación de emisiones para la Región del Maule

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	801	113	1870	3871	6826
Emisiones vehículos en ruta	929	167	9871	4	2197
Emisiones Quema de leña	22097	21477	262907		571

Fuente: Retc, 2015.

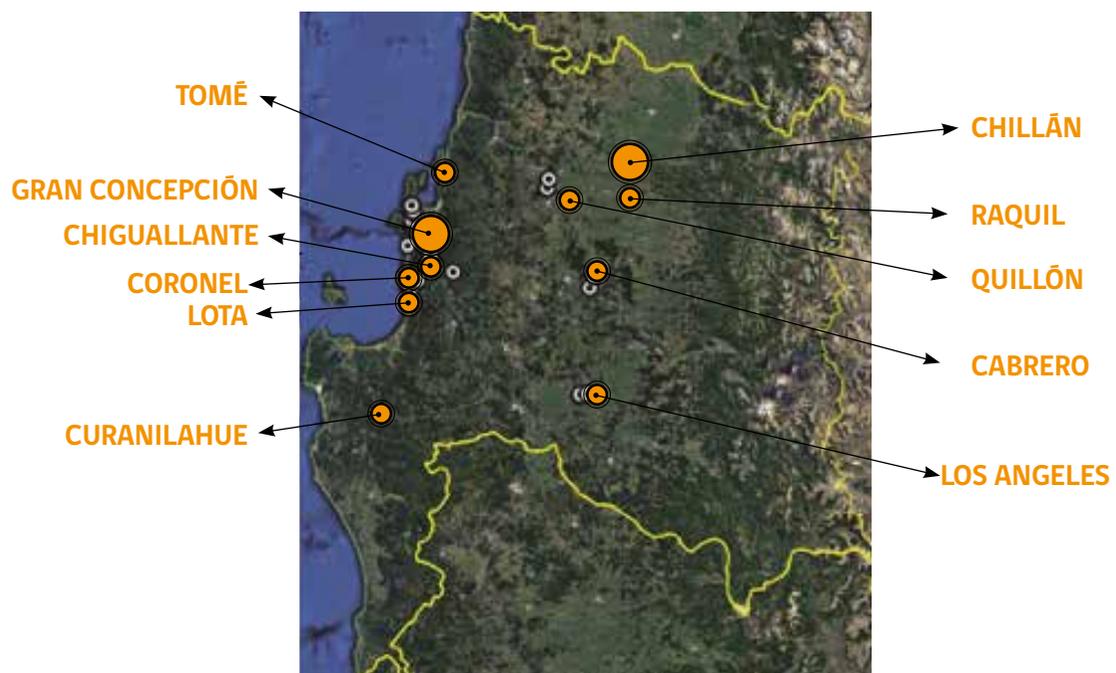
1.11 REGIÓN DEL BIOBÍO

La Región del Biobío está conformada por las provincias de Arauco, Biobío, Concepción y Ñuble. La Región cuenta con una superficie de 37.069 km² y una población estimada por INE al año 2015 de 2.114.286 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 10% desde el año 1999.

Las fuentes emisoras individuales más importantes del Gran Concepción corresponden, en Talcahuano, a las instalaciones de Petrox, Siderúrgica Huachipato, Cementos Bío Bío y un conjunto de industrias petroquímicas y pesqueras; en Coronel, Central Térmica Bocamina y un conjunto de empresas pesqueras; en Laraquete, la Planta de Celulosa Arauco; y hacia el interior del curso del Río Bio Bio las plantas de Celulosa del Pacífico y la industria papelera Inforsa en Laja. Los sectores con monitoreo se presentan en la Figura 1.74.

FIGURA 1.74

Sectores con monitoreo de calidad de aire en la Región del Biobío



El D.S. N°36/2013 declaró a las comunas de Chillán y Chillán viejo zona saturada por material particulado respirable MP10 y MP2.5 por exceder norma diaria de MP10 y MP2.5. Además, declaró zona latente por norma anual de MP10.

El D.S. N°11/2015 de MMA declaró a la comuna de Los Angeles zona saturada por material particulado respirable MP10 y MP2.5 por exceder norma diaria de MP10 y MP2.5.

El D.S. N°15/2015 de MMA declaró a las comunas de Lota, Coronel, San Pedro de la Paz, Hualqui, Chiguayante, Concepción, Penco, Tomé, Hualpén y Talcahuano zona saturada por material particulado fino respirable MP2.5 por exceder la norma diaria.

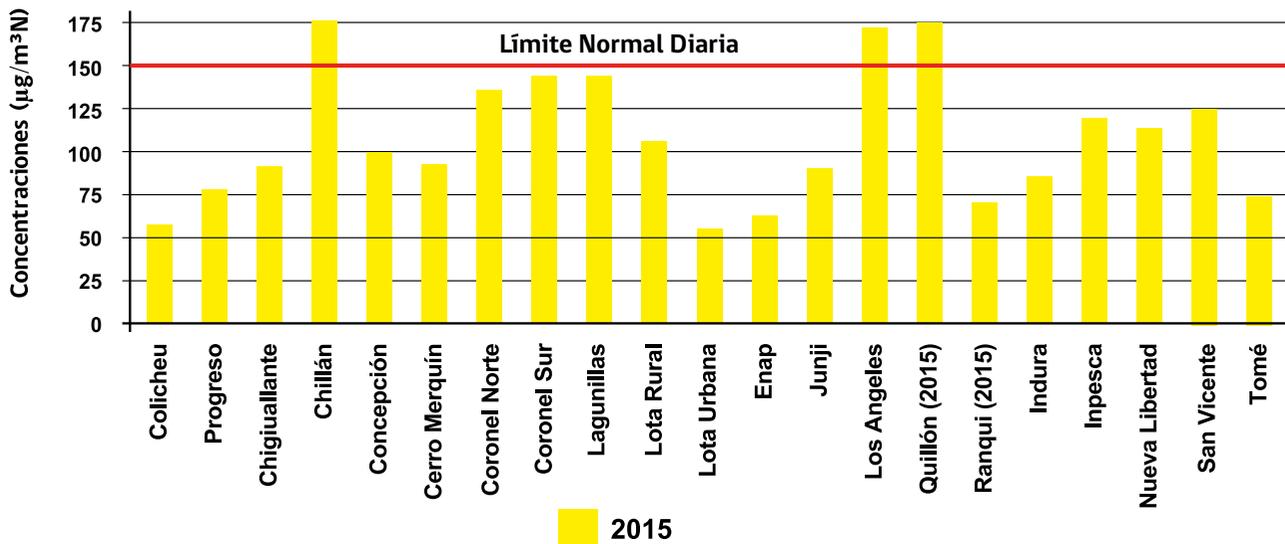
El D.S. N°48/2016 de MMA estableció un Plan de descontaminación para las Comunas de Chillán y Chillán Viejo, las que fueron declaradas zona saturada en el año 2013.

La información de calidad de aire recopilada corresponde a la disponible en el portal SINCA, la que pertenece en su mayoría a las estaciones públicas del MMA.

La Figura 1.75 muestra el cumplimiento de la norma diaria para MP10 durante el año 2015, se aprecia que las estaciones Chillán, Los Angeles y Quillón superan el valor de la norma diaria con valores cercanos a 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para el percentil 98 de las concentraciones diarias. Las estaciones de Coronel están en rango de latencia. El resto de las estaciones, en rangos bajo los niveles de latencia.

FIGURA 1.75

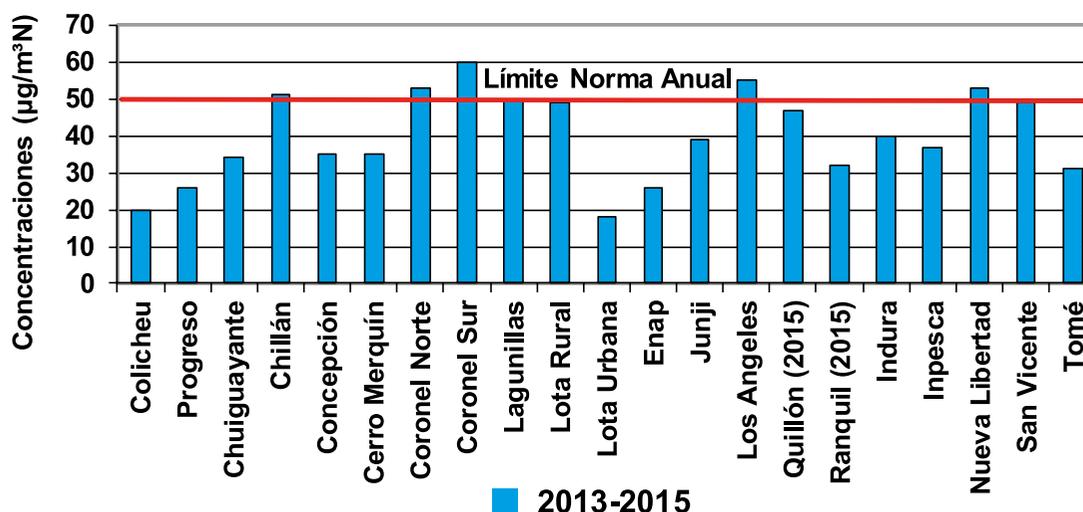
Cumplimiento de norma diaria de MP10 en estaciones de Región del Biobío



Respecto a la norma anual de MP10 para el periodo 2013–2015, las estaciones Chillán, Coronel Norte, Coronel Sur, Los Ángeles y Nueva Libertad superan la norma anual, siendo el promedio más alto en la estación Coronel Sur con 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Las estaciones Lagunillas, Lota Rural y San Vicente están en rango de latencia.

FIGURA 1.76

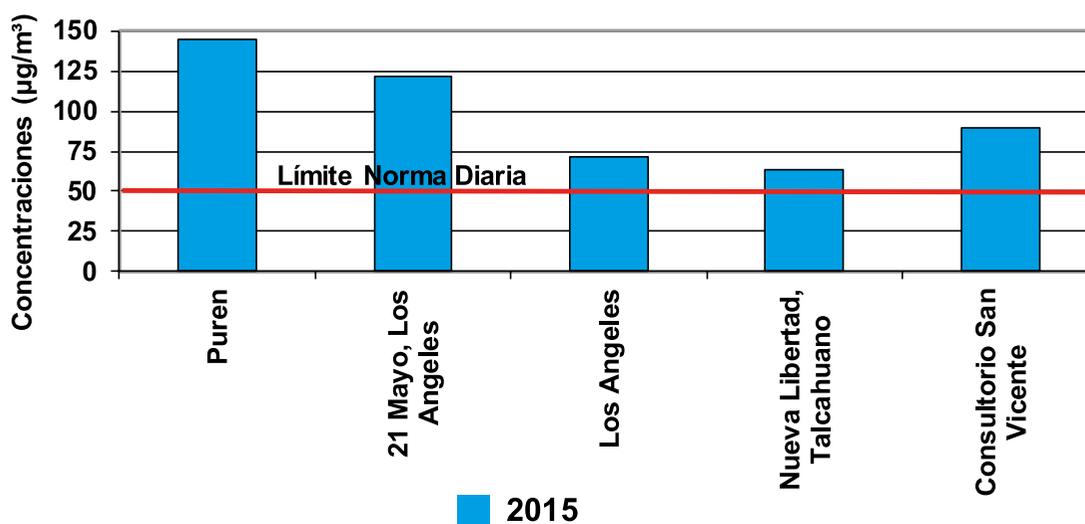
Cumplimiento de norma anual de MP10 en estaciones de Región del Biobío



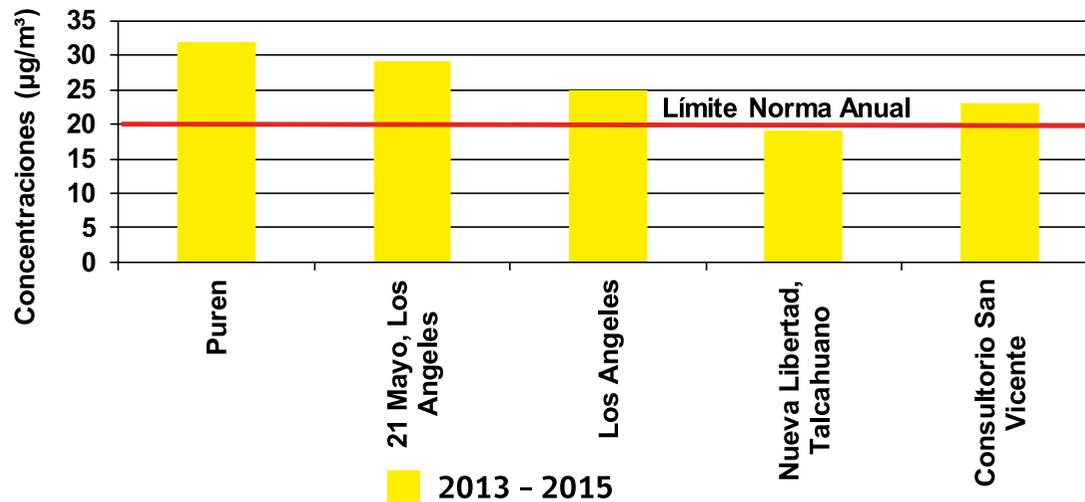
Durante los últimos años se comenzó a medir MP2.5 en Purén, Los Angeles, Talcahuano y San Vicente. La Figura 1.77 muestra que en todas las estaciones mencionadas se supera la norma diaria de MP2.5 el año 2015, siendo Purén con un percentil 98 de 145 µg/m³ la estación con concentración diaria de MP2.5 más alta.

FIGURA 1.77

Cumplimiento de norma diaria de MP2.5 en estaciones de Región del Biobío



La Figura 1.78 muestra que las estaciones en Purén, Los Ángeles y San Vicente superan la norma anual con promedios trianuales de MP5 para el período 2013-2015 entre 23 µg/m³ y 32 µg/m³. La estación Nueva Libertad en Talcahuano con 19 µg/m³, está en nivel de latencia, pero muy cercana a la norma anual.

FIGURA 1.78**Cumplimiento de norma anual de MP2.5 en estaciones de Región del Biobío**

Por otro lado, de acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para MP10, MP2.5 y CO corresponde a la quema de leña. En cambio, para SO₂ y NO_x el aporte proviene de las fuentes fijas.

CUADRO N° 1.12**Estimación de emisiones para la Región del Biobío**

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	5439	632	95356	54653	26411
Emisiones vehículos en ruta	3903	767	32106	15	9689
Emisiones Quema de leña	49702	48303	627935		1135

Fuente: Retc, 2015.

1.12 REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

La Región de La Araucanía está conformada por las provincias de Cautín y Malleco. La Región cuenta con una superficie de 31.858 km² y una población estimada por el INE al año 2015 de 989.798 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 10% desde el año 1999. Temuco, la capital provincial, es una de las ciudades con mayor crecimiento durante la última década.

Las mediciones de calidad de aire en la Región se han centralizado en Temuco y Padre las Casas. La Figura 1.79 ilustra la ubicación de las estaciones en la Región de la Araucanía.

FIGURA 1.79

Sectores con monitoreo de calidad de aire en la Región de la Araucanía



La información sobre calidad de aire proviene principalmente del portal SINCA y de las concentraciones entregadas en los documentos de los planes de descontaminación.

En julio del año 2000 inició su operación la estación de monitoreo Las Encinas (Temuco), instalando en el lugar una estación más completa y moderna en marzo de 2004, con el aporte de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y MINSAL. En abril de 2002, se puso en marcha la estación de monitoreo Padre Las Casas, la cual fue reubicada en el año 20012. En enero de 2009 inició el funcionamiento una estación en el Museo Ferroviario.

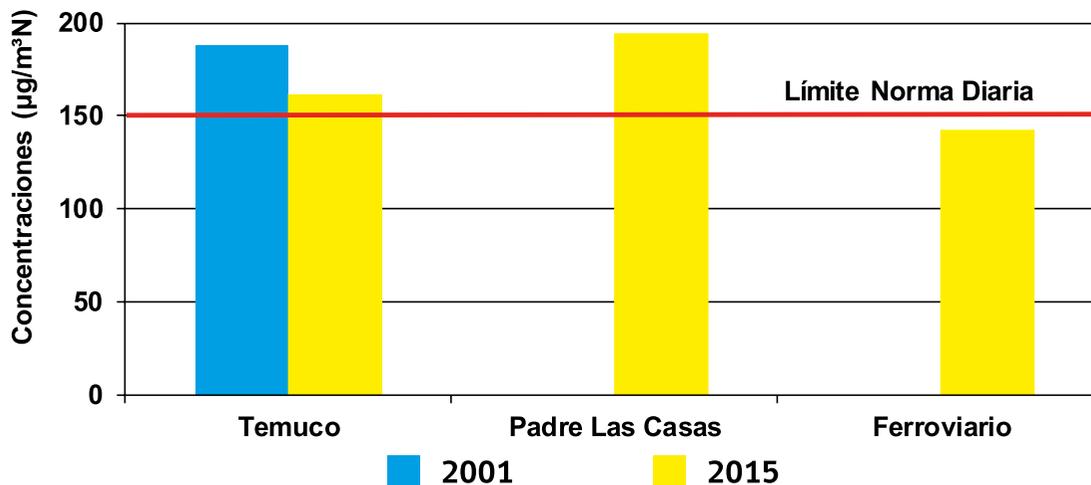
El D.S. N°35/2005 de MINSEGPRESS declaró a las comunas de Temuco y Padre Las Casas saturadas por superación de la norma diaria de MP10. Por este motivo, en junio de 2010 el D.S. N° 78 de MINSEGPRES estableció un Plan de descontaminación.

El D.S. N°2/2013 del MMA declaró a las comunas de Temuco y Padre Las Casas saturadas por superación de la norma diaria de MP2.5. Por este motivo, en octubre de 2015 se publicó el D.S. N° 12 de MMA que estableció un Plan de Descontaminación por MP2.5. Entre las medidas incorporadas está la restricción de uso de chimeneas a leña en ciertos sectores de las comunas en días de episodios de altas concentraciones de MP2.5.

La Figura 1.80 muestra una comparación del percentil 98 de las concentraciones diarias de MP10. Se aprecia una reducción de concentraciones en Temuco, pero se continúa superando la norma diaria registrando un valor de 162 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en el año 2015, en este año la estación Padre Las Casas también supera la norma diaria con un valor de 195 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La estación Museo Ferroviario está en rango de latencia.

FIGURA 1.80

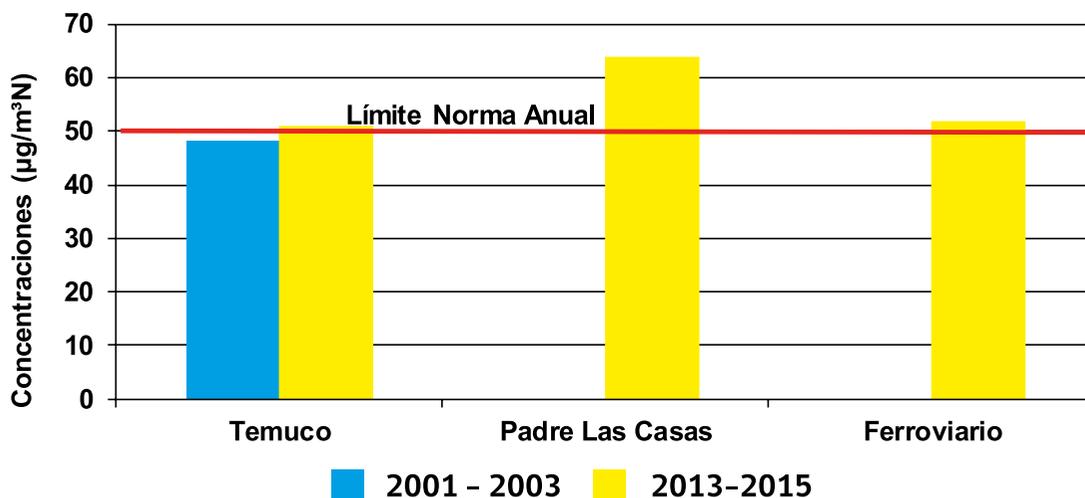
Cumplimiento de norma diaria de MP10 en estaciones de Región de La Araucanía



La Figura 1.81 muestra que durante el año 2015, el valor límite de la norma anual de MP10 es superado en las 3 estaciones, con un valor más alto en Padre Las Casas de 64 µg/m³N. Además, hay un leve aumento en la estación Temuco de 48 a 51 µg/m³N respecto al año 2003.

FIGURA 1.81

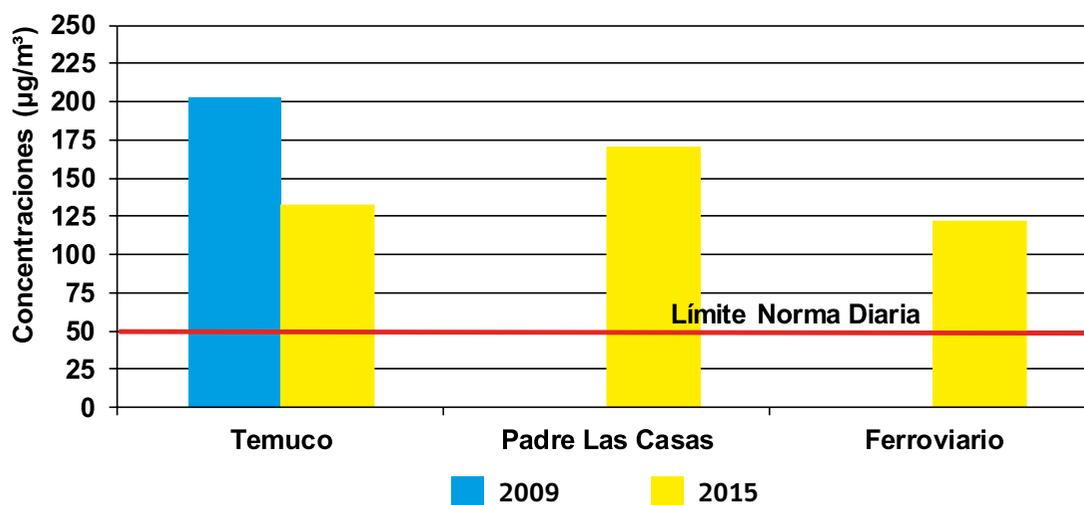
Cumplimiento de norma anual de MP10 en estaciones de Región de La Araucanía



La Figura 1.82 y la Figura 1.83 comparan el cumplimiento de la norma diaria y anual de MP2.5, pero desde el año 2009. Se aprecia que ambas normas de MP2.5 son sobrepasadas ampliamente en las 3 estaciones. Se aprecia además, que en la estación Temuco hay reducción de las concentraciones de MP2.5 producto de las medidas de control de emisiones orientadas a los episodios, por lo mismo es mayor la reducción en las concentraciones diarias. Sin embargo, el uso de leña es de tal magnitud que las medidas tomadas hasta la fecha son insuficientes para llegar a concentraciones bajo las normas. Para el año 2015, Padre las Casas registra las mayores concentraciones diarias de MP2.5 con un percentil 98 de 171 µg/m³, Temuco registra un valor de 133 µg/m³.

FIGURA 1.82

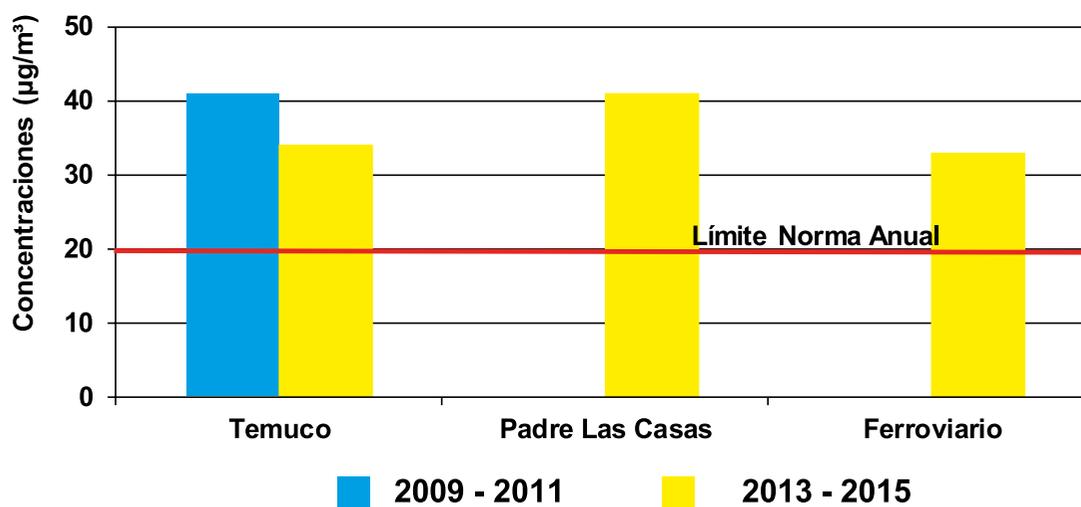
Cumplimiento de norma diaria de MP2.5 en estaciones de Región de La Araucanía



De acuerdo a la Figura 1.83, los promedios trianuales superan las normas anuales de MP2.5, con un mayor valor en Padre Las Casas de 41 µg/m³, luego Temuco con 33 µg/m³ y Museo Ferroviario con 33 µg/m³.

FIGURA 1.83

Cumplimiento de norma anual de MP2.5 en estaciones de Región de La Araucanía



Por otro lado, de acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para MP10, MP2.5 y CO corresponde a la quema de leña. En cambio, para SO₂ y NO_x el aporte proviene de las fuentes fijas.

CUADRO N° 1.13**Estimación de emisiones para la Región de La Araucanía**

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	41341	292	3453	458	3153
Emisiones vehículos en ruta	1106	193	7197	3	1835
Emisiones Quema de leña	51322	49884	613860		1193

Fuente: Retc, 2015.

1.13 REGIÓN DE LOS RÍOS

La Región de Los Ríos está conformada por las provincias de Valdivia y del Ranco. La Región cuenta con una superficie de 18.430 km² y una población estimada por el INE al año 2015 de 404.432 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 9% desde el año 1999. La Región surgió el 2 de octubre de 2007, al entrar en vigor la ley N° 20 174.

En Valdivia, MINSAL instaló para monitoreo continuo de MP2.5 y MP10 en Enero de 2008. La ubicación de la estación respecto a la Región se ilustra en la Figura 1.84.

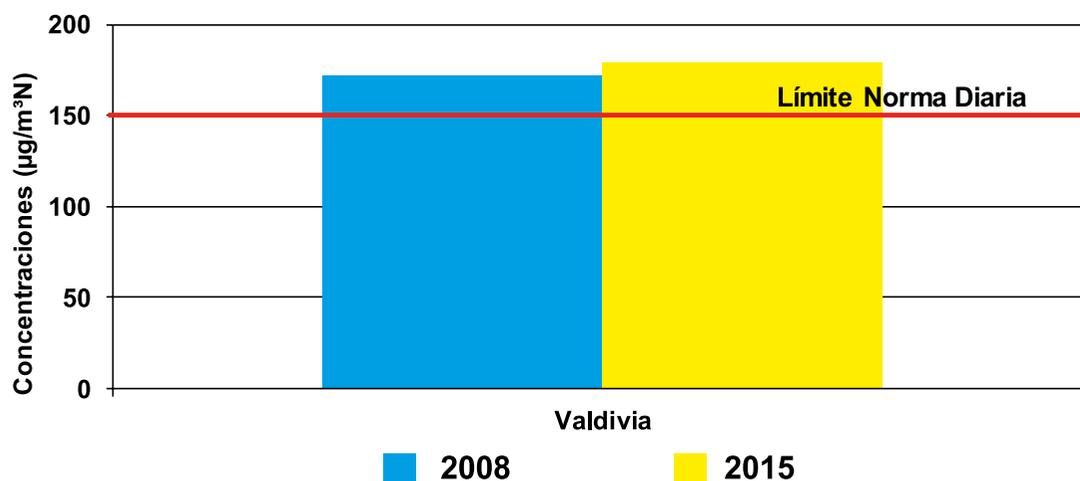
FIGURA 1.84**Sectores con monitoreo en la Región de los Ríos**

En junio de 2014, el D.S. N°17 de MMA declaró a la comuna de Valdivia zona saturada por superación de norma diaria y anual de MP10 y por superación de norma diaria de MP2.5. Actualmente, está en etapa de elaboración del Plan de descontaminación.

La Figura 1.85 presenta una comparación entre el percentil 98 de las concentraciones diarias de MP10 para los años 2008 y 2015. Se aprecia que las concentraciones diarias superan el valor de la norma, con un leve aumento de las concentraciones en el año 2015 alcanzando hasta 179 µg/m³N.

FIGURA 1.85

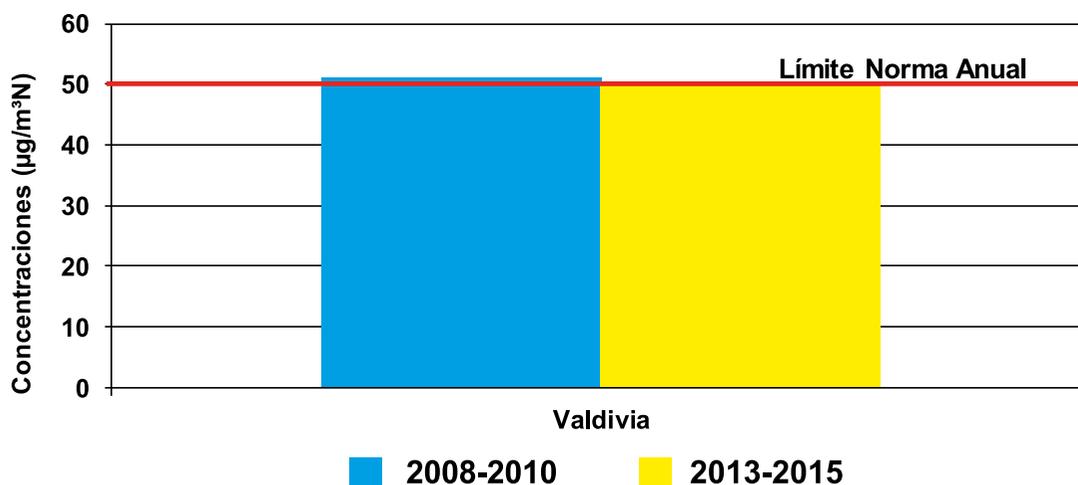
Cumplimiento de norma diaria de MP10 en Valdivia



Respecto al promedio anual, de acuerdo a lo ilustrado en la Figura 1.86, hay un leve descenso desde 51 µg/m³N para el periodo 2008-2010 a 50 µg/m³N en el período 2013-2015 lo cual justifica la declaración de zona saturada.

FIGURA 1.86

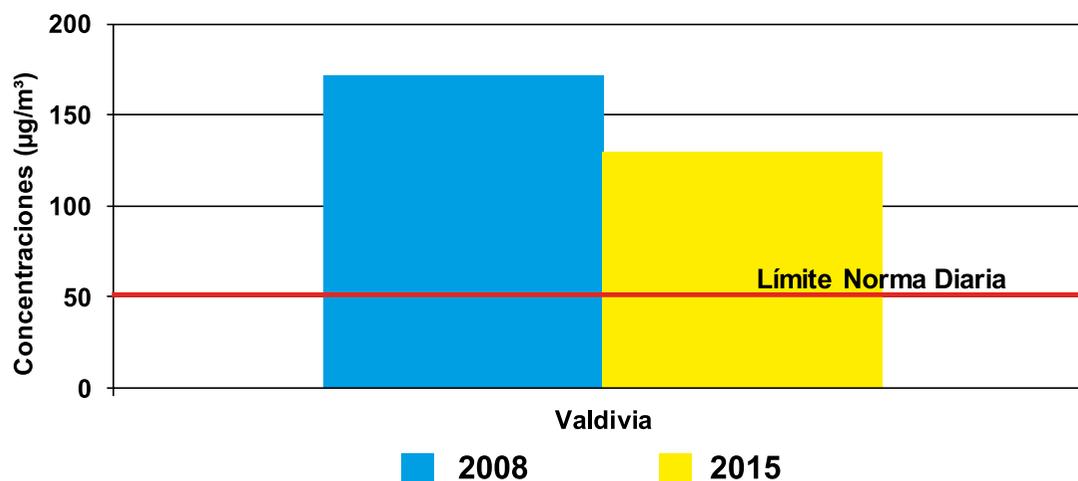
Cumplimiento de norma anual de MP10 en Valdivia



Respecto a las concentraciones diarias de MP2.5, en la Figura 1.87 se aprecia un descenso del percentil 98 en 2015 respecto a 2008, a diferencia de las concentraciones de MP10 que habían aumentado. Esta situación podría ser resultado de medidas de control de emisiones, especialmente en días de altas concentraciones. A pesar de la disminución de emisiones, el percentil 98 de 130 µg/m³ en el año 2015 es casi 2.5 veces la norma diaria de 50 µg/m³.

FIGURA 1.87

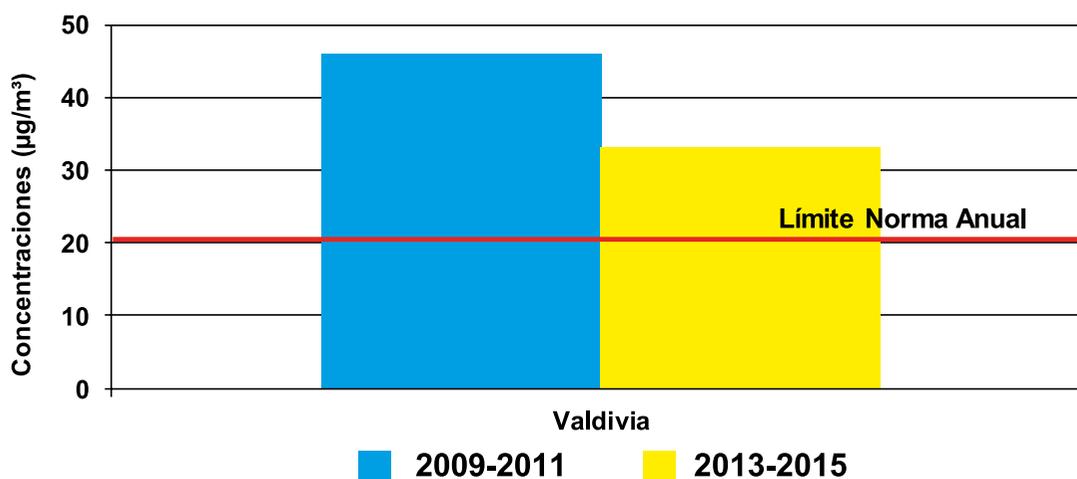
Cumplimiento de norma diaria de MP2.5 en Valdivia



De acuerdo a la Figura 1.88, también hay un descenso en el promedio trianual de MP2.5, pero se mantiene un 65% por sobre la norma anual con un valor de 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el periodo 2012-2015.

FIGURA 1.88

Cumplimiento de norma anual de MP2.5 en Valdivia



Por otro lado, de acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para MP10, MP2.5 y CO corresponde a la quema de leña. En cambio, para SO₂ y NO_x el aporte proviene de las fuentes fijas.

CUADRO N° 1.14**Estimación de emisiones para la Región de Los Ríos**

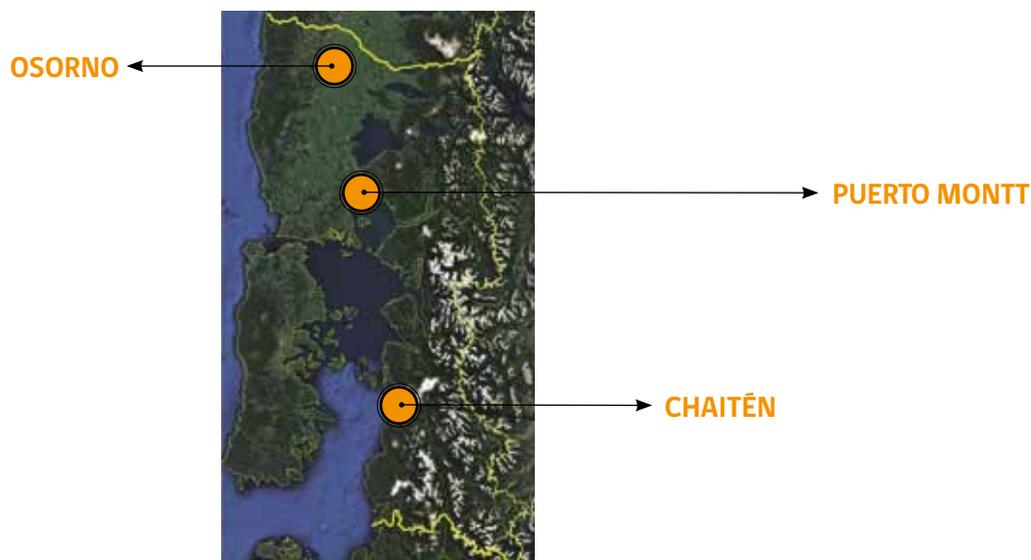
	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	405	129	3234	929	2673
Emisiones vehículos en ruta	367	63	1793	1	597
Emisiones Quema de leña	33555	32618	408469		777

Fuente: Retc, 2015.

1.14 Región de Los Lagos

La Región de Los Lagos está conformada por las provincias de Chiloé, Llanquihue, Osorno y Palena. La Región cuenta con una superficie de 48.584 km² y una población estimada por el INE al año 2015 de 841.123 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 13% desde el año 1999.

En Osorno, MINSAL instaló para monitoreo continuo de MP2.5 y MP10 en Enero de 2008. En el año 2013 el MMA instaló dos estaciones adicionales en la región, una en Puerto Montt y otra en el sector de Chaitén Norte. Sin embargo, la información disponible en SINCA para Puerto Montt y Chaitén Norte tiene vacíos importantes de información o meses sin datos que no permiten hacer cálculos respecto las normas. La ubicación de los sectores con monitoreo en la Región se ilustra en la Figura 1.89.

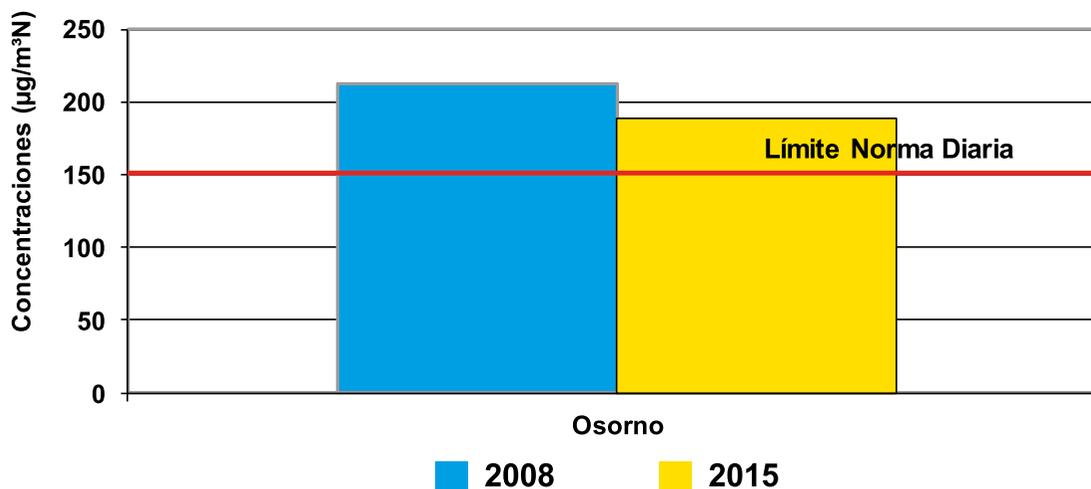
FIGURA 1.89**Sectores con monitoreo en la Región de Los Lagos**

El D.S. N°27/2012 de MMA declaró a la Comuna de Osorno zona saturada por superación de las normas diarias y anual de MP10 y de MP2.5. Por este motivo, en marzo de 2016 se publicó el D.S. N°47 del MMA que establece Plan de descontaminación por MP10 y MP2.5 a la comuna de Osorno.

La Figura 1.90 presenta una comparación entre el percentil 98 de las concentraciones diarias de MP10 para los años 2008 y 2015. Se aprecia que las concentraciones diarias superan el valor de la norma, con una disminución de las concentraciones en el año 2015 desde 212 µg/m³N hasta 189 µg/m³N.

FIGURA 1.90

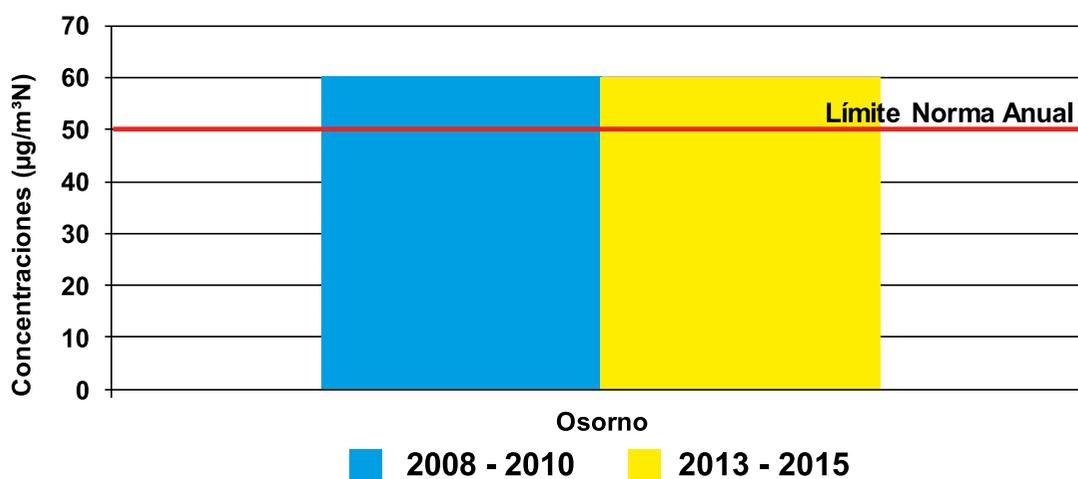
Cumplimiento norma diaria de MP10 en Osorno



De acuerdo a la Figura 1.91, el promedio trianual calculado para 2008-2010 y 2013-2015 son iguales a 60 µg/m³N, es decir se mantiene sobre la norma anual, lo cual justifica la declaración de zona saturada.

FIGURA 1.91

Cumplimiento norma anual de MP10 en Osorno



De acuerdo a la comparación de la Figura 1.92, el percentil 98 de las concentraciones diarias de MP2.5 registra una leve disminución desde 183 µg/m³N a 174 µg/m³. Sin embargo, los valores superan más de 3 veces la norma diaria.

Respecto a la norma anual de MP2.5, la Figura 1.93 muestra un descenso en el promedio trianual similar al registrado para las concentraciones diarias, desde 43 a 39 para el período 20013-2015. Es decir, el promedio trianual supera dos veces el valor de la norma anual de MP2.5.

FIGURA 1.92
Cumplimiento norma diaria de MP2.5 en Osorno

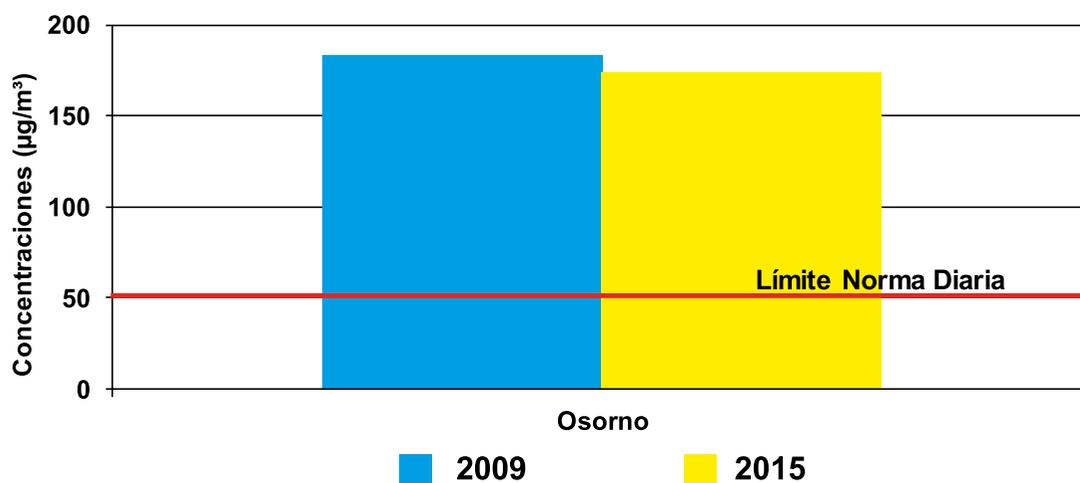
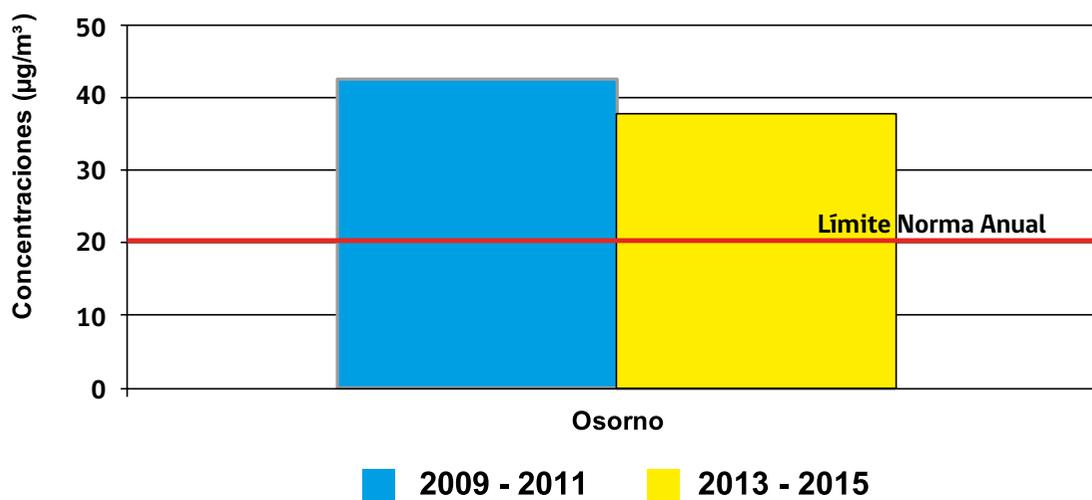


FIGURA 1.93
Cumplimiento norma anual de MP2.5 en Osorno



Es necesario destacar que durante días de altas concentraciones de MP10 las concentraciones de la fracción fina (menor a MP2.5) pueden alcanzar hasta un 90% del MP10 (CENMA, 2003).

De acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para MP10, MP2.5 y CO corresponde a la quema de leña. En cambio, para SO₂ y NO_x el aporte proviene de las fuentes fijas.

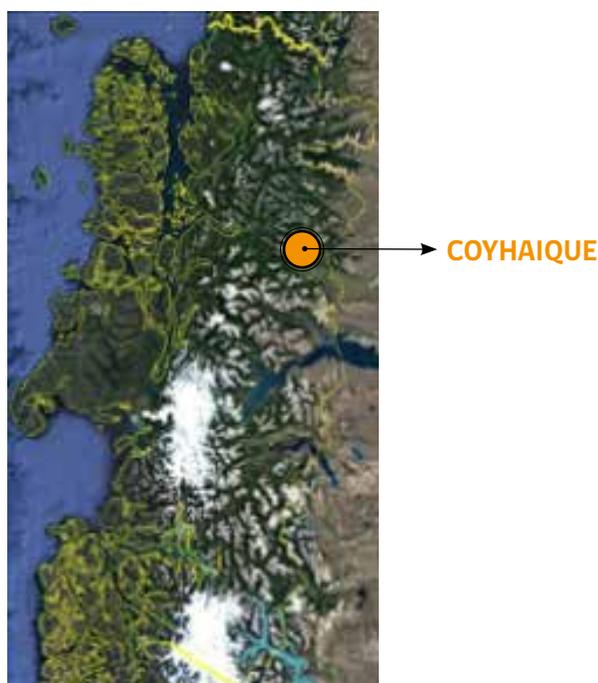
CUADRO N° 1.15**Estimación de emisiones para la Región de Los Lagos**

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	1092	311	6104	2559	27021
Emisiones vehículos en ruta	2577	421	4033	3	2117
Emisiones Quema de leña	60070	58389	711571		1485

Fuente: Retc, 2015.

1.15 REGIÓN DE AYSÉN

La Región de Aysén está conformada por las provincias de Aysén, Capitán Prat, Coyhaique y General Carrera. La Región cuenta con una superficie de 108.494 km² y una población estimada por INE al año 2015 de 108.328 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 15% desde el año 1999. La Figura 1.94 muestra el sector de monitoreo respecto a la Región de Aysén.

FIGURA 1.94**Sectores con monitoreo en la Región de Aysén**

En Coyhaique se reportan monitoreos sistemáticos de MP10 desde el invierno del 2007. Sin embargo, desde el año 2002 se han realizados campañas de monitoreo que evidenciaban la ocurrencia de elevadas concentraciones, incluso por sobre las concentraciones de MP10 registradas en áreas urbanas del país.

En noviembre de 2012 el D.S. N°33 declaró a la ciudad de Coyhaique y su zona circundante zona saturada por superación de la norma diaria y anual de MP10. Por este motivo, en marzo de 2016 el D.S. N°46 estableció un Plan de descontaminación para MP10.

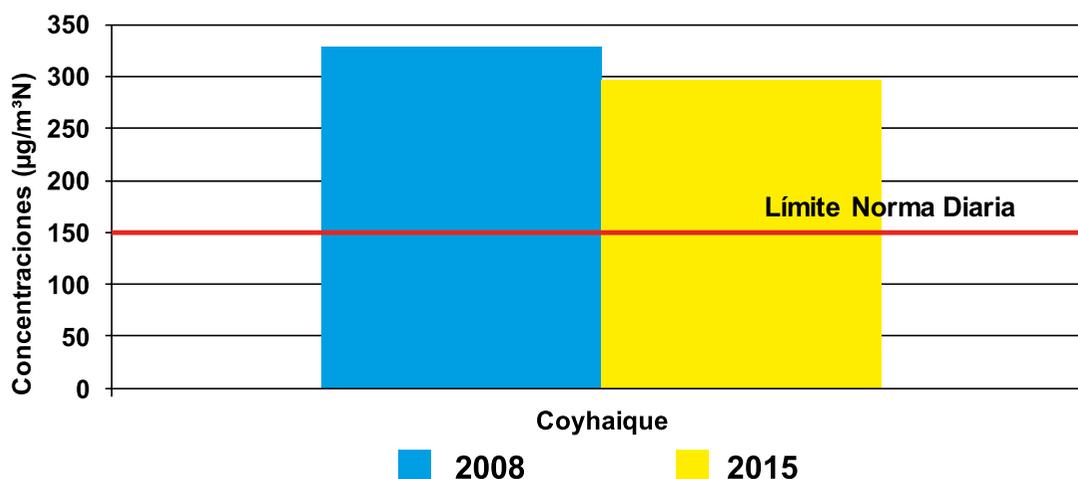
En el año 2013 el MMA incorporó la medición de MP2.5 y una segunda estación en la ciudad para medición de MP10 y MP2.5.

En agosto de 2016 se publicó el D.S. N°15 de MMA que declaró a la ciudad de Coyhaique y su zona circundante como zona saturada por superación de la norma diaria de MP2.5.

La Figura 1.95 compara el percentil 98 de las concentraciones diarias de MP10 entre los años 2008 y 2015. Se aprecia una disminución de las concentraciones desde 328 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ a 297 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, es decir en el año 2015 se duplica la norma diaria de MP10.

FIGURA 1.95

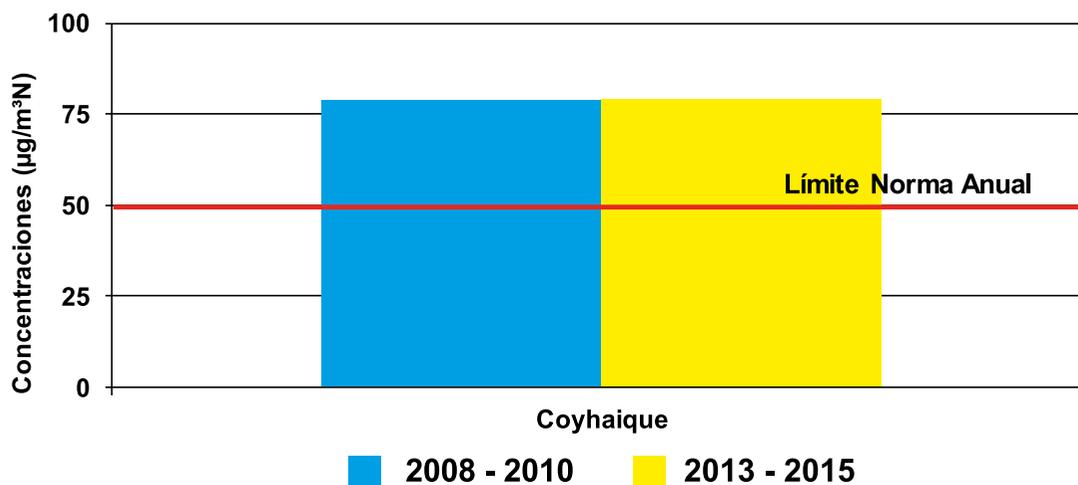
Cumplimientos de norma diaria de MP10 en Coyhaique



Los promedios trianuales de MP10 para los períodos 2008-2010 y 2013-2015 se mantienen en 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor 60% más alto que la norma anual, de acuerdo a lo presentado en la Figura 1.96.

FIGURA 1.96

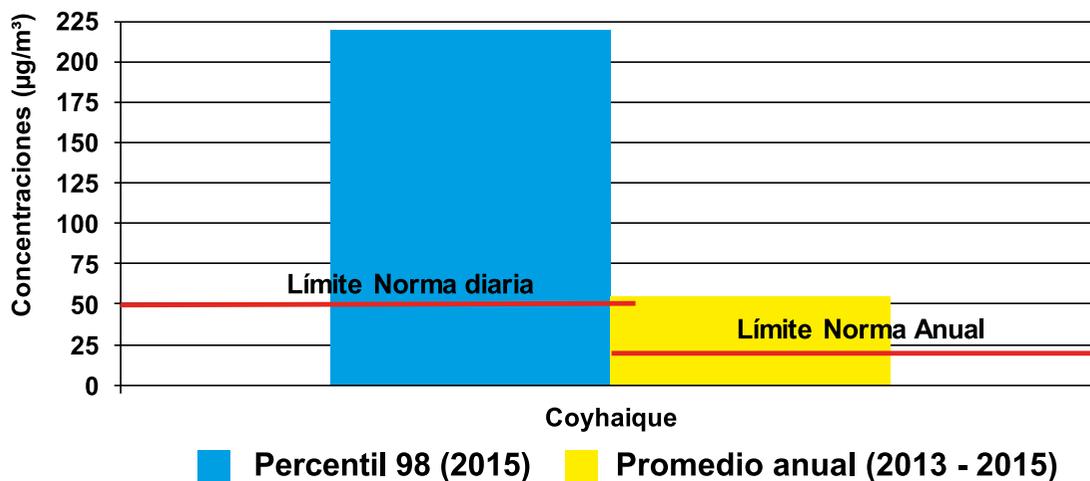
Cumplimientos de norma anual de MP10 en Coyhaique



La Figura 1.97 muestra la evaluación para las normas diarias y anuales de MP2.5 para el año 2015, tanto la norma diaria como la anual son ampliamente superadas. El percentil 98 de las concentraciones diarias es $219 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el promedio trianual es $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir la norma diaria se supera más de 4 veces y la anual casi 3 veces. Estas concentraciones de MP2.5 son las más altas registradas para ciudades en el país.

FIGURA 1.97

Cumplimientos de normas de MP2.5 en Coyhaique



De acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para MP10, MP2.5 y CO corresponde a la quema de leña. En cambio, para SO₂ y NO_x el aporte proviene de las fuentes fijas.

CUADRO N° 1.16

Estimación de emisiones para la Región de Aysén

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	3201	775	19605	4844	90723
Emisiones vehículos en ruta	615	96	1012	1	479
Emisiones Quema de leña	19397	18853	232374		447

Fuente: Retc, 2015.

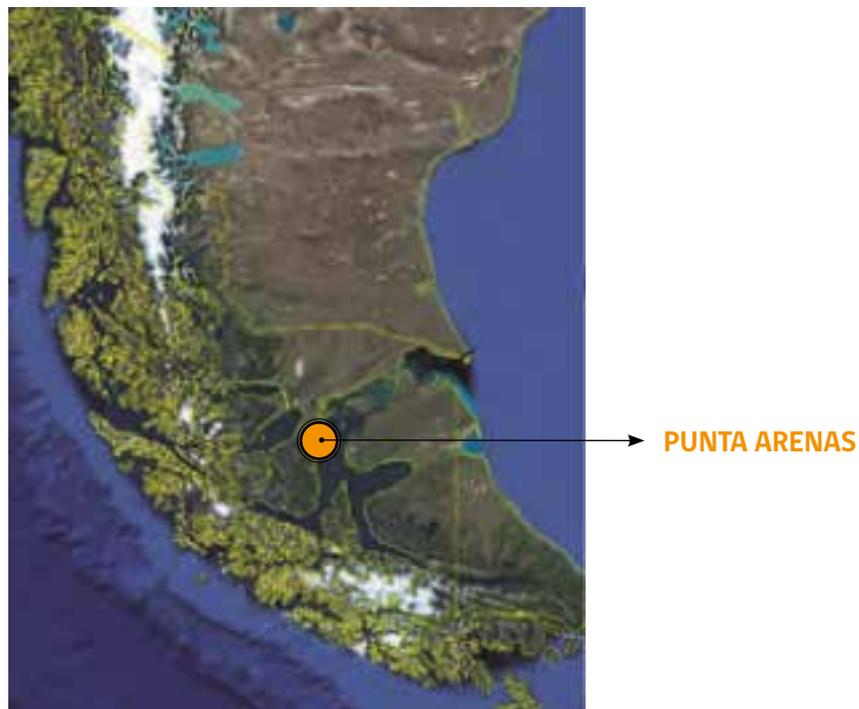
1.16 REGIÓN DE MAGALLANES

La Región de Magallanes está conformada por cuatro provincias: Antártica Chilena, Magallanes, Tierra del Fuego y Última Esperanza. La Región cuenta con una superficie continental de 132.033 km^2 y una población estimada por INE al año 2015 de 164.661 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano a 6% desde el año 1999.

A fines de 2013, el MMA instaló una estación para monitoreo de MP2.5 en Punta Arenas. La Figura 1.98 ilustra la ubicación de la estación de monitoreo en la Región.

FIGURA 1.98

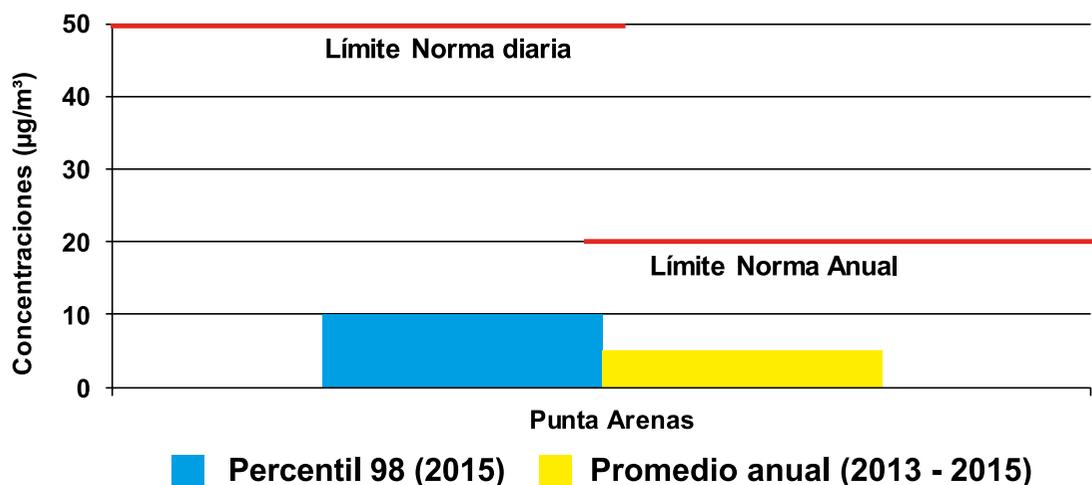
Sectores con monitoreo en la Región de Magallanes



De acuerdo a la evaluación del cumplimiento de normas de MP2.5 para el año 2015, la Figura 1.99 muestra que las concentraciones de MP2.5 en la estación de Punta Arenas son menores al 20% de la norma diaria con $10 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y con un promedio anual de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que equivale a un 25% de la norma anual lo que correspondería a las menores concentraciones de MP2.5 registrados en estaciones de calidad de aire ubicadas en ciudades.

FIGURA 1.99

Cumplimientos de normas de MP2.5 en Punta Arenas



De acuerdo a los registros de emisiones disponibles en el sitio www.retc.cl el principal aporte para MP10, MP2.5 y CO corresponde a la quema de leña. En cambio, para SO2 y NOx el aporte proviene de las fuentes fijas.

CUADRO N° 1.17

Estimación de emisiones para la Región de Magallanes

	MP10 (Ton/año)	MP2.5 (Ton/año)	CO (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	NO _x (Ton/año)
Fuentes Fijas	154	25	3078	285	10682
Emisiones vehículos en ruta	165	32	1629	1	391
Emisiones Quema de leña	1066	1036	12745		25

Fuente: Retc, 2015.

1.17 CONCLUSIONES

Han pasado 16 años desde el primer Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 1999, que resumió en un capítulo el estado de la calidad del aire en Chile. Hacia fines de los 90s, la información de calidad estaba dispersa en los diferentes organismos de fiscalización con atribuciones de carácter ambiental en los Ministerios de Salud (Servicios de Salud) y de Agricultura (Oficinas regionales de SAG) como también en las oficinas regionales de la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Además, gran parte de la información de calidad de aire se entregaba en papel (informes) o medio digital (discos), lo cual significaba muchas veces ir a los lugares para recopilar la información con un gran esfuerzo posterior para sistematizar la información, uniformar la variedad de formatos y unidades en las cuales se entregaban las concentraciones para la elaboración final de bases de datos. Actualmente, un gran porcentaje de la recopilación de los datos se puede realizar sentado frente a un computador accediendo a los sistemas de información del Ministerio del Medio Ambiente como también a los distintos documentos e informes disponibles a través de internet.

Para el Informe de 1999 la principal información de calidad de aire disponible correspondió a las redes de monitoreo de las fundiciones de cobre (Chuquicamata, Paipote, Potrerillos, Chagres, Ventanas, Caletones) y la red de Santiago, todos sujetos a planes de descontaminación y ubicados desde Rancagua hacia el norte. Los principales comentarios del Informe 1999 respecto a la gestión de la calidad del aire en los próximos años fueron:

- Regulaciones orientadas a fuentes y procesos (normas de emisión) y no a las concentraciones (normas de calidad de aire)
- La aplicación de restricciones de emisiones en emergencias o episodios podría generar malestar y confusión en la población.
- Deficiente monitoreo en regiones
- Cumplimientos de metas (publico v/s privados)
- Asociación de enfermedades respiratorias con episodios de contaminación
- Falta de conocimiento público de proyectos y estudios realizados por el Estado

Actualmente, se puede reconocer que el diagnóstico estuvo muy cercano a la realidad:

- Las normas de calidad de aire para los contaminantes criterio (MP10, SO₂, CO, NO₂ y O₃) fueron establecidas entre los años 1998 y 2002. En el año 2011 se incluyó la norma para MP2.5. Han pasado más de 14 años y no se han revisado las primeras normas de calidad, tampoco se han establecido valores guías oficiales para otros contaminantes atmosféricos los cuales son de importancia al presentar nuevos proyectos al servicio de evaluación de impacto ambiental.
- En Santiago durante el periodo de altas concentraciones de material particulado (abril-agosto) se implementó un programa de gestión de episodios críticos que contempla un sistema de pronóstico de episodios y medidas que afectan directamente a la población (restricción vehicular, prohibición de quemas, recomendación para evitar ejercicio físico, no usar estufas a leña, etc) lo cual ha generado el malestar en muchas personas especialmente cuando ha fallado el sistema de pronóstico, ya sea porque hubo un episodio no alertado o porque se pronosticó pero no se constató el episodio. Este modelo ha sido replicado en regiones durante los últimos años, especialmente desde Rancagua al Sur.
- A pesar que las campañas de monitoreo de calidad de aire realizadas a fines de los 90s evidenciaron la ocurrencia de altas concentraciones, principalmente por material particulado en las ciudades del sur de Chile, la implementación de estaciones públicas orientadas a un monitoreo permanente o vigilancia de la calidad de aire en regiones fue muy tardía y con una baja cobertura en su inicio. En el año 2004 se instalaron estaciones, con apoyo la agencia COSUDE, en las ciudades de Viña del Mar, Rancagua y Temuco. En el 2008 la red se extiende hasta 12 ciudades incluyendo Rengo, San Fernando, Chillán, Concepción, Osorno, Valdivia y Coyhaique. Entre los años 2013 y 2016 se inició otra etapa de aumento de cobertura abarcando estaciones desde Arica hasta Punta Arenas. Actualmente, se cuenta con una red pública de 54 estaciones. Considerando las estaciones públicas y privadas se estima más de 200 estaciones de calidad de aire en Chile, 198 de ellas están en el portal SINCA.
- En general, el cumplimiento de las metas a cargo de los privados, enmarcadas en los planes de descontaminación, ha sido dentro de los plazos establecidos. En cambio, acorde al diagnóstico del año 1999, en muchas ocasiones el Estado no ha cumplido los compromisos. La tardía implementación y aumento de cobertura de la red de monitoreo es un ejemplo; y 4 años para implementar planes de descontaminación en las zonas saturadas es otra, más todos los problemas y atrasos debido a la modalidad de presupuestos anuales que maneja el Estado.
- Todos los inviernos, luego de los episodios de alta contaminación aparecen los problemas respiratorios. Para el caso de Santiago, a pesar de la baja sostenida de las concentraciones cada año queda la sensación que hay un aumento de los niveles en función del aumento de afectados por enfermedades respiratorias. Se desconoce si existe en desarrollo un estudio de largo plazo de los efectos en salud de la contaminación atmosférica en los santiaguinos o en otra ciudad del país.
- Durante los últimos años, la gran mayoría de los estudios en calidad de aire que encarga el estado están siendo publicados en el sitio web del MMA o en los portales de información (SINCA, SINIA). Además, 47 estaciones de la red pública tienen sus datos en línea en el sitio <http://sinca.mma.gob.cl/>. Se recomienda actualizar la información validada de las estaciones privadas ya que la mayoría tiene datos hasta el 2010.

Es necesario diferenciar en el análisis, el país de norte a sur.

Las megafuentes mineras y centrales termoeléctricas del norte presentan principalmente emisiones de material particulado (MP), dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x).

En el centro la actividad industrial, las fuentes móviles, las emisiones residenciales y centrales termoeléctricas son las principales fuentes de elevadas concentraciones de material particulado respirable en otoño-invierno y contaminantes fotoquímicos (ozono) durante meses de primavera-verano.

Por último, en el sur, especialmente en los valles centrales, durante los meses de otoño invierno se registran altas concentraciones de material particulado respirable (MP10, MP2.5) debido principalmente del fuerte consumo de leña para calefacción domiciliaria.

El aumento de la cobertura de estaciones públicas, especialmente desde el año 2008 en adelante constató la ocurrencia de altas concentraciones de MP10 y MP2.5 especialmente en la mayoría de las ciudades del Sur de Chile a causa del consumo de leña en invierno.

La declaración de zona saturada (ZS) por norma diaria podría ser, si se dan las condiciones, luego de 1 año de mediciones. En cambio, para declarar ZS por norma anual se requiere al menos 3 años de mediciones. Además, de acuerdo a los registros históricos, luego de la declaración de zona saturada pasan al menos 3 años hasta que se elabora y aprueba un plan descontaminación.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, para aquellas ciudades que tienen problemas por norma anual podrían pasar al menos 6 años desde la primera medición hasta la implementación de un Plan de descontaminación, situación que ocurre en la zona norte por MP10 por ejemplo para Tocopilla y Andacollo. Otro ejemplo es Calama, ciudad que todavía no tiene un PDA, a pesar de tener declaración de Zona Saturada desde el año 2009. Situación similar ocurre para algunas comunas de la Región de Valparaíso, entre ellas Catemu, La Calera, La Cruz y Llay-lLAY donde se ha superado la norma anual de MP10.

Para las ciudades del sur de Chile se podrían haber tomado acciones con mayor prontitud ya que durante invierno se registran altas concentraciones diarias que permiten superar la norma diaria al primer año de mediciones. Sin embargo, no hay ninguna declaración de zona saturada por norma diaria de MP10 luego de un año de mediciones. Afortunadamente, desde el año 2013 se han disminuido los tiempos para la declaración de zonas saturadas por la aplicación de la norma diaria de MP2.5. Esto sumado al aumento de cobertura en la instalación de estaciones de monitoreo públicas a cargo del MMA ha permitido declarar zona saturada a la mayoría de las ciudades del sur de Chile por norma diaria de MP2.5.

Las comparaciones para el periodo de análisis han permitido verificar la aplicación exitosa de los Planes de descontaminación a las fundiciones de Cobre por SO₂ y la Zona de María Elena por MP10, logrando el cumplimiento de las normas en las estaciones con representatividad poblacional.

Los planes de descontaminación aplicados a ciudades (Tocopilla, Andacollo, Santiago, Valle de Rancagua, Temuco y PLC), también muestran avances en la disminución de las concentraciones de MP10 y/o MP2.5, especialmente en la disminución de las concentraciones diarias máximas relacionadas con la gestión de episodios críticos y restricciones de corto plazo para reducir emisiones. Sin embargo, el nivel de reducción de concentraciones ha sido insuficiente para lo que espera la población y se vislumbra dificultad en el cumplimiento de las metas en los plazos establecidos en los PDA.

BIBLIOGRAFÍA

- CENMA 2004. *Estudio de apoyo para la elaboración de un Plan de Descontaminación para las comunas de Temuco y Padre Las Casas. Mediciones de calidad de aire y meteorología. Informe Final. Estudio desarrollado para CONAMA IX.*
- CENMA 2004a. *Evaluación y verificación de funcionamiento de redes de monitoreo de calidad de aire. Informe Final. Estudio desarrollado para CONAMA.*
- CENMA, 2008. *Análisis Comparativo de Condiciones Meteorológicas Asociadas a Episodios de Contaminación Atmosférica en Santiago, durante los períodos de otoño-invierno 1997 a 2008. Informe elaborado para CONAMA RM. Septiembre de 2008.*

- CENMA, 2014. Informe final “Evaluación de la calidad del aire en la Región de Antofagasta”. Estudio elaborado para Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente Región de Antofagasta. Diciembre 2014
- CENMA 2009. Operación y Mantenimiento del Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire en las Estaciones de Los Andes, Viña del Mar, Rancagua, Rengo, San Fernando, Chillán, Temuco, Padre Las Casas, Valdivia y Osorno. Informe Final. Abril de 2009. Estudio desarrollado para MINSAL.
- CETAM, 2015. Informe Final “Evaluación de la evolución de la calidad del aire y de las emisiones de las fuentes, en la Región de Valparaíso”. Estudio elaborado por Centro de Tecnologías Ambientales “CETAM” de la Universidad Técnica Federico Santa María para Subsecretaría del Medio Ambiente, Seremi Valparaíso. Diciembre de 2015.
- CONAMA 1999, Estudio de la calidad del aire en regiones Urbano-Industriales de Chile. Proyecto COSUDE. Información Final Etapa I, 1999.
- CONAMA II Región, 2009. Informe de Calidad de Aire de la II Región de Antofagasta, actualizado al 31 de diciembre de 2008. Comisión Nacional de Medio Ambiente Región de Antofagasta.
- CONAMA II Región, 2009b. Informe de Seguimiento PDA María Elena y Pedro de Valdivia abril 2008-marzo2009. Junio 2009. Comisión Nacional de Medio Ambiente Región de Antofagasta.
- CONAMA, 2009. Avance de los Planes de Descontaminación Atmosférica de las megafuentes mineras. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Borrador.
- CONAMA VIII Región, 2005. Informe de Gestión de la calidad del aire Gran Concepción. Antecedentes para declaración de Zona Latente por MP10. Mayo 2005.
- CONAMA IX Región, 2004. Antecedentes para declarar a las comunas de Temuco y Padre Las Casas como Zona Saturada por MP10.
- CONAMA IX, 2005. Identificación de una relación entre las emisiones de fuentes de material particulado y las concentraciones de material particulado respirable en las comunas de Temuco y Padre Las Casas”. Estudio desarrollado por Asesorías en Ingeniería ambiental Pedro Alex Sanhueza Herrera E.I.R.L. para CONAMA.
- DICTUC, 2005. Estudio Modelo de dispersión de contaminantes para la Región Metropolitana. Desarrollado por DICTUC S.A. Área de Soluciones Ambientales para CONAMA RM.
- DICTUC, 2006. Análisis de la Calidad del Aire para MP-10 en Tocopilla. Estudio elaborado para CONAMA II.
- DICTUC, 2007. Estudio Diagnóstico Plan de gestión Calidad del Aire VI Región. Estudio elaborado para CONAMA VI.
- DICTUC, 2007. Actualización del inventario de emisiones atmosférica en la Región Metropolitana. Estudio elaborado para CONAMA RM.
- DICTUC, 2008. Actualización del inventario de emisiones atmosférica en las comunas de Temuco y Padre Las Casas. Informe Final, Febrero 2008. Estudio elaborado para CONAMA IX.
- DICTUC, 2015. Informe Final “Antecedentes para Elaborar el Plan de Prevención de la Localidad de Huasco”. Elaborado por DICTUC para la Subsecretaría de Medio Ambiente. Agosto de 2015.
- MINSAL y SAG, 2009. Informe de cumplimiento de las normas de calidad de aire y emisión de arsénico en la Región de Valparaíso año2008. Comisión conjunta Servicio Agrícola Ganadero y SEREMI salud Región de Valparaíso.
- MMA, 2015. Segundo Reporte del Estado del Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente. Noviembre de 2015. ISBN 978-956-7204-52-6.

- MMA, 2016. Informe “línea base de la calidad del aire en la Región de Valparaíso período 2013-2015”. SEREMI del medio ambiente y SEREMI de salud Región de Valparaíso.
- RETC, 2015. Noveno informe consolidado de emisiones y transferencias de contaminantes 2014. Registro de emisiones y transferencias de contaminantes del Ministerio del Medio Ambiente. 2015.
- SETEC, 2006. Diagnóstico y monitoreo de la calidad del aire en las comunas de Arica e Iquique. Informe Final, 2006. Estudio elaborado para CONAMA.
- SANHUEZA, 2008. Análisis técnico del plan de descontaminación por MP10 para Tocopilla y de las observaciones al anteproyecto. Estudio elaborado para CONAMA II.
- SMA, 2014. Informe fiscalización ambiental inspección ambiental Plan de Descontaminación de la Fundición Potrerillos División Salvador de CODELCO.
- SMA, 2015. Informe técnico cumplimiento de normas de calidad del aire por MP10, plomo y SO2 red de calidad del aire fundición Hernán Videla Lira Región de Atacama. Unidad Técnica División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente.
- U de CHILE, 1999. Situación del medio ambiente y del patrimonio cultural: Aire. En: Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile 1999. Área de Desarrollo Sustentable de Centro de análisis de políticas públicas de la Universidad de Chile, Santiago, Junio 2000, pp 35-74.
- U de CHILE, 2002. Situación del medio ambiente y del patrimonio cultural: Aire. En: Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile 2002. Área de Desarrollo Sustentable de Instituto de análisis de políticas públicas de la Universidad de Chile, Santiago, Diciembre 2002, pp 19-6.
- U de CHILE, 2005. Capítulo 1: Aire. En: Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile 2005. Instituto de Asuntos Públicos, Centro de análisis de políticas públicas de la Universidad de Chile, Santiago, 2005, pp 38-70.
- U de CHILE, 2008. Capítulo 1: Aire. En: Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile 2005. Instituto de Asuntos Públicos, Centro de análisis de políticas públicas de la Universidad de Chile, Santiago, 2005, pp 33-71.

73°30'0"O

73°25'30"O

0 1,25 2,5 5 Km



48°15'0"S

48°15'0"S

48°17'30"S

48°17'30"S

48°20'0"S

48°20'0"S

Francisca Bown et al., 2016

02

Glaciar Jorge Montt

Simbología

-  Año 1945
-  Año 1976
-  Año 1984
-  Año 1997
-  Año 2000
-  Año 2014
-  Año 2016

73°30'0"O

73°25'30"O

2. AGUAS CONTINENTALES

INTRODUCCIÓN

Chile es considerado un país privilegiado respecto a la disponibilidad de agua, sin embargo, existe una enorme variabilidad en la distribución de este importante recurso, determinada principalmente por el extenso gradiente latitudinal y la presencia de cordones montañosos que determinan zonas de ocurrencia o ausencia de precipitaciones (lluvia o nieve). Adicionalmente, esta variabilidad biogeográfica latitudinal y longitudinal determina la presencia de ecosistemas acuáticos con características únicas, y masas de hielo y nieve denominados glaciares¹.

Este capítulo tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de los cambios observados en el estado, presión y respuesta de las aguas continentales entre los resultados obtenidos en el Informe País del año 1999 (en adelante IP1999) y los análisis realizados para el año 2015 en el presente informe. Para ello, se incorporan temas relevantes en la evolución de los tres aspectos mencionados anteriormente, entre otros la distribución del recurso, su variabilidad natural y posibles efectos del cambio climático (estado), cambios en el uso y calidad de las aguas (presión), y elementos de carácter institucional y normativos (respuesta), incluyendo nuevos enfoques para el manejo del recurso, como la perspectiva de Servicios Ecosistémicos.

La estructura de este capítulo es similar a aquella presentada en el IP1999, sin embargo, siendo el objetivo central la comparación 1999-2015, en cada sección se introducen los aspectos generales asociados a la temática en cuestión y se incluye además un recuadro que resume los principales cambios observados. No obstante, dada la gran cantidad y complejidad de los temas asociados al patrimonio de las aguas continentales presentados en 1999, este informe incluye sólo aquellos aspectos que a juicio de los autores fueron considerados relevantes de ser analizados.

Para una mejor comprensión de los cambios en el período 1999-2015 se optó por utilizar el agrupamiento regional propuesto por DGA 2016, denominado macrozonas, debido por un lado a los factores hidrográficos, orográficos y climáticos que mantienen cierta afinidad y coherencia a escala regional, y por el otro, la complementariedad de la información presentada en este reporte con otros textos e informes a la nación. Así mismo, para el análisis comparativo de las variables hidro-meteorológicas entre 1999 - 2015, este capítulo utilizó los 10 años previos al año de cierre del informe país respectivo, lo cual puede no ser coincidente con el período de análisis de la variable, como por ejemplo aquellas que definen el estado de los recursos (cantidad y calidad) y aquellas vinculadas a la asignación de los derechos de aprovechamiento de agua. Por lo tanto, entre las limitaciones de este capítulo se encuentra el que las cifras presentadas en el IP1999 no necesariamente pueden coincidir con aquellas presentadas en este reporte.

Cada punto comienza con una visión global de ciertos puntos clave y posteriormente se incluye un análisis de los cambios

¹ Visibles por períodos de al menos dos años suelo en área igual o superior una hectárea y que presente evidencias de flujo (DGA, 2009). Entre los glaciares no se consideran Antártica ni Groenlandia, que se definen como "Casquetes de hielo"

y un enunciado de los principales desafíos. Al finalizar este capítulo se entregan algunas conclusiones y perspectivas respecto a la evolución y gestión del patrimonio que son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las organizaciones en las cuales desempeñan su labor profesional.

2.1 EVOLUCIÓN DEL PATRIMONIO DE LAS AGUAS CONTINENTALES Y DE SU ESTADO

Históricamente, el estado de las aguas continentales en Chile se ha analizado y gestionado bajo un enfoque reduccionista donde la cantidad y/o calidad de agua para distintos usos ha sido el objeto de atención. Desde el punto de vista de la cantidad, existe un marco regulatorio destinado a dar certeza jurídica a propietarios de derechos de aprovechamiento de agua, mientras que desde el punto de vista de la calidad han sido la “Norma de calidad de agua potable (NCh 409/1. Of.2005)”, la Norma sobre requisitos de calidad del agua para diferentes usos (NCh 1333. Of.1978)” y la “Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas”, los instrumentos comúnmente utilizados como estándar de análisis y gestión.

Sin embargo, este enfoque no asegura la sustentabilidad de los recursos hídricos, debido a que no reconoce que la variabilidad biogeográfica existente en el país, la cual determinan condiciones específicas de sitio y la existencia de distintos tipos de ecosistemas acuáticos con atributos (estructura, dinámica y funcionalidad) no homologables. De la misma forma, este enfoque tampoco considera la relación entre la cantidad y la calidad de agua, así como las condiciones que hacen posible el flujo de materia y energía en cada ecosistema, y cómo este flujo puede afectar el estado de los recursos hídricos y la provisión de los bienes y servicios que recibe la sociedad.

En este sentido, destaca la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE) la cual define al “estado de una masa de agua” (calidad de las aguas superficiales), como el grado de alteración que ésta presenta respecto a sus condiciones naturales determinada por su peor valor ecológico y químico. Esta última variable, como una expresión del grado de cumplimiento respecto a las normas de calidad ambiental de las sustancias prioritarias y otros contaminantes, mientras que el estado ecológico, como una expresión de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos en relación a una condición considerada como de referencia.

En ese contexto, el Informe País Estado del medio Ambiente en Chile 1999 no aborda el estado de las aguas desde esta perspectiva y a la fecha existen escasos avances hacia una adecuada definición del estado de los recursos hídricos en el país, siendo los mayores esfuerzos aquellos realizados en el marco de la implementación de la “estrategia nacional de humedales” y el desarrollo de “normas secundarias de calidad ambiental” los cuales, al 2015 no tienen un alcance nacional. En consecuencia, para avanzar hacia un mayor resguardo del estado de nuestros recursos hídricos, el país necesitará seguir trabajando bajo un enfoque ecosistémico.

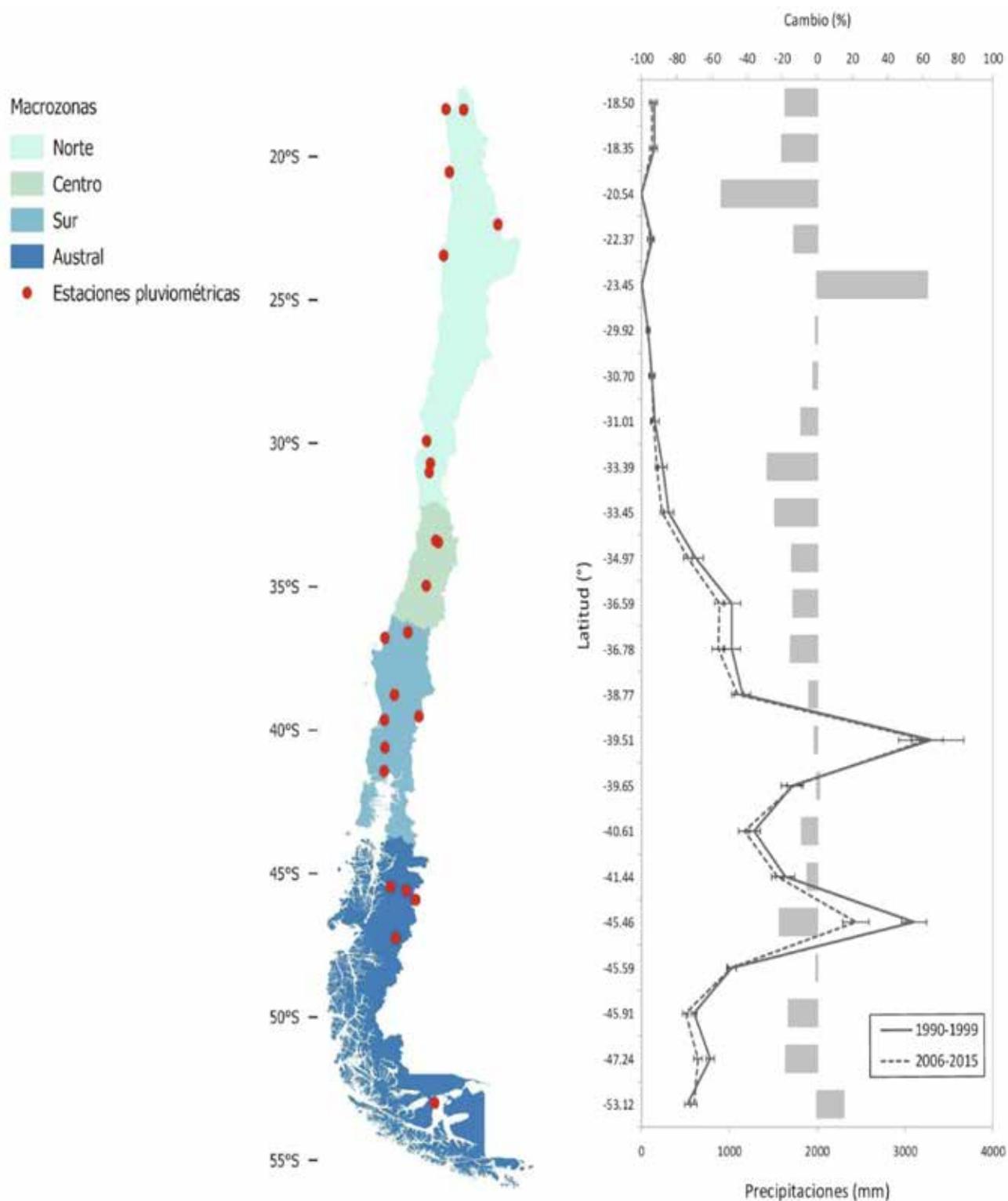
Dadas las limitaciones respecto a la cantidad, frecuencia, calidad y disponibilidad de la información existente, este informe tampoco determinará el estado de los recursos hídricos desde una perspectiva integral y ecosistémica. Sin embargo, como primer paso hacia ella se entregará una caracterización de la variabilidad temporal y espacial de la oferta de agua (precipitaciones y caudales) y de algunos parámetros de calidad fisicoquímica en algunas cuencas seleccionadas por macrozona.

2.1.1 Distribución espacial y temporal de las precipitaciones y caudales.

A lo largo del país se observa una gran variabilidad en la distribución del recurso, tanto en términos espaciales como temporales. En términos generales, al igual como se informa en 1999, la variación latitudinal del régimen pluviométrico continúa siendo el elemento central que determina la disponibilidad de agua en una zona determinada. La Figura 2.1 muestra los cambios latitudinales de la precipitación anual observada en algunas estaciones representativas de cada macrozona climática para los períodos 1990-1999 y 2006-2015.

FIGURA 2.1.

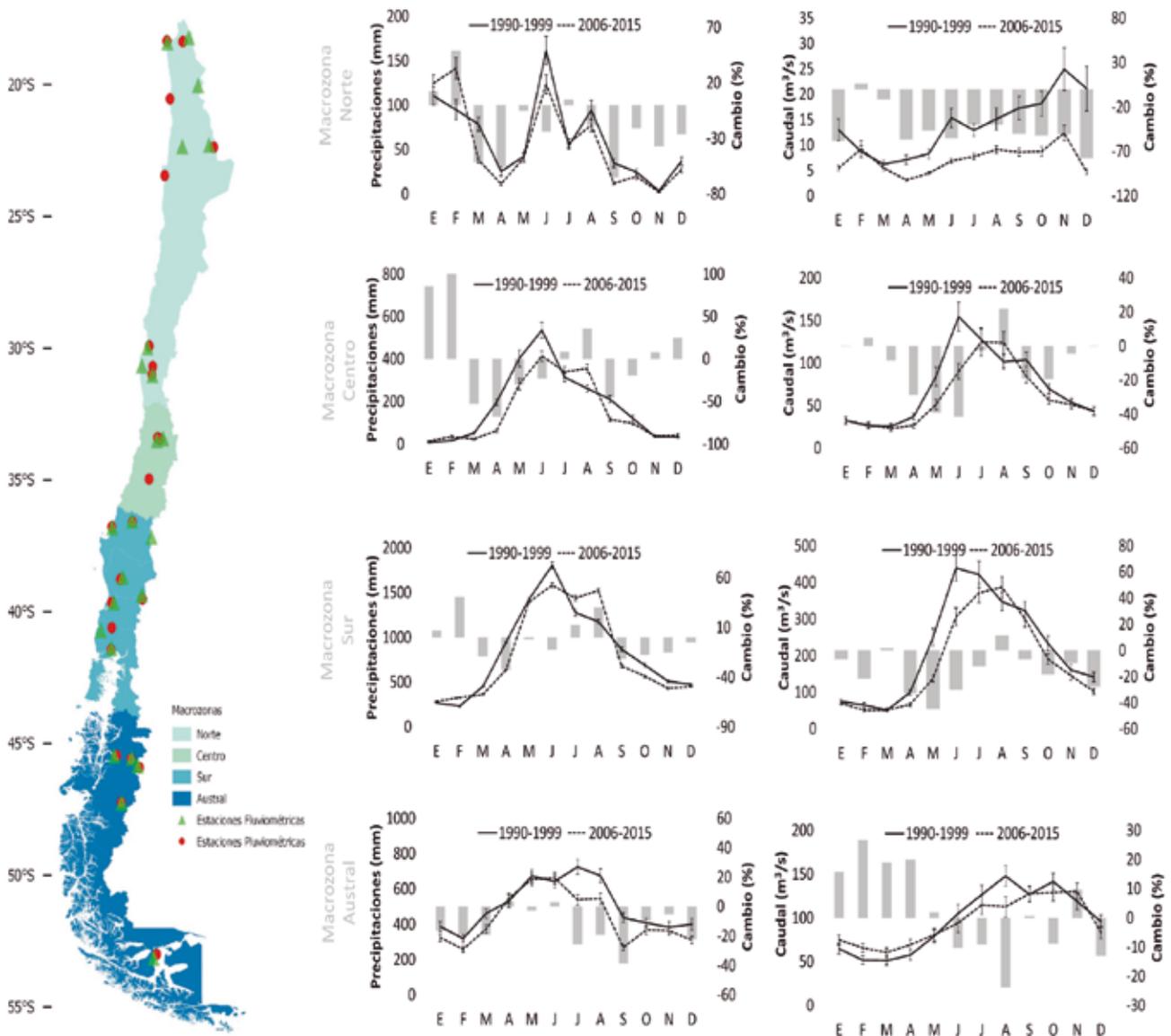
Límites de macrozonas climáticas y cambio en las precipitaciones anuales entre los períodos 1990-1999 y 2006-2015 en estaciones seleccionadas como representativas. El eje en barras presenta el cambio relativo de los montos promedio observados en la estación de análisis, tomando como referencia el valor observado en el período 1990-1999.



Al comparar los períodos se observa que en gran parte del territorio existe una disminución en las precipitaciones medias en los años más recientes. Para algunas estaciones esta disminución es bastante significativa alcanzando valores en promedio cercanos al 20%. Como se ha mencionado, estas variaciones también se expresan en distintas escalas temporales y pueden tener una importante incidencia en la oferta de agua que se genera como caudales. La Figura 2.2 presenta una ilustración de las precipitaciones y caudales mensuales como promedios de los montos entre los períodos de análisis por macrozona, así como sus cambios relativos. Se debe aclarar que la distribución temporal de estos diagramas no necesariamente corresponde al régimen hídrico de una zona (año hidrológico) y no incluye aportes nivales u otra fuente de agua sólida, como glaciares.

FIGURA 2.2.

Hietogramas e hidrogramas de las precipitaciones y caudales mensuales para estaciones representativas por macrozona en los períodos 1990-1999 y 2006-2015. Barra de color gris representa los cambios relativos observados tomando el período 1990-1999 como de referencia.



Hoy en día las cifras del balance hídrico elaborado en el año 1987, con todas sus restricciones, continúa siendo la única referencia oficial disponible, mostrando la variabilidad espacial de la distribución de las aguas continentales (Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 1999, 2012). Al observar las marcadas diferencias en la distribución espacial y temporal de los montos de precipitaciones y caudales, la elaboración de un nuevo balance hídrico a escala nacional es un tema que debiese ser abordado con urgencia. Afortunadamente, este año se debe comenzar a desarrollar la actualización del Balance Hídrico Nacional².

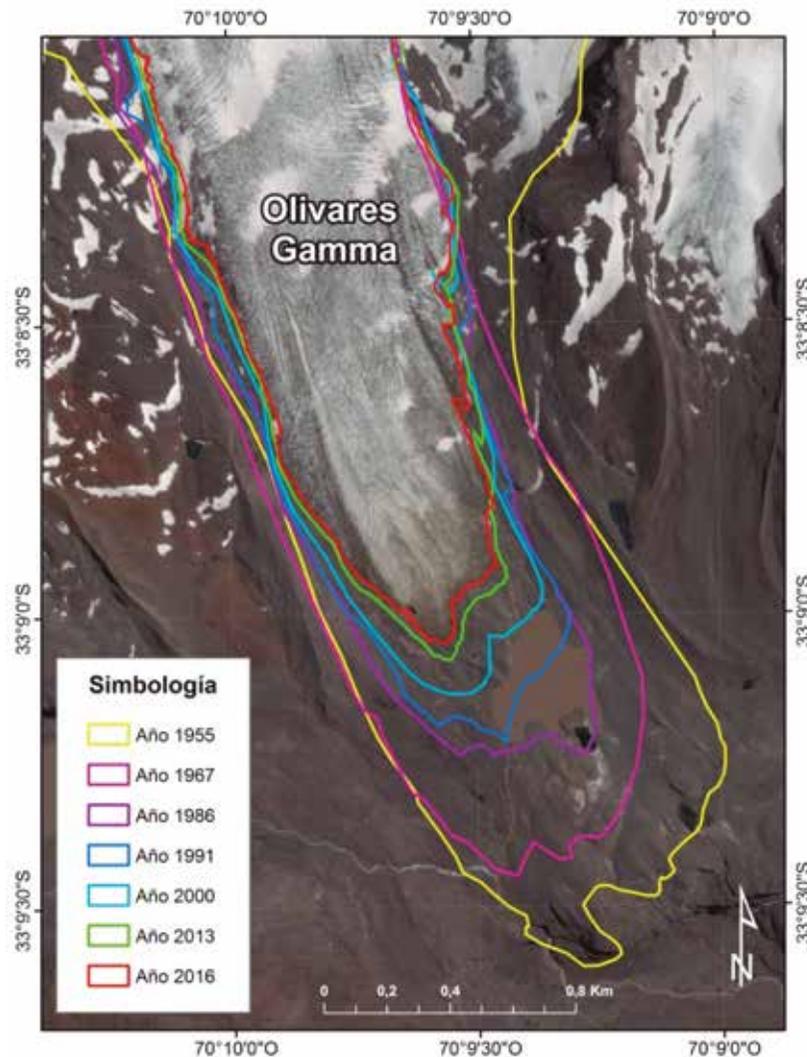
2.1.2 Estado actual de los glaciares de Chile

Según Rivera et al., (2016a), la región de los Andes de Latinoamérica, tienen un área de 31.173 km² de hielo distribuidos en 42.368 glaciares, la mayor parte de los cuales está en el Patagonia, en particular en el Campo de Hielo Sur compartido entre Chile y Argentina que, junto a sus cuencas aledañas, tienen un área total de hielo de 14.151 km² distribuidos en 6.310 glaciares

En Chile continental, en el año 2015 se ha logrado elaborar y actualizar un inventario nacional de glaciares, donde se determinó que en el país existen aproximadamente 23.641 km² de hielo distribuidos en 24.114 glaciares con un volumen equivalente en agua de 3.176 km³ (DGA, 2015).

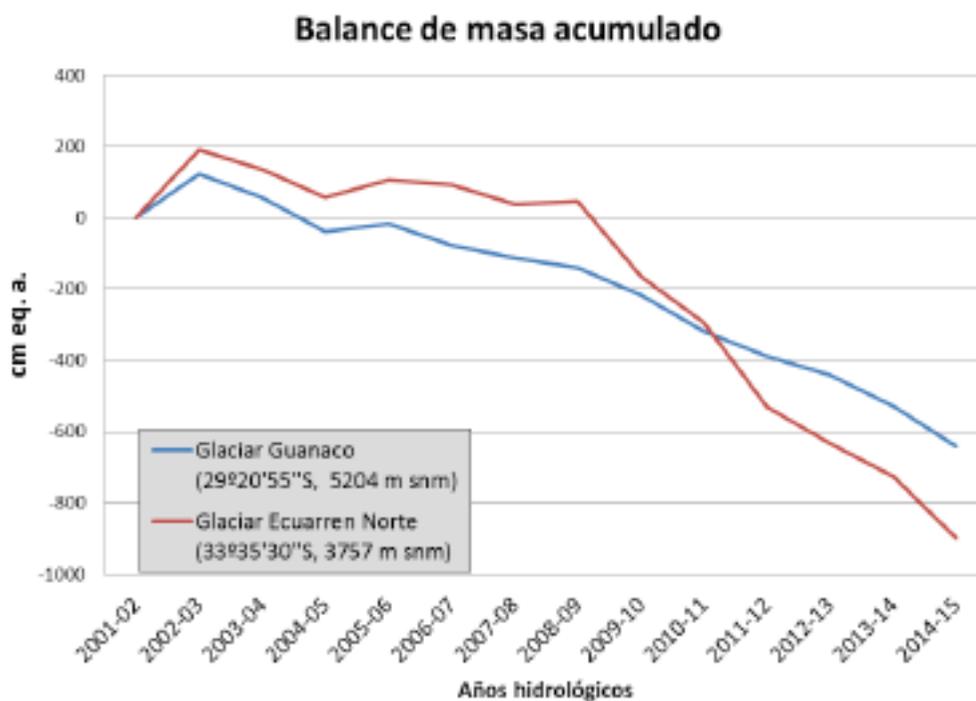
En la zona norte del país (28-32°S) la existencia de hielo sólo alcanza un área de 180 km², donde la mayor parte ha tenido importantes pérdidas reales (DGA, 2011). Sin embargo, los efectos de la reducción de hielo en los recursos hídricos son menores, por la escasa contribución que ellos representan en comparación a sus congéneres de más al sur (Favier et al., 2009). En Chile central (32-36°S) en tanto, existen 855 km² de hielo distribuidos en 2.615 glaciares (DGA, 2015), muchos de los cuales han experimentado fuertes retrocesos en las últimas décadas destacándose las experimentadas por los glaciares de la cuenca del Aconcagua que perdieron un 20% entre 1955 y el 2003 (Bown et al., 2008) y los de la cuenca del río Olivares en la parte alta del Maipo (Figura 2.3), donde se ha estimado que entre el año 1955 y el 2013/14 se perdió cerca de un 30% del área de hielo (Malmros et al., 2016), en un proceso creciente de fragmentación.

² <http://www.lignum.cl/2016/07/26/despues-tres-decadas-mop-actualizara-mapa-los-recursos-hidricos-del-pais/>

FIGURA 2.3.**Cambios frontales del Glaciar Olivares Gamma, Río Olivares, Cuenca alta del río Maipo**

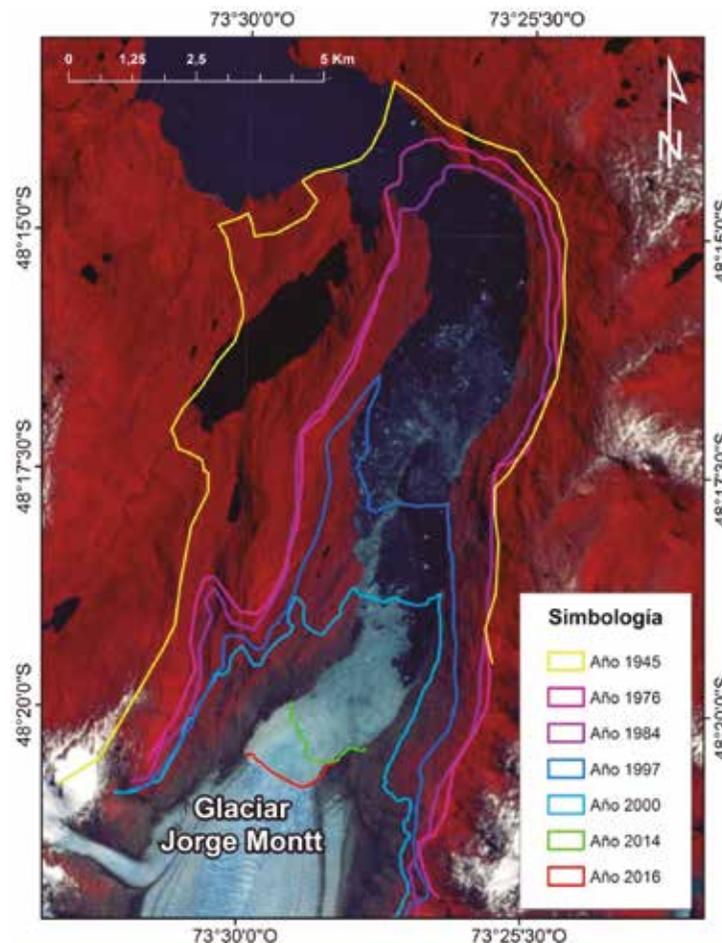
Estas pérdidas de hielo sí han tenido un impacto en los caudales, los que han aumentado en algunas cuencas con fuertes coberturas de hielo en retroceso (Pizarro et al., 2013). Esto se debe a que en general los glaciares tienen una mayor contribución a los ríos de la región, en especial durante los veranos de años secos.

Una forma de estimar el estado de salud de un glaciar, es la determinación de su balance de masa, que cuantifica la masa que entra versus la que sale de un glaciar en un año hidrológico (Rivera et al., 2016a). En Chile se mide este tipo de balance en pocos glaciares, destacando el Glaciar Echaurren Norte monitoreado por la DGA desde el año 1975 (DGA, 2010). Al comparar los resultados de este glaciar con un programa similar llevado a cabo en el Glaciar Guanaco (Rabatel et al., 2011), ubicado en el área de influencia del proyecto minero Pascua Lama, se puede constatar que en el período que va del 2002 al 2005, ambos glaciares mostraron un comportamiento negativo similar, aunque el Echaurren Norte tuvo pérdidas volumétricas casi un 40% superiores a las del Guanaco (Figura 2.4).

FIGURA 2.4.**Balances de masa comparados en glaciares de Chile centro-norte.**

Más al sur en las regiones de Los Ríos y Los Lagos (36–42°S), también se han observado fuertes retrocesos en las últimas década en respuesta a una tendencia de disminución de precipitaciones, sin embargo, hay algunos casos en que la actividad volcánica también ha tenido un efecto, como en el volcán Nevados de Chillán (Rivera y Bown, 2013), Villarrica (Rivera et al., 2015) y Michinmahuida (Rivera et al., 2012c).

En el Campo de Hielo Sur, la mayor masa de hielo temperado del hemisferio sur se extiende desde los 48,3° a los 51,6° S Antártica (Rivera et al., 2016a). En esta área el comportamientos de los glaciares es muy diverso, algunos con fuertes retrocesos (Figura 2.5) (Rivera et al., 2012a), y en varios casos, aceleramiento de glaciares entre 1984 y 2011 (Sakakibara & Sugiyama, 2014). Estos retrocesos han sido acompañados con una pérdida volumétrica importante (Willis et al., 2012). Sin embargo hay algunas contadas excepciones, siendo la más importante la del Pío XI, que está en una posición máxima neoglacial desde principios de la década de los 90 cuando comenzó a destruir árboles de más de 300 años de edad (Wilson et al., 2016). En varios casos, los glaciares parecen haberse estabilizado después de fuertes retrocesos como el O'Higgins y otros han tenido ciclos de avances y retrocesos leves como el Perito Moreno (Sugiyama et al., 2011).

FIGURA 2.5.**Variaciones frontales del Glaciar Jorge Montt, CHS, Región de Aysén**

(Actualizado de Rivera et al., 2012b)

Una posible explicación a estos comportamientos diferenciales, se debe a que la mayor parte de los glaciares del CHS producen témpanos en fiordos o en lagos, donde el comportamiento glaciar está bien correlacionado con la profundidad de dichos cuerpos de agua. En general, cuando terminan en fiordos o lagos profundos, sus frentes pueden ser inestables y responder dinámicamente con fuertes retrocesos una vez que pierden su equilibrio con las condiciones climáticas de mediano plazo (Rivera et al., 2012b).

En la zona austral está concentrada una importante investigación glaciológica del país debido a que hay una gran cantidad y diversidad de glaciares, la mayoría de los cuales también han experimentado importantes retrocesos, como los ocurridos en el Glaciar San Rafael (Koppes et al., 2010), o fuertes adelgazamientos como los del Campo de Hielo Norte (Rivera et al., 2007), incluidos vaciamientos repentinos de lagos subglaciares (DGA, 2012) y donde además se han generado importantes lahares o flujos rápidos como consecuencia del derretimiento de hielo debido a la actividad volcánica, como la del Volcán Hudson (Rivera & Bown, 2013).

Finalmente, al sur del Estrecho de Magallanes, donde sólo recientemente se completó el primer inventario de detalle, se han contabilizado 1.681 glaciares con un área de 3.289,5 Km² (Bown et al., 2014). Aquí también se han dado comportamientos contrastados en las últimas década, con fuertes retrocesos como en el Marinelli (Koppes et al., 2009) y algunos avances en el Garibaldi (Masiokas et al., 2009).

2.1.2 Variabilidad y cambio climático

No solo la cantidad total de precipitaciones que cae sobre una porción del territorio determina los volúmenes de agua disponible, sino que también lo hace la distribución intra e interanual de las mismas. Por ejemplo, la precipitación en la zona centro - sur de Chile está relacionada con los sistemas frontales provenientes del Océano Pacífico, los cuales son regulados por la dinámica anual del Anticiclón del Pacífico y la variabilidad interanual asociada a El Niño Oscilación del Sur (ENSO) (Aceituno 1988).

Esta marcada influencia de fenómenos de variabilidad climática natural y cambio climático, fueron escasamente tratados en 1999 y sólo se trató como una preocupación del ámbito académico-científico y ambientalista, cuyos efectos podría tener consecuencias sobre los recursos hídricos en el largo plazo, particularmente su disponibilidad para diferentes usos.

Dada la mayor disponibilidad de información, el incremento en las capacidades de análisis y los avances científicos publicados hasta el año 2015, el presente informe sí aborda brevemente los fenómenos conocidos comúnmente como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), Oscilación Antártica (AAO-SAM), la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y la denominada forzante climática antropogénica (FCA) (Boisier et al., 2016). Así mismo, los efectos de la variabilidad climática sobre los glaciares.

2.2.1.1 Disponibilidad de agua considerando variabilidad y cambio climático

De un análisis exhaustivo de los patrones de caudal de 44 ríos en el centro y sur del país entre 34° y 45°S, Rubio-Álvarez y McPhee (2010) sugieren una relación entre los índices climáticos de la variabilidad natural y la variabilidad espacial de los caudales a diferentes escalas espaciales y temporales. En el área estudiada se advierten dos grandes zonas geográficas consideradas como homogéneas desde el punto de vista de la variación de disponibilidad de agua. Estas zonas incluyen, por el norte la gran cuenca del río Maule y por el sur las cuencas de los ríos Itata, Biobío, Imperial y Valdivia (38-40°S). En estas zonas existiría una correlación negativa entre los flujos de verano y la presencia de los fenómenos PDO, así como AAO. Esta correlación, observada con mayor fuerza después de 1990, puede interpretarse como un aumento en la variabilidad de los caudales y una disminución de ellos en invierno y verano, lo que es consistente con las tendencias a la disminución de las precipitaciones observadas y la tendencia decreciente en el Índice de Oscilación del Sur (SOI).

Los resultados antes descritos proporcionan, por primera vez, una visión completa de la variabilidad de recursos hídricos en grandes cuencas de una ecorregión, identificada en Chile como la más sensible a la variabilidad climática (CONAMA 2006). Sin embargo, las limitaciones en la longitud de los registros históricos y la alta variabilidad interanual de los caudales anuales y estacionales, podría afectar parte de la interpretación de los resultados (Rubio-Álvarez y McPhee, 2010).

Por otra parte, utilizando técnicas de reconstrucción paleoclimática con anillos de árboles, se ha descrito una reducción de caudales asociada a un aumento del Modo Anular del Sur (SAM), tanto para el Río Puelo (41° S) como para el Río Maule (35°S) (Lara et al., 2008; Urrutia et al., 2011), lo que es coincidente con el análisis anterior. Así mismo, para los caudales de verano de la zona austral (Enero-Abril; 45,2% de la descarga anual) y en particular el río Backer, modelos de regresión muestran un patrón de disminución sostenida desde la década de 1980 que no tiene precedentes desde el año 1765 (Lara et al., 2015). El caudal de este río se correlacionó positivamente con precipitaciones de otoño o primavera, como un indicador de la acumulación de nieve, así como también las precipitaciones y temperaturas máximas se correlacionaron positivamente con los caudales de verano. La tendencia a la disminución de caudales de verano-otoño de este río, así como de la precipitación regional, podría ser explicada por el incremento del SAM, el cual ha sido reconocido como el principal forzante climático en América del Sur y causante de reducción de precipitaciones sobre la región (Lara et al., 2015; Villalba et al., 2012).

Sumado a la variabilidad natural del clima descrito anteriormente, un tema que parecía lejano en 1999 es el denominado cambio climático, el cual hacia 2015 se ha transformado en un argumento recurrente en las distintas esferas de la activi-

dad pública, académica e industrial. Los complejos patrones de variabilidad espacial y temporal de las variables climáticas, junto a la escasez de datos observados de suficiente longitud y calidad, se traducen en que hoy en día no está absolutamente claro cuánto de los cambios observados en los últimos años puede ser atribuido a las forzantes de variabilidad climática y cuanto a los efectos del cambio climático.

Registros de precipitaciones entre el sur de la región de Coquimbo y el norte del Biobío muestran que entre 1940 y 2010 aproximadamente un 25% de los años presentan un déficit pluviométrico superior al 30%, ocurriendo la mayoría en forma aislada, pero también años continuos, como los períodos 1945-1947, 1967-1969, 1988-1990 y 2010-2015 (CR2, 2015). Un análisis exhaustivo de los períodos de déficit de precipitaciones en el centro de Chile y en especial la del período 2010-2015 concluyen que el forzante antropogénico de clima, aun no siendo el motor principal de las variaciones, es fundamental para explicar la tendencia a la sequía y probablemente un factor clave detrás de su persistencia con un impacto cercano al 25% (CR2, 2015; Boisier et al., 2016). La intensidad y duración sin precedentes de las disminuciones observadas entre 2010 y 2015 han denominado a este período como megasequía (CR2, 2015).

Respecto a los glaciares, como se ha mencionado anteriormente, gran parte de los glaciares han experimentado retrocesos y adelgazamientos en décadas recientes (Rivera et al., 2016b). En los Andes australes que incluyen esta región Patagónica, se ha estimado que entre el año 2003 y 2011 se han perdido anualmente 29 (± 10) Gt de hielo, una cifra sólo superada por Alaska y otras regiones del Ártico (Gardner et al., 2013). Estas pérdidas volumétricas de hielo se vienen produciendo hace varias décadas, contribuyendo significativamente al aumento global del nivel del mar (Rignot et al., 2003).

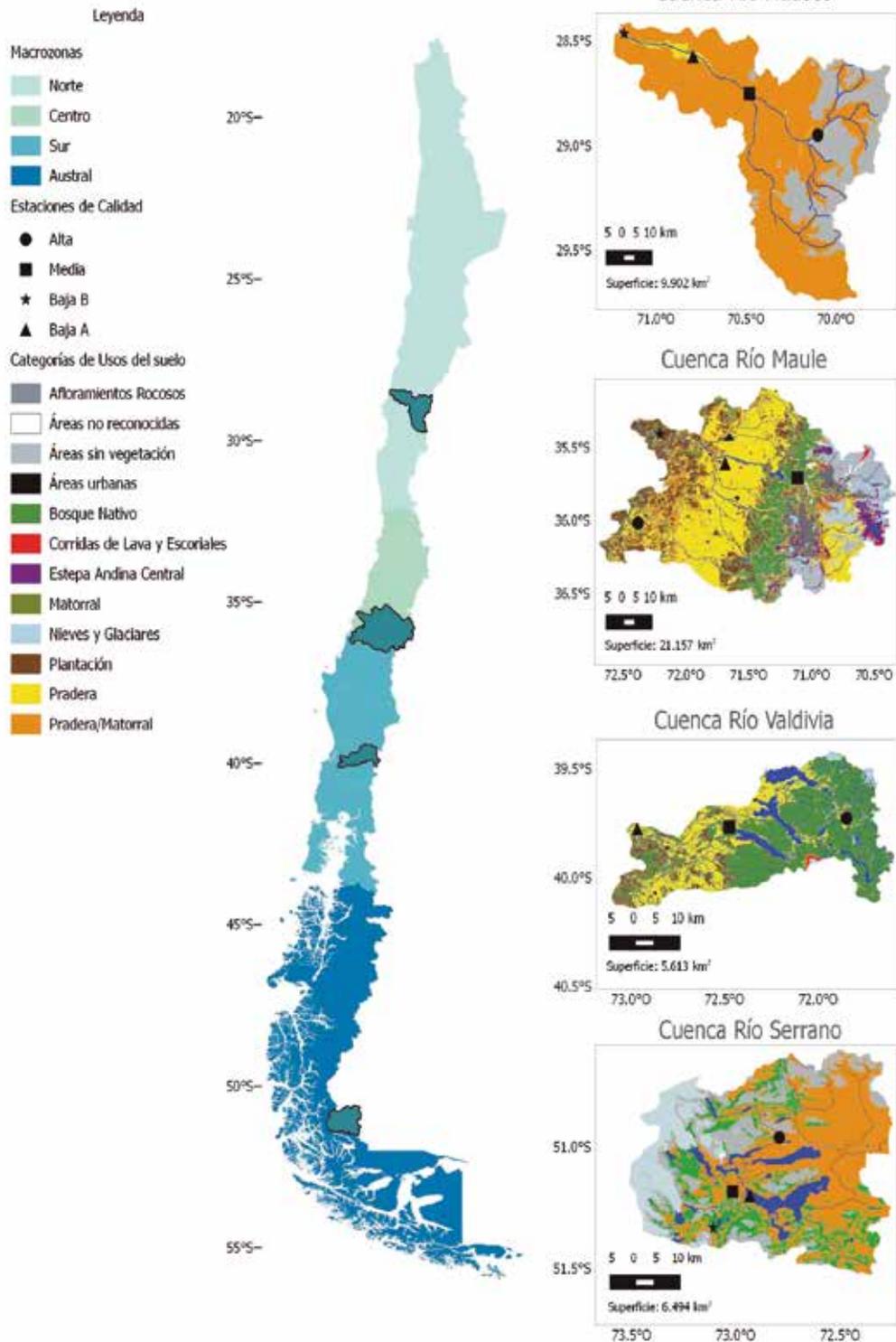
Lo anterior se ha relacionado al aumento de las temperaturas atmosféricas, en especial al experimentado por las partes altas de la Cordillera de los Andes (Falvey y Garreaud, 2009) y a las reducciones de precipitaciones observadas en varias regiones del país (Carrasco et al., 2008). Como un efecto combinado entre ambos procesos, es un ascenso de la línea de nieve, generando además de menores acumulaciones nivosas, un cambio de precipitaciones sólidas a líquidas en las zonas bajas de los glaciares (Carrasco et al., 2005).

2.1.3 Calidad de agua en ríos

Con el objetivo de evaluar la variabilidad temporal y espacial de calidad de agua para el período 1999-2015, se analizó información de algunos parámetros fisicoquímicos tomando como referencia una cuenca por macrozona. Se seleccionaron las cuencas del Huasco, Maule, Valdivia y Serrano, desde las partes altas de las cuencas hasta su desembocadura, en aquellos ríos que cuentan con información oficial disponible en línea en la Dirección General de Aguas. Figura 2.6 muestra las estaciones utilizadas para el análisis donde la DGA tiene registros completos en las cuencas antes mencionadas.

FIGURA 2.6.

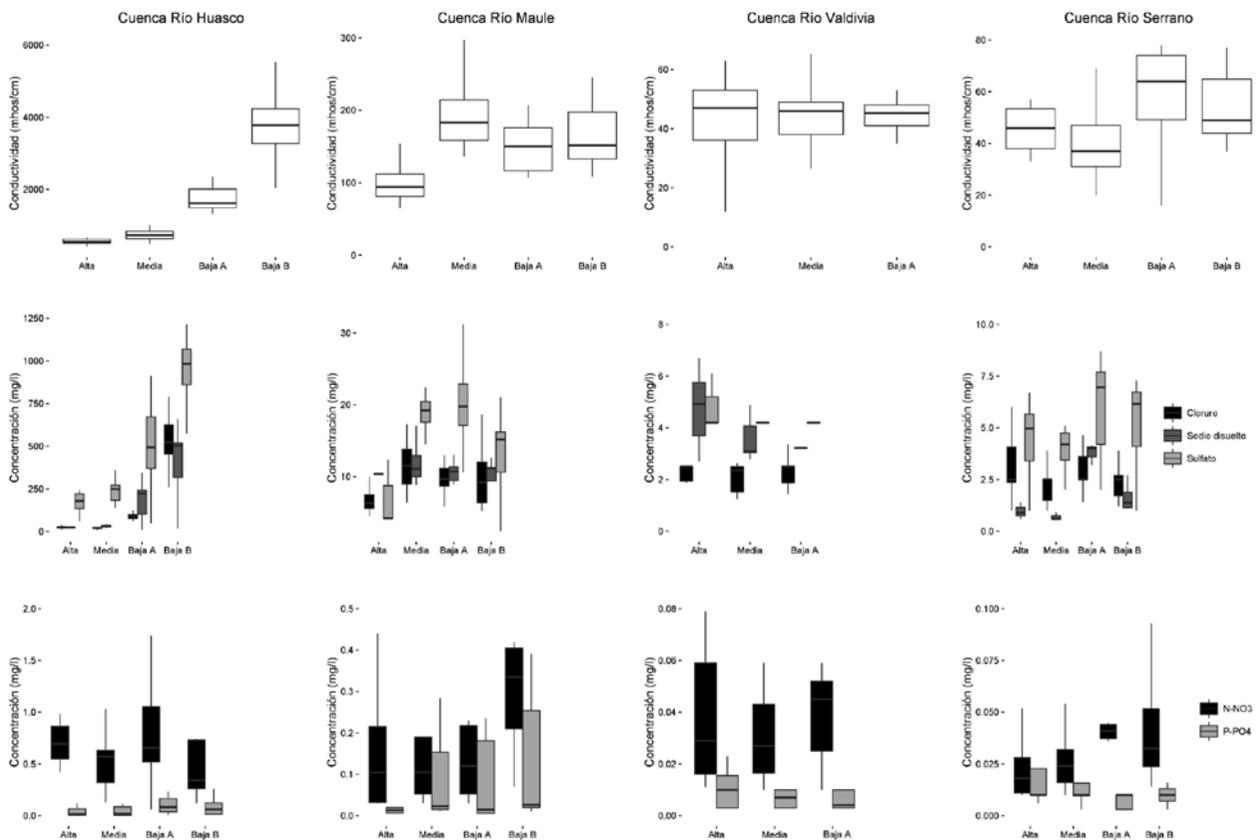
Ubicación de Cuencas y Estaciones seleccionadas por macrozona. Catastro Usos de Suelo y Recursos Vegetacionales las para las cuencas Huasco (1997 III región y 2003 IV región); Maule (2003 VII región y 2005 VIII región); Valdivia (2013 XIV región) y Serrano (2005 XII región) información disponible en <http://sit.conaf.cl/>



En la cuenca del río Huasco se observa un gradiente de las condiciones fisicoquímicas del agua, desde la cabecera hasta la desembocadura, generado por un aumento sostenido de los niveles de conductividad, concentración de sulfato, sodio, cloruro, nitrato y fosfatos (Figura 2.7). Se observa una tendencia a la salinización, tanto de forma espacial como temporal, que es consistente con las presiones antrópicas de la cuenca y la baja capacidad de dilución derivada de los bajos montos de caudal. Las principales presiones antrópicas sobre la calidad de las aguas están vinculadas a descarga de efluentes provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas, actividades vinculadas a las faenas mineras que extraen principalmente cobre y en menor proporción oro y carbonato, la actividad agrícola, la elaboración y envasado de frutas, la fabricación de pisco y vino, la distribución y producción de energía eléctrica (Algoritmos, 2013; Cade-Idepe, 2004; Espejo, 2010).

FIGURA 2.7.

Variación espacial de conductividad, cloruro, sodio, sulfato, nitrato y fosfato en la cuenca de los ríos Huasco, Maule, Valdivia y Serrano.



En la cuenca del río Maule se observa un incremento de la conductividad, cloruro y sodio, entre la estación representativa de la parte alta de la cuenca y las estaciones de la parte media y baja de la cuenca, en tanto que entre las estaciones de la parte media y baja de la cuenca no se observan grandes diferencias (Figura 2.7). Sin embargo, los nutrientes muestran un gradiente de concentraciones registrándose un aumento especialmente en las concentraciones de nitratos desde la cabecera hasta la desembocadura.

Lo anterior sugiere un enriquecimiento orgánico de la cuenca, el cual es propio de las cuencas de uso agropecuario, considerada como la principal actividad económica de la cuenca, seguido en importancia por la actividad industrial y empresas forestales, donde se incluyen los rubros aserradero, celulosa, entre otros, y la generación de energía hidroeléctrica. Los cultivos que ocupan mayor superficie en la cuenca corresponden a los cultivos anuales, permanentes y praderas artificiales, de los cuales la mayoría se desarrolla en condiciones de riego y una mínima parte en secano (Cade-Idepe, 2004).

Al evaluar la concentración histórica de nitratos (NO_3N) y fosfatos (PO_4^{3-}P) se observa una tendencia al aumento en las concentraciones de nitratos en las cuencas del Biobío, Bueno, Imperial, Maule, Rapel y Valdivia, mientras que el fosfato aumentó sólo en las cuencas de Rapel y Maule (Pizarro et al., 2010). Estos autores advierten que si la tasa de emisión de nitratos continúa aumentando al ritmo actual, es probable que cuencas ubicadas en el “valle central” del centro de Chile se ubiquen dentro de las más contaminadas del mundo.

En cuanto a la cuenca del Río Valdivia, a pesar que tiene una gran cantidad de presiones antrópicas, derivadas principalmente de la actividad forestal, acuícola, sanitaria, industrial, hidroeléctrica, etc., no se advierten cambios importantes desde la parte alta a la parte baja asociada a un gradiente de alteración. Es probable que en esta cuenca los grandes caudales disponibles para la dilución permitan que esta presión no genere el gradiente de concentración observado en las cuencas representativas de la macrozona norte y centro. Adicionalmente, la presencia de grandes lagos tienen un importante efecto regulador, como es el caso de las exportaciones de nitrógeno (Little et al., 2008) lo cual ha permitido que en esta cuenca, desde la cabecera hasta la desembocadura, especialmente hasta el Río San Pedro, se mantengan condiciones únicas a nivel país que permiten la existencia de ecosistemas escasos y la presencia de una alta biodiversidad y endemismo.

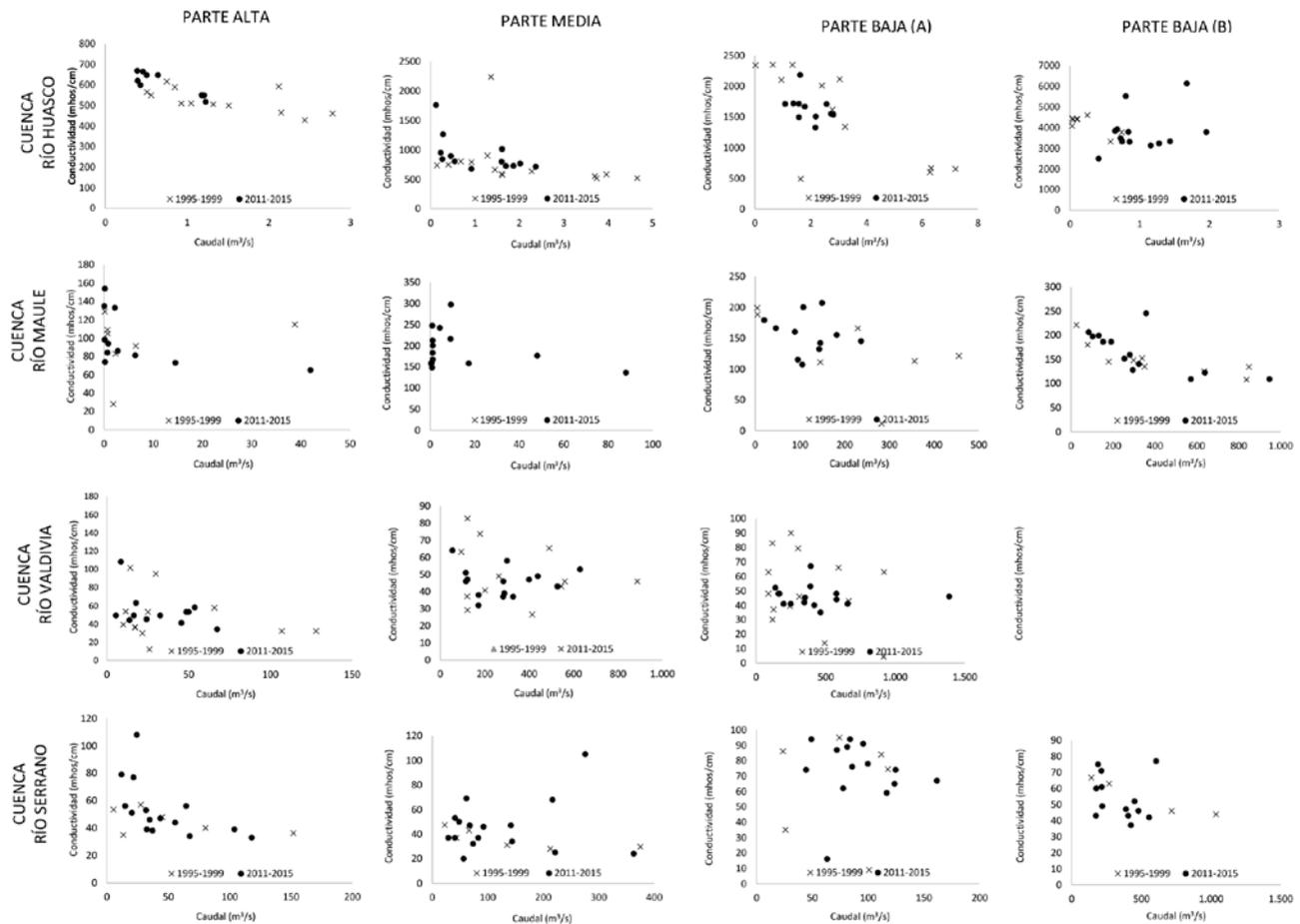
Al respecto, los ríos de esta esta cuenca alberga un total de 18 especies de fauna íctica nativa (Habit & Victoriano 2012), es decir, se encuentra entre las cuencas más ricas en peces nativos de nuestro país. Sin embargo, es importante destacar que dentro de la misma cuenca existen cauces menores que han manifestado cambios significativos en la calidad fisicoquímica del agua derivados de la actividad antrópica, especialmente en los períodos de bajo caudal como por ejemplo en el caso de nitrógeno (Little et al., 2008). De hecho, para el río Cruces, el resultado de los análisis estadísticos permite establecer que en columna de agua, los parámetros AOX, Cloruros, Conductividad, Sodio y Sulfatos presentaron concentraciones significativamente superiores aguas debajo de la descarga de un efluente industrial. Para todos estos parámetros, los incrementos resultaron significativamente superiores durante la época estival (Holon, 2014).

Finalmente, considerando los bajos niveles de conductividad y las bajas concentraciones de cloruro, sulfato, sodio, nitrato y fosfato registrado en la cuenca del río Serrano, no se observa cambios entre las condiciones fisicoquímicas del agua desde la cabecera hasta su desembocadura, tanto para las condiciones hidroquímicas como en la concentración de nutrientes. Lo anterior es concordante con la baja intervención antrópica, la baja densidad poblacional existente en la zona y a la existencia de extensas áreas destinadas a la protección de la biodiversidad. Los usos y actividades económicas existentes en la cuenca corresponden principalmente a los relacionados con la hotelería, turismo de intereses especiales y la ganadería

Al realizar un análisis temporal para los períodos 1995-1999 y 2011-2015, de los niveles de conductividad en relación a los caudales disponibles, es posible observar ciertas tendencias comunes prácticamente en todos los puntos de control. En general, se observó una relación inversa entre ambas variables prácticamente en todos los puntos de control (Figura 2.8).

FIGURA 2.8.

Variación temporal de la conductividad en función del caudal para las cuencas de los ríos Huasco, Maule, Valdivia y Serrano en sus tramos altos, medios y bajos de la cuenca para los períodos 1995–1999 y 2011–2015. Para Maule parte Media y Valdivia Baja B no se obtuvieron registros de caudales para el período 1995–1999 y 2011–2015, respectivamente.



Pese a las limitaciones de información y de lo general que pueda considerarse este análisis, es posible constatar la gran variabilidad biogeográfica existente en el país y como ésta incide en las características fisicoquímicas del agua. Por ejemplo, los altos niveles de conductividad para la macrozona norte (400 a 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aprox.) difieren de hasta dos órdenes de magnitud respecto a los valores de la macrozona sur y austral (20 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aprox.). Lo anterior, sin considerar la intrusión salina propia de los estuarios, razón por la cual es inadecuado establecer estándares únicos para todo el país, sin considerar estas diferencias.

Respecto a lo anterior, García (2012) realiza una descripción de las características hidroquímicas de los cuerpos de agua del territorio nacional, a través de la cual se puede observar la variabilidad de tipos hidroquímicos que poseen las aguas del país y el cambio gradual que se genera en la concentración iónica de norte a sur.

Adicionalmente, es posible señalar que tanto el nivel de presión antrópica como los caudales disponibles para la dilución, resultan ser fundamentales para determinar la calidad fisicoquímica de las aguas. Lo anterior es concordante con lo planteado por Pizarro et al., (2010) quienes también señalan la relación negativa entre la concentración de nutrientes y el caudal, sugiriendo que esta última variable es importante para explicar concentración de nutrientes por su efecto en la dilución. Adicionalmente, Little et al (2008) sugieren la necesidad de estandarizar las concentraciones de nutrientes por el volumen de agua y el área de la cuenca aportante (exportación de nutrientes), como la variable más adecuada para hacer comparaciones. En este sentido, la vulnerabilidad de los recursos hídricos a ser contaminados estaría influenciada por las presiones antrópicas sobre la cuenca, el área de la cuenca aportante y la capacidad de dilución del cauce.

Al comparar con una condición de referencia de calidad fisicoquímica (generalmente en la cabecera de las cuencas) es posible señalar que las cuencas representativas de la macrozona centro y norte presentan un deterioro de la calidad fisicoquímica del agua, por tanto resulta importante que el país aborde adecuadamente la evaluación del estado de los recursos hídricos mediante la evaluación de indicadores biológicos, hidromorfológicos y fisicoquímicos. Lo anterior, con el objetivo de promover el uso sustentable de los recursos hídricos en el país y establecer criterios y medidas adecuadas tendientes a recuperar aquellas cuencas en las cuales el estado de los recursos hídricos se encuentre deteriorado y/o a mantener un estado saludable en aquellos cuencas que presentan una mejor condición, cuestión que se mantiene prácticamente sin cambios entre 1999 y 2015

2.1.4 Calidad de agua en lagos

En Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 1999 se reportó el estado de lagos y embalses a través de la concentración de nutrientes y oxígeno. En dicha evaluación destaca el contraste entre los bajos contenidos de nutrientes (característicos de sistemas oligotróficos) de los lagos Araucanos (Villarrica, Riñihue, Ranco y Llanquihue) con los altos contenidos de nutrientes de los embalses y lagunas (Paloma, Aculeo y Rapel), característicos de sistemas mesotróficos y eutróficos.

De acuerdo a lo reportado por MMA (2013), al año 2009 la mayor parte de los lagos y lagunas de Chile que son monitoreados se encuentran en un estado de oligomesotrofia. En la comparación a 1999 se observa que los lagos Villarrica, Riñihue, Ranco y Llanquihue estarían transitando desde una condición de oligotrofia hacia una condición de oligomesotrofia³.

Otros antecedentes entregados por DGA- M&W Ambientales (2014) señalan que en los lagos de la Red de Control, las lagunas Aculeo y Torca fueron los sistemas con mayor nivel trófico (hipereutrofia), mientras que el lago Lanalhue, la laguna Grande de San Pedro y el lago Vichuquén presentaron una condición de meso-eutrofia. Por otro lado, más del 90% de los lagos Araucanos presentaron una condición de oligotrofia que usualmente se mantiene en el largo plazo, con excepción de los lagos Villarrica, Calafquén y Chapo que han mostrado una condición de oligo-mesotrofia en el tiempo.

Según DGA-UACH (2011), en la actualidad, los recursos hídricos chilenos han sufrido considerables alteraciones producto de la intervención antrópica. Un ejemplo de lo anterior son las alteraciones a escala de cuencas hidrográficas en el sur de Chile sobre los lagos Araucanos donde se observa una aceleración en los procesos de eutrofización por aportes de nutrientes. Considerando esta tendencia y sus efectos ecológicos y económicos adversos, es urgente avanzar hacia la implementación de estrategias que permitan, por un lado mejorar el control y seguimiento de los lagos y lagunas del país, así como la implementación de estrategias que permitan mejorar el uso de la cuenca hidrográfica incorporando las mejores tecnologías disponibles y las mejores prácticas de manejo de los ecosistemas.

³ El estado trófico del cuerpo de agua se relaciona a los niveles de concentración de nutrientes y productividad primaria. Para definir el estado trófico se utilizan índices calculados en base a diferentes parámetros, tales como nutrientes (N y P), la cantidad de algas, la transparencia y la concentración de oxígeno en la columna de agua. OCDE (1982).

2.2. EVOLUCIÓN DE LAS CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DE LAS AGUAS CONTINENTALES.

En Chile, las preguntas asociadas la presión sobre el patrimonio de aguas continentales adquieren cada vez mayor relevancia, debido a la mayor presión sobre la tierra y los diversos usos que los sectores productivos le dan al agua.

La extracción de agua, tanto para uso consuntivo como no consuntivo, pueden afectar los sistemas bióticos por disminución del caudal y/o la pérdida de la variabilidad hidrológica natural que puede provocar pérdida y/o reducción de hábitat disponible para la alimentación, reproducción y refugio de las especies, eventualmente generar fragmentación poblacional, pérdida de diversidad genética y/o pérdida de poblaciones de forma permanente. Adicionalmente, los períodos de crecidas de caudales permiten el lavado de la cuenca y cuando se altera esta variabilidad hidrológica natural de forma significativa, se pueden llegar a suprimir estos pulsos de lavado y paulatinamente la estructura del sistema se puede volver más autotrófica por el predominio de la producción primaria y acumulación de nutrientes (DGA-CEA, 2010; EULA, 2013).

Si bien los cambios generales observados en el recurso hídrico pueden ser obtenidos de un conjunto de estaciones representativas y de estudios técnicos y científicos de los datos recopilados en las mismas, las causas subyacentes pueden ser las más importantes para detectar cambios en el estado de las aguas continentales. Ente estas causas se encuentran los temas biofísicos y/o administrativos y la asignación de DAA para distintos usos. El Cuadro 2.1 muestra los principales cambios observados por macrozona, las cuales incluyen cambios en los regímenes administrativos, incrementos en el número de habitantes, presencia de embalses, etc.

CUADRO 2.1.
Principales cambios físicos y administrativos observados por macrozona.

	1999	2015
MACROZONA NORTE		
Regiones	Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Tarapacá	Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo
Superficie (km ²)	300.904	Sin cambios
Población	1.593.958	2.282.106
Cantidad de cuencas (DGA)	38	Sin cambios
Precipitación anual (mm/año)	60,9	55,1
Caudal (m ³ /s)	Sin información	36,9
Cantidad de grandes embalses ²	8	11
Glaciares (Nº - Km ²)	Sin información	88 - 115,68
MACROZONA CENTRO		
Regiones	Valparaíso, Metropolitana, Libertador General Bernardo, O'Higgins y Maule	Sin cambios
Superficie (km ²)		78.482
Población	9.324.239	11.101.673
Cantidad de cuencas (DGA)	16	Sin cambios
Precipitación anual (mm/año)	634,2	547,7

Caudales (m ³ /s)	Sin información	1.116
Cantidad de grandes embalses 2	11	11
Glaciares (Nº - Km ²)	Sin información	1.500 - 1.019,26
MACROZONA SUR		
Regiones	Biobío , La Araucanía y Los Lagos	Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos
Superficie (km ²)	135.925	135.925
Población	3.483.951	3.483.951
Cantidad de cuencas (DGA)	26	Sin cambios
Precipitación anual (mm/año)	1362,7	1271,6
Caudal (m ³ /s)	Sin información	
Cantidad de grandes embalses 2	2	4
Glaciares3 (Nº - Km ²)	Sin información	87 - 280,71
MACROZONA AUSTRAL		
Regiones	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Magallanes y de la Antártica Chilena Sin cambios	
Superficie (km ²)	240.791	240.791
Población	244.016	272.989
Número cuencas (DGA)	20	Sin cambios
Precipitación anual (mm)	646,2	623,1
Caudal (m ³ /s)	Sin información	20.258
Cantidad de grandes embalses 2	0	0
Glaciares (Nº - Km ²)	Sin información	76 - 13.859

1. Para los años 1999 - 2015 la proyección de la población se realizó en base a censo 2002 y 2014, respectivamente. (INE 2002, 2014).

2. DGA (2015).

3. Borquez et al. (2006)

2.2.1 Cambios en la capacidad de embalsamiento

El Cuadro 2.2 da cuenta de los cambios en las aguas contenidas en los embalses. Se observa que en 2015 la mayoría de los embalses tiene menor disponibilidad de agua que en 1999, medido como proporción de la capacidad máxima de cada embalse. Así mismo, en el año 2015 en prácticamente todos los embalses se observan volúmenes de agua menores que sus correspondientes valores medios observados durante los años de registro. Posibles causas de la disminución pueden ser, por un lado, a los menores aportes de agua proveniente de las precipitaciones y por el otro, a un incremento en la demandas aguas abajo para los diversos usos que no permite el llenado de los embalses.

CUADRO 2.2.

Disponibilidad de Agua en los principales Embalses de Chile. Cifras comparativas en % respecto a la capacidad en millones de metros cúbicos (Mm³) para el mes de junio del año 1999/2015

NOMBRE	USO	AÑO OPERACIÓN	CAPACIDAD Mm ³	CIFRA COMPARATIVA		
				Promedio	2001*	2015
MACROZONA NORTE						
Conchi	Riego	1975	22	77,3%	81,8%	77,3%
Lautaro	Riego	1942	26	46,2%	61,5%	26,2%
Santa Juana	Riego	1995	166	73,5%	81,3%	13,9%
La Laguna	Riego	2000	40	57,5%	67,5%	47,5%
Puclaro	Riego	1999	200	65,0%	21,0%	6,0%
Recoleta	Riego	1934	100	63,0%	92,0%	3,4%
La Paloma	Riego	1968	748	51,9%	80,2%	1,9%
Cogotí	Riego	1939	150	45,3%	78,0%	0,0%
Culimo	Riego	-	10	29,0%	14,0%	0,0%
El Bato	Riego	2012	26	-	-	0,4%
Corrales	Riego	1998	50	66,0%	32,2%	7,8%
MACROZONA CENTRO						
Aromos	Agua Potable		35	77,1%	-	8,3%
Peñuelas	Agua Potable	1900	95	24,2%	22,1%	2,4%
El Yeso	Agua Potable	1967	257	69,3%	89,1%	44,7
Rungue	Riego	1964	2,2	36,4%	100%	0,0%
Convento Viejo	Riego	1993/2007	237	50,6%	-	48,1%
Rapel	Generación	1968	695	71,2%	47,6%	64,0%
Colbún	Generación y Riego	1985	1.544	67,7 %	86,3%	28,2%
Laguna del Maule	Generación y Riego	-	1.420	66,1%	82,1%	18,3%
Bullileo	Riego	-	60	51,7%	33,3%	20,0%
Digua	Riego	1968	225	45,8%	56,0%	22,2 %
Tutuvén	Riego	1950	22	29,5%	50,0 %	6,8%
MACROZONA SUR						
Coihueco	Riego	1971	29	29,7%	37,9%	25,9%
Lago Laja	Generación y Riego	1958	5.582	56,7%	41,3%	13,1%
Ralco	Generación	2004	1.174	49,2%	-	59,1%
Pangué	Generación	1996	83	81,9%	-	97,6%

*Cifra más cercana a año 1999 la cual entrega una aproximación a los niveles de embalses para el período de comparación.

Al observar las distintas macrozonas, se advierte que en todas ellas existe una dramática disminución de la cantidad de agua embalsada, con cambios en promedio similares entre las macrozonas norte y centro del orden del 40%, el doble que la macrozona sur. Sin embargo, en algunos embalses los cambios entre 1999 y 2015 son aún más intensos, como por ejemplo en el caso del embalse Cogotí de la macrozona norte, con una diferencia cercana al 80% y con un embalsamiento nulo al 2015, o la Laguna del Maule en la macrozona centro, con una diferencia entre ambos períodos equivalente al promedio histórico de acumulación. La marcada diferencia de los cambios entre períodos debe ser estudiada con más detalles, ya que en términos proporcionales esta disminución no es coincidente con los cambios observados en el régimen de precipitaciones y puede ser un indicativo de un sobre utilización de recursos hídricos aguas arriba de los embalses.

2.2.2. Cambios en la asignación de derechos para el aprovechamiento del agua

El régimen jurídico vigente en Chile en lo relativo al uso del agua, establece que la naturaleza jurídica de las aguas es la de un bien nacional de uso público. Sin embargo, se establece un procedimiento, a través del cual, se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de este recurso. Los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgan a sus titulares la propiedad sobre ellos (Artículo 19 N°24 de la C.P.E). Desde la promulgación del Código de Aguas de 1981 ha existido una entrega creciente de estos Derechos de Aprovechamiento de Agua (DAA) y para realizar una comparación de los cambios observados entre el IP 1999 y 2015, se determinó la evolución de estos DDA entre 1981-1999 y 2000-2015 respecto al grado de otorgamiento y a los diversos usos que se le da al agua.

Es importante señalar que este análisis presenta algunas limitaciones en cuanto a que, por un lado, los DDA constituidos representan solo una parte del agua que se utiliza en los distintos territorios, ya que una parte indeterminada de los usos consuetudinarios de agua, tanto de comunidades rurales como indígenas, no cuentan con derechos de aprovechamiento constituidos legalmente (Rivera, 2011), siendo la regularización de los DDA un tema pendiente que genera tensiones y conflictos. Por otra parte, no todos los registros de DAA que posee la DGA cuenta con información asociada a su destino o uso, bordeando un 32% respecto al uso de las aguas superficiales y un 44% para las aguas subterráneas.

2.2.2.1 Cambios en uso consuntivo

En el período 1981-1999 se otorgaron cerca de 20.000 DAA, de los cuales el 95% fueron para el uso consuntivo. En este período alrededor del 30% de los derechos fueron constituidos sobre aguas subterráneas. En el período 2000-2015 en tanto, la cifra se incrementó en aproximadamente 400%, alcanzando un total de 83.209 solicitudes aprobadas, de los cuales un 88% fueron derechos consuntivos, siendo un 6% inferior al período 1981-1999. Así mismo, se observó un fuerte incremento en la demanda por agua subterránea alcanzando valores cercanos al 60% del total de las solicitudes.

Los cambios observados podrían demostrar por un lado, el agotamiento de las fuentes superficiales y por el otro, un incremento en la demanda de agua para satisfacer necesidades para el consumo humano, saneamiento, y actividades productivas asociadas a la industria silvoagropecuaria y minería. El Cuadro 2.3 muestra el número total de derechos aprobados por macrozona, incluyendo el porcentaje de derechos consuntivos, su distribución respecto a su origen superficial o subterráneo y la variación porcentual entre ambos períodos usando como referencia 1981-1990.

CUADRO 2.3.**Solicitudes de aprovechamiento de agua aprobadas por la Dirección General de Agua para los períodos 1981-1990 y 2000-2015.**

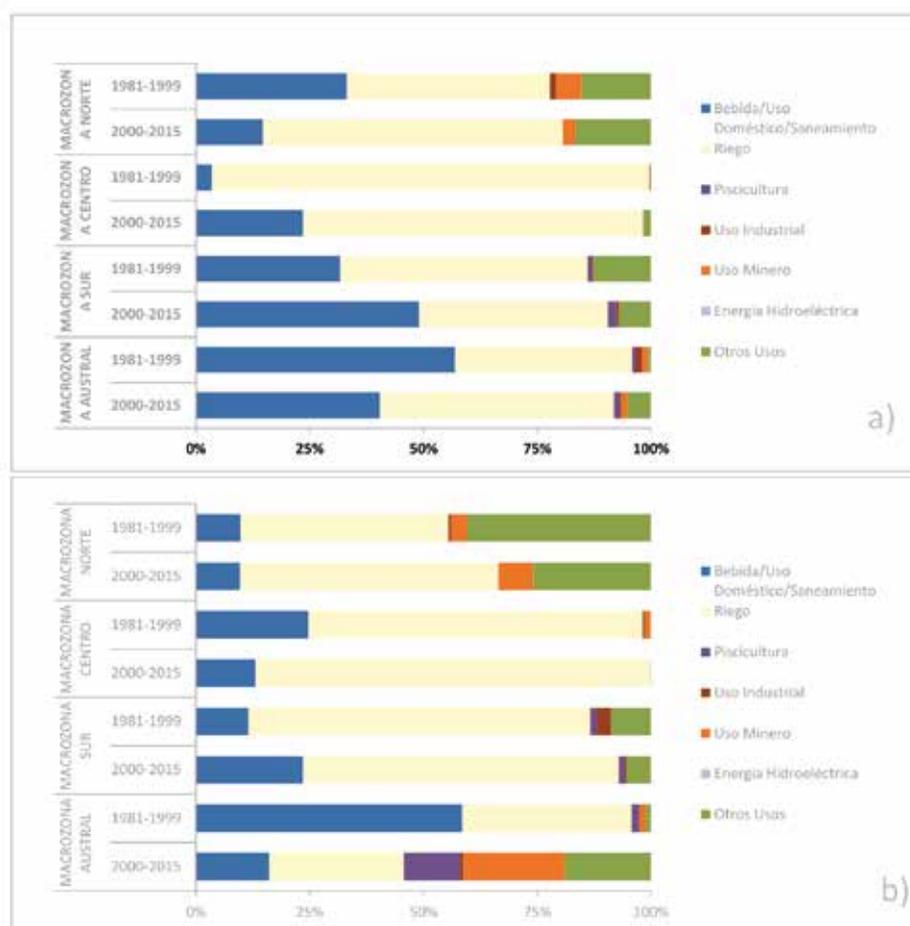
	1981-1999	2000-2015	Variación %
MACROZONA NORTE			
Derechos otorgados	3.924	11.951	204%
Consuntivos (%)	99	99	
Superficiales consuntivos	2.773 (71%)	3.753 (32%)	35%
Subterráneos consuntivos	1.108 (29%)	8.134 (68%)	634%
MACROZONA CENTRO			
Derechos otorgados	8.041	25.683	219%
Consuntivos (%)	98	96	
Superficiales consuntivos	4.218 (53%)	3.652 (15%)	-13%
Subterráneos consuntivos	3.679 (47%)	21.090 (85%)	473%
MACROZONA SUR			
Derechos otorgados	6.813	40.287	491%
Consuntivos (%)	90	82	
Superficiales consuntivos	5.666 (93%)	20.176 (60%)	256%
Subterráneos consuntivos	456 (7%)	13.280 (40%)	2.812%
MACROZONA AUSTRAL			
Derechos otorgados	572	4.756	731%
Consuntivos (%)	82	82	
Superficiales consuntivos	458 (97%)	3.258 (83%)	611%
Subterráneos consuntivos	13 (3%)	648 (17%)	4.884%

Fuente. Información en bases al consolidado nacional de derechos de aprovechamiento Dirección General de Aguas. http://www.dga.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx

Respecto al uso del agua, la Figura 2.9 muestra la distribución relativa respecto al número de solicitudes tramitadas y el volumen para los usos consuntivos de las aguas superficiales por macrozonas. Los cambios observados en el número de asignación dan cuenta de las presiones provenientes de las actividades agrícolas, mineras e industriales, las cuales tienen una consecuencia en la salud de los ecosistemas acuáticos por contaminación directa o difusa y pueden ser significativas en los ámbitos locales o de la macrozona.

FIGURA 2.9.

Distribución relativa de los usos consuntivos de las aguas superficiales respecto: a) número de solicitudes y b) volumen de agua asignado al derecho para los distintos usos según macrozona.



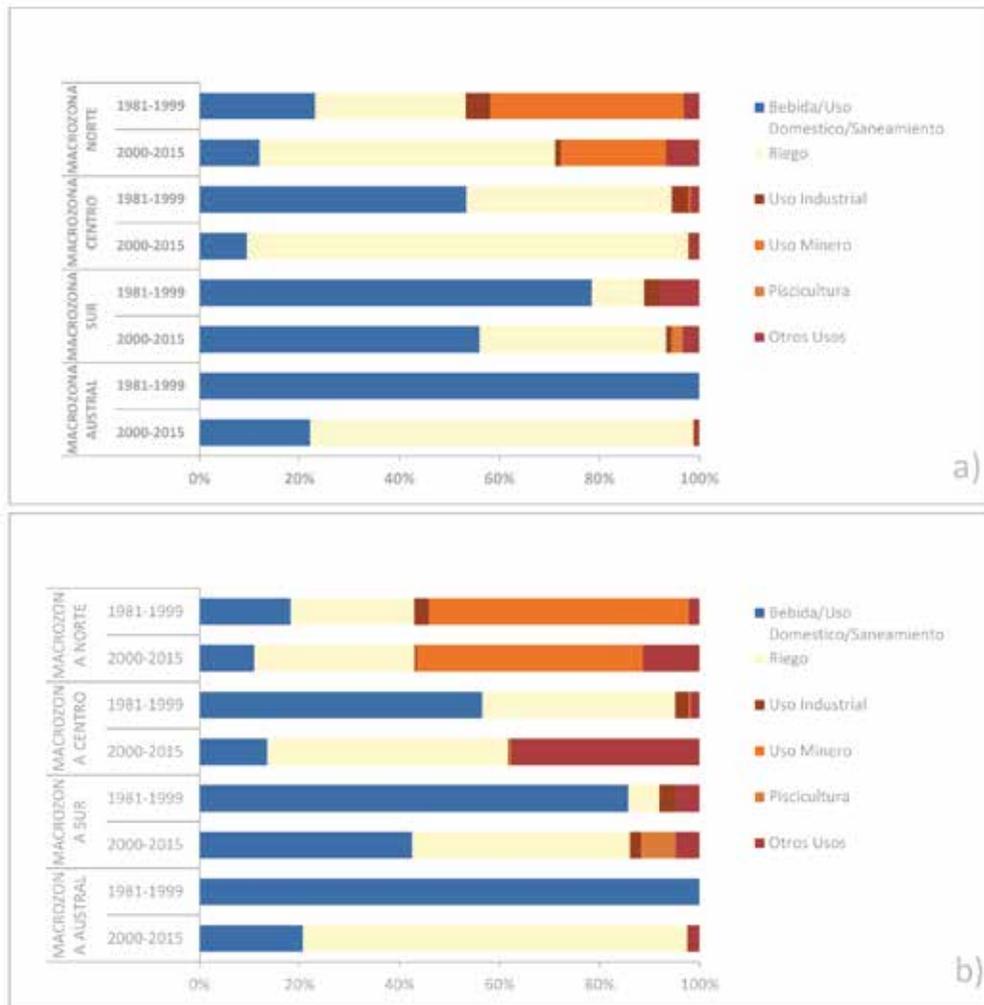
En particular, el uso consuntivo de las aguas superficiales, tanto en número de tramitaciones como el volumen, la participación relativa de los usos para riego y consumo humano son los que tienen la mayor participación en cada una de las macrozonas. En los períodos de comparación destacan los cambios observados en las macrozonas centro y sur, con un significativo aumento de las solicitudes para consumo humano, lo que podría dar cuenta de la regularización de derechos y de un incremento en la cobertura del abastecimiento de agua en ambientes rurales.

Por otra parte, las tendencias en el uso consuntivo del agua subterránea se mantuvieron en algunas macrozonas, con una marcada relación entre el número de asignaciones y los volúmenes utilizados por los distintos usos (Figura 2.10). En la macrozona norte el sector minero mantuvo la proporción de volúmenes utilizados, pese a un menor número de tramitaciones en el período 2000-2015. Otros análisis respecto a la tendencia observada en el uso de los derechos de aprovechamiento y sus potenciales impactos puede ser revisado en Banco Mundial (2011) y el Informe del Estado de Medio Ambiente 2015.

Una importante limitación del análisis anterior es que asume que el uso especificado en la solicitud de DAA corresponde al uso real de cada derecho, lo cual puede no necesariamente ser efectivo.

FIGURA 2.10.

Distribución relativa de los usos consuntivos de las aguas subterráneas respecto: a) número de solicitudes y b) volumen de agua asignado al derecho para los distintos usos según macrozona.

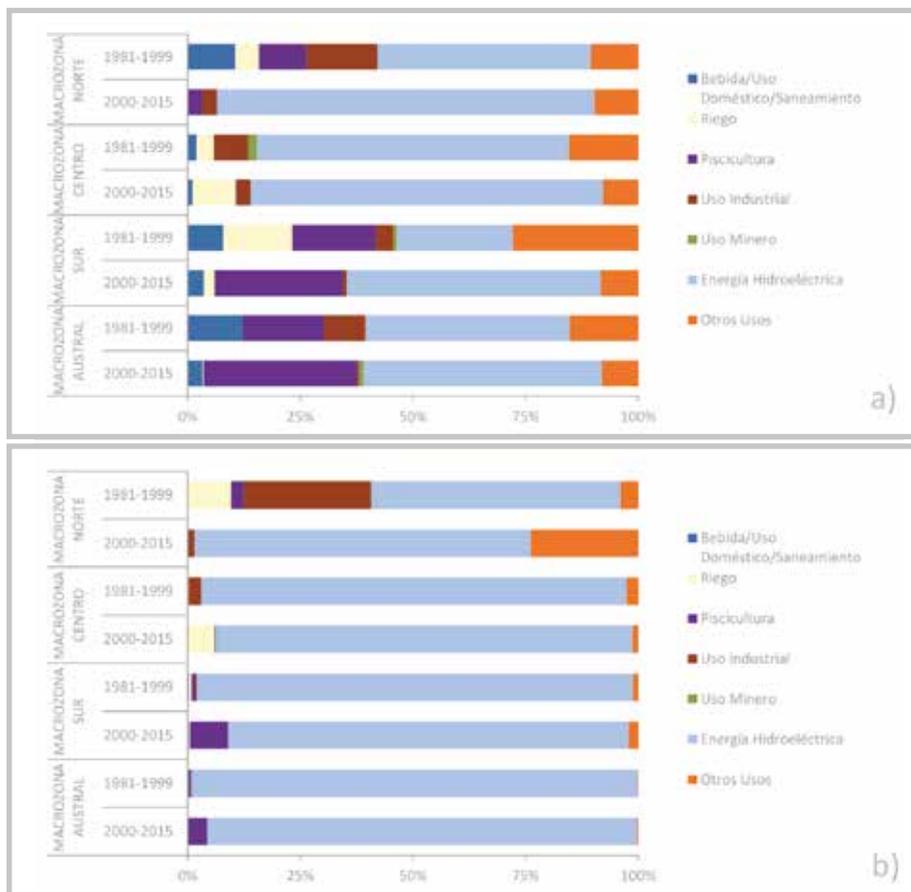


2.2.3.2 Cambios en el uso no consuntivo

La asignación de DAA para usos no consuntivos del agua están asignados prácticamente en su totalidad en sobre las aguas superficiales y corrientes. Como se observa en la Figura 2.11, en todas las macrozonas tanto el número de solicitudes como el volumen, la mayoría de los DAA se encuentran asignados para generación hidroeléctrica, con un leve incremento en el número de solicitudes en el período 2000-2015, que no se refleja en volumen. Para la macrozonas Sur y Austral destacan el incremento del uso para piscicultura, lo que puede significar en áreas puntuales del territorio una fuente de contaminación.

FIGURA 2.11.

Distribución relativa de los usos no consuntivos de las aguas subterráneas respecto: a) número de solicitudes y b) volumen de agua asignado al derecho para los distintos usos según macrozona.



2.2.4. Fuentes puntuales de contaminación derivada de la actividad urbano-industrial

Al año 1999 la única norma de emisión vigente era el D.S. N°609/98 del MOP que establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a sistema de alcantarillado. El IP 1999 daba cuenta de la reciente entrada en vigencia de algunos de los instrumentos de gestión ambiental establecidos en la Ley de Bases del Medio Ambiente (Sistema de Evaluación de Impacto y el procedimiento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión). Al año 2015, con la entrada en vigencia de nuevas normas de emisión que regulan la descarga de efluentes, el marco regulatorio para la descarga de efluentes ha mejorado sustantivamente, tanto a aguas superficiales como subterráneas (D.S. N°90/00 y D.S. N°46/02 del MINSEGPRES, ver punto 2.3.3.2.).

Respecto del sector sanitario, de acuerdo a los datos entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, en el año 1999 (del total de habitantes atendidos por el sector sanitario (12.770.462 hbs) un 99,2% contaba con abastecimiento de agua potable y un 92,1% con alcantarillado (Cuadro 2.4) y sólo un 20,2% con tratamiento de aguas servidas.

Para el año 2015, de acuerdo al Informe anual de Coberturas de Servicios Sanitarios (SISS, 2015) del total de la población urbana estimada (16.874.963 hbs) un 99,97% cuenta con cobertura urbana de agua potable, un 96,8% cuenta con cobertura urbana de alcantarillado y un 99,85% cuenta con cobertura urbana de tratamiento de aguas servidas (Cuadro 2.5). La Figura 2.12 muestra la tendencia de la cobertura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas entre los años 2002 y 2015. Estos resultados representan a todas las empresas sanitarias del país.

De acuerdo a lo señalado en el Informe de gestión SISS (2014) del total de PTAS el 97,2% descargan a cuerpo de agua superficial, debiendo dar cumplimiento a la norma de emisión el D.S. MINSEGPRES N°90/00 mientras que el 2,8% restante reutiliza el agua tratada en riego o bien en otras actividades.

Considerando las cifras señaladas anteriormente, entre los años 1999 y 2015, sin duda existe un gran avance respecto de la cobertura alcanzada para el tratamiento de aguas servidas en nuestro país. Sin embargo, considerando los sistemas de tratamiento utilizados (principalmente sistemas de tipo biológico o lodos activados, sistemas de tratamiento primario y primario químicamente asistido), este aumento en la cobertura no descarta la existencia de impactos sobre la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos derivados de la disposición de estas descargas sobre las aguas superficiales.

CUADRO 2.4

Coberturas Agua Potable y Alcantarillado Año 1999

Región	Empresa	Población	Arranques N°	Agua potable		Alcantarillado	
				Pobl. Abast. (%)	Uniones D. N°	Pob. Saneada (%)	
I	ESSAT S.A	360.106	94.452	99,8%	90.437	98,0%	
II	ESSAN S.A.	425.985	97.569	99,9%	94.438	97,1%	
III	EMSSAT S.A.	230.354	61.930	98,4%	55.525	89,5%	
IV	ESSCO S.A.	439.285	133.201	99,7%	120.372	91,4%	
VI	ESSEL S.A.	540.041	135.161	98,9%	104.672	79,1%	
VII	ESSAM S.A.	574.659	152.156	99,5%	140.039	92,6%	
VIII	ESSBIO S.A.	1.493.496	340.794	99,2%	279.549	84,0%	
IX	ESSAR S.A.	544.024	138.583	99,8%	120.438	88,1%	
XI	EMSSA S.A	68.528	17.921	99,9%	15.474	87,6%	
XII	ESMAG S.A.	142.353	38.325	99,8%	37.088	97,0%	
Otras:							
V	ESVAL S.A.	1.256.194	294.211	95,2%	261.843	86,9%	
V	Aguas Quinta S.A.	115.637	54.094	98,9%	33.403	78,9%	
V	Sto. Domingo	3.057	2.329	100,0%	407	17,7%	
M	EMOS S.A.	4.961.161	1.046.415	100,0%	1.015.296	97,8%	
M	Aguas Cordillera S.A.	291.493	52.780	99,0%	50.915	97,8%	
M	Manquehue S.A.	13.055	2.418	100,0%	2.279	99,2%	
M	Los Dominicos S.A.	11.978	2.280	99,9%	2.137	95,6%	
M	S. Municipal Maipú	540.552	150.196	100,0%	149.208	99,8%	
M	Servicomunal S.A.	71.252	12.489	97,2%	10.132	80,3%	
X	ESSAL S.A.	516.937	124.518	99,6%	103.417	82,8%	
X	Aguas Décima	123.525	29.859	99,9%	26.137	91,2%	
	Otros Urbanos	46.790	8.285	86,8%	5.251	34,1%	
Total Urbano		12.770.462	2.989.966	99,2%	2.718.457	92,1%	

Fuente: <http://www.siss.cl/577/w3-article-4693.html>

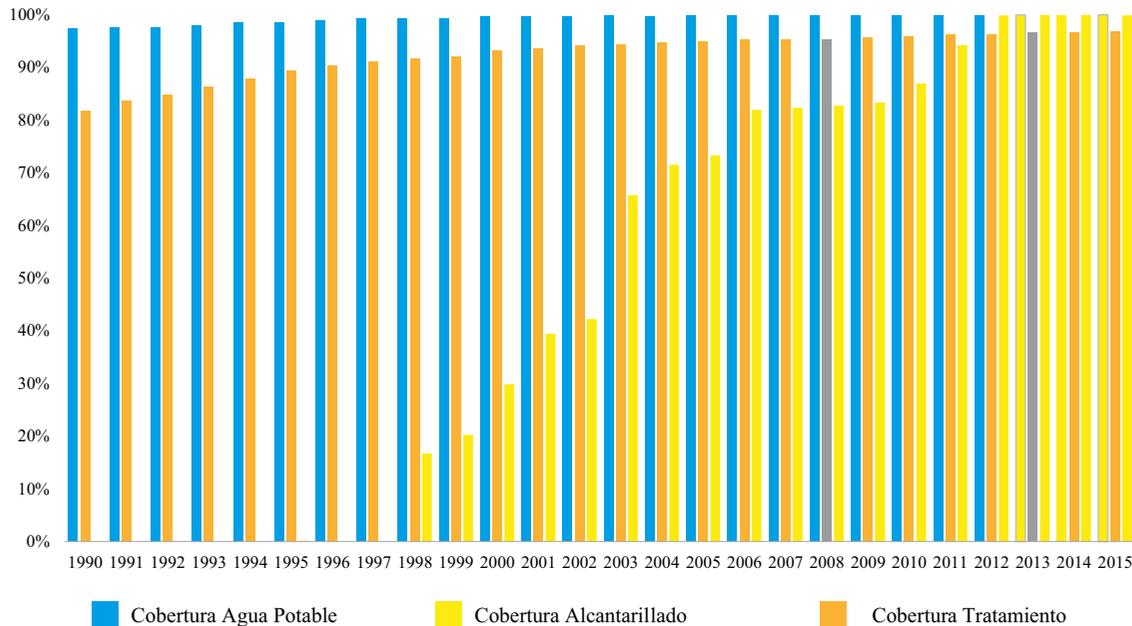
CUADRO 2.5.**Cobertura Urbana de Servicios Sanitarios Por Región Referida a la Población a Diciembre 2015**

Región	Población urbana estimada	Agua potable		Alcantarillado		Tratamiento		Cobertura (*)
		Arranques N°	Pobl. Abast. (%)	Uniones D. N°	Pobl. Saneada (%)	Arranques	Población urbana	
I	331.439	89.509	99,9%	86.093	97,6%	86.086	323.408	100,0%
II	623.461	161.518	100,0%	161.150	99,8%	161.150	621.994	100,0%
III	285.672	85.127	99,7%	82.228	96,8%	77.991	262.272	94,9%
IV	667.888	206.992	100,0%	199.657	96,7%	199.651	645.995	100,0%
V	1.678.372	579.127	99,9%	526.820	93,2%	526.797	1.563.962	100,0%
VI	726.275	216.122	100,0%	189.230	88,7%	189.239	644.393	100,0%
VII	735.650	228.982	100,0%	220.382	96,5%	217.797	699.280	98,5%
VIII	1.929.186	528.383	100,0%	501.016	94,9%	501.027	1.830.521	100,0%
IX	656.058	195.302	99,8%	185.283	95,4%	185.283	626.086	100,0%
X	635.531	173.161	100,0%	165.808	95,7%	165.789	608.109	100,0%
XI	90.814	24.945	100,0%	23.885	95,9%	23.885	87.094	100,0%
XII	156.243	47.101	100,0%	46.372	98,5%	46.372	153.834	100,0%
XIV	267.019	74.589	100,0%	70.045	93,7%	70.039	250.274	100,0%
XV	220.210	57.853	100,0%	57.665	99,7%	57.665	219.468	100,0%
RM	7.871.146	2.066.416	100,0%	2.040.629	98,8%	2.040.629	7.772.836	100,0%
Total país	16.874.963	4.735.127	99,97%	4.556.263	96,80%	4.549.400	16.309.527	99,85%

*)Hasta el año 2010 la cobertura de tratamiento de aguas servidas se calculó sobre el total de la población urbana estimada en cada región, desde el año 2011 la coberturas se calcula sobre la población conectada al sistema de alcantarillado

FIGURA 2.12.

Cobertura País de Agua Potable, Alcantarillado y cobertura de tratamiento de aguas servidas de los últimos 15 años.

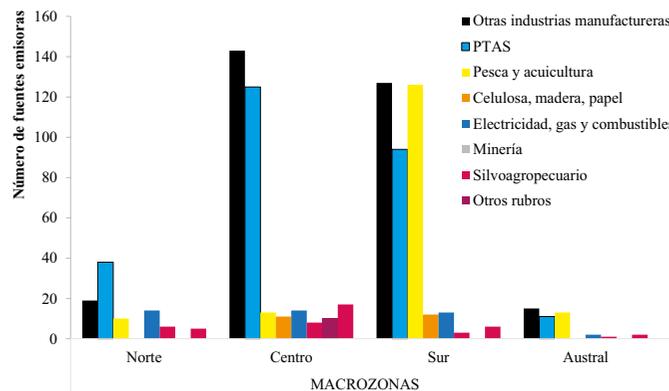


Fuente. Según información reportada por la SISS 2015.

Respecto de los Residuos Industriales Líquidos (RILES) el IP 1999 señala que existen 217 industrias autorizadas a descargar residuos industriales líquidos, donde un 65% de las aguas industrial son vertidas al alcantarillado el resto a las aguas superficiales. Al año 2015, existen 858 fuentes emisoras operativas en el país, las cuales descargan a aguas superficiales, concentrándose mayoritariamente entre la región de Coquimbo y Los Ríos Figura 2.13, (MMA 2015).

FIGURA 2.13.

Distribución de las fuentes emisoras por rubro y macozona. Elaboración propia en base a MMA (2015)



Resulta evidente que el crecimiento económico del país ha generado un aumento significativo en la presión de los recursos hídricos, aumentando considerablemente el número de efluentes que descargan sus residuos líquidos a aguas superficiales. Pese a que actualmente existe una norma de emisión que regula este tipo de descargas, es importante destacar que el D.S 90/2000 (MINSEGPRES) es un instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo, cuyo objetivo es disminuir la cantidad de contaminantes que se descargan sobre las aguas superficiales, mediante el control de los contaminantes medidos en la fuente. Por lo anterior, esta norma de emisión no regula los impactos que estas descargas generan sobre un cuerpo receptor, así como tampoco regula la sumatoria de los efectos y/o los efectos sinérgicos que se pueden producir cuando existe más de una descarga hacia un mismo curso de agua. De esta manera, el solo cumplimiento del D.S. 90/2000 (MINSEGPRES) no descarta la generación de efectos adversos significativos sobre las aguas superficiales y sobre los ecosistemas acuáticos.

2.2.5. Contaminación de agua por fuentes difusas y emergentes

Las principales fuentes de contaminación difusa son de origen agrícola, ganadero, forestal, agroindustrial y minero. La contaminación difusa de los recursos hídricos provoca efectos ambientales adversos. El aumento de nutrientes en los ecosistemas acuáticos puede producir aumento en la concentración de iones de hidrógeno, dando lugar a la acidificación de los ecosistemas acuáticos, potenciar el desarrollo y la proliferación de los productores primarios, dando lugar a la eutrofización, incluso se puede alcanzar niveles tóxicos que perjudican la capacidad de la biota acuática para sobrevivir, crecer y reproducirse (Camargo y Alonso, 2006). Adicionalmente, la contaminación de nitrógeno inorgánico en aguas subterráneas y superficiales puede provocar efectos adversos en la salud humana y la economía. En este contexto Pizarro et al., (2010) señalan que las cuencas chilenas han sido durante mucho tiempo expuestas a las descargas de nutrientes provenientes de las actividades humanas y los cambios de uso del suelo.

Derivado de una necesidad creciente de generar alimentos e insumos para los requerimientos de la población, en el mundo y también en Chile se observa una creciente contaminación de suelo y de las aguas, provocada, entre otras causas, por el uso intensivo de insumos silvoagropecuarios y tecnologías muchas veces no amigables con el ambiente (Tapia & Villavicencio, 2007). De la misma forma, el sector ganadero en Chile no cuenta con adecuado manejo y tratamiento de purines, por lo que vertidos de manera incontrolada, los purines pueden contaminar el suelo por exceso de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), las aguas continentales por sus nitratos, y la atmósfera por sus emisiones de amoníaco, metano y malos olores. En este sentido existe una gran oportunidad de desarrollo de este sector, ya que actualmente existen tecnologías y algunos proyectos pilotos en implementación en el país, que permiten realizar un adecuado manejo de los purines para la generación de biogás, por lo que el sector ganadero podría contribuir a la reducción de las emisiones de GEI, reducción de la contaminación de suelo y agua mediante el fomento de tecnologías de tratamiento de purines a través de fermentación anaeróbica, para la producción de biogás.

Antecedentes sobre el seguimiento de este tipo de fuentes de contaminación, así como, sus indicadores en el ecosistema acuático son muy escasos en el país. Sumado a lo anterior, en Chile no existe una política clara destinada a asegurar evitar que la intensidad de uso de fertilizantes y pesticidas que pongan en peligro el estado de las aguas continentales. Por lo tanto, como consecuencia del uso intensivo de productos químicos: fertilizantes, productos fitosanitarios y otros biocidas, existe la necesidad urgente de trabajar para disminuir y controlar la contaminación difusa proviene proveniente de las fuentes silvoagropecuarias.

Se considera que los pesticidas constituyen un factor de alto riesgo para los trabajadores que manipulan estas sustancias, sin consideraciones al medio ambiente por la dispersión de estos productos. De hecho, las actividades silvoagropecuarias, la acuicultura, los residuos domiciliarios y hospitalarios, pueden incorporar productos químicos y farmacológicos (pesticidas, herbicidas, biocidas, antibióticos, entre otros fármacos y productos veterinarios), los cuales podrían estar generando efectos adversos significativos sobre los ecosistemas acuáticos y probablemente sobre la salud humana.

Este último tema, comúnmente denominado “contaminantes emergentes”, no fue tratado en 1999 pero aparece como preocupante en 2015 dada la amplia variedad y cantidad de antibióticos utilizado en la medicina humana y veterinaria, la industrial acuícola, entre otras, y constituye probablemente la mayor presión selectiva para la selección de genes resistentes a los antibióticos, y de bacterias resistentes a ellos, en el territorio nacional (Cabello, 2006; Millanao et al., 2011). Así mismo, la presencia de productos farmacéuticos y sus subproductos (metabolitos), como por ejemplo en aguas servidas de la región del Biobío, es un tema que debe ser adecuadamente investigado (Henríquez, 2012).

Una lista de factores que inciden en estado de la calidad de agua para algunas cuencas hidrográficas puede ser revisada en el informe elaborado por el Banco Mundial (2011), entre las que destacan la contaminación difusa por aguas servidas; lixiviación de depósitos de estériles y aguas de drenaje de minas, contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes, descarga de riles agroindustriales, regulación de caudales por centrales hidroeléctricas, contaminación por actividad turística, entre otros. Sin embargo, al igual que en 1999, en el 2015 aún persiste una enorme deficiencia en el control de los contaminantes difusos y emergentes que ingresan a los recursos hídricos, por lo que se requiere con abordar urgencia las metodologías analíticas para evaluar la presencia y concentración de estos contaminantes, sus compuestos activos, así como los potenciales impactos que estos generan sobre los ecosistemas acuáticos.

2.2.6 Cambios en el estado de los glaciares

Debido al desequilibrio entre las condiciones climáticas actuales y el comportamiento de los glaciares, en las últimas décadas se han experimentado importantes retrocesos y pérdidas volumétrica de estos glaciares a nivel global y local (IPCC, 2013). Se estima que los glaciares más pequeños y ubicados a menores alturas, serán más vulnerables a desaparecer, incluso sin acentuarse las actuales tendencias de cambio climático (Rabatel et al., 2013).

Debido a estos cambios en curso, en la última década ha habido un creciente interés por los glaciares en Chile, tanto por los efectos negativos que tienen los cambios climáticos, como por los potenciales impactos de las actividades productivas en glaciares cercanos a proyectos mineros. Un ejemplo, son los glaciares inventariados y estudiados en detalle aledaños al proyecto minero Pascua Lama (Nicholson et al., 2009), que han sido el centro de un fuerte debate (Urkidi, 2010) por la propuesta inicial de la empresa minera Barrick Gold de remover y desplazar 3 los glaciaretos Toro 1, Toro 2 y Esperanza, propuesta que fue rechazada en el año 2006, cuando se aprobó el proyecto y se publicó la resolución de calificación ambiental que prohibía explícitamente afectar en forma directa a esos cuerpos de hielo, obligando a la empresa a monitorear posibles impactos indirectos en esos y otros glaciares de la zona de influencia del proyecto minero. Sin embargo, los cambios experimentados hasta el año 2015 por los glaciares cercanos a este proyecto, no mostraron diferencias significativas respecto del comportamiento experimentado por otros glaciares de la región, pero ubicados fuera del área de influencia de este proyecto minero.

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

2.3.1 Creación de conocimiento sobre las aguas continentales

Parte importante de los avances experimentados en una adecuada comprensión de la presión sobre las aguas continentales y de la respuesta del sistema institucional a la misma, se debe a los avances experimentados en las redes de monitoreo existentes en el país y en los sistemas de captura y almacenamiento de información. El conocimiento generado permite la construcción de mejores modelos de predicción de caudales, una mejor caracterización y comprensión de la disponibilidad y los factores que inciden en la disponibilidad de agua más allá de las variaciones climáticas.

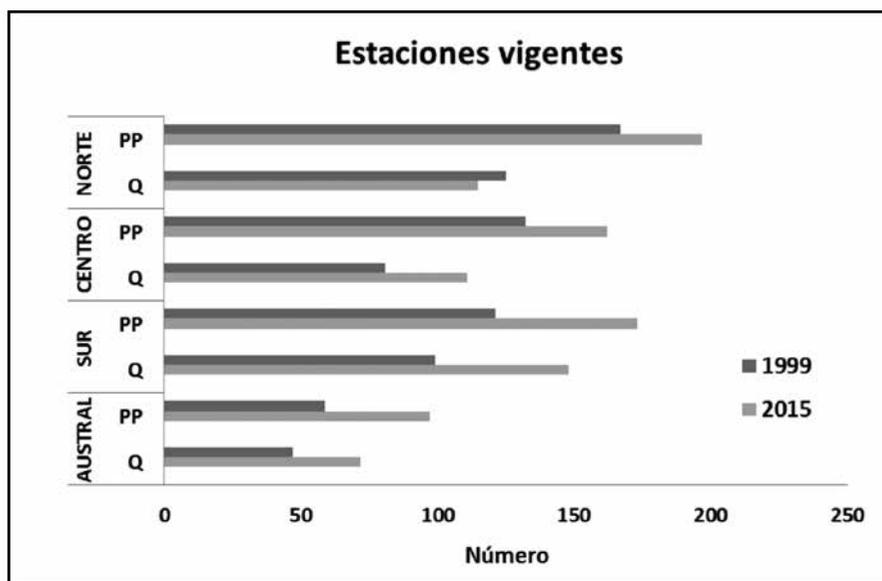
2.3.1.1. Redes de monitoreo

Una adecuada toma de decisiones acerca de la gestión del recurso hídrico requiere, a lo menos, de información relevante, oportuna y de calidad (DGA, 2015). Al igual que en 1999, en el año 2015 la captura de la información hidro-meteorológica es realizada principalmente por la Dirección General de Aguas y la Dirección Meteorológica de Chile, con una extensa red de monitoreo en cuanto al tipo de variables y ámbito geográfico de registro. Otros organismos también recolectan información meteorológica, con una variada gama de objetivos, como por ejemplo aquellos orientados al control de los ecosistemas como la red Agromet del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) que no existía en 1999, pero que desde el año 2009 entrega información meteorológica registrada más de 100 estaciones que involucran a distintas instituciones.

El nivel de automatización de las estaciones ha permitido mejorar significativamente la cantidad de información básica disponible, lo que hace una gran diferencia respecto a décadas anteriores. En particular, en 1999 existían 352 y 479 estaciones vigentes para el monitoreo de caudales y precipitaciones, respectivamente (IP 1999), mientras que en el 2015 esta cifra se incrementó a 446 y 629 estaciones para las mismas variables, sumando las estaciones que administra la DGA y DMC (Figura 2.14). Lo anterior da cuenta de importante aumento en el número de estaciones en la macrozona sur y austral, con incrementos que bordean el 50% respecto a la cantidad disponible en 1999.

FIGURA 2.14.

Número de estaciones vigentes a 1999 y 2015 para los registros oficiales de precipitación y caudales por macrozona según el número de estaciones informadas por las Direcciones General de Agua⁴ y Meteorológica de Chile.



Es necesario mencionar que todas las redes anteriores están orientadas a la consulta de períodos acotados de tiempo en estaciones puntuales de consulta, lo cual dificulta el acceso a toda la información relevante para una adecuada comprensión de la evolución de la cantidad y calidad de las aguas a nivel de cuenca. Lo anterior ha dado lugar a la creación de iniciativas cuyo objetivo es recopilar, en una única base de datos, toda la información registrada en nuestro país, tanto en su extensión espacial como temporal. Entre estas bases de datos se encuentran:

⁴ Un detalle la red hidrométrica nacional administrada por la DGA en la cual se indica el tipo de variable, región y macrozona, entre otras, se puede revisar en la Tabla 2.1 del Atlas del Agua, DGA (2016).

- Observatorio Chileno Agroclimático, puesto en marcha en junio de 2013 gracias a la colaboración del Ministerio de Agricultura de Chile, la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Instituto Internacional de Investigación sobre el Clima y la Sociedad (IRI). Este observatorio es una colección de datos hidrometeorológicos, mapas y otras figuras que monitorea, principalmente, condiciones de sequía. Está basado en el "Climate Data Library" (CDL), una herramienta que permite la obtención de las bases de datos (en bruto) de todas las instituciones nacionales e internacionales (e.g., NOAA, USGS, ISRIC) vinculadas al monitoreo de sequía (Del Corral et al., 2012). Este observatorio permite además manipular datos en diversos formatos, calcular índices de sequía o utilizar funciones geoestadísticas.
- El Explorador Climático creado en 2015 por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 (<http://explorador.cr2.cl/>), el cual es una plataforma web que permite una fácil visualización y descarga de la información sobre las precipitaciones, temperaturas y caudales registrados en todas las estaciones de la DGA y DMC (ver Cuadro 2.6). Además, el (CR)2 hace públicos distintos conjuntos de datos que permiten acceder, en un único archivo, a todos los registros históricos de las 3 variables mencionadas anteriormente.
- La plataforma www.bosquesyagua.cl, puesta en marcha blanca el año 2015 por el Instituto Forestal (INFOR), como una base de datos orientada a la difusión de conocimiento, la investigación de largo plazo en temas asociados a la hidrología forestal y al manejo y gestión de cuencas forestales abastecedoras de agua para el consumo humano y saneamiento. Esta plataforma entrega información espacialmente explícita respecto a la investigación generada en Chile, así como también información biofísica vinculada a la oferta y demanda de agua en escalas de pequeñas cuencas hidrográficas.
- Es muy probable que la aparición del Observatorio Chileno Agroclimático, del Explorador Climático y la plataforma Bosques y Agua, favorezca el desarrollo de nuevos estudios que aborden las relaciones existentes entre variabilidad y cambio climático, la disponibilidad de recursos hídricos y su relación con el uso del suelo, y el manejo de cuencas a distintas escalas.

Finalmente, es necesario mencionar que en Agosto de 2008 fue promulgada la Ley N° 20.285 sobre el acceso a la información pública, la cual abre la posibilidad de acceder a toda esta información sin costo, situación muy distinta a la del año 1999, donde era muy difícil e incluso imposible obtener algunos datos monitoreados por los servicios del Estado. En particular, es importante mencionar que en el año 1999 era necesario realizar un pago en dinero por cada dato hidrometeorológico proporcionado por la DGA, mientras que hoy esa información puede ser descargada directamente desde la página web indicada en el Cuadro 2.6.

CUADRO 2.6**Fuentes de información disponibles en plataformas web y variables asociadas.**

Fuente de datos	Variables disponibles	Enlace web para descarga
DGA	PCP, Temp, Q, PFQ, hgw, Sed	http://snia.dga.cl/BNACconsultas/reportes
DMC	PCP, Temp, RS, VV, HR, P	http://www.meteochile.gob.cl/climatologiaRedEma.php
FDF-INIA-DMC (agroclima)		http://www.agroclima.cl/
INIA (agromet)	PCP, Temp, RS, VV, DV HR, P	http://agromet.inia.cl/estaciones.php
CDL-IRI	PCP, Temp, Q, PFQ, hgw, hres, hsnow, Dsnow, SWE	http://www.climatedatalibrary.cl/
Observatorio Chileno agroclimático		www.climatedatalibrary.cl/UNEA/maproom/
CR2	PCP, Temp, Q	http://explorador.cr2.cl/ http://www.cr2.cl/recursos-y-publicaciones/bases-de-datos/

PCP: precipitación, Temp: temperatura del aire, Q: caudal, PFQ: parámetros fisicoquímicos, hgw: altura del nivel de aguas en pozos de aguas subterráneas, Sed: sedimentos, RS: radiación solar, VV: velocidad del viento, DV: dirección del viento, HR: humedad relativa, P: presión barométrica, hres: altura del nivel de agua en embalses, hsnow: altura de nieve, Dsnow: densidad de nieve, SWE: equivalente de agua en nieve.

2.3.1.2. Impacto de las TICs

Hacia 1999 las Tecnologías de información y comunicación (TICs) para la captura, rescate, almacenamiento y distribución de la información eran prácticamente inexistentes en nuestro país. Sin embargo, el aumento en la capacidad de cálculo computacional, la reducción de costos asociados a distintos tipos de sensores y las mejoras en las TICs experimentadas desde entonces, se ha traducido en un gran aumento en la cantidad de datos crudos disponibles.

Por otra parte, en 1999 la gran mayoría de los datos utilizados para los análisis climáticos e hidrológicos tenían su origen en estaciones de medición puntuales. Sin embargo, en las últimas décadas ha ocurrido un avance significativo en la cantidad de productos satelitales de cobertura global o casi global que monitorean las principales componentes del ciclo hidrológico. Estimaciones satelitales de precipitación, evapotranspiración, humedad del suelo, cobertura nival, entre otros, se encuentran libremente disponibles en una gran variedad de formatos y con distintas frecuencias de registro temporal.

Cabe señalar que este incremento en la disponibilidad de datos no siempre se traduce en información útil para la toma de decisiones o acciones en los territorios, siendo entre las brechas más importantes el uso de información en tiempo real, o casi real, para el desarrollo de sistemas de alerta temprana acoplando información hidrometeorológica, así como el equilibrio entre los avances tecnológicos y las condiciones para el manejo del agua, como por ejemplo el caso del Agua Potable Rural.

2.3.2. Acciones de control de la contaminación**2.3.2.1. Control de residuos industriales y silvoagropecuarios**

El control de residuos industriales y las acciones de manejo para no dañar el medioambiente, se ha ido transformado en una prioridad para diversas instituciones del Estado y privados.

Las brechas identificadas en los mecanismos de regulación del Estado se han traducido en acciones público-privadas o

acuerdos entre privados, cuyo objetivo es controlar acciones que puedan tener una externalidad considerada como negativa para el medio ambiente, con la finalidad de acceder a nuevos mercados y demandas sociales cada vez más exigentes.

Entre los ejemplos más destacables inexistentes en 1999 son los Acuerdos de Producción Limpia (APL), donde la cooperación público-privada se traduce en una serie de acuerdos de carácter voluntario para avanzar hacia una economía sustentable⁵ y los arreglos entre privados, como los sistemas de certificación voluntaria que permiten acceder a mercados internacionales más exigentes en materia ambiental, como por ejemplo es el caso del certificación de la Industria Forestal con el sello internacional de comercialización de madera y sus derivados, FSC (Forest Stewardship Council) por su sigla en Inglés⁶ que agrupa a instituciones académicas, ONGs y empresas de rubro forestal. En ambos casos, APL y certificación, son acuerdos voluntarios en los que a la fecha no existe una evaluación respecto a la efectividad del instrumento y sus impactos en el manejo y conservación de los ecosistemas y las aguas continentales.

2.3.3. Marco jurídico institucional

Con el propósito de abordar la gestión de las cuencas hidrográficas, la protección ambiental, los monopolios y la especulación, a partir de 1990 se han propuesto una serie de modificaciones el Código de Aguas de 1981 (Banco Mundial 2013). Pese a esta preocupación, este marco jurídico que regula las aguas continentales ha tenido escasas modificaciones, como las del año 2005 que fija un cobro de patente por no uso.

Por otro lado, atendiendo al llamado de la asamblea de las Naciones Unidas quienes en 2010 reafirman que un el agua limpia es un recurso esencial para la realización de todos los derechos humanos, el año 2015 el gobierno está trabajando en el proyecto de ley que busca reformar el Código de Aguas (Boletín 7543-12), definiendo el acceso al agua potable y saneamiento como un derecho humano esencial e irrenunciable que debe ser garantizado por el Estado (DGA, 2016). De aprobarse esta importante modificación, aún existiría un vacío en materia protección de recursos hídricos para el consumo humano, ya que si bien éstos podrían ser garantizados por el código de agua, otras regulaciones sectoriales puedan menoscabar el recurso por las actividades propias que se realizan en los territorios.

2.3.3.1. Caudales ecológicos

El “caudal ecológico” es probablemente una de las materias de mayor discusión y transformación durante el período 1999-2015. Tanto la definición como cuantificación ha tenido una serie de cambios producto principalmente en la entrada en vigencia de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente en el año (1992) y su posterior modificación en el año 2010 junto a la creación del Ministerio de Medio Ambiente.

Hacia 1999 la Dirección General de Aguas (DGA) reconocía al caudal ecológico como la cantidad de agua mínima que se requiere conservar para asegurar la supervivencia de los diversos componentes y funciones de los ecosistemas acuáticos. Actualmente, el caudal ecológico corresponde al caudal mínimo que debería tener el río para mantener los ecosistemas presentes, preservando la calidad ecológica (DGA, 2008). Lo anterior, considerando que a partir del año 2005, de acuerdo a lo establecido en el artículo 129 bis 1 del Código de Aguas, entre las funciones de la DGA al asignar los nuevos DDA deberá además velar por la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente.

Para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), por tratarse de un instrumento de gestión ambiental establecido por la Ley 19.300, la definición y alcance del caudal ecológico es más amplia, incluyendo elementos abióticos, alteraciones en las condiciones físicas de los cauces, el impedimento o limitaciones en el desarrollo de los componentes

⁵ http://www.cpl.cl/archivos/agenda/Agenda_de_Produccion_Limpia_2014-2018.pdf

⁶ <https://cl.fsc.org/es-cl/acerca-del-fsc/fsc-chile>

bióticos y alteraciones en la dinámica y funciones del ecosistema. En el SEIA, el titular de un proyecto puede comprometer un régimen de caudal ambiental distinto al caudal ecológico otorgado por la DGA, considerando criterios técnicos de carácter ecológico, social, hidrológico u otros, dependiendo sea el caso.

Debido a lo anterior, en el marco de la evaluación ambiental de un proyecto o actividad, la Comisión de Evaluación o el Director Ejecutivo del SEA, según corresponda, puede restringir el ejercicio de un derecho de aprovechamiento otorgado en primera instancia por la DGA. Lo anterior considerando que el Decreto Supremo N° 14, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento para la Determinación del Caudal Ecológico Mínimo, (modificado por el DS N° 71, de 2014, del Ministerio del Medio Ambiente), señala en su artículo que "La fijación del caudal ecológico es sin perjuicio de lo que puedan establecer otras autoridades en el ámbito de sus respectivas competencias" (SEA, 2016).

Según lo reportado por la DGA, en asignación de derechos de aprovechamiento previos a 1999 existirían problemas en la mantención de caudales ecológicos por la sobre asignación de recursos a los usuarios, pudiendo llegar en algunos casos a secar completamente los cauces si los usuarios utilizasen a plenitud sus derechos (IP1999) e intentando reservar el 10% de los caudales en la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento principalmente al sur de la región de la Araucanía.

Actualmente, la fijación de caudales ecológicos, en la asignación de los nuevos derechos de agua, se encuentra reglamentada por un decreto presidencial (Decreto Supremo N° 14, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, modificado por el DS N° 71, de 2014, del Ministerio del Medio Ambiente Decreto N° 14, de 2012, modificado en 2015), el cual intenta corregir las deficiencias detectadas en la asignación y el cálculo de los derechos. En esta asignación, se mantiene los valores máximos del 20% del caudal medio anual (de acuerdo a lo establecido en el Código de Aguas) y se reconoce la variabilidad estacional a nivel mensual, pero reconoce una probabilidad de excedencia dependiente de las series temporales a los largo la variabilidad interanual de los flujos y la dinámica temporal a los largo de los meses.

Una de las diferencias sustanciales en la asignación de los caudales ecológicos es que en el año 1999 la atribución era exclusiva de la Dirección General de Aguas por la vía de la asignación de derechos de aprovechamiento, tema que en 2015

CUADRO 2.7.

Cambios más importantes asociados a la asignación de caudales ecológicos en Chile.

	1999	2015
Leyes vigentes	Código de Aguas 1981 modificado 1992.	Código de Aguas 1981, modificado 2005/2008/ 2014
	Ley general de bases del medio ambiente. 19.300	Ley N° 20.417, que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación y la Superintendencia del Medio Ambiente
Fijaciones de caudales ecológicos	10% caudales medios anuales	Asignación mensual al 50% de monto de una probabilidad de excedencia 95% sobre una serie de tiempo mínima de 25 años. http://www.dga.cl/legislacionynormas/normas/Reglamentos/Modifica_Decreto_14.pdf
Institucionalidad en la asignación	Dirección General de Aguas	Dirección General de Aguas Ministerio del Medio Ambiente

Fuente: Elaboración propia

también interviene el Ministerio del Medio Ambiente cuando se trata de asignación de caudales ecológicos asociados a proyectos que ingresan al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, los cuales son calculados mediante métodos hidrobiológicos y resueltos en la calificación del proyecto en conjunto con las medidas de mitigación, manejo y compensación (Cuadro 2.7).

Al igual que en 1999, en 2015 se continúa reconociendo que la determinación de caudales ecológicos presenta un problema ya que éstos no consideran los componentes bióticos de los ecosistemas acuáticos en relación a las etapas de desarrollo, estados de vida y/o interacciones de la cadena trófica aun poco conocidas. Sin embargo, el reglamento de 2015 incluye algunas consideraciones en las cuales la institucionalidad puede modificar los montos de caudales cuando estos se relacionan con: a) la conservación de especies hidrobiológicas en alguna categoría de conservación, b) cuando existen fuentes superficiales localizadas en territorio con una protección oficial o aguas arriba de éstas, que tengan una calidad tal que permitan la sustentación de las especies protegidas del área, c) cuando existan impactos significativos que alteren factores bióticos y abióticos, físicos, químicos, y biológicos, que aseguren el resguardo de la estructura, dinámica y funcionamiento de los ecosistemas asociados a la fuente superficial y d) cuando las alteraciones de la estructura, dinámica y funcionalidad del ecosistema derivados de la disminución del caudal, den origen a un Plan de Manejo.

Es previsible que, en el mediano y largo plazo, existan tensiones o conflictos entre los propietarios de derechos de aprovechamiento y consideraciones de conservación ecológica, como una consecuencia del incremento en la oferta y demanda del agua derivada de aspectos ambientales asociados al cambio global, que incluyen la variabilidad climática y el incremento en la presión por el uso del agua con fines distintos a los de la conservación de los ecosistemas acuáticos.

2.3.3.2. Instrumentos de gestión de la ley 19.300

La Ley Nº 19.300, en su título segundo establece 9 distintos instrumentos de gestión ambiental, entre los cuales se destaca a las "*Normas de Emisión, las Normas de Calidad Ambiental y de la Preservación de la Naturaleza y Conservación del Patrimonio Ambiental, y los Planes de Manejo, Prevención o Descontaminación*" como instrumentos a través de los cuales se puede proteger directamente la calidad de las aguas y los ecosistemas acuáticos.

Las Normas de Emisión son las que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora, mientras que las Normas Secundarias de Calidad Ambiental son aquéllas que establecen los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza, normando la calidad de los componentes ambientales (agua, sedimento, suelo).

Los Planes de Prevención y/o de Descontaminación (PPDA) son aquellos que tienen por objetivo establecer las medidas, metas y plazos necesarios para cumplir con los objetivos propuestos en las normas de calidad ambiental. Por otro lado, el artículo Nº 2 de la ley 19.300 establece que para todos los efectos legales, se entenderá por contaminación la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente. En este sentido, el concepto de contaminación se encuentra vinculado a la existencia de una norma y la gestión de la contaminación se puede realizar cuando dicha norma sea incumplida (normas de emisión) y/o se encuentre en latencia o saturación (normas de calidad). En este último caso se puede decretar zonas de latencia o de saturación e iniciar el proceso de dictación de los PPDA, es decir, las normas de calidad determinan el estándar que se debe alcanzar y los planes establecen las gestiones que se deben realizar para cumplir con el estándar establecido en las normas.

En Chile actualmente existen 4 normas de emisión, 2 normas de calidad primaria y 6 normas de calidad secundarias vinculadas a los recursos hídricos (Cuadro 2.8). Es importante destacar que, dado que las normas secundarias de calidad

ambiental tienen un ámbito de aplicación local, el MMA debe incorporar la gran variabilidad biogeográfica existente en nuestro país para determinar cuáles son los estándares adecuados para la protección de los distintos ecosistemas acuáticos existentes en el país, especialmente para lograr la protección de aquellos que son únicos y escasos.

CUADRO N° 2.8.

Normas hídricas vigentes. Normas de emisión, normas de calidad primarias y normas de calidad secundarias

Nombre	Ámbito de aplicación territorial	Entrada en vigencia
NORMAS DE EMISIÓN A LAS AGUAS CONTINENTALES Y MARINAS: Tienen por objetivo prevenir la contaminación, a través, de la fijación de límites máximos permisibles para la descarga de residuos líquidos hacia cuerpos de agua superficiales, subterráneos y marinos.		
D.S.N°609, de 1998 del Ministerio de Obras Públicas. Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado	Nacional	20.07.1998 Modificado por D.S. MOP N°3.592 de 2000 y por el D.S. MOP N°601 de 2004 (vigente 08.09.2004)
D.S. N°90/2000 "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales"	Nacional	07.03.2001
D.S.N°46/2002. "Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas"	Nacional	07.03.2001
D.S.N°80/2006. "Norma de Emisión para molibdeno y sulfatos de efluentes descargados desde tranques de relaves al estero Carén"	Estero Carén	26.08.2006
NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL - AGUA: Tienen por objetivo proteger la calidad de las aguas continentales superficiales de manera de salvaguardar la salud de las personas		
D.S. N°144, de 2008, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de República. Establece normas de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo.	Nacional	07-04-2009
D.S. N° 143, de 2008, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de República. Establece normas de calidad primaria para la protección de las aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación con contacto directo	Nacional	07-04-2009
NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL - AGUA: Tienen por objetivo la proteger, conservar o preservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos, a través, de la mantención o mejoramiento de la calidad de las aguas.		
D.S. N°75, de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de República. Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas superficiales continentales de la cuenca del río Serrano.	Cuenca del río Serrano	19-03-2010
D.S. N° 122/2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de República. Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas del Lago Llanquihue.	Lago Llanquihue.	04-06-2010

Continúa en página siguiente.

D.S. N° 19/2013, del Ministerio del Medio Ambiente. Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales del Lago Villarrica.	Lago Villarrica	16-10-2013
D.S. N° 53/2013 del Ministerio del Medio Ambiente. Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo.	Cuenca del río Maipo	04-07-2014
D.S. N° 1/2015 Normas Secundarias de Calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Valdivia.	Cuenca del río Valdivia	27-11-2015
D.S. N° 9/2015 Normas Secundarias de Calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Biobío.	Cuenca del río Biobío	27-11-2015

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se desprende que la elaboración de las normas secundarias sea resultado de un proceso complejo, donde tanto la CONAMA como el Ministerio del Medio Ambiente, han apoyado e incentivado distintas líneas de trabajo tendientes a identificar los factores más relevantes que determinan la variabilidad biogeográfica en Chile, ya sea para identificar variabilidad en variables físicas y geomorfológicas, como para identificar variabilidad en biodiversidad y en las estructuras comunitarias, así como en la aplicación de los índices bióticos y la Evaluación de Riesgo Ecológico. Esta última corresponde a una herramienta de gestión ambiental que permite determinar los niveles máximos de tolerancia de las especies de mayor relevancia ecológica, entregando información respecto de la probabilidad de que ocurra daño en las especies expuestas a determinados contaminantes (parámetros fisicoquímicos). Esta herramienta es ampliamente utilizada en la EPA, OECD, CEE, Argentina y Brasil, tanto para la aprobación de nuevos productos químicos y la aplicación de productos fitosanitarios, como para la evaluación de impacto ambiental de las actividades económicas y la elaboración de normas de calidad ambiental.

2.3.3.3. Organizaciones de usuarios de agua

Las organizaciones de usuarios de aguas (OUA) son organismos de carácter privado que, no obstante, cumplen funciones públicas. Sus objetivos son distribuir las aguas de acuerdo a los DAA de sus miembros, construir, mantener, mejorar y administrar los sistemas de distribución de agua y resolver los posibles conflictos que se pueden generar (Banco Mundial, 2013). Aquellas actualmente vigentes son (DGA, 2016):

- Comunidades de aguas superficiales: es una organización de usuarios que tienen derecho en una fuente natural por medio de una obra hidráulica de aprovechamiento común.
- Comunidades de aguas subterráneas: son aquellas organizaciones de usuarios formadas que tienen DAA sobre un mismo Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común (SHAC) o acuífero. Su principal función es regular la explotación del acuífero.
- Asociaciones de Canalistas: son organizaciones de usuarios que se constituyen por escritura pública suscrita por todos aquellos titulares que gozan del derecho de aprovechamiento de canales artificiales.
- Juntas de vigilancia (JdV): son organizaciones de usuarios constituidas por personas naturales o jurídicas u otras organizaciones de usuarios que aprovechan aguas superficiales o subterráneas de una misma cuenca. Tienen por objetivo

administrar las aguas de las fuentes naturales y distribuir las entre los miembros de cada junta. Además, podrán conservar o mejorar las obras de aprovechamiento común y construir nuevas obras relacionadas con su objetivo.

- Comunidades de Obras de Drenaje: organismo formado por usuarios que aprovechan obras de drenaje o desagüe en beneficio común.

Entre las organizaciones de usuarios, las JdV son las más importantes con respecto a efectuar funciones públicas en la administración del agua. Las JdV son organizaciones creadas por iniciativa de los usuarios a nivel de cauces naturales, normalmente en una sección de la cuenca y no en la cuenca entera (Banco Mundial, 2011). Las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) por región y macrozona puede ser revisado en las Tablas 2.24 y 2.25 del Atlas del Agua, DGA (2016).

2.3.3.4. Instrumentos de gestión de la escasez de recursos hídricos

El Artículo 314 del Código de Aguas establece que será el Presidente de la República quien, a petición o con informe de la Dirección General de Aguas, puede declarar zonas de escasez hídrica por períodos máximos de seis meses, no prorrogables, en épocas de extraordinaria sequía. Además, la Res. DGA N°1674/2012 establece los criterios para calificar épocas de extraordinaria sequía.

En particular, para aguas superficiales se considera el uso de los índices estandarizados de precipitaciones (SPI, McKee et al., 1993) y caudales (SRI, Shukla and Wood 2008), estableciendo distintos criterios que dependen de la región geográfica y la existencia de embalses de regulación interanual. Para aguas subterráneas, una sequía dependerá de la capacidad de las captaciones para abastecimiento de agua en un sector hidrogeológico de aprovechamiento común. Una vez declarada la zona de escasez, la DGA puede autorizar extracciones de aguas superficiales o subterráneas desde cualquier punto, sin la necesidad de constituir DAA y limitación del caudal ecológico mínimo. Si no hay acuerdo de los usuarios para redistribuir las aguas, la DGA podrá redistribuir el agua disponible en las fuentes naturales, para reducir los daños generales derivados de la sequía. Para ello, podrá suspender las atribuciones de las Juntas de Vigilancia y los seccionamientos de las corrientes naturales que estén comprendidas dentro de la zona de escasez.

El reciente aumento de la duración e intensidad de eventos de sequía experimentados en nuestro país dio lugar a la elaboración de la resolución la Res. DGA N°1674/2012 y a los Ord. MINAGRI N° 85/2009 y N°1451/2010, los cuales no existían en 1999. Dichos documentos permitieron definir criterios operacionales para calificar épocas de extraordinaria sequía. Además, sólo en el último tiempo MINAGRI definió instrumentos de fomento productivo para enfrentar el riesgo agroclimático, específicamente el déficit hídrico, mientras que otras herramientas de gestión definidas en el Código de Aguas de 1981 han cobrado mayor relevancia en las últimas décadas.

En una condición de sequía la Subsecretaría del Interior puede definir una zona de emergencia agrícola cuyo procedimiento está basado en un informe técnico a cargo de INIA en el cual se debe incluir datos meteorológicos, mapas con indicadores agrometeorológicos, informe de la situación por región y rubros y recomendaciones para enfrentar la emergencia. Sin embargo, es el Intendente(a) Regional quien tiene la facultad de enviar la solicitud de declaración al Ministro(a) de Agricultura, quien mediante una resolución exenta determina la emergencia.

Como una manera de promover la gestión del riesgo agroclimático –específicamente del déficit hídrico– El MINAGRI en conjunto con la FAO han definido una serie de instrumentos de fomento productivo, medidas de emergencia y mitigación, para apoyar la gestión de este riesgo, en función de cuatro categorías de riesgo: normal, alerta, emergencia y catástrofe (MINAGRI, 2011).

Finalmente, existen otras herramientas de gestión de la escasez como son: (i) las declaraciones de agotamiento de aguas superficiales, (ii) los decretos de reserva, (iii) la declaración de áreas de restricción y zonas de prohibición para la extracción

de aguas subterráneas, (iv) los planes de alerta temprana, (v) el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y (vi) los sitios Ramsar. Estas herramientas pueden ser consultadas en (DGA, 2016).

2.3.3.5. Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)

En los últimos años Chile ha sido testigo de cómo los conflictos relacionados al recurso hídrico se han vuelto cada vez más complejos, involucrando múltiples dimensiones (cuantitativa, cualitativa, ambiental, social, productiva, etc.) y actores, tanto del ámbito público como privado. Lo anterior ha hecho evidente que la solución a dichos problemas no es fácil de obtener, incluso en un país con una alta disponibilidad per cápita de recurso hídrico.

Durante el Tercer Foro Mundial del Agua, realizado en La Haya en el año 2000, la Conferencia Ministerial se refirió a la *gestión integrada de los recursos hídricos* (GIRH) como “el camino adecuado para abordar los problemas de agua a nivel mundial”, basado principalmente en la conclusión de que los problemas relacionados al agua son, en gran medida, problemas de gobernabilidad (Peña, 2003). En 1999 este concepto apenas comenzaba a ser utilizado en Chile, sin embargo, en los últimos años aparece con mayor frecuencia, no sólo en el ámbito académico, sino también en los discursos de distintas instituciones públicas y privadas.

Sin embargo, diversos actores han utilizado el concepto de GIRH con distintos significados. La definición más aceptada es: “*proceso que promueve el desarrollo y manejo coordinado del agua, suelo y recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social resultante de una manera justa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas fundamentales*” (GWP, 2000). Existe un debate abierto sobre la aplicación práctica del concepto, cuestionando su utilidad real en la toma de decisiones (Biswas 2008).

Desde hace casi dos décadas la DGA/MOP ha trabajado en la elaboración de propuestas, proyectos, programas de manejo de recursos hídricos y planes directores como instrumentos de planificación que orienten las inversiones públicas y privadas y ocho regiones hoy cuentan con dichos planes. Sin embargo, una falencia de estos instrumentos es el carácter indicativo y no vinculante, que no permite que sean efectivos para la GIRH.

Por otro lado, desde el año 2013 existe una Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (MOP, 2013), la cual define cinco ejes que debiesen ser utilizados para conciliar los distintos intereses y usos, elaborar políticas y generar reformas al marco institucional vigente: (i) gestión eficiente y sustentable, (ii) mejorar la institucionalidad, (iii) enfrentar la escasez, (iv) equidad social, y (v) ciudadanía informada.

En el año 2011 el Banco Mundial elaboró en un diagnóstico sobre la gestión de los recursos hídricos en Chile, el cual menciona entre sus conclusiones la necesidad de mejorar la resolución de conflictos relacionados al agua, pues muchos de ellos terminan en tribunales ordinarios, los cuales no están completamente preparados para fallar en estas materias. Dicho informe señala además que “es necesario un enfoque de cuenca como unidad de análisis, planificación y gestión” para evitar que los problemas se vayan agudizando (Banco Mundial, 2011). Además, dicho documento señala entre sus conclusiones que es necesario mejorar el registro público de los derechos de aguas, mejorar los sistemas de información y comunicación y mejorar la coordinación intra e intersectorial de los organismos vinculados al recurso hídrico.

Finalmente, se ha detectado una falta de artículos científicos que discutan el relativo éxito o fracaso de la aplicación de la GIRH en Chile, con énfasis en cuencas específicas donde se pueda verificar si efectivamente la aplicación de este concepto se ha traducido en la elaboración de políticas, programas y proyectos que busquen un manejo más eficiente e integrado de todas las dimensiones del recurso hídrico.

2.3.4. Compromisos internacionales y recomendaciones sobre cambio climático

Las últimas dos décadas han estado marcadas de acuerdos internacionales en materia relacionada al cambio climático y acuerdos comerciales. Estos compromisos, como por ejemplo la incorporación de Chile a la OECD, han tenido una serie de impactos en las regulaciones y perspectiva de desarrollo respecto al estado y respuesta de las aguas continentales. Ejemplo de lo anterior son los lineamientos del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario, entre los cuales se incluye el fortalecimiento de la planificación y gestión de recursos hídricos a nivel nacional para optimizar el uso del agua en la agricultura; el establecimiento de un programa nacional para fomentar la gestión eficiente y sustentable del agua en la agricultura de riego y el apoyo a la investigación y fomento a la innovación en gestión de recursos hídricos en el sector silvoagropecuario. Los compromisos también incluyen acciones de monitoreo y continuar trabajando en acciones de control de efluentes, domiciliarios, industriales, contaminación difusa por actividades silvoagropecuarias, con un enfoque de manejo integrado que propenda a la protección de los ecosistemas acuáticos y provisión de servicios ecosistémicos (CEPAL / OECD 2016)

En particular, las convenciones y tratados internacionales, aunque no vinculantes, han derivado en una serie de compromisos asumidos por la nación y tratados en materia de gestión política. Entre de los compromisos que destacan por su relación con el estado de las aguas continentales, es la restauración de medio millón de hectáreas de ecosistemas degradados en Chile, recogido como un importante desafío de la Política Forestal 2015-2035 (MINAGRI 2015), restaurar el patrimonio forestal para bajo criterios de protección y conservación, utilizando preferentemente especies nativas, en áreas donde existen consecuencia negativas sobre el suelo, el agua y la biodiversidad. Esta política incluye metas, plazos y objetivos de resultado, como por ejemplo el manejo sustentable de cuencas críticas con el propósito de mantener o incrementar el abastecimiento de agua, acorde a los requerimientos de la población.

2.3.5. Mapa institucional

El problema institucional presente en 1999 no se ha solucionado; al contrario, se ha ido agudizando. En 2015 existían en Chile 43 organismos vinculados a la gestión del agua, los cuales dada su naturaleza y jerarquía deben realizar un total de 102 funciones vinculadas a la gestión del agua en Chile (Banco Mundial, 2013). Este complejo marco institucional se traduce en duplicidades en la ejecución de funciones, vacíos por omisión y problemas de coordinación entre los diferentes organismos. Por otra parte, los problemas anteriores se ven agravados por la baja jerarquía de la DGA para coordinar los distintos actores involucrados y su bajo nivel de financiamiento para cumplir correctamente las funciones que tiene asignadas (Banco Mundial, 2013).

Entre sus conclusiones, el Banco Mundial 2013 señala la necesidad de modificar la institucionalidad vigente, y considerando el contexto de Chile y la envergadura de los cambios necesarios, propone -entre otros- la creación de una Subsecretaría de Recursos Hídricos, la cual sería un primer paso para mejorar la coordinación intra- e inter-institucional. Sin embargo, pese al consenso existente en diversos sectores sobre la necesidad de realizar una modificación a la gestión del agua en el país, la propuesta de reforma institucional aún no se ha concretado, tal vez porque como país aún no se le ha asignado el valor económico y ambiental que le corresponde al agua.

2.3.6. Perspectiva de los Servicios Ecosistémicos

Actualmente, en el país son cada vez más los esfuerzos por identificar, cuantificar y valorar los Servicios Ecosistémicos (SE) que proveen diversos ecosistemas, como por ejemplo humedales y cuencas (Geldes, 2003; Idea Consultora, 2011; UCT, 2012; Joignant, 2014; MMA, 2015). Esta perspectiva de SE ha permitido relevar la manera en que se relaciona el estado de los recursos hídricos con el bienestar de la ciudadanía, ya que por definición estos recursos corresponde a un SE satisfacen

importantes necesidades, como por ejemplo la provisión de agua para el consumo humano (Daily, 1997; Costanza, 1997, De Groot et al., 2010b; Balvanera et al., 2012).

De lo anterior se desprende que el agua no se pierde en el mar, sino que en su recorrido contribuye a elevar la calidad de vida de los usuarios de la cuenca. Sin embargo, hoy se reconoce a la provisión de agua en cantidad y calidad, es uno de los SE más amenazados a nivel mundial y que una de las opciones para revertir este deterioro es a través del manejo de los ecosistemas terrestres.

Uno de los espacios físicos que mejor permite entender el vínculo entre la calidad y cantidad de las aguas continentales es la cuenca hidrográfica. Todas las actividades que se desarrollan en estas cuencas hidrográficas afectan su estructura y funcionamiento, y por ende pueden alterar la oferta de agua en calidad y cantidad para la sociedad en su conjunto. Para un mejor entendimiento de lo antes señalado, la Figura 2.15 presenta el ejemplo entre el vínculo entre las cuencas forestales y los beneficios socio-económicos que se desprenden de las funciones y servicios.

FIGURA 2.15.

Relación entre cuencas forestales, funciones, servicios ecosistémicos y beneficios socio-económicos. Figura basada en de Grot (2010), Little & Lara (2015).



Como se ha dicho en los puntos anteriores, son numerosas las alteraciones que afectan el funcionamiento hidrológico de las cuencas y por ende el estado de las aguas continentales. Por ejemplo la presencia de caminos que arrastran sedimentos y disminuye la calidad (Iroumé 2006), cambios en los usos de suelo que impactan la cantidad y calidad del agua (Lara et al., 2009; Little et al., 2009; Little et al., 2014), infraestructura como los embalses que rompen la continuidad del sistema fluvial y pueden reducir caudales por derivaciones y por incremento de la evaporación, entre otras. En estos últimos casos, se afecta además la dinámica longitudinal de los cursos de agua y con ello la topografía del fondo del lecho, la ausencia de resaltos y remansos, la granulometría, los procesos geomorfológicos locales, los patrones de colonización vegetal, etc., a la vez afectar la estructura, dinámica y funcionalidad de los ecosistemas acuáticos.

En 1999 la perspectiva de SE no aparece en el contenido del reporte y se incluyen en este concepto como un elemento central de la respuesta, ya que bajo esta perspectiva se ha podido capturar el valor del manejo de los ecosistemas terrestres y el vínculo entre éstos y el bienestar social. Uno de los casos más representativos puede ser derivado de la relación entre cuencas forestales que abastecen de agua a las comunidades rurales, en que la composición, estructura y manejo de estos ecosistemas afectan la oferta de agua en calidad del agua (INFOR 2015).

Para la recuperación de la provisión de agua en calidad y cantidad se han propuesto medidas de manejo, como por ejemplo incrementar la proporción de bosques nativos en las cuencas (Lara et al., 2009; Little & Lara 2015), el ancho de la vegetación nativa aledaña a los cursos de agua que impacta positivamente la calidad y cantidad de agua (Little et al., 2015) y la presencia de vegetación ripariana o ribereña en ecosistemas agropecuarios que se asocia a una disminución en las descargas de nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) desde la cuenca a los cursos o cuerpos de agua, desempeñando además otras múltiples funciones de gran valor ecológico, económico y social, como el resguardo del hábitat, el incremento en la biodiversidad y aporte a la belleza escénica que otorga valor estético y recreativo (Naiman & Décamps & McClain, 2005; Becerra C. 2016). En respuesta, numerosos proyectos financiados por el Estado y/o privados se han propuestos manejar cuencas para recuperar la provisión de agua como un SE, (ej. PSA-Pago por Servicio Ambientales y restauración de cuencas).

Bajo esta perspectiva el informe del Banco Mundial (2010) plantea mejorar la protección de los requerimientos hídricos para los ecosistemas y servicios asociados. Se trata de la protección tanto para fines ambientales y sociales, es decir, el mantenimiento de caudales y niveles de acuíferos y lagos para la protección de los ecosistemas y servicios que los ecosistemas generan para la población, como por ejemplo, los valores paisajísticos, turísticos, agua para el consumo humano etc.

Así mismo, se reconoce un enfoque de SE en la conceptualización del caudal ecológico permitiría identificar con mayor claridad los requerimientos sociales, constituyéndose en una herramienta para la conservación y manejo de dichos atributos. De hecho, la dimensión social puede ser considerada como elemento constituyente de la organización de los ecosistemas. En este caso, el caudal ecológico involucraría todos aquellos bienes y SE valorados por la sociedad o que funcionen como el entorno natural de las comunidades. Un avance en la materia es el reemplazo de la expresión "Servicios Ambientales" por "servicios ecosistémicos" en la asignación de caudales ecológicos en el reglamento de asignación de caudales ecológicos 2015.

Sumado a lo anterior, aún resta el desafío de revisar todos aquellos proyectos que no entran en el SEIA y que pueden afectar significativamente el régimen hídrico de una cuenca, como pudiera ser el caso del establecimiento y manejo de plantaciones forestales con fines industriales ubicadas en cuencas pequeñas hidrográficas, cuya proporción respecto a su área puede afectar significativamente el SE provisión de agua en calidad y cantidad para el consumo humano y saneamiento, tal como es el caso de muchos Comités de Agua Potable Rural donde que se abastecen de aguas superficiales que drenan pequeñas cuencas en el centro sur de Chile.

2.3.7. Política y gestión de recursos hídricos

Una de las manifestaciones más importantes respecto al estado y presión de las aguas continentales es el cambio en las miradas políticas de respeto a los recursos hídricos. Hacia el año 1999 operaba una política de facto que se desenvolvía principalmente a través del Código de Aguas de 1981, sus reglamentos y las atribuciones a la Dirección General de Aguas. Con la aparición de nueva institucionalidad en materia ambiental, así como también nuevas regulaciones, cambios al Código de Aguas, acuerdos internacionales y la presión social y de los diversos sectores productivos, en el año 2015 el gobierno lanzó una política explícita sobre los recursos. Esta política propone prepararse para períodos de escasez hídrica y realizar un reordenamiento institucional y normativo.

CUADRO 2.9.**Manifestaciones de política de recursos hídricos en los años 1999 y 2015**

	1999	2015
Política	De facto	Documento de Política de Recursos Hídricos
Institucionalidad encargada de regular directa e indirectamente las aguas continentales	Ministerio de obras públicas DGA Ministerio de Agricultura CONAMA	Ministerio de Obras Públicas Ministerio de Agricultura Ministerio del Medio Ambiente
Leyes y reglamentos asociados a recursos hídricos.	Código de Aguas de 1981 Ley de Bases Generales del Medio Ambiente 19.300 DL 701	Código de Aguas de 1981 (modificado) Ley de Bases Generales del Medio Ambiente 19.300 DL 701. Ley 20.283 de bosques nativo y su Reglamento para la protección de Agua, Suelo y Humedales. SEA?
Fuente: Elaboración propia.		

Entre los aspectos gatillantes de esta política se señala a los recurrentes y prolongados períodos de sequía que afectan al país, la necesaria búsqueda de la sustentabilidad y el bien común, así como también el reconocimiento de las singularidades territoriales del país y sus habitantes. Sin embargo, son las directrices las que imponen los mayores desafíos, en cuanto se requiere manejar los períodos de incertidumbre climática, tener consideración en las particularidades –físicas, bióticas, demográficas, económicas, sociales y culturales– de cada una de las regiones del país y la formulación o reformulación de instrumentos de política sectoriales cuando se trate de la integración de la gestión de los recursos hídricos con la gestión ambiental, el uso del suelo y una mirada a nivel de cuencas hidrográficas.

Un ejemplo de estos desafíos se da en territorios donde existen actividades industriales que pueden afectar el recurso hídrico. Un caso se ilustra en territorio donde se desenvuelve la actividad forestal industrial basada en plantaciones de rápido crecimiento, donde uno de los puntos críticos son sus efectos en la menor disponibilidad de agua en los arroyos que drenan áreas para otras actividades, o un menoscabo de la calidad cuando se realizan las operaciones forestales (ej. construcción de caminos, operaciones extensas a tala rasa) en terrenos frágiles. Estos impactos inciden en el desabastecimiento de agua en comunidades concentradas, semiconcentradas y también dispersas; así como también en potenciales efectos en otros ecosistemas naturales que dependen del agua, como por ejemplo los humedales. Lo anterior ha sido ampliamente reportado y respaldado por estudios científicos nacionales e internacionales y también por instituciones del Estado que trabajan en los temas forestales (INFOR 2015), con implicancias en la formulación de políticas y sus instrumentos (Documento de política Forestal 2015–2035).

Otro de los intereses manifiestos en la política asociada a las aguas continentales, es la protección de conservación de glaciares impulsada el año 2009 por el gobierno de Chile. Esta política definió los principales objetivos y lineamientos del Estado para mejorar la toma de decisiones en materias relacionadas a glaciares y su implementación necesitó de mayor cantidad de información sobre los cuerpos de hielo del país, encargándose una Estrategia Nacional de Glaciares (DGA, 2009) la cual fue desarrollada el Centro de Estudios Científicos (CECs). Esta estrategia constituye, hasta el día de hoy, una hoja de ruta de implementación gradual que permite recabar los datos necesarios para un mayor conocimiento de los cuerpos de hielo del país. El objetivo principal de esta estrategia es identificar, caracterizar y evaluar el comportamiento de los glaciares de Chile, modelar sus posibles respuestas futuras a los cambios climáticos en curso y a la creciente presión de origen antrópico. Para ello, esta estrategia propone un sistema de observación jerárquica, que combina mediciones

de terreno con técnicas de percepción remota y métodos de prospección geofísica, los cuales se aplican en distintos niveles de complejidad, hasta elaborar una línea de base glaciológica, organizando la realización de estudios hasta generar información adecuada para todos los glaciares del país. Esta estrategia está desarrollándose progresivamente hasta el día de hoy con el financiamiento de numerosos estudios y programas de monitoreo. Adicionalmente, en el año 2006 se presentó una propuesta legislativa sobre los glaciares, la que con modificaciones continúa su discusión en el parlamento.

2.4 CONCLUSIONES

La evidencia del efecto antrópico sobre el régimen de precipitaciones es una conclusión emergente en este informe 2015 que no fue considerado en 1999. En consecuencia, para el estudio del estado de las aguas continentales en Chile, balances o cuentas nacionales asociadas a los recursos hídricos, se debe también abordar el impacto de los patrones de circulación meteorológica imperantes en el Pacífico Sur y el cambio climático, sobre todo en un contexto de aumento de presión por el uso del recurso hídrico reportada en este informe con fuertes cambios en la asignación de derechos de aprovechamiento consuntivos, en especial los de agua subterránea.

Una mayor comprensión de los fenómenos que determinan el estado de las aguas continentales en 2015 ha permitido mejorar la forma de enfrentar los desafíos políticos, económicos, sociales, administrativos y de gestión asociados a las aguas continentales. Un ejemplo de lo anterior es el mejoramiento sustancial respecto al conocimiento sobre los glaciares, el cual debiera ser tomado en cuenta por el Estado, la clase política y en general por la opinión pública, a la hora de abordar problemas ambientales o productivos relacionados con estos cuerpos de hielo, en particular cuando se discute una ley de glaciares o se evalúan proyectos mineros o hidroeléctricos en sus proximidades.

Al igual que 1999, se constata además que una mejor comprensión de los fenómenos observada en 2015, no es sinónimo de avances sustanciales en materia de clasificación biogeográfica de las aguas continentales, de una identificación de cambios en los ecosistemas acuáticos asociados y de una formulación de planes de manejo de cuencas hidrográficas de carácter vinculante. Por ejemplo, el concepto de cuenca hidrográfica, como principal área física asociada a la gestión de los recursos hídricos, todavía continúa estando ausente de la mayoría de los instrumentos de planificación territorial.

El reconocimiento cada vez mayor de la influencia del uso de suelo y las prácticas de manejo de éste sobre la disponibilidad de recursos hídricos y la sustentabilidad de los ecosistemas acuáticos, es una de las diferencias marcadas de la comparación 1999-2015 (e.g., cambios observados en el estado de lagos y ríos). Sin embargo, lo anterior aún no se traduce en cambios sustanciales en las políticas públicas asociadas a la gestión integral de la tierra y las aguas de manera coordinada entre los diversos sectores productivos

En materia de organización del Estado, uno de los cambios más importantes entre 1999 y 2015 es la creación del Ministerio de Medio Ambiente que aparece como un actor relevante en materia de protección y control ambiental. Sin embargo, concordante con el diagnóstico del Banco Mundial (2013) y DGA (2016), es necesario resolver con urgencia la elevada dispersión institucional involucrada en materia de gestión de recursos hídricos, y dotar de recursos, tanto a la Dirección General de Aguas como al Ministerio del Medio Ambiente, para continuar proporcionando información confiable y oportuna, aprovechando los importantes cambios observados en el período en materia de tecnológica, para el monitoreo del estado, presión y respuesta de las aguas continentales.

Probablemente uno de los cambios más importantes entre 1999 y 2015 puede observarse en la respuesta pública y privada en materia de resguardo de las aguas continentales. La presión ejercida sobre los recursos, sumado a los compromisos nacionales e internacionales, se ha traducido a que Chile cuente por primera vez con una política explícita que recoge la urgente necesidad de articular el uso del suelo a los recursos hídricos, así se reconoce en vínculo en la provisión balanceada de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas. Sin embargo, desarrollar los instrumentos que permitan hacer

efectiva esa política será uno de los desafíos más importantes para la gestión integral de las aguas continentales en el corto, mediano y largo plazo.

Finalmente, para la conservación y manejo de las aguas continentales es de suma urgencia evaluar el estado, presión y respuesta de aquellos recursos que hoy no se incluyen en los registros formales. La correcta identificación, reconocimiento y resguardo de los flujos de agua que son necesarios para proporcionar seguridad energética, alimentaria y satisfacción de servicios ecosistémicos básicos; como el consumo y saneamiento, riego, usos recreacionales, medicinales ancestrales; permitirá avanzar hacia la resolución de conflictos socio-ambientales y el desarrollo sustentable del país tanto en el contexto nacional como internacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceituno, P. 1988. *On the functioning of the Southern Oscillation in the South American Sector. Part I: Surface climate*, *Mon. Weather Rev.* 116 (3), 505–524.
- Algoritmos, 2013. *Diagnóstico, inventario de emisiones y monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca del río Huasco. Informe técnico preparado para el Ministerio del Medio Ambiente.*
- Balvanera P, M Uriarte, L Almeida-Leñero, A Altesor, F DeClerck, T Gardner, M Vallejos. 2012. *Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. Ecosystem Services*, 2, 56-70.
- Banco Mundial. 2011. *CHILE - Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Banco Mundial, Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Región para América Latina y el Caribe.*
- Banco Mundial. 2013. *CHILE - Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua. Banco Mundial, Unidad de Ambiente y Aguas, Departamento de Desarrollo Sostenible, Región para América Latina y el Caribe.*
- Becerra C. 2016. *Servicios ecosistémicos y rol funcional de los bosques nativos ribereños en cuencas silvoagropecuarias del centro-sur de Chile. Tesis de Magíster en Ciencias mención Recursos Forestales. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile. 86 p.*
- Biswas, A. K. 2004. *Integrated water resources management: a reassessment: a water forum contribution. Water International*, 29(2), 248-256.
- Boisier, J. P., R. Rondanelli, R. D. Garreaud, F. Muñoz. 2016. *Anthropogenic and natural contributions to the Southeast Pacific precipitation decline and recent megadrought in central Chile, Geophys. Res. Lett.*, 43, 413–421, doi:10.1002/2015GL067265.
- Bórquez R., Larraín S., Polanco R, Urquid JC. 2006. *Glaciares Chilenos: reservas estratégicas de agua dulce para la sociedad, los ecosistemas y la economía. Programa Chile Sustentable. LOM Ediciones. 125 p.*
- Bown, F., A. Rivera & C. Acuña (2008). *Recent glaciers variations at the Aconcagua basin, central Chilean Andes. Annals of Glaciology*, 48, 43-48.
- Bown F., Rivera A., Zenteno P., Bravo C., & F. Cawkwell (2014). *First glacier inventory and recent glacier variation on Isla Grande de Tierra del Fuego and adjacent islands in Southern Chile. In: J.S. Kargel, G.J. Leonard, M.P. Bishop, A. Kaab, B. Raup (eds). Global Land Ice Measurements from Space, Springer-Praxis. ISBN: 978-3540798170, chapter 28, 661-674.*
- Cabello F., 2006. *Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal*

health and for the environment. *Environmental Microbiology* (2006) 8 (7), 1137–1144.

- Camargo, J. Alonso, A. 2006: *Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment*, *Environment International* (32) 831-849
- Cade-Idepe. 2004. *Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad Cuenca Maule. Informe técnico realizado para la Dirección General de Aguas.*
- Carrasco, J., G. Casassa, & J. Quintana (2005). *Changes of the 0°C isotherm and the equilibrium line altitude in central Chile during the last quarter of the 20th century*. *Hydrological Sciences Journal*, 50(6), 933–948.
- Carrasco, J.F., R. Osorio & G. Casassa (2008). *Secular trend of the equilibrium-line altitude on the western side of the southern Andes, derived from radiosonde and surface observations*. *Journal of Glaciology*, 54(186): 538-550.
- Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). 2015. *Informe a la Nación. La Megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro*. 26 p
- CEPAL – OECD. 2016. *Informe de desempeño ambiental de Chile*. Disponible en http://www.sinia.cl/1302/articulos-57009_EDA2005_OCDE_CEPAL.pdf
- CONAMA. 2006. *Estudio de la variabilidad climática en Chile para el Siglo XXI. Informe Final*. Santiago de Chile, Universidad de Chile, Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias, Físicas y Matemáticas.
- Del Corral, J., Blumenthal, M., Mantilla, G., Ceccato, P., Connor, S. and Thomson, M. 2012. *Climate information for public health: the role of the IRI climate data library in an integrated knowledge system* *Geospatial Health*, 6(3), 15.
- De Groot RS, R Alkemade, L Braat, L Hein, L Willemen. 2010. *Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making*. *Ecological Complexity* 7(3): 260-272.
- DGA-CEA. 2010. *Determinación de caudales ecológicos con fauna íctica nativa y en estado de conservación*.
- DGA-UACH. 2011. *Antecedentes para evaluar el impacto económico y social de una norma secundaria de calidad ambiental de aguas en el lago Mañihue, cuenca del río Bueno. Informe técnico preparado por la Universidad Austral de Chile para la Dirección General de Aguas*.
- DGA-M&W Ambientales. 2014. *Evaluación de la Condición Trófica de la Red de Control de Lagos de la DGA, Informe Técnico de Avance realizado por M&W Ambientales para la Dirección General de Aguas*. <http://documentos.dga.cl/LGO5518.pdf>
- DGA, Dirección General de Aguas. 2009. *Estrategia Nacional de Glaciares. Fundamentos*. Realizado por Centro de Estudios Científicos, S.I.T. 205, DGA, Santiago, Chile.
- DGA. 2010. *Balance de masa en el glaciar Echaurren Norte temporadas 1997 - 1998 a 2008 - 2009*. S.I.T. 316, DGA, Santiago, Chile.
- DGA. 2011. *Variaciones recientes de glaciares en Chile, según principales zonas glaciológicas*. Realizado por Centro de Estudios Científicos, S.I.T. 261, DGA, Santiago, Chile.
- DGA. 2012. *Variaciones recientes de glaciares en respuesta al cambio climático: Características glaciológicas de los glaciares San Rafael, Nef y Colonia, Campo de Hielo Norte*. Realizado por Centro de Estudios Científicos, S.I.T. 302, DGA, Santiago, Chile.
- DGA. 2015. *Atlas del Agua, Chile 2016*. División de Estudios y Planificación, Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Chile.

- DGA, 2016. *Sendas del Agua. Julio de 2016 / Año 13 N° 2.*
- Espejo, 2010. *Cálculo de índice de calidad de aguas superficiales y análisis de la red de monitoreo en las cuencas de Huasco, Elquí, Limarí y Choapa. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Ambiental, Universidad de La Serena.*
- EULA, 2013. *Análisis de significancia de impactos de la fase de operación de la Central Hidroeléctrica Perquilauquén basado en la revisión de la estimación de caudal mínimo ecológico y diseño de una obra de paso para peces.*
- Falvey, M., & R. Garreaud. 2009. *Regional cooling in a warming world: Recent temperature trends in the southeast Pacific and along the west coast of subtropical South America (1979–2006), Journal of Geophysical Research, 114(D4), DOI:10.1029/2008JDO10519.*
- Favier, V., M. Falvey, A. Rabatel, E. Praderio & D. López. 2009. *Interpreting discrepancies between discharge and precipitation in high-altitude area of Chile's Norte Chico region (26–32°S). Water Resources Research 45, doi:10.1029/2008WR006802.*
- García T. 2012. *Propuesta de Índices de Calidad de Agua para Ecosistemas Hídricos de Chile. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile*
- Gardner A., Moholdt G., Cogley J., Wouters B., Arendt A., Wahr J., Berthier E., Hock R., Pfeffer W., Kaser G., Ligtenberg S., Bolch T., Sharp M., Hagen J., van den Broeke M. & F. Paul (2013). *A Reconciled estimate of glacier contributions to sea level rise: 2003 to 2009. Science, 340(6134), 852-857.*
- Geldes, C. 2003. *Valoración económica de los servicios ambientales del agua en la cuenca del río Limarí, IV región de Chile. Tesis para optar al grado académico de Magister en Gestión y Planificación Ambiental. Programa Interfacultades, Universidad de Chile.*
- Global Water Partnership. 2000. *“Integrated Water Resources Management” TAC Background Papers No. 4. Stockholm: GWP Secretariat.*
- Habit, E., Victoriano, P. 2012. *Composición, origen y valor de conservación de la Ictiofauna del Río San Pedro (Cuenca del Río Valdivia, Chile). Gayana (Concepción), 76(Supl. 1)*
- Henríquez D., 2012. *Presencia de contaminantes emergentes en aguas y su impacto en el ecosistema. Estudio de caso: Productos farmacéuticos en la cuenca del río Biobío, Región del Biobío, Chile. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería, Mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico. Universidad de Chile 223 pp.*
- Holon. 2014. *Determinación de influencia de la descarga de efluentes de Planta Valdivia sobre la columna de agua y sedimentos en Río Cruces. Disponible en: http://seia.sea.gob.cl/archivos/2014/11/28/Analisis_Estadistico_RIL_y_Rio_Cruces_HOLON_Total.pdf*
- Huber A, Iroumé A, Bathurst J. 2008. *Effect of Pinus radiata plantation on water valance in Chile. Hidrol. Process 22: 142 -148*
- IDEA Consultora, 2011. *Studio de Sistematización. Servicios Ecosistémicos de Ríos y Canales. Informe Técnico desarrollado para el Centro del Agua para la Agricultura.*
- INFOR. 2015. *Plantaciones Forestales y Agua. En: <http://www.infor.cl/index.php/quienes-somos/destacados/738-plantaciones-forestales-y-agua>*
- *Informe País: estado del medio ambiente en Chile 1999: Geo Chile /Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Análisis de Políticas Públicas.*

- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by T. Stocker, D. Qin, G. Plattner, M. Tignor, S. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, & P. Midgley, Cambridge University Press, Cambridge & New York.
- Iroumé A, Mayen O, Anton A. 2006. *Runoff and peak flow responses to timber harvest and forest age in southern Chile. Hydrological Processes* 20: 37–50
- Iroumé A, Palacios H. 2013. *Afforestation and changes in forest composition affect runoff in large river basins with pluvial regime and Mediterranean climate, Chile. Journal of Hydrology* (505) 113-125
- Joignant N., 2014. *Valoración económica de los servicios ecosistémicos culturales recreativos y etno-culturales del Sistema de Humedales Altoandino o Laguna Roja (comuna de Camarones, Chile): Protegiendo un ecosistema sagrado a través del turismo sustentable. Tesis para optar al grado de Magister en Gestión y Planificación Ambiental. Universidad de Chile.*
- Koppes, M., Hallet, B. & J. Anderson. 2009. *Synchronous acceleration of ice loss and glacier erosion, Marinelli Glacier, Tierra del Fuego. Journal Glaciology.* 55, 207–220
- Koppes, M., R. Sylwester, A. Rivera, & B. Hallet. 2010. *Variations in sediment yield over the advance and retreat of a calving glacier, Laguna San Rafael, North Patagonian Icefield. Quaternary Research*, 73, 84–95.
- Lara A, Little C, Urrutia R, McPhee J, Álvarez-Garretón C, Oyarzún C, Soto D, Donoso P, Nahuelhual L, Pino M, Arismendi I. 2009. *Assessment of Ecosystem Services as an Opportunity for the Conservation and Management of Native Forests in Chile. Forest Ecology and Management.* 258: 415–42
- Lara, A., Villalba, R., Urrutia, R. 2008. *A 400-year tree-ring record of the Puelo River streamflow in the Valdivian rainforest Eco-region, Chile. Climatic Change*”. 86(3-4): 331-356.
- Lara A., P Laterra, R Manson, G Barrantes. (eds.). 2013. *Servicios ecosistémicos hídricos: estudios de caso en América Latina y el Caribe. Red ProAgua CYTED. Valdivia, Chile. Imprenta América.* 316p.
- Lara A, Bahamondez A, González-Reyes, A, Muñoz A, Cuq E and Ruiz-Gómez C. 2015. *Reconstructing streamflow variation of the Baker River from tree-rings in Northern Patagonia since 1765. Journal of Hydrology* 529 (2015) 511–523
- Little C, Cuevas J, Lara A, Pino M, Schoenholtz S. 2015. *Buffer effects of streamside native forests on water provision in watersheds dominated by exotic forest plantations. Ecohydrology, DOI: 10.1002/eco.1575*
- Little C, D Soto, A Lara, J Cuevas. 2008. *Nitrogen exports at multiple-scales in a southern Chilean watershed (Patagonian Lakes district). Biogeochemistry* 87: 297–309, DOI: 10,1002/eco,1575.
- Little C, Lara A, McPhee, J, Urrutia R. 2009. *Revealing the impact of forest exotic plantations on water yield in large scale watersheds in South-Central Chile. Journal of Hydrology* (374) 162-170
- Little C. Lara A. 2015. *Servicios Ecosistémicos de los Bosques Nativos en Chile. En: Ecología Forestal. Bases para el Manejo Sustentable y Conservación de los Bosques Nativos de Chile. Donoso C. Gonzalez M, Lara A. Eds. 720 p.*
- Malmros J., Mernild S., Wilson R., J. Yde & R. Fensholt (2016). *Glacier area changes in the central Chilean and Argentinean Andes 1955-2013/14. Journal Glaciology. (doi:10.1017/jog.2016.43)*
- Masiokas, M., Rivera, A., Espizúa, L., Villalba, R., Delgado S., & J.C. Aravena (2009). *Glacier fluctuations in extratropical South America during the past 1000 years. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281, 242–268.

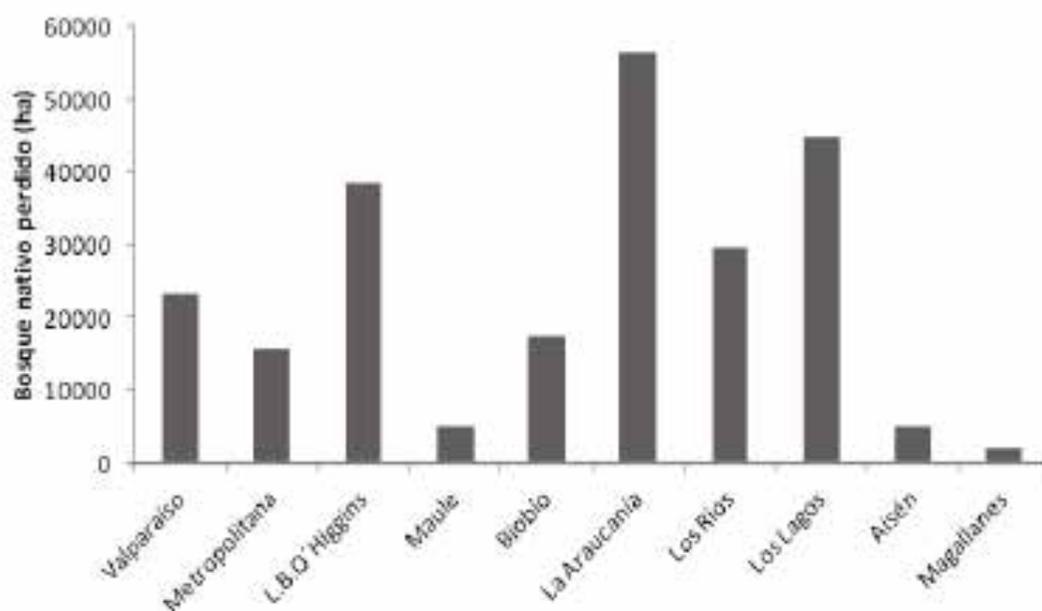
- McKee, T. B., Doesken, N. J., and Kleist, J. 1993. *The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology (Vol. 17, No. 22, pp. 179-183). Boston, MA: American Meteorological Society.*
- Millanao A., Barrientos M., Gómez C., Tomova A., Buschmann A., Dölz H., & Cabello F., 2011. *Uso inadecuado y excesivo de antibióticos: Salud pública y salmonicultura en Chile. Rev Med Chile 2011; 139: 107-118*
- MINAGRI 2011. *Instrumentos de fomento y medidas de emergencia para la gestión de riesgos agroclimáticos. Ministerio de Agricultura, Unidad de Emergencias Agrícolas y Gestión de Riegos Agroclimáticos - UNEA.*
- MINAGRI 2015. *Política Forestal 2015 – 2035.*
- MMA. 2013. *Primer Reporte del Estado del Medio Ambiente.*
- MMA. 2015. *Análisis General de Impacto Económico y Social proceso de revisión DS 90/2000 Expediente electrónico folio 5041-5077 disponible en http://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=924972*
- MOP. 2013. *Chile cuida sus aguas: Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025. Resumen Ejecutivo. Ministerio de Obras Públicas. Chile.*
- Naiman RJ, Décamps H, McClain ME. 2005. *Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities, Elsevier Academic Press, Burlington.*
- Nicholson, L., J. Marín, D. López, A. Rabatel, F. Bown & A. Rivera (2009). *Glacier inventory of the upper Huasco valley, Norte Chico, Chile: glacier characteristics, glacier change and comparison with central Chile. Annals of Glaciology 50(53), 111-118.*
- OCDE, 1982. *Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte. Paris. 164 p.*
- Peña, H. 2003. *Gestión integrada de los recursos hídricos en Chile. Marco Conceptual. Documento presentado en el Taller Nacional -Chile "Hacia un Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos". Editor Ernesto Brown, Global Water Partnership South America.*
- Pizarro, J., Vergara, P.M., Rodríguez, J.A., Sanhueza, P.A., Castro, S.A. 2010. *Nutrients dynamics in the main river basins of the centre southern region of Chile. J. Hazard. Mater. 175, 608-613*
- Pizarro, R., Balocchi, F., Vera, M., Aguilera, A., Morales, C., Valdés, R., Sangüesa, C., Vallejos, C., Fuentes, R., Abarza, A., & C. Olivares (2013). *Influence of climate change on peak flow behavior in central Chile. Water Technology & Sciences 2 (6), 5–19.*
- Rabatel, A., Castebrunet, H., Favier, V., Nicholson, L., & C. Kinnard (2011). *Glacier changes in the Pascua-Lama region, Chilean Andes (29° S): Recent mass balance and 50 yr surface area variations. The Cryosphere 5, 1029-1041.*
- Rabatel, A. et al., (2013). *Current state of glaciers in the tropical Andes: a multi-century perspective on glacier evolution and climate change. The Cryosphere, 7(1), 81–102.*
- Rignot, E., A. Rivera, & G. Casassa (2003). *Contribution of the Patagonia Icefields of South America to sea level rise. Science, 302(5644), 434–437.*
- Rivera D., 2011. *Subsistencia y ajuste de antiguos derechos en base al uso efectivo de las aguas. Especial caso del reconocimiento de usos consuetudinarios. Tesis doctoral presentada para la obtención del grado académico de Doctor en Derecho. Pontificia Universidad Católica de Chile.*

- Rivera, A., J. Corripio, C. Bravo, & S. Cisternas (2012a). *Glaciar Jorge Montt dynamics derived from photos obtained by fixed cameras and satellite image feature tracking*. *Annals Glaciology*, 53(60), 147–155.
- Rivera, A., M. Koppes, C. Bravo, & J. Aravena (2012b). *Little Ice Age advance and retreat of Glaciar Jorge Montt, Chilean Patagonia*. *Climate of the Past*, 8, 403–414.
- Rivera, A., F. Bown, D. Carrión & P. Zenteno (2012c). *Glacier responses to recent volcanic activity in Southern Chile*. *Environmental Research Letters*, 7, doi:10.1088/1748-9326/7/014036.
- Rivera, A. & F. Bown (2013). *Recent glacier variations on active ice capped volcanoes in the Southern Volcanic Zone (37° 46°S), Chilean Andes*. *Journal of South American Earth Sciences*, 45, 345-356.
- Rivera, A. R. Zamora, Uribe, J., Wendt, A., Oberreuter, J., Cisternas, S., F. Gimeno & J. Clavero (2014). *Recent changes in total ice volume on Volcán Villarrica, Southern Chile*. *Natural Hazards*, DOI: 10.1007/s11069-014-1306-1.
- Rivera, A., F. Bown, F. Napoleoni, C. Muñoz y M. Vuille (2016a). *Balance de masa glaciar*. Ediciones CECs, Valdivia, Chile, 203 pp.
- Rivera, A, G Boub & C. Bravo (2016b). *Climate Change and land ice*. In *The International Encyclopedia of Geography*. Ed. by D. Richardson et al. DOI: 10.1002/9781118786352.wbieg0538
- Rockström J, M. Falkenmark, T. Allan, C. Folke, L. Gordon, A. Jägerskog, M. Kummu, M. Lannerstad, M. Meybeck, D. Molden, S. Postel, H.H.G. Savenije, U. Svedin, A. Turton and O. Varis. 2014. *The unfolding water drama in the Anthropocene: towards a resilience-based perspective on water for global sustainability*. *Ecohydrology* (7), 1249–1261.
- Rubio-Álvarez, E., and J. McPhee (2010), *Patterns of spatial and temporal variability in streamflow records in south central Chile in the period 1952–2003*, *Water Resour. Res.*, 46, W05514, doi:10.1029/2009WR007982.
- Sakakibara, D., & S. Sugiyama (2014). *Ice-front variations and speed changes of calving glaciers in the Southern Patagonia Icefield from 1984 to 2011*. *Journal of Geophysical Research*, DOI: 10.1002/2014JF003148.
- SEA, 2016. *Guía metodológica para determinar el caudal ambiental para centrales hidroeléctricas en el Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental*.
- Shukla, S. and Wood, A. W. (2008). *Use of a standardized runoff index for characterizing hydrologic drought*. *Geophysical research letters*, 35(2).
- Sugiyama, S., P. Skvarca, N. Naito, H. Enomoto, S. Tsutaki, S. Marinsek, & M. Aniya (2011). *Ice speed of a calving glacier modulated by small fluctuations in basal water pressure*. *Nature Geosciences*, 4, 597–600.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2014. *Informe de Gestión del Sector Sanitario*
- Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2015. *Informe de Coberturas Sanitarias*.
- Tapia, F. Villavicencio, P. 2007. *Uso de biofiltros para mejorar la calidad del agua de riego. Proyecto FONSA: “Evaluación de biofiltros para reducir la contaminación difusa en aguas de riego de las regiones VI y VII”*. Santiago, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N°170. 128 p
- UCT, 2012. *Identificación, Cuantificación y Recopilación de Valores Económicos para los Servicios Ecosistémicos de la Cuenca del Río Valdivia*. Informe técnico preparado para el MMA.
- Urkidi, L. (2010). *A global environmental movement against gold mining: Pascua-Lama in Chile*. *Ecological Economics*, 70, 219-227.

- Urrutia, R., Lara, A., Villalba, R., Christie, D., Le Quesne, C., Cuq, A., 2011. Multicentury tree ring reconstruction of annual streamflow for the Maule River Watershed in South Central Chile. *Water Resour. Res.* <http://dx.doi.org/10.1029/2010WR009562>
- Villalba, R., Lara, A., Masiokas, M.H., Urrutia, R.B., Luckman, B.H., Marshall, G.J., Mundo, I.A., Christie, D.A., Cook, E.R., Neukom, R., Allen, K., Fenwick, P., Boninsegna, J.A., Srur, A.M., Morales, M.S., Araneo, D., Palmer, J.G., Cuq, E., Aravena, J.C., Holz, A., Le Quesne, C., 2012. Unusual Southern Hemisphere tree growth patterns induced by changes in the Southern Annular Mode. *Nat. Geosci.* <http://dx.doi.org/10.1038/NGEO1613>
- Wilson, R., D. Carrión, & A. Rivera (2016). Detailed dynamic, geometric and supraglacial moraine data for Glaciar Pio XI, the only surge-type glacier of the SPI. *Annals of Glaciology*, doi:10.1017/aog.2016.32.
- Willis, M., A. Melkonian, M. Pritchard & A. Rivera (2012). Ice loss from the Southern Patagonian Ice Field, South America, between 2000 and 2012. *Geophysical Research Letters*, DOI:10.1029/2012GL053136.

TOTAL DE PÉRDIDA 1999-2013 = - 237.126 ha

Distribución regional de la pérdida total de bosque nativo
Tasa promedio anual de pérdida: - 16.937,57 ha



3. BOSQUES NATIVOS

El presente capítulo tiene como objetivo analizar los principales cambios ocurridos en los bosques nativos principalmente entre 1999 y 2015 en Chile, incorporando cuando es necesario una perspectiva histórica más amplia. Ello incluye la estimación del patrimonio de bosques nativos, así como la evolución de las causas y condicionantes del estado del bosque nativo, considerando su cambio a otros usos/coberturas del suelo (ej. sustitución a plantaciones, cambio a praderas y matorrales, habilitación agropecuaria, incendios y degradación), según las diferentes fuentes disponibles. Otro objetivo del capítulo es analizar la evolución de los factores e iniciativas de en la gestión ambiental del bosque nativo, incluyendo política, legislación, certificación forestal, conservación de bosques en áreas protegidas privadas y finalmente el aportes del fondo de investigación de bosque nativo. A partir de todo este análisis se entregan conclusiones y recomendaciones.

3.1 ESTIMACIÓN DEL PATRIMONIO DE BOSQUES NATIVOS

3.1.1 Fuentes de información

Para poder analizar la variación del estado de los bosques nativos en el período 1999–2015 estimada según cifras oficiales, se requiere analizar la historia de la generación de dichas estimaciones globales elaboradas por CONAF, entidad responsable de determinar y actualizar las estadísticas de bosques nativos en Chile. Entre los años 1994 y 1997 se realizó el Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (conocido y nombrado en adelante como el Catastro). Su objetivo fue cartografiar los bosques nativos y demás categorías de uso/cobertura del suelo en Chile (por ejemplo plantaciones forestales, matorrales praderas naturales, terrenos de uso agropecuario, áreas urbanas) (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999). Esta cartografía contenía además otros atributos tales como pendiente, rangos de altitud, así como la cobertura vegetal y uso del suelo dentro de cada unidad del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). La cartografía se hizo sobre la base de la interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales y verificación de terreno de un total de 30% de las unidades cartográficas o polígonos en los mapas. Otro objetivo del Catastro fue generar un sistema de información geográfico conteniendo la cobertura vegetal y uso del suelo para todo el país, que sirviera de línea de base para evaluar a futuro los cambios en la cobertura de bosque y otros usos/coberturas del suelo en el país (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999). El Catastro estuvo financiado por el Gobierno de Chile y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF). CONAF actuó como mandante y contraparte técnica y CONAMA (precursora del Ministerio del Medio Ambiente) como contraparte administrativa. El Catastro fue contratado mediante licitación internacional a un consorcio liderado por la Universidad Austral de Chile e integrado además por la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad Católica de Temuco. El Catastro logró cartografiar y determinar la superficie existente de bosque nativo a 1997 a nivel nacional, con un total de 13,4 millones de ha (Cuadro 3.1), así como otros atributos en cuanto a tipos

forestales, cobertura de copas, clases de altura, así como tipos y grados de intervención. Además tuvo el mérito de que al usar una metodología robusta logró que existiera acuerdo entre el gobierno, empresas, ONGs y otros actores, respecto a la superficie, características y ubicación de los bosques nativos (Lara, 1998). Según se describió en la época en que se terminó este estudio: *"La solidez del catastro pone fin a la incertidumbre y polémica respecto a la disponibilidad y calidad del bosque nativo y genera un nivel de acuerdo sin precedentes entre los diferentes actores del sector forestal, quienes han aceptado el estudio y sus resultados"* (Lara, 1998).

Una vez terminado el Catastro, en 1998 CONAF empezó a realizar en diferentes etapas para las distintas regiones administrativas el proyecto denominado "Monitoreo de cambios y Actualizaciones". Estos estudios son conocidos en adelante como Monitoreos mencionando la o las regiones que abarcan. La ejecución de estos Monitoreos ha sido contratada principalmente a la Universidad Austral y minoritariamente a otras instituciones.

Las cifras de las existencias de bosque nativo en Chile son llevadas por CONAF con el objetivo de monitorear los cambios en determinados períodos e identificar sus principales causas. Esto último está actualmente establecido por la Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal (Ley 20.283 dictada en 2008) la cual señala: "la Corporación mantendrá un catastro forestal de carácter permanente, en el que deberá identificar y establecer, a lo menos cartográficamente, los tipos forestales existentes en cada Región del país, su estado y aquellas áreas donde existan ecosistemas con presencia de bosques nativos de interés especial para la conservación o preservación, según los criterios que se establezcan en el reglamento de esta ley. El catastro forestal deberá ser actualizado a lo menos cada diez años y su información tendrá carácter público."

Si bien CONAF es la institución encargada de las cifras oficiales de las existencias de bosque nativo en Chile, determinar el estado de los bosques nativos chilenos ha implicado serios problemas derivados de los cambios reiterados en las metodologías utilizadas, definiciones asumidas y de los diferentes períodos de actualización aplicados para cada región del país, los cuales no son coincidentes. Los cambios en el área cubierta por bosque nativo según las diferentes definiciones las cuales han variado a través de los años se muestran en el Cuadro 3.1.

CUADRO 3.1:**Área de bosque nativo según su definición para diferentes años en Millones de hectáreas**

Categoría	Año estimación	Fuente	MM ha
Bosque nativo productivo ⁽¹⁾	1990	INFOR 1992	7,5
Total bosque nativo ⁽²⁾	1997	CONAF 1999	13,4
Bosque adulto, adulto-renoval y renoval > 12 m ⁽²⁾	1997	CONAF 1999	5,7
Bosque adulto, adulto-renoval > 20 m y Renoval > 12 m ⁽²⁾	1997	CONAF 1999	2,1
Total bosque nativo ⁽²⁾	2000	CONAF 2015	13,335
Bosque adulto, adulto-renoval y renoval ⁽²⁾	2000	CONAF 2015	10,526
Bosque adulto, Bosque achaparrado, Renoval, Bosque adulto renoval ⁽³⁾	2000	FAO-Chile 2015	13,898
Total bosque nativo ⁽²⁾	2010	CONAF 2011	13,599
Bosque adulto, adulto-renoval y renoval ⁽²⁾	2010	CONAF 2011	10,613
Bosque adulto, Bosque achaparrado, Renoval, Bosque adulto renoval ⁽³⁾	2010	FAO-Chile 2015	13,847
Total bosque nativo ⁽²⁾	2015	CONAF 2015	13,462
Bosque adulto, adulto-renoval y renoval ⁽²⁾	2015	CONAF 2015	10,628
Bosque adulto, Bosque achaparrado, Renoval, Bosque adulto renoval ⁽³⁾	2015	FAO-Chile 2015	14,691
Bosque Adulto, Bosque Adulto Renoval, Renoval ⁽⁴⁾	2016	CONAF 2016a	11,528
Bosque Adulto, Bosque Adulto Renoval, Renoval y Bosque Achaparrado ⁽⁴⁾	2016	CONAF 2016a	14,316

(1): Corresponde a la superficie de bosque potencialmente productivo con existencias volumétricas superiores a 30 m³/ha.

(2): Corresponde a formaciones vegetales con estrato arbóreo constituido por especies nativas que tienen una altura mayor o igual a 2 m y una cobertura de copas mayor o igual a 25%.

(3): Bosques Nativos: Ecosistema en el cual el estrato arbóreo, constituido por especies nativas, tiene una altura superior a 2 metros y una cobertura de copas entre 10 y 25% en zonas áridas y semiáridas y mayor al 25% en zonas más favorables.

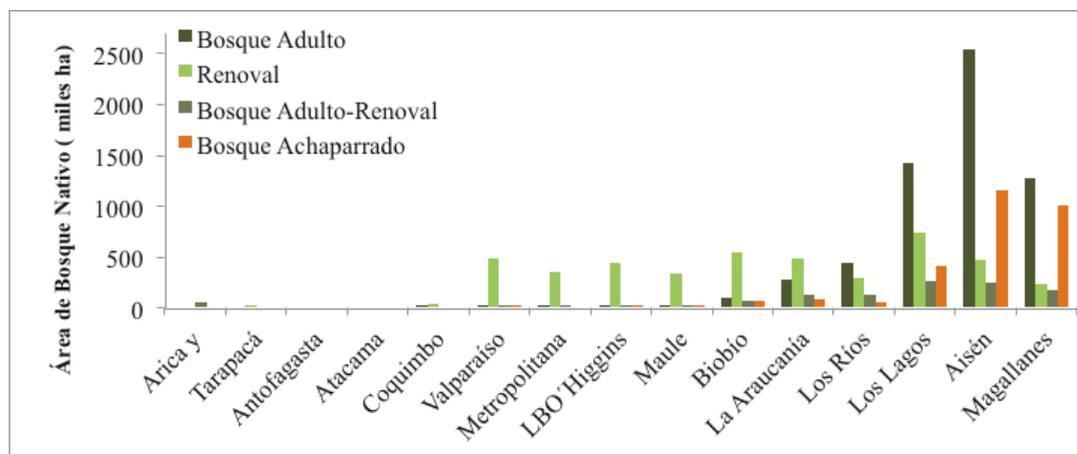
(4): <http://sit.conaf.cl/>, no se especifican los criterios de cobertura. Documento: "Superficies Catastros Usos de Suelos y Recursos Vegetacionales". Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales. Enero 2016. La actualización de información del Catastro de Uso del Suelo, considera hasta las últimas actualizaciones de: Arica y Parinacota, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos al año 2013-2014.

3.1.2 Superficie de bosques nativos por regiones de Chile

Los bosques nativos se encuentran principalmente entre las regiones de Valparaíso y Magallanes. Sin embargo, un 70% se concentran entre las regiones de Los Lagos y Magallanes. La región de Aisén contiene 4.398.745 ha de bosque nativo, con el 42% del bosque nativo adulto a nivel nacional. En cuanto a la distribución regional de los diferentes tipos de bosque nativo, la proporción de bosques adultos aumentan hacia mayores latitudes, mientras que los renovales disminuyen en su representación regional, teniendo la mayor representatividad entre las regiones de Valparaíso y el Bío-Bío (Figura 3.1).

FIGURA 3.1:

Distribución regional de los principales tipos



Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (2016).

La distribución espacial de los bosques refleja en parte un gradiente de presión persistente sobre los mismos. El principal impulso al cambio de uso del suelo y la pérdida de bosque nativo en Chile –con ciertas diferencias temporales según las regiones consideradas– parte de la colonización euro-chilena a mediados del siglo XIX (Donoso y Lara 1995). En dicha época, el Estado chileno decide incorporar y conectar en forma efectiva el territorio nacional promoviendo la colonización de las regiones entre La Araucanía y Los Lagos. Mediante la utilización del fuego, se habilitaron terrenos para la agricultura y la ganadería, especialmente en la depresión intermedia y en valles y laderas de las cordilleras de Los Andes y de la Costa, además de despejar los bosques para la construcción o levantamiento de los nuevos pueblos y la construcción del ferrocarril al sur entre 1850 y 1913 (Otero, 2006; Armesto et al. 2010; Lara et al. 2012). Este proceso ocurrió particularmente al sur de la región del Maule, ya que hacia el norte, en donde se encontraban los principales polos comerciales y ciudades, la presión sobre los bosques habría comenzado en un periodo anterior, asociado al período de conquista y colonia a partir de 1550 (Lara et al. 2012).

3.1.3 Estimación del área de bosque nativo por los Monitoreos y Actualizaciones del Catastro realizados por CONAF.

CONAF (2011) reporta los resultados de la comparación del catastro original (1994–1997) con las primeras actualizaciones regionales, donde los análisis corresponden a cambios de entre 5 y 14 años en las respectivas regiones (Cuadro 3.1). En dicho informe, CONAF (2011) reporta una disminución de 65 mil ha de Bosque Adulto y 19 mil de Bosque Achaparrado, pero un aumento de los Renovales en 223 mil ha y en 30 mil de bosque adulto-renoval.

Por otro lado, CONAF (2011) usó nuevas tecnologías para la actualización declarando una modificación a la unidad mínima cartografiada (UMC) utilizada para la realización de las actualizaciones. Las actualizaciones regionales se realizaron con una UMC diferente a la original, y se realizó una denominada homogenización cartográfica o corrección del catastro original (Cuadro 3.2). Sin embargo, **este cambio metodológico explica principalmente los cambios de superficie en los diferentes usos/coberturas del suelo estimadas por el catastro original y las primeras actualizaciones regionales.**

En particular CONAF (2011) señala "*la variación de superficie que experimentan los diferentes subusos de bosque entre lo señalado en el Catastro original con base año 1997 y las actualizaciones regionales, no necesariamente corresponden a un aumento o disminución real de dicha superficie. Esta variación en los usos se explica principalmente por una mejora sustancial en la obtención y procesamiento de los materiales cartográficos digitales (fotografías aéreas, imágenes satelitales), lo que ha permitido, a través de los monitoreos realizados, disminuir la Unidad Mínima Cartográfica de 6,25 y 125 ha en algunas zonas, a 4 y 6,25 ha, respectivamente, mejorando la fotointerpretación por el nivel de detalle*".

Adicionalmente, para la primera actualización de las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, (Provincia de Osorno) se creó una nueva categoría, denominada subuso Protección, lo que agregó 10.485 ha, 57.803 ha y 13.214 ha de bosque nativo respectivamente a cada región (CONAF 2011), con lo cual se obtuvo la nueva cifra global de bosque nativo de 13.599.610 ha, citada en el Cuadro 3.1.

En las regiones en donde se han realizado las segundas actualizaciones regionales, la UMC se disminuye nuevamente. En las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Libertador Bernardo O'Higgins se disminuyó a 0,5 ha en las áreas cubierta por bosque. Esto impide establecer de manera adecuada el balance neto de los cambios en la superficie de bosque nativo y la evolución de su superficie total a través del tiempo. La determinación de los cambios en la superficie de bosque nativo para ser correcta requiere además que la metodología se mantenga constante en cuanto a las categorías y sistema de clasificación y los métodos de mapeo.

Los cambios metodológicos realizados en los Monitoreos y Actualizaciones efectuados por CONAF incluyeron correcciones al catastro original para comparar con las primeras actualizaciones regionales (la cual hemos denominado Actualización 1 en el Cuadro 3.2). Esto significó una disminución del valor base de superficie de bosque nativo en 152 mil ha. En la mayoría de las regiones se observa un aumento de la superficie base de bosque nativo a raíz de las correcciones, aun cuando el cambio más notable se produce en la región de Aisén en donde se disminuye en 416.786 ha el área estimada por el "catastro original corregido" respecto al "catastro original" (Cuadro 3.2).

Por otra parte, en la segunda actualización para la macrozona central, la cual hemos denominado Actualización 2 en el Cuadro 3.2, se cambió el criterio de clasificación donde se considera bosque nativo por sobre 10% de cobertura arbórea, mientras que el año 2001 se consideró como bosque por sobre 25% de cobertura arbórea lo cual tuvo un efecto significativo en el cambio en área estimada para bosque nativo en las Regiones de Valparaíso, Metropolitana y L.B. O'Higgins (CI-REN-CONAF 2013). Producto de este cambio en la definición de la categoría bosque nativo, se incluyeron principalmente áreas anteriormente descritas como matorrales. La consecuencia de ello es que la estimación oficial del área dentro de esta categoría para estas tres Regiones aumentó de un total de 342.192 ha a 965.188 ha multiplicándose por un factor de 2,8 (cálculo efectuado a partir de cifras del Cuadro 3.2 basadas en CI-REN-CONAF 2013).

A raíz del análisis anterior, queda de manifiesto que Chile no cuenta con un sistema de monitoreo de bosque nativo que represente realmente los cambios ocurridos en su área total, por tipos forestales y estructuras (ej. adulto, renoval, etc.). Esto debido a aproximaciones metodológicas diferentes en cada actualización, lo cual es el principal factor que explica el cambio en las superficies de bosque nativo estimados por esos monitoreos sucesivos.

CUADRO 3.2:

Evolución de la superficie de bosque nativo a nivel regional. Se incluyen los valores originales, sus modificaciones y actualizaciones.

Región	Año (1)	Catastro original (ha)	Catastro original Corregido (ha)	Año actualización 1 (1998-2008) (1)	Actualización 1 (ha)	Actualización 1 corregida (ha)	Actualización 2 2012-2013(1)	Actualización 2 (ha)
Arica y Parinacota	1995	0	-	-	-	-	-	47.151
Tarapacá	1995	7.300	7.300	-	7.300	-	-	-
Antofagasta	1995	0	-	-	-	-	-	-
Atacama	1995	0	-	-	-	-	-	-
Coquimbo	1994-97	1.610	-	-	31.266	-	-	-
Valparaíso	1995	95.313	105.911	2000-2002	106.480	106.365	2011	484.116
Metropolitana	1995	93.454	105.311	2000	105.548	105.284	2011	363.955
O'Higgins	1995	118.013	130.970	2000	124.922	195.041	2011	459.309
Maule	1998	370.330	373.699	2006-2007-2008	384.714	-	-	-
Biobío	1998	786.208	776.436	2007-2008	768.553	-	-	-
La Araucanía	1992-94	908.501	987.625	2007	947.798	961.873	2013	964.153
Los Ríos	1998	923.209	909.088	2006	908.531	909.088	2013	908.531
Los Lagos	1998	2.736.342	2.859.931	2006	2.859.931	2.859.931	2013	2.827.436
Aisén	1996	4.815.532	4.399.176	2010	4.398.746	-	-	-
Magallanes	1996	2.625.469	2.673.774	1998-2003	2.671.757	-	-	-
TOTAL		13.481.280	13.329.220		13.315.545			14.316.986

(1) Considera el año de las fotografías aéreas o imágenes satelitales utilizadas, si bien el catastro original finalizó en 1997 y la publicación de sus resultados ocurrió en 1999.

Fuente: Elaboración propia a partir de todos los informes regionales. Consideraciones:

- Las estadísticas incluyen bosques nativos: Adulto, Adulto/renoval, Renoval y Achaparrado.
- La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos: Incluyen bosques de protección en la actualización 1.
- La suma total de la Actualización 2 se realizó considerando las últimas actualizaciones regionales en los casos de contar con más de una actualización.
- El año de actualización corresponde al año de las fotografías aéreas o imágenes satelitales utilizadas y no al de publicación del informe.
- El último total calculado (14.316.986 ha) proviene de la suma de todas las últimas actualizaciones regionales.
- Actualización 1 corresponde a las primeras actualizaciones regionales. Actualización 2 corresponde a la segunda actualización regional en las regiones que esto se ha efectuado. En el caso de la región de Arica y Parinacota no se realizó una actualización en el periodo de las primeras actualizaciones, es por ello que su primer actualización la hemos ubicado en la columna de la Actualización 2.

3.2 EVOLUCIÓN DEL ESTADO DE LOS BOSQUES NATIVOS

Para analizar la evolución del estado de los bosques nativos en Chile, referido a su variación en superficie, se utilizó tanto fuentes oficiales como estudios efectuados en forma independiente por diversos grupos de investigación de Universidades nacionales y extranjeras. El análisis siguiente se ha agrupado en dos secciones según las fuentes: 1) Informes desarrollados por el proyecto Monitoreo de Cambios y Actualizaciones del Catastro por CONAF (2011) y todos los demás informes regionales realizados por CONAF hasta el año 2013 que es donde se realizó la última actualización regional a las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Se realizó una compilación de los informes del proyecto Monitoreo de Cambios y Actualizaciones del Catastro elaborados por CONAF, como mandante y autor principal entre 2001 y 2009 en co-autoría con otras instituciones que reportan disminución, ingresos y balance neto en la superficie de bosque nativo; y 2) estudios realizados independientemente por diferentes grupos de investigación de universidades nacionales y extranjeras, publicados recientemente en artículos científicos (Heilmayr et al. 2016; Miranda et al. 2016). En ambos casos se recopiló toda la información de las estimaciones de cambios netos y brutos de bosque nativo y se identificó hacia que otro uso/cobertera del suelo cambió el bosque nativo en los casos en los que esto ocurría.

3.2.1 Estimación de pérdidas de bosque nativo a partir de informes de Monitoreo y Actualización de CONAF

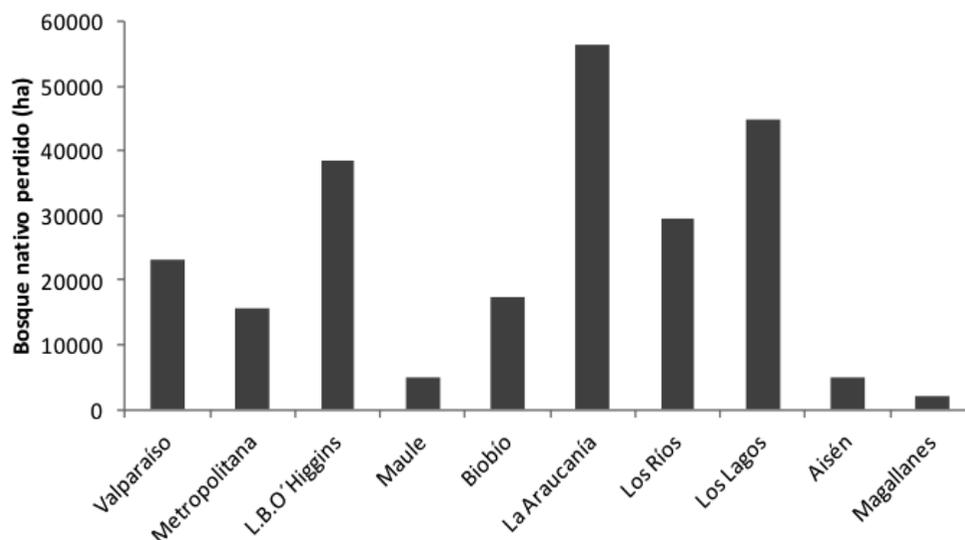
En el análisis de cambio en la superficie de bosque nativo en el presente informe, se considera solamente la categoría de disminución de bosque nativo estimada por CONAF. No se ha considerado el balance que resulta de la diferencia entre disminución e ingreso de bosque nativo, ya que ambas categorías no son comparables, lo que definimos como pérdida bruta. Esto debido a que las áreas que ingresan a la categoría de bosque nativo corresponden en su mayoría a renovales jóvenes que en los períodos indicados en el Cuadro 3.2 alcanzan los umbrales para ser incluidos en la categoría de bosque nativo. Este umbral corresponde a una cobertura arbórea >10% para algunas regiones y >25% para otras y clase de altura de 2-4 metros). Por el contrario, las áreas de disminución de bosque nativo incluyen estructuras de bosques adultos, adulto-renoval y renovales de mayor desarrollo con una composición, provisión de bienes y servicios ecosistémicos, opciones de manejo y valor de conservación generalmente inferiores a los de las áreas en que hay ingreso a la categoría de bosque nativo. Por otra parte, los períodos de estimación de la disminución del área de bosque nativo varían en forma importante entre regiones (Cuadro 3.2). Para las Regiones de la Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, la disminución de bosque nativo ha sido estimada hasta 2013, mientras que para las Regiones del Maule y Bío Bío dicha estimación abarca solamente hasta 2008 (Cuadro 3.2).

La suma del área de disminución de bosque nativo reportada en los diferentes informes regionales de Monitoreo y Actualización del Catastro preparados por CONAF en el período global 1999 - 2013 señala una pérdida bruta de bosque nativo de un total de 237.126 ha en dicho período y un promedio anual de 16.938 ha. Este período abarca desde la publicación de los resultados del catastro original en 1999 hasta 2013 fecha de la actualización más reciente para determinadas regiones.

La distribución regional de estas pérdidas de bosque nativo se registraron en las regiones de la Araucanía y los Lagos con 56.285 ha (1993-2013) y 44.794 ha (1998-2013), respectivamente, registrándose las menores en las regiones de Magallanes y del Maule con 2.069 ha (1996-2000) y 4.916 ha (1998-2008), respectivamente (Figura 3.2). Estas estimaciones están condicionadas por los períodos diferentes de evaluación que se han comentado anteriormente (Cuadro 3.2).

FIGURA 3.2:

Distribución regional de la pérdida total de bosque nativo (237.126 ha) en el período global 1999 -2013 estimadas por las Actualizaciones y Monitoreos del Catastro.



Fuente: Elaboración propia a partir de Informes de Actualización y Monitoreo para las diferentes Regiones y Períodos efectuados por CONAF y colaboradores citados más abajo.

a. Se refiere al año de las fotografías aéreas o imágenes no de publicación de los estudios.

b. Cuando existe más de una actualización, se sumaron las pérdidas reportadas para cada período.

(1) CONAF, UACH, INFOR. (2001). Monitoreo y Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación. V Región. (2) CONAF, UACH, INFOR (2001). Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación. RM.(3) CONAF, UACH, INFOR (2001). Monitoreo y Actualización Catastro del Uso del Suelo y Vegetación. VI Región. En (1), (2) y (3) también CIREN-CONAF. (2013). Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de bosque nativo en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Libertador Bernardo O'Higgins. Santiago, Chile. (4) CONAF, UACH (2000). Monitoreo y Actualización de la información de uso actual del suelo en la VII Región. (5) CONAF, UACH, CONAMA (2009). Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de Bosque Nativo en la VIII Región del Bio-Bio. (6) CONAF, UACH, CONAMA (2009). Catastro del Uso del Suelo y Vegetación Monitoreo y Actualización. Región de la Araucanía y UACH-UFRO. (2014). Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de la región de La Araucanía. Valdivia, Chile. (7) CONAF, UACH, CONAMA (2008). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Monitoreo y Actualización, Región de los Ríos y UACH-CONAF. (2014). Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de la región de Los Ríos. Valdivia, Chile. (8) CONAF UACH, CONAMA (2008). Catastro del Uso del Suelo y Vegetación Monitoreo y Actualización, Región de los Lagos. y UACH-CONAF. (2014). Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de la región de Los Lagos. Valdivia, Chile. (9) CONAF, UACH, CONAMA (2006). Monitoreo y Actualización Catastro del Uso del Suelo y Vegetación, Región de Magallanes y La Antártica Chilena. (10) CONAF, UACH (2012). Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de Bosque Nativo en la XI Región de Aisén, Región de Aisén.

3.2.2 Pérdidas de bosques nativos estimados por otras fuentes.

En paralelo al sistema de monitoreo nacional forestal, entre los años 2006 y 2015 se han realizado numerosos estudios de los cambios en la cobertura de bosque nativo en Chile. Dichos estudios han utilizado una metodología común y mantenida en el tiempo, la cual se basa en el análisis de imágenes satelitales de diferentes fechas y verificaciones de terreno metodológica que es distinta a la aplicada por CONAF. Estas investigaciones han sido desarrolladas por diversos investigadores de varias instituciones nacionales y extranjeras y han originado numerosos artículos publicados en revistas científicas, encontrando una tendencia general contrapuesta a la reportada por CONAF (2011), para diferentes áreas de estudio (Miranda et al. 2016). En un estudio también basado en imágenes satelitales, Heilmayr et al. (2016) reporta los cambios de uso/cobertura del suelo para todo el territorio comprendido entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos entre los años 1986 y 2011, ratificando la pérdida de bosque nativo en Chile.

Las tendencias generales señalan una pérdida neta continua de bosque nativo en Chile entre 1975 y 2010. Para dicho período, Miranda et al. (2016) encontró una pérdida neta de bosque nativo de 782.120 ha, correspondiente al 19% del bosque nativo inicial para las áreas de estudio analizadas. Este resultado proviene de nueve artículos publicados que reflejan lo ocurrido en 13 áreas de estudio entre la región de Valparaíso y Los Lagos que corresponden al 36,5% de la superficie terrestre incluida en estas regiones. La mayor pérdida neta anual de bosque se observó entre los años 1975-1990. Dicha tasa disminuyó entre 1990-2000 para luego incrementarse en el periodo 2000-2010, revelando un proceso continuo de pérdida de bosque nativo en los últimos 40 años (Miranda et al. 2016).

De los nueve artículos analizados por Miranda et al. (2016) se han publicado seis estudios para el periodo 1990-2010: Schulz et al. (2010), Echeverría et al. (2012), Altamirano et al. (2013), Vergara et al. (2013), Miranda et al. (2015) y Zamorano-Elgueta et al. (2015). Estos trabajos reportan resultados de diez áreas de estudio diferentes y se distribuyen entre las regiones de Valparaíso (33°S) a Los Lagos (42°S), en paisajes dominados por terrenos agrícolas, matorrales, plantaciones forestales y bosque nativo.

Según Miranda et al. (2016), para el total de ambos períodos (1990-2000 y 2000-2010), considerando sólo las áreas estudiadas en ambos períodos, las cuales abarcan un 22% de la superficie terrestre de las Regiones de Valparaíso a los Lagos, la pérdida neta total de bosque nativo es de 313.921 ha en dicho período. Esta pérdida neta se calculó como superficie inicial - superficie final de bosque nativo. En el período 1990-2000 la pérdida neta fue de 143.521, equivalente a un 10,8% del área de bosque nativo inicial al año 1990. En el período 2000-2014, dicha pérdida aumentó a 170.400 ha, lo que representa un 14,5% del total inicial al año 2000 (Miranda et al. 2016). La mayor pérdida de bosque nativo en el período 2000-2010 comparado con la década anterior se cumple en 7 de las 10 áreas de estudio. Heilmayr et al. (2016) reportan que entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos, se han perdido 450.000 ha de bosque nativo entre los años 1986 y 2001, y 34.000 ha entre los años 2001 y 2011. Estos resultados se contraponen a lo reportado por las últimas actualizaciones regionales efectuadas por CONAF, en las cuales se concluye que la tendencia nacional es inversa, es decir hacia el aumento de la superficie de bosque nativo (CIREN-CONAF 2013; UACH-UFRO 2014). Lo anterior se debe principalmente a los cambios en los criterios de clasificación que han sido discutidos.

La significativa pérdida de bosque nativo reportada para las Regiones de Valparaíso a Los Lagos durante las últimas décadas por Miranda et al. (2016) y Heilmayr et al. (2016), puede explicarse ya que dichas regiones han estado expuestas a una gran presión por cambio de uso y cobertura del suelo del país debido a una alta concentración de algunas de las principales actividades económicas a nivel nacional. Las Regiones de Valparaíso a Los Lagos incluyen el 79% de las áreas urbanas e industriales del país, un 94% de la agricultura y un 98,7% de las plantaciones forestales de especies exóticas (principalmente *Pinus radiata* y *Eucalyptus spp*). Además, en estas regiones se concentra la mayor proporción de incendios forestales, lo cual será analizado más adelante en este capítulo. Es decir, en esta zona se concentran las principales causantes de la pérdida de bosque en Chile en las últimas décadas (Lara et al. 2011), situación que se mantiene hasta la actualidad.

3.2.3 Degradación del bosque nativo

Cuantificar y evaluar la degradación de bosques es sin duda una tarea compleja. La degradación corresponde a un proceso que tiene diversas causas, ocurre en diferentes formas y con una intensidad variable, y es percibida de manera diversa por la sociedad (FAO 2011). La degradación de bosques afecta directa e indirectamente a millones de personas que dependen completamente o en parte de los bienes y servicios que generan los ecosistemas forestales a escala local, regional o global (FAO 2011). De este modo, representa un serio problema ambiental, social y económico (Simula y Mansur 2011).

A nivel global se han propuesto diversas definiciones de degradación con diferentes propósitos (Lund 2009); desde aque-

llas muy generales hasta definiciones enfocadas específicamente en productividad, biomasa o diversidad biológica (FAO 2011). La degradación ha sido definida como un proceso de cambio que afecta negativamente las características de un bosque de tal modo que influye en su capacidad de generar bienes y servicios (ITTO 2002), manteniendo sólo una limitada diversidad biológica (CBD 2001, 2005). La FAO (2009) ha señalado que este proceso es causado tanto por alteraciones naturales (p.ej. incendios, deslizamientos, tormentas o sequías) como de origen antrópico (p.ej. tala de bosques, construcción de infraestructuras, cultivos agrícolas, ganadería) o por una combinación de ambas (FAO 2009). Sin embargo, es necesario señalar que las primeras son, en realidad, parte de los procesos naturales relacionados con la dinámica de los ecosistemas y, por tanto, no podrían ser considerados factores de degradación. Es decir, la degradación se basa en una relación directa o indirecta con alteraciones de origen antrópico.

Respecto al estado de intervención de los bosques nativos en Chile, solo se cuenta con antecedentes para 1999 y no para una fecha posterior. Las unidades cartográficas visitadas y descritas en terreno para el Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos (CONAF et al. 1999), y que correspondían a los rodales de bosque nativo, abarcaban un área total de 8,1 millones de ha. Los atributos descritos en terreno incluían la intervención por diversas causas y en distinto grado. El Catastro documentó que un total de 4,2 millones de ha de bosques nativos (51% del total visitado) presentaban intervención por floreo u otras causas, lo que puede considerarse un indicador de degradación (Cuadro 3.3 CONAF et al. 1999). Según estas estimaciones, en términos regionales los mayores porcentajes de bosques intervenidos se encontraban en la zona central del país (Regiones V a VII), con una tendencia general a la disminución hacia el sur (Cuadro 3.3).

CUADRO 3.3

Superficie de bosque nativo descrita en terreno con y sin intervención.

La superficie descrita en terreno corresponde al 60,7% de la superficie total de bosque nativo en el año 1997 (13,4 millones de ha).

REGIÓN	CON INTERVENCIÓN		SIN INTERVENCIÓN		TOTAL miles de ha
	miles de ha	% de la Región	miles de ha	% de la Región	
Valparaíso	83	98	1	2	84
Región Metropolitana	71	89	8	11	79
Libertador B. Ohiggins	85	83	18	17	103
Maule	235	76	72	24	307
Bio Bio	343	58	248	42	591
Araucanía	425	64	243	36	668
Los Ríos y Los Lagos	1.182	52	1.093	48	2.275
Aysén	1.358	47	1.514	53	2.872
Magallanes	392	33	782	67	1.174
TOTAL	4.171	51	3.980	49	8.153

Fuente: Informe País 1999 a partir de CONAF et al. 1999.

Si bien en la actualidad no existen estimaciones que permitan evaluar la superficie de bosques degradados de forma adecuada, una reciente aproximación se basa en el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero, como la definida en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), liderada por CONAF a través de la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales. Para estimar la superficie de bosques afectada por degradación se utilizó una metodología basada en información de densidad de árboles y área basal de parcelas del Inventario Forestal Continuo desarrollado por INFOR (CONAF 2016b). A través de esta información se construyen gráficos de densidad que permiten identificar en imágenes satelitales aquellas parcelas que se encuentran en una situación de degradación, según lo definido por Bahamondez et al. (2009). En el Cuadro 3.4 se entrega información de superficie de bosques degradados entre las regiones del Maule y de Los Lagos para el período 2001–2010 estimada a partir de la metodología descrita. Los principales factores de alteración de estos bosques corresponden a la corta para la producción de leña y extracción selectiva de madera. (CONAF 2016b).

CUADRO 3.4
Superficie de bosques degradados por región período 2001–2010

Región	Superficie (ha)
Maule	18.726
Biobío	35.537
Araucanía	27.672
Los Ríos	40.853
Los Lagos	261.028
Total	383.816

Fuente: CONAF (2016b)

Las cifras del Cuadro 3.4 muestran que para el centro-sur y sur del país se estima un total de 383.816 ha de bosques degradados en el período 2001–2010, lo que daría un área de degradación promedio de 38.382 ha anuales. Esta cifra es intermedia al área de bosque nativo degradado anualmente estimado para fechas cercanas a 1999. CONAF (1996) estimaron dicha área en 17.500 ha/anuales, mientras que Lara et al. (1995) la estimaron en 67.527 ha/anuales, concentrada según ambos estudios en la región de Los Lagos (que en esa época incluía la actual región de Los Ríos).

Según información de CONAF (2016b), entre los años 2008 y 2015 una superficie de 307.775 ha de bosques nativos a nivel nacional contaba con plan de manejo, con una tasa anual de ingreso de nuevos planes de manejo de 38.472 ha. Al respecto, surgen las siguientes preguntas: ¿Es esta superficie suficiente para satisfacer la demanda madera, incluso si se considera únicamente el mercado de la leña?. Sin duda alguna que no. Entonces, ¿qué superficie está soportando cada año este volumen de producción?.

Consideremos que una hectárea de bosque, en promedio, tiene un crecimiento de 8–12 m³/ha. Ello representa una cifra muy general, por cuanto existen notables diferencias entre estados sucesionales, tipos forestales, subtipos, etc. Esta extracción sustentable sería esperable ocurriese en aquellos bosques que cuentan actualmente con planes de manejo. Sin embargo, si sólo 38.472 ha cumplen con esta condición, se produciría sustentablemente un volumen anual de 461.664 m³ de leña de bosques efectivamente manejados, aproximadamente el 5% de la demanda total anual. El 95% restante provendría de bosques expuestos a la tala selectiva o floreo, con negativos impactos en su estructura, así como también

muy probablemente en su capacidad de generar bienes y servicios. ¿Qué superficie está siendo intervenida para proveer ese volumen restante? Considerando ahora que un bosque adulto poco alterado tiene en promedio un volumen en pie de 250–300 m³/ha (Donoso 1993) y que, a través de una extracción ilegal y sin técnicas de intervención adecuadas, se extrae el 50% del volumen (150 m³/ha). Bajo este escenario, cada año se intervendría una superficie de 56.922 ha de bosques expuestos a una explotación irregular, con impactos estructurales y funcionales aún no evaluados. A partir de esta estimación, **entre 1999 y 2015 la superficie de bosques degradados por esta causa tendría una extensión acumulada del orden de las 910.752 ha**. Esta es una estimación en extremo conservadora, por cuanto en la mayoría de las situaciones los bosques presentan volúmenes en pie inferiores a los considerados en este ejercicio.

Si en una nueva estimación se asume a nivel nacional una tasa similar a la señalada por Lara (1996), entonces se tendría una superficie superior a 1,5 millones de ha de bosques con algún grado de degradación estructural. Pero si además se consideran alteraciones a nivel de la funcionalidad de los ecosistemas (por ej. la regeneración forestal, la riqueza de especies de flora, etc.), esta cifra podría ser aún mayor.

A partir de los trabajos de Zamorano-Elgueta et al. (2012, 2014) en bosques del Tipo Forestal Araucaria y Siempreverde se ha sugerido que los bosques más sensibles a la tala selectiva o floreo y, principalmente, a la actividad ganadera, considerando la regeneración de las especies arbóreas, corresponden a los bosques adultos, en especial en pequeñas propiedades. Es decir, los bosques adultos en pequeña propiedad presentarían una mayor sensibilidad a impactos de la ganadería y tala selectiva en la regeneración. A partir de este criterio para la Cordillera de la Costa de la región de los Ríos estos autores estiman en 27 mil ha los bosques que presentarían impactos en su regeneración por actividades como floreo y ganadería y que, por tanto, se encontrarían funcionalmente afectados por procesos de degradación. Sin embargo, son necesarias nuevas investigaciones que permitan aumentar la comprensión sobre estos procesos a nivel de ecosistemas incorporando, por ejemplo, la influencia de estos factores de alteración en otras funciones ecológicas. Además de estos estudios, en la actualidad no se dispone de información empírica que permita definir, evaluar, cuantificar y monitorear procesos de degradación de bosques. La magnitud y potencial impacto de estos procesos en la provisión de bienes y servicios ecosistémicos en Chile plantean un notable desafío en la política medioambiental del país. Ello requiere del desarrollo de investigaciones que sean la base de cualquier iniciativa que pretenda revertir o mitigar estos procesos

3.2.4 Plantaciones de Especies Nativas

Además del área de bosque nativo, es interesante analizar la evolución de las plantaciones de especies nativas. Las plantaciones forestales con especies nativas se han caracterizado siempre por presentar una escasa superficie y por utilizar un bajo número de especies, principalmente de Norte a Sur *Prosopis* spp (Tamarugo), *Quillaja* saponaria (Quillay) y *Nothofagus* spp (coihue, roble, raulí). En el trienio 1999–2001, la tasa promedio de establecimiento de plantaciones de especies nativas fue de 76 anuales, cifra que aumentó a 345,6 ha para el trienio 2013–2015 representando un monto 4,5 veces mayor que entre 1999–2001 (Cuadro 3.5). El año 2004 muestra la mayor área plantada con especies nativas, con 700 ha anuales, cifra que disminuyó abruptamente a 267,9 ha y 260,8 ha los años 2005 y 2006, respectivamente (Cuadro 3.5). No obstante el favorable incremento de las plantaciones nativas, en el período 1999–2015 estas representaron entre un 0,05 y un 1,4% del área anual en que las plantaciones de especies exóticas mayoritariamente *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *E. Nitens*, se expandieron (es decir forestación, sin considerar reforestación de áreas cosechadas o afectadas por incendios).

La distribución geográfica de las plantaciones de especies nativas presenta variaciones a lo largo del período evaluado. Es así como entre los años 1999 y 2010 éstas se concentraron en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo. En cambio, a partir del año 2011 estas plantaciones se efectuaron principalmente en las regiones Metropolitana, O'Higgins, Biobío y Los Ríos (Cuadro 3.5). La alta variabilidad interanual y geográfica de las plantaciones

nativas puede explicarse por la ausencia de una política que promueva las plantaciones nativas. El DL 701 vigente hasta 2013 no fomentó estas plantaciones y a partir de 2008 en que se promulgó la ley de Bosque Nativo (ley 20.283) ésta ha tenido serias limitaciones en cuanto al estímulo de actividades a partir de incentivos, tema que se discute en el punto 3.4.1.2. El área plantada con especies nativas y su distribución geográfica obedece entonces a la ejecución de determinados proyectos de forestación, compromisos de compensación ambiental o interés de los propietarios. Su escaso monto intensifica su variabilidad y sensibilidad a los factores descritos.

CUADRO 3.5

Superficie (ha) de plantaciones forestales de especies nativas por año y región.

Región	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Arica y Parinacota	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	1	2	1	5	3	4	2	21
Tarapacá	10	18	20	2	2	4	9	2	-	2	1	6	4	-	-	-	-	78
Antofagasta	20	12	52	53	27	41	24	20	34	3	1	1	9	10	12	16	12	346
Atacama	8	4	10	7	3	14	197	89	53	74	17	16	33	16	25	10	2	577
Coquimbo	20	18	37	99	88	697	38	150	1	4	3	10	10	1	0	7	2	1.185
Valparaíso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	0	2	8
Metropolitana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	41	29	113
O'Higgins	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	45	76	100	43	326
Maule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	1	-	6
Biobío	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	61	7	70	46	232
Araucanía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2	1	6	45	61
Los Ríos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	213	14	129	366
Los Lagos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	-	-	35	65
Aisén	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magallanes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	1	-	42
Total	58	52	119	161	119	756	268	261	91	85	23	35	198	166	421	269	346	3.427

Fuente: CONAF.

La forestación con especies nativas tiene múltiples impactos positivos que no se limitan exclusivamente a los aspectos económicos, sino que también tiene profundas implicancias en los contextos sociales y ambientales, los cuales deben ser considerados en el marco del desarrollo de mecanismos e incentivos legales para aumentar el establecimiento de estas plantaciones a escala de paisaje. Entre estos efectos Donoso y Soto (2010) destacan:

- Existe una creciente necesidad por diversificar el sector forestal, ya que la mayor parte de las más de 2,8 millones de hectáreas plantadas en Chile corresponden a especies exóticas (*P. radiata* 60% y *Eucaliptus* spp 33%, INFOR 2015a),

y están sujetas a incertidumbre por oscilaciones de mercado, potenciales plagas y la cada vez menor aceptación ciudadana.

- Presentan una mayor aceptación social por ser parte del paisaje natural.
- Algunas especies nativas se caracterizan por altas tasas de sobrevivencia y crecimiento utilizando sistemas de propagación en vivero, y tecnologías de establecimiento y manejo desarrolladas desde hace más de 20 años.
- Las plantaciones de especies nativas representan la base para la restauración de bosques con distintos niveles de destrucción y degradación para la recuperación de servicios ecosistémicos tales como provisión de agua, conservación del paisaje, oportunidades de recreación y regulación del clima a través de la captura del carbono (Lara et al. 2009; Little et al. 2009; Little y Lara 2014).

Debido a las razones expuestas, las plantaciones de especies nativas constituyen la base para el cumplimiento de los diversos compromisos ambientales internacionales que ha suscrito el país. Además, estas plantaciones pueden proveer no sólo leña, sino que también madera de alta calidad en rotaciones de 40-60 años. Esto tiene aún más relevancia al considerar el compromiso suscrito por Chile, en el marco de los acuerdos de París de diciembre del año 2015 (COP21), de forestar 100.000 ha en su mayoría con especies nativas (INDC 2015).

3.3 EVOLUCIÓN DE LAS CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DE LOS BOSQUES NATIVOS

3.3.1 Las causas históricas y su evolución

Los mayores contribuidores históricos a la pérdida de bosque nativo han sido la habilitación de terrenos agrícolas, sustitución por plantaciones forestales, pérdida de bosques hacia matorrales e incendios forestales que en su mayor proporción son producidos intencionalmente (Lara & Veblen 1993; Lara et al. 1996; Armesto et al. 2010; Lara et al. 2011; Heilmayr et al. 2016; Miranda et al. 2016). Esto es consistente con los datos entregados en las diferentes estimaciones de pérdida bruta de bosque nativo estimadas por las actualizaciones y monitoreos regionales efectuados por CONAF entre 1999 y 2013 (Cuadro 3.6). Según estos informes, **la conversión a praderas y matorrales corresponde al 48% de la pérdida bruta de bosque nativo y un 41% corresponde a la sustitución por plantaciones forestales**. En una proporción muy inferior el bosque nativo disminuiría por la habilitación de terrenos agrícolas (6%), urbanización (1%) y por cambio a otros usos/coberturas del suelo (5%) (por ejemplo suelo desnudo). El detalle por región y diferentes contribuidores se observan en el Cuadro 3.6 y Figura 3.3.

Las estimaciones de pérdida de bosque nativo efectuadas por CONAF para la Región de Magallanes no incorporan aquellas pérdidas o degradadas debido a la plaga del castor (*Castor canadensis*), y parecen muy subestimadas. Se ha estimado que entre 1999 y 2016 el castor ocasionó la pérdida o degradación de 27.735 ha bosque nativo en Tierra del Fuego e Isla Navarino (Gligo 2016).

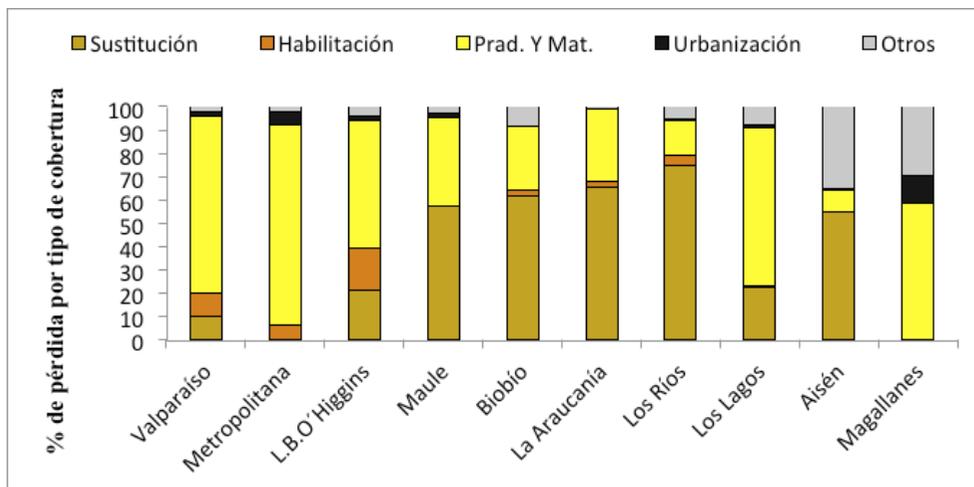
CUADRO 3.6

Distribución regional de la disminución de superficie (hectáreas) de bosque nativo por sustitución a plantaciones forestales de especies exóticas, habilitación a terrenos agrícolas, urbanización y otros.

Región	Período		Sustitución		Habilitación Agrícola		Cambio a Prad. y Mat.		Urbanización		Otros		Total pérdida bruta(1)
				%		%		%		%		%	
Valparaíso (1)	1995	2011	2.382,3	10,3	2.250,8	98	17.457,5	75,8	404,6	1,8	538,0	2,3	23.033,2
Metropolitana (2)	1995	2011	43,9	0,3	991,8	6,3	13.405,4	85,5	892,8	5,7	341,9	2,2	15.675,8
L.B.O´ Higgins (3)	1995	2011	8.262,5	21,5	6.916,0	18,0	21.153,6	54,9	703,5	1,8	1.469,6	3,8	38.505,2
	2006												
	2007												
Maule (4)	1998	2008	2.804,9	57,1	0,3	0,0	1.890,7	38,5	74,1	1,5	145,5	3,0	4.915,5
		2007											
Biobío (5)	1998	2008	10.663,8	61,6	432,9	2,5	4.790,9	27,7	30,6	0,2	1.402,6	8,1	17.320,8
La Araucanía (6)	1992												
	1994	2013	37.006,7	65,7	1.206,2	2,1	17.380,3	30,9	132,8	0,2	558,9	1,0	56.285,0
Los Ríos (7)	1998	2013	22.047,5	74,5	1.312,9	4,4	4.550,5	15,4	83,1	0,3	1.592,4	5,4	29.586,3
Los Lagos (8)	1998	2013	10.157,2	22,7	203,8	0,5	30.455,5	68,0	610,4	1,4	3.367,3	7,5	44.794,0
Aisén (9)	1996	2010	2.700,5	54,6	0,0	0,0	473,6	9,6	35,0	0,7	1.732,4	35,1	4.941,5
Magallanes (10)	1996	2003	0,0	0,0	0,0	0,0	1.218,8	58,9	233,1	11,3	617,0	29,8	2.068,9
		1998											
TOTAL	96.069		6.399		112.777		3.200		11.766		237.126		
%	40,5		5,6		47,6		1,3		5,0		100		

(1) Identificada como Disminución del bosque nativo en informes de CONAF.

Fuente: Idem Figura 3.2

FIGURA 3.3:**Distribución regional de los principales contribuyentes a la pérdida de bosque nativo.**

Fuente: Idem Figura 3.2

A partir de un esquema de clasificación diferente de los usos de suelo a los cuales han sido convertidos los bosques nativos, Miranda et al. (2016) indican que para todas las áreas de estudio analizadas en el período 1990–2010, el cambio de bosque nativo a matorrales es el principal contribuidor al cambio, dando cuenta del 47% de la pérdida de bosque nativo. Esto seguido de la sustitución por plantaciones (33%) y habitación para uso agrícola y praderas (20%). El cambio a matorrales se concentra principalmente en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y de Los Lagos. Entre la región del Maule y la costa de la región de La Araucanía y de los Ríos, las plantaciones forestales representan el principal uso del suelo al que han sido convertidos los bosques nativos (Miranda et al. 2016). Un patrón similar es reportado por Heilmayr et al. (2016) quienes encontraron que para las regiones de Maule, Bio Bio y Araucanía las plantaciones forestales son el principal uso del suelo al que han sido convertidos los bosques nativos para el período 1986–2011.

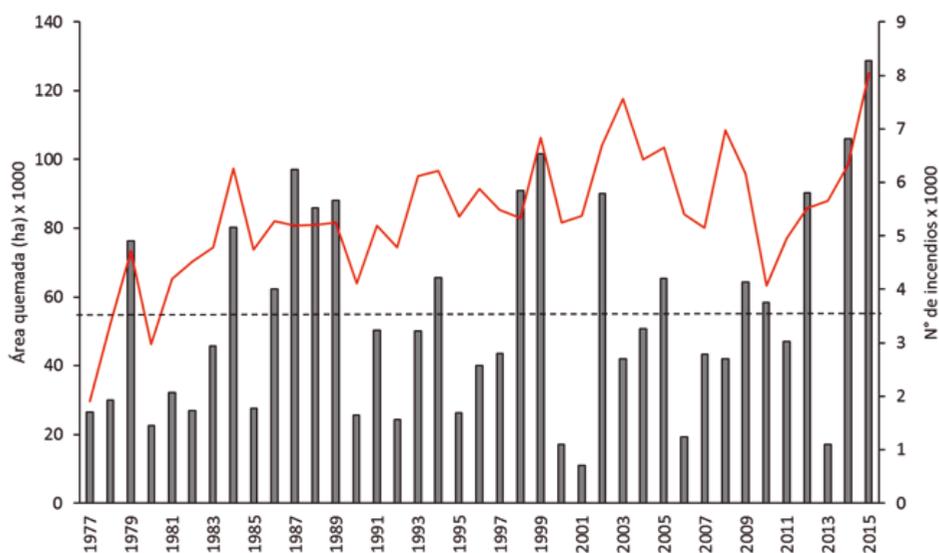
3.3.2 Áreas afectadas por incendios

Desde una perspectiva de más largo plazo, en las últimas cuatro décadas la ocurrencia total de incendios ha aumentado consistentemente alcanzando en la temporada 2014–2015 el máximo con más de 8.000 eventos (Figura 3.4). Similarmen- te, las temporadas de incendio 2013–14 y 2014–15 alcanzaron aproximadamente 106.000 y 129.000 ha quemadas, respectivamente. Esta extraordinaria superficie quemada en forma consecutiva no tiene precedentes en los últimos cuarenta años superando dos veces el promedio quemado anualmente (54.800 ha/año) para las temporadas 1976–77 y 2014–2015.

FIGURA 3.4.

Número de incendios (línea) y área quemada (barras) entre las temporadas de incendio 1976-77 (indicada como 1977) y 2014-2015 (indicada como 2015).

La línea horizontal representa el promedio quemado anualmente (54,800 ha) en el periodo

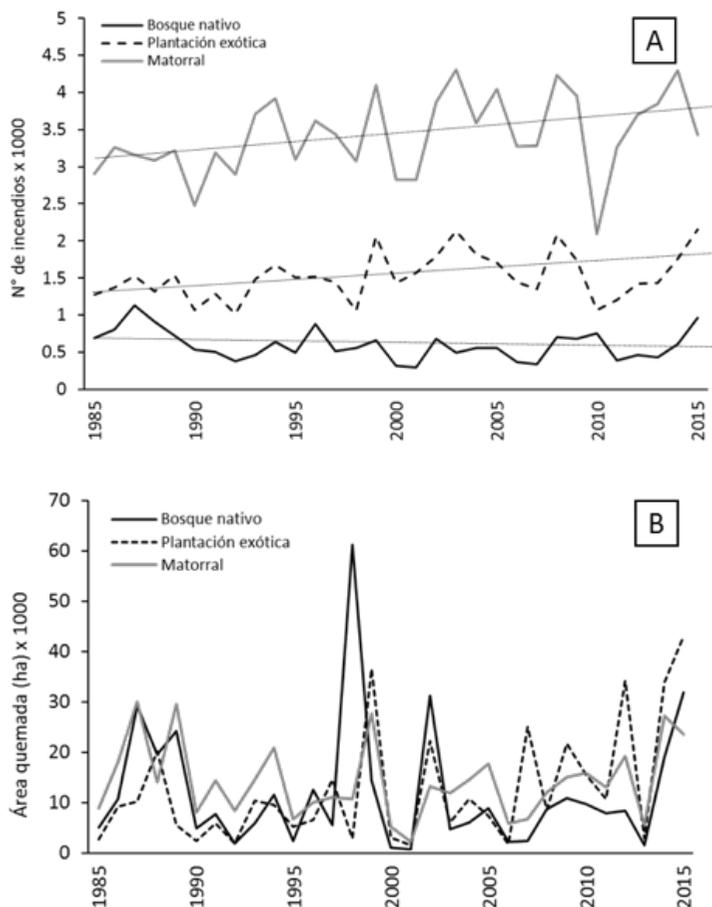


Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF

Al analizar la ocurrencia de incendios se observa que en el matorral y plantaciones el número de incendios se ha incrementado consistentemente durante los últimos 30 años comparado con el bosque nativo (Figura 3.5 A). El área quemada es altamente variable anualmente en las distintas coberturas de vegetación, pero se observa una clara tendencia de aumento en la superficie quemada de plantaciones durante la última década (2006-2015; Figura. 3.5 B). Este patrón se ve reflejado también al analizar la evolución de la superficie quemada de los distintos tipos de cobertura de vegetación donde se aprecia que las plantaciones han aumentado en términos relativos el área afectada por incendios (Figura. 3.6). Para la última década (2006-2015), las plantaciones representan el principal tipo de cobertura afectada por incendios representando más de un 35% del total (Figura. 3.6)

FIGURA 3.5

Evolución temporal del número de incendios (A) y área quemada (B) para las principales coberturas de vegetación (bosque nativo, matorral y plantaciones) para los períodos 1984-85 al 2014-15

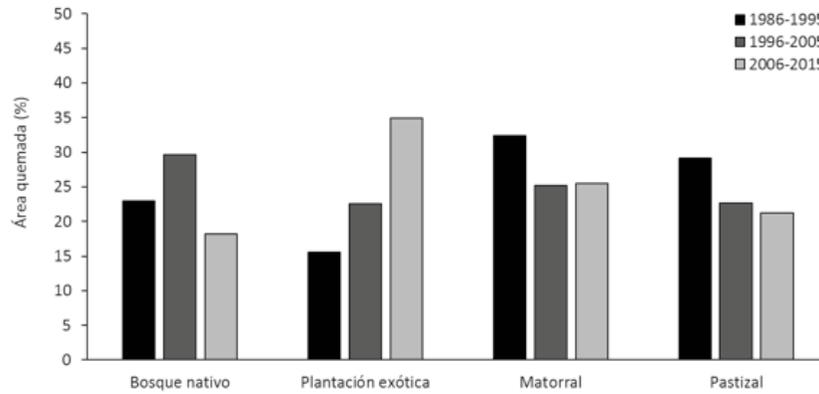


Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF

Las fluctuaciones del área quemada en las distintas décadas para cada región y cobertura son consistentes con lo señalado previamente. En el bosque nativo, esta alta variabilidad entre décadas se manifiesta claramente en las regiones V, X, y XI (Figura 3.7 A). En el caso de las plantaciones exóticas se observa un incremento sustancial del área quemada durante las últimas décadas en todas las regiones que sustentan la industria forestal, especialmente en la región del Bío-Bío (VIII; Figura 3.7 B). La mayor superficie afectada en el matorral y pastizal se concentra en las regiones mediterráneas (V a VIII), lo cual es coherente con los tipos de vegetación propios y de mayor cobertura en estas regiones (Figura 3.7 C y D).

FIGURA 3.6.

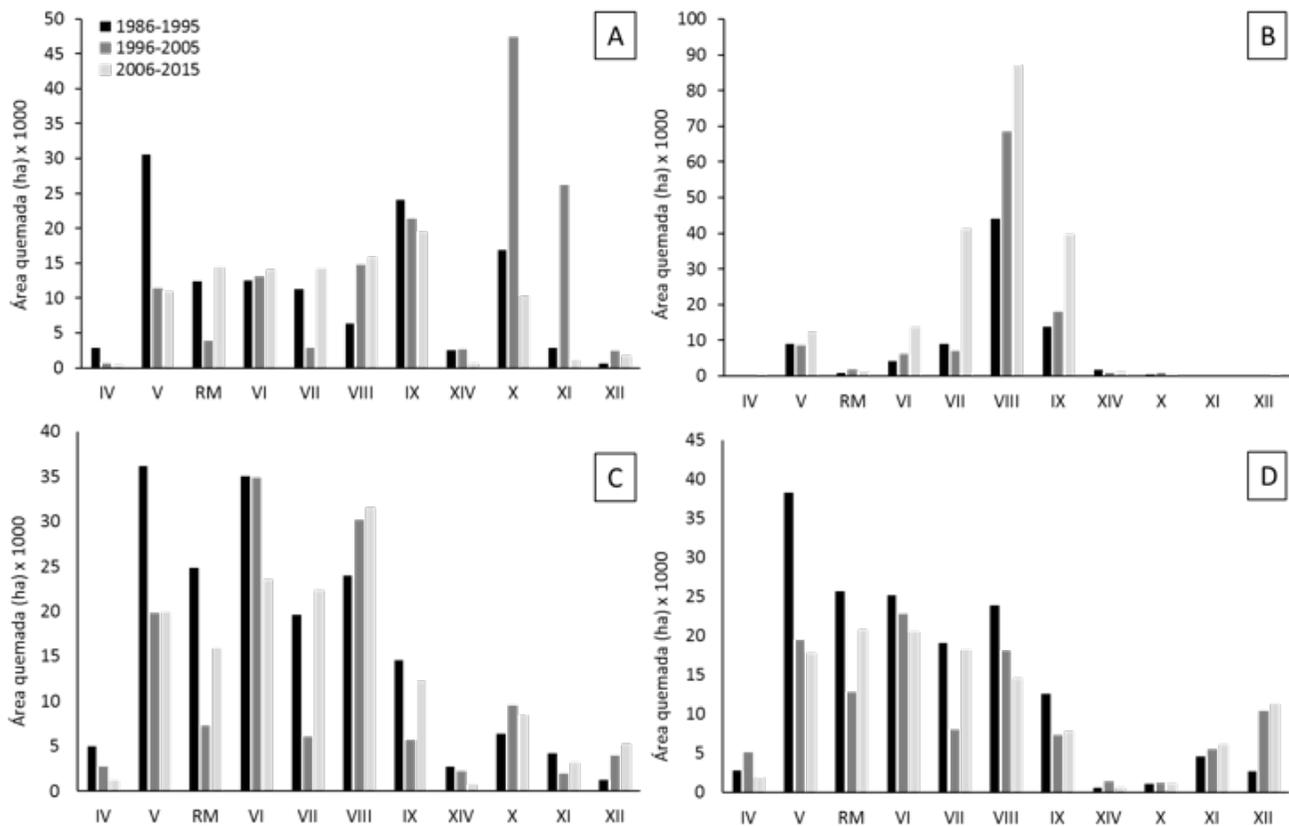
Cambio del área quemada relativa (como porcentaje respecto del total) para los principales tipos de cobertura de vegetación durante las últimas tres décadas.



Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF

FIGURA 3.7

Área quemada (ha) por región administrativa de Chile a nivel decadal para los usos de Bosque nativo (A), Plantación (B), Matorral (C) y Pastizal (D).



Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF.

El análisis del área de bosque nativo afectada por incendios para los quinquenios 1995-2000 y 2010-2015 muestra que el total es de 230.482 ha (Cuadro 3.7), y si solo se consideran los incendios a partir del quinquenio 2000-2015, dicha área es de 149.416. En el período a partir del año 2000, destaca el quinquenio 2010-2015 con un total de 76.391 ha lo que da un promedio de 15.278 ha anuales para dicho quinquenio, siendo especialmente afectadas las Regiones de Valparaíso a la Araucanía (Cuadro 3.7). Esta situación puede explicarse por la ocurrencia de la megasequía en el período 2000-2015 (CR2 2015)

CUADRO 3.7

Superficie bosque nativo afectada por incendios en los quinquenios 1994-1999 a 2010-2015 para las Regiones de Valparaíso (V) a los Lagos (X) y TOTAL.

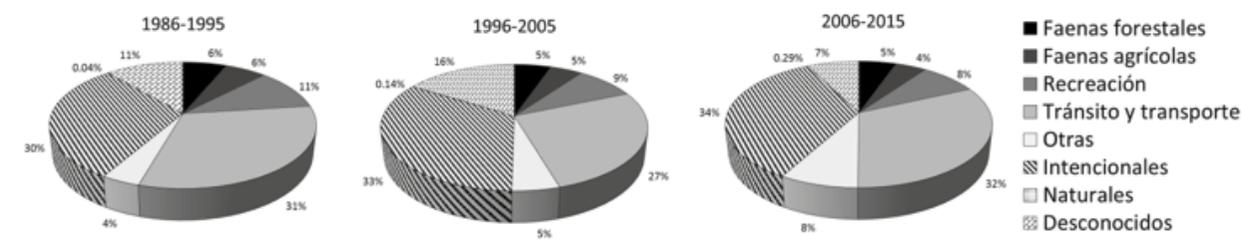
Período	Área en ha por Región								TOTAL (ha)	Promedio Anual (ha/año)
	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X		
1994-1999	6.991	2.792	12.459	3.558	6.531	1.914	1.656	45.165	81.066	16.213
2000-2004	5.362	2.700	2.513	1.062	8.118	19.547	1.093	2.694	43.090	8.618
2005-2009	4.698	3.702	6.865	4.705	2.715	1.691	421	5.139	29.935	5.987
2010-2015	8.828	11.368	9.622	9.680	13.524	17.993	218	5.160	76.391	15.278
TOTAL	25.880	20.562	31.458	19.005	30.887	41.144	3.387	58.158	230.482	

Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF

Durante los últimas tres décadas las causas de los incendios no han cambiado mayormente siendo el factor humano el principal responsable de su ocurrencia (Figura 3.8). Las causas de tipo accidental e intencional explican en conjunto más del 84% de los incendios, alcanzando para la última década (2006-2015) el 91% (Figura 3.8). Los incendios accidentales han representado más del 50%, siendo en esta categoría las actividades de tránsito y transporte su principal causa. En el caso de los incendios intencionales - para cada una de las décadas analizadas- su participación ha superado el 30%. Si bien el porcentaje de los incendios ocasionados por causas naturales es ínfima, su contribución en la última década ha aumentado a 0.3 % duplicando su valor respecto a la década precedente, lo cual puede asociarse principalmente a la mayor frecuencia de tormentas eléctricas secas y caída de rayos.

FIGURA 3.8

Causas de incendios y su evolución en las últimas tres décadas.



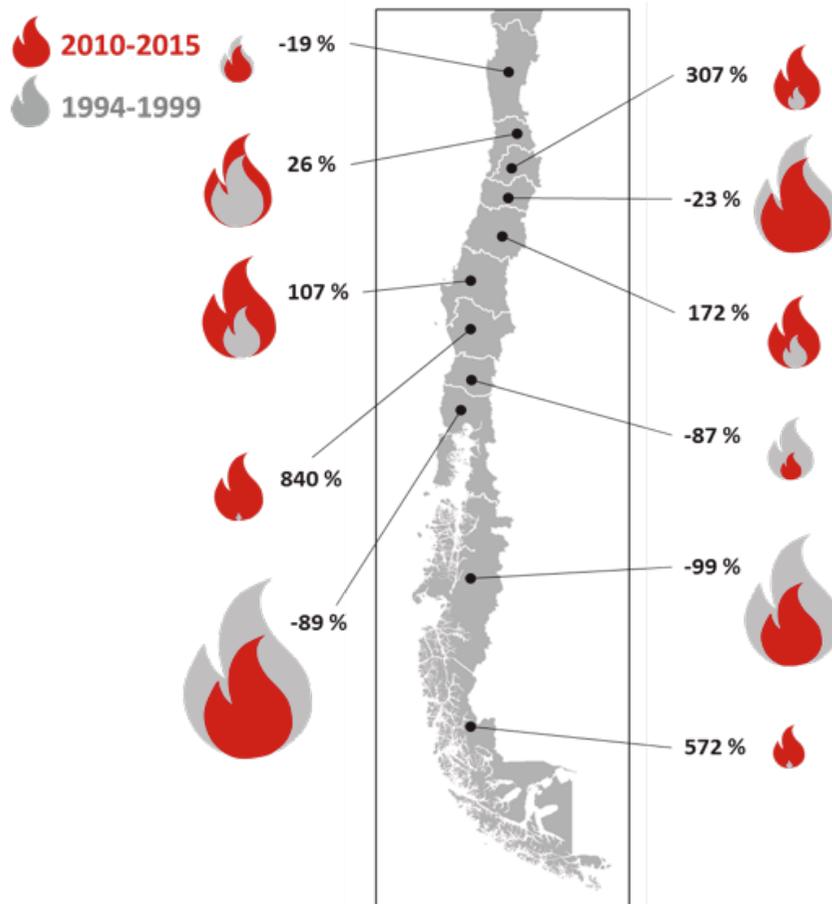
Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF.

Durante el periodo 2010-2015 la zona centro-sur de Chile ha experimentado una intensa y prolongada sequía definida como megasequía (CR2 2015) que ha tenido un fuerte impacto en el régimen de incendios. Al comparar el área quemada de bosque nativo entre el quinquenio 2000-2004 y el último quinquenio (2010-2015), se observa el fuerte incremento de la superficie quemada de bosque nativo en la mayor parte de las regiones del centro-sur y Patagonia de Chile (región de Magallanes, Figura 3.9). La mayor ocurrencia de incendios durante las últimas temporadas ha resultado en pérdidas directas y un gasto en prevención y control que fácilmente supera los U\$100 millones de dólares anuales (CORMA 2016).

Finalmente es importante mencionar la cada vez mayor incidencia de incendios de gran magnitud afectando Parques y Reservas Nacionales en Chile. Un ejemplo de esto, es el incendio natural (originado por rayos) del año 2002 que conjuntamente quemó más de 15.000 ha de bosques de Araucaria en la Reserva Nacional Malleco (primera área protegida establecida en Chile) y Parque Nacional Tolhuaca, y cuyos bosques en proceso de recuperación fueron nuevamente quemados en el año 2015 por un incendio antrópico de similares proporciones (González 2005; González y Lara 2015). Durante las últimas décadas la variabilidad y cambio climático asociado a veranos más cálidos, secos y extensos en el centro-sur de Chile estarían amplificando la vulnerabilidad y riesgo de incendios de los bosques nativos y plantaciones en Chile (González et al. 2011).

FIGURA 3.9

Comparación de superficie quemada de bosque nativo por región entre periodo 1994-1999 y 2010-2015.



(1) El porcentaje indica el aumento (o disminución) del área quemada durante la megasequía (2010-2015) respecto del periodo 1994-1999

Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF

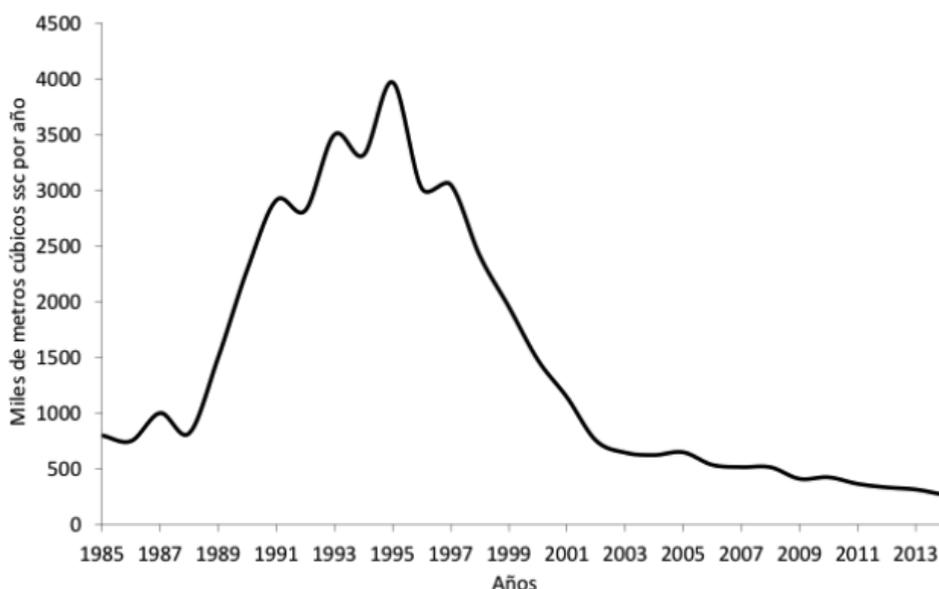
3.3.3 Cambios en la presión productiva.

3.3.3.1 Consumo industrial de madera nativa

La Figura 3.10 muestra la evolución del consumo industrial de maderas nativas para el período 1985–2014 (INFOR, 2008; INFOR, 2015a, Figura 3.10). Hasta 1988, el consumo industrial de maderas nativas no alcanzaba el millón de metros cúbicos sólidos anuales, los cuales eran utilizados para la producción de madera aserrada, chapas y tableros. A fines de los 80s comenzó el boom de las astillas (1989–2001), periodo que se caracterizó por un fuerte aumento en el consumo industrial de madera nativa, que alcanzó un máximo de 4 millones de metros cúbicos sólidos en 1995 (INFOR, 2008). Durante ese periodo, 22 millones de metros cúbicos fueron extraídos desde los bosques nativos para producir astillas de exportación, lo que generó un enorme y negativo impacto ambiental en extensas áreas de las regiones de Los Ríos y Los Lagos.

FIGURA 3.10

Consumo industrial de madera nativa, periodo 1985–2014

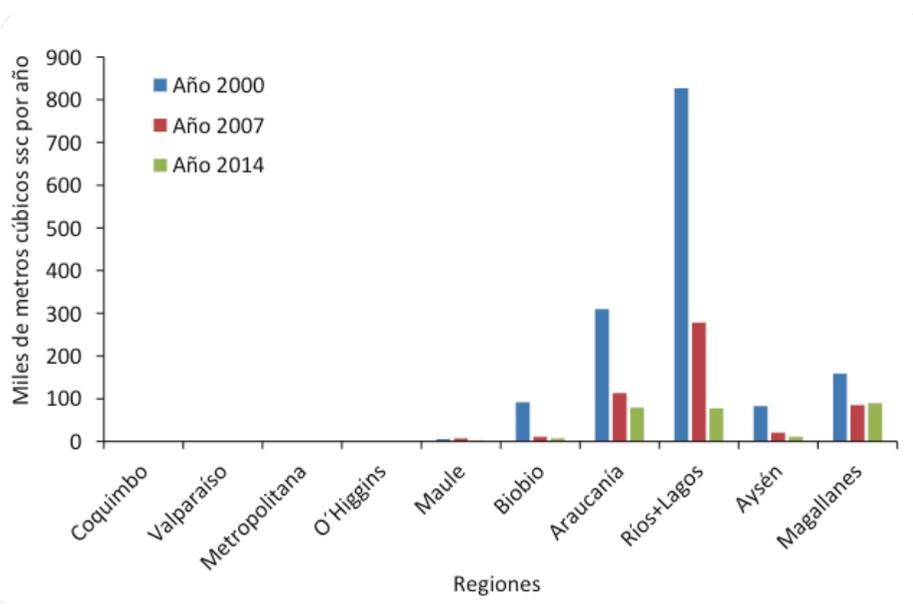


Fuente: INFOR (2008), INFOR (2015a). ssc: sólidos sin corteza.

La Figura 3.11 muestra que gran parte de la madera nativa que se consume en la industria forestal chilena se origina en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Entre los años 2000 y 2007 hubo una fuerte disminución en el consumo industrial de madera nativa, generado por la caída que experimentó el consumo de trozas para producción de astillas de exportación. Entre 2007 y 2014, esta tendencia continuó, aunque más concentrada en las regiones de Los Ríos y Los Lagos. En las regiones de La Araucanía y Aysén también se produjo una disminución, pero mucho más suave, mientras que en Magallanes se observó un leve aumento.

El fuerte proceso de descapitalización (degradación) ocurrido en los bosques nativos de las regiones de Los Ríos y Los Lagos durante los años 90s (década de las astillas), puede ser una de las causas de esta merma en el consumo industrial de madera nativa. Éste y otros procesos (disponibilidad de madera de pino y otras especies, envejecimiento de la población rural, migración rural-urbana, etc.) han reducido el consumo industrial de madera nativa, alcanzando un mínimo histórico de 266 mil metros cúbicos sólidos en 2014 (durante los 80s, el consumo promedio superaba los 800 mil metros cúbicos anuales).

FIGURA 3.11
Consumo industrial de madera nativa por región de origen



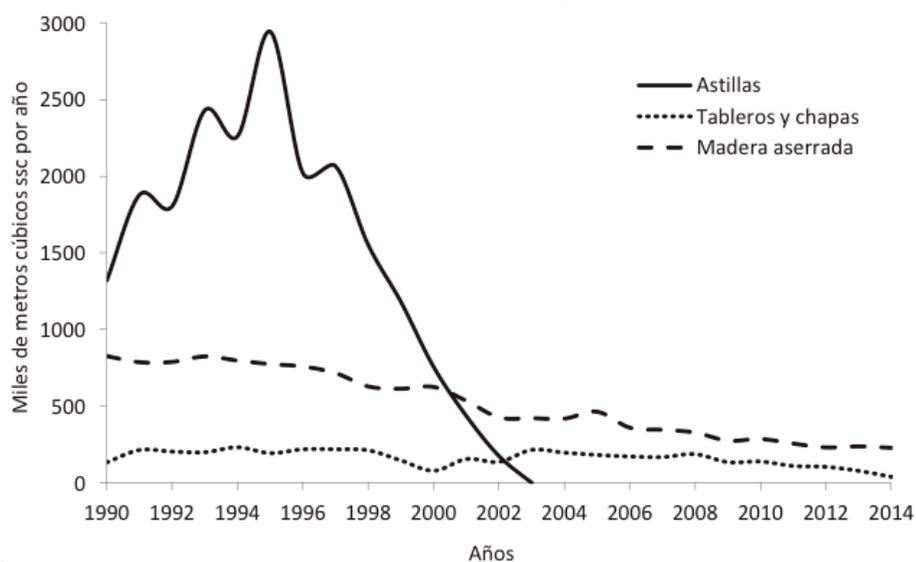
Ríos+Lagos: las regiones de Los Ríos y Los Lagos se presentan juntas debido a que no fue posible dividir el consumo de madera en trozas el año 2000, cuando ambas eran parte de una misma unidad administrativa. ssc: sólidos sin corteza.

Fuente: INFOR (2001), INFOR (2008), INFOR (2015a).

El año 2002 prácticamente cesa el consumo de madera nativa para astillas (producto con bajo valor agregado), lo cual fue una excelente noticia para la conservación del bosque nativo (Figura 3.12, Cuadro 3.8). La extracción de trozas (metros rumas) para producir astillas, sin un adecuado manejo de los bosques, fue una de las principales causas de la destrucción y degradación de cientos de miles de hectáreas de bosque nativo en el sur del país. El consumo de trozas para la producción de tableros y chapas ha ido disminuyendo hasta representar en 2014 solo el 15% del consumo industrial de madera nativa (Figura 3.12). Ese año, el 85% restante se destinó a madera aserrada (Cuadro 3.8), la cual se originó en las regiones de Magallanes (39% del volumen total), Araucanía (22%), Los Lagos (17%) y Los Ríos (12%) (INFOR, 2015a).

El año 2000, el 47% del consumo de trozas de madera nativa se utilizaba para la producción de madera aserrada, tableros y chapas, con un volumen de 700 mil m³ ssc/año. El año 2014, esos productos representan el 100% del volumen, aunque la cantidad de madera involucrada es mucho menor (266 mil m³ ssc/año) (INFOR, 2015a, Figura 3.12, Cuadro 3.8). Esta tendencia es negativa, ya que tanto la madera aserrada como aquella utilizada en la elaboración de tableros y chapas le da valor a los bosques (productos con valor agregado), generando al mismo tiempo miles de empleos y fomentando el manejo de estos ecosistemas.

Uno de los factores que han incidido fuertemente en esta merma del consumo de madera nativa en los aserraderos y las plantas elaboradoras de tableros y chapas, ha sido la alta disponibilidad de madera de pino radiata. Grandes empresas, como Arauco y CMPC, inundan el mercado con madera de especies exóticas a precios muy bajos, lo que reduce la demanda de trozas de madera nativa destinados a los diferentes productos. Otro factor que incide a favor de la utilización de madera de pino es su mayor cercanía a las industrias y aserraderos y la red caminera que los une a dichos destinos, comparado con los bosques nativos que son aprovechables para producir madera. Por último, en el caso de los tableros OSB, el uso de madera nativa compite con su aprovechamiento para producir leña, con lo cual los propietarios obtienen un ingreso más alto y mejor aprovechamiento del volumen.

FIGURA 3.12.**Consumo industrial de madera nativa por producto****CUADRO 3.8****Consumo industrial de madera nativa entre 1999 y 2014**

Año	Astillas (miles de m ³ ssc/año)	%	Madera aserrada (miles de m ³ ssc/año)	%	Tableros y chapas (miles de m ³ ssc/año)	%	Otros (miles de m ³ ssc/año)	%
1999	1180	60	613	31	146	7	15	1
2000	756	51	625	42	79	5	16	1
2001	436	38	534	47	155	14	16	1
2002	174	23	426	56	137	18	17	2
2003	0	0	421	65	215	33	10	2
2004	0	0	418	67	197	32	8	1
2005	0	0	463	71	182	28	4	1
2006	0	0	359	67	172	32	5	1
2007	0	0	345	67	168	33	2	0
2008	0	0	327	63	187	36	1	0
2009	0	0	274	67	135	33	1	0
2010	0	0	285	67	139	33	1	0
2011	0	0	255	70	110	30	1	0
2012	0	0	230	69	104	31	0	0
2013	0	0	237	75	78	25	0	0
2014	0	0	227	85	39	15	0	0

ssc: sólido sin corteza.

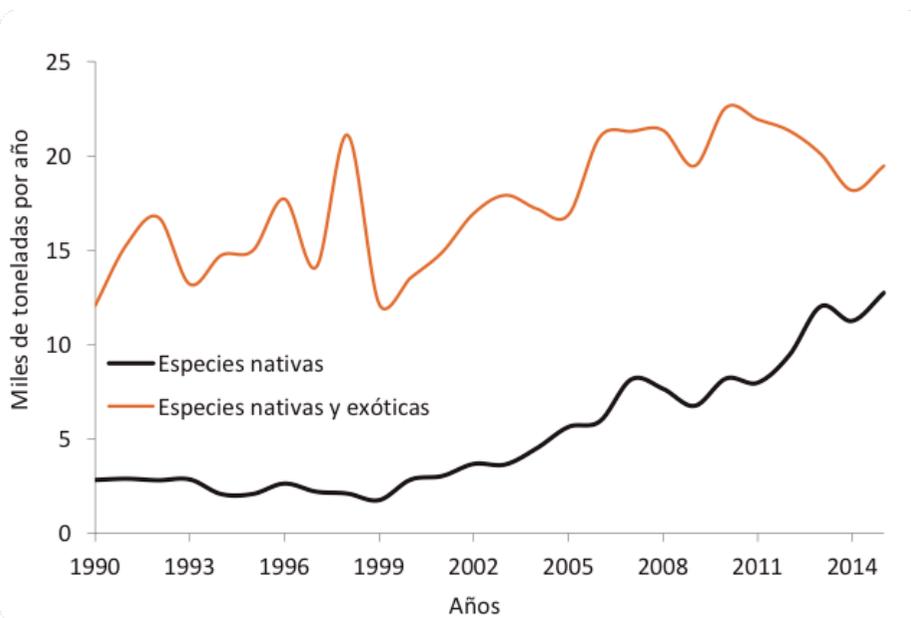
Fuente: INFOR (2015a).

El consumo de madera de especies nativas para fines industriales para el período 1999–2001 estimada en un promedio anual de 1,54 millones de m³ (50% destinado a astillas), disminuyó a cerca de un quinto de este valor en el trienio 2012–2014 (0,31 m³ anuales (76% destinado a madera aserrada, cálculos a partir del Cuadro 3.8).

3.3.3.2 Consumo de productos forestales no madereros que provienen de bosques nativos

No existen estadísticas sobre producción y consumo de productos forestales no madereros (PFNM) a nivel nacional (mercado interno). Sin embargo, INFOR (2016) lleva estadísticas sobre exportación de PFNM, tanto de especies nativas como exóticas (hierbas, hongos, aceites, semillas, entre otros). Entre 1990 y 1999, la exportación de PFNM se mantuvo relativamente estable, sin embargo a partir de ese año se observa un aumento gradual en los volúmenes exportados, especialmente de aquellos PFNM que se producen a partir de especies nativas (Figura 3.13, Cuadro 3.9). Hoy, Chile exporta casi 20 mil toneladas de PFNM por un valor de 83 millones de dólares FOB, de los cuales 13 mil toneladas (62 millones de dólares FOB) corresponden a especies nativas. La importancia relativa de las especies nativas, tanto en el volumen como en el valor de lo exportado, se ha incrementado fuertemente. Entre 1990 y 1999, las exportaciones de PFNM nativas representaban entre el 5% y 14% del valor total exportado, llegando al 75% en 2015.

FIGURA 3.13.
Exportación de productos forestales no madereros



Fuente: INFOR (2016).

Entre 1999 y 2015, el valor de las exportaciones de productos derivados del quillay se ha multiplicado por 20, alcanzando los 19 millones de dólares FOB, mientras que en el caso de los derivados del boldo se ha sextuplicado (5,4 millones de dólares FOB). Las exportaciones de hongos Boletus y Morchella también han aumentado durante el período, pero a un ritmo mucho más lento (Cuadro 3.9). Otros productos, menos relevantes, que aumentaron sus niveles de exportación durante este periodo son la avellana, que crece de 20 mil dólares en 1999 a 26 mil dólares en 2015, y el coligue (de 11 mil a 39 mil dólares FOB).

Por otra parte, el 2015 se exportaron una serie de productos nuevos entre los que destacan el musgo Sphagnum sp. (14,5 millones de dólares FOB) y los derivados del maqui (4,5 millones de dólares FOB). Otros productos que emergen el 2015 con respecto a 1999, son las plantas de Araucaria araucana (61 mil dólares FOB), las hojas de Helecho (39 mil dólares FOB), y el fruto de la Murta (29 mil dólares FOB).

CUADRO 3.9

Exportación de los principales productos forestales no madereros de especies nativas

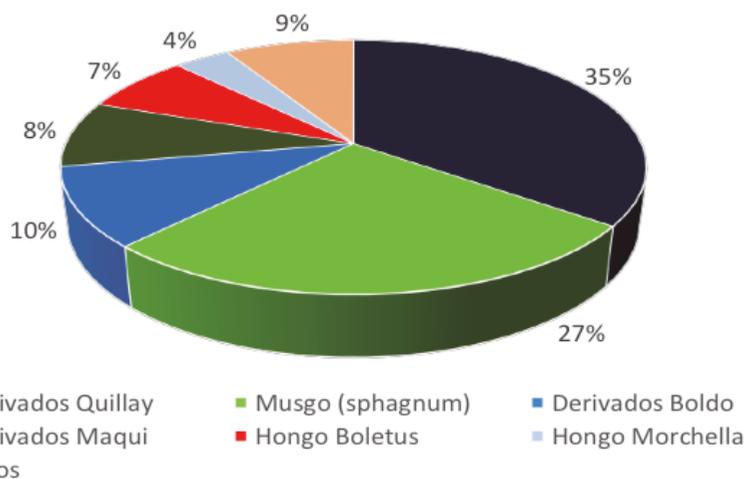
Principales productos	Volumen exportado (ton/año)			Valor exportado (US\$FOB/año)		
	1990	1999	2015	1990	1999	2015
Hongo Morchella conica	0	57	54	19.768	1.778.521	2.007.398
Hongo Boletus loyo	863	1.143	1.368	1.004.495	2.302.284	3.938.448
Derivados Boldo (hojas y otros)	681	1.456	2.633	235.309	895.103	5.427.820
Derivados Quillay (extracto y otros)	1.604	257	2.494	557.398	818.689	19.030.227
Derivados Maqui (frutos y otros)	0	0	178	0	0	4.538.950
Musgo (Sphagnum)	0	0	3.884	0	0	14.484.528
Total	3.148	2.912	10.612	1.816.970	5.794.597	49.427.370

Fuente: INFOR (2016).

Los principales PFNM nativos exportados en 2015, en términos de valor exportado (dólares FOB), fueron los siguientes: derivados de quillay (extractos, corteza, etc.), musgos (Sphagnum sp.), derivados de boldo (especialmente hojas), entre otros (Figura 3.14). En informes anteriores se incluía a la Rosa Mosqueta como un producto forestal no maderero importante, sin embargo en este informe se ha excluido debido a que en estricto rigor no corresponde a un producto asociado a bosques, menos a bosques nativos.

FIGURA 3.14

Productos forestales no madereros generados a partir de especies nativas, exportados en 2015 (US\$ FOB).



Fuente: INFOR (2016).

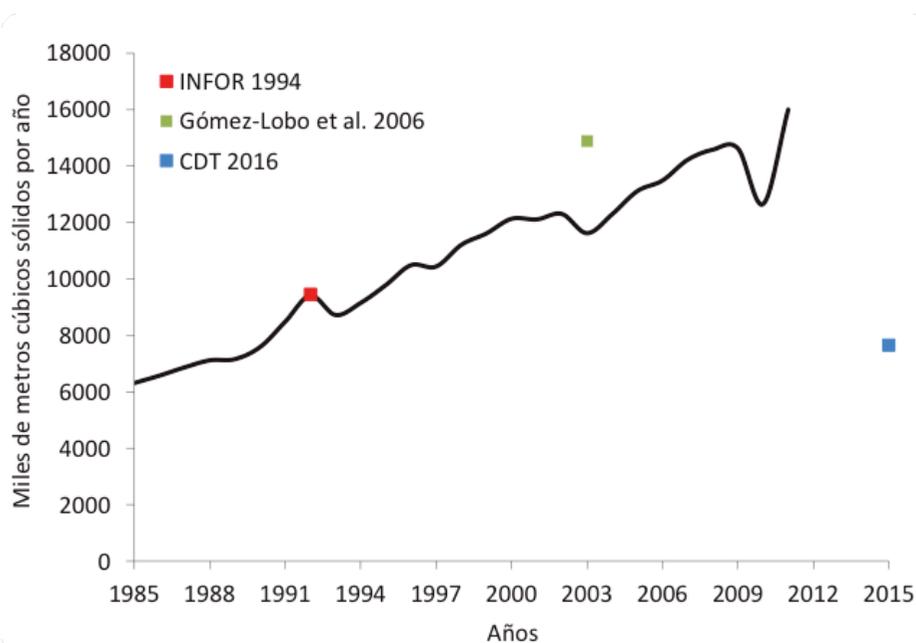
3.3.3.3 Cambios en la presión para consumo energético

En Chile, buena parte de la madera nativa se consume como leña (uso no industrial de la madera). Desde la década de los 80s, INFOR viene publicando anuarios estadísticos que presentan el consumo nacional de leña (maderas nativas y exóticas). De acuerdo a INFOR (2014, p. 55), estas cifras han sido estimadas a partir de publicaciones de la Comisión Nacional de Energía, quienes en 2012 cambiaron sus metodologías y definiciones para homologarse a los estándares de la Agencia Internacional de Energía, lo que impidió seguir publicándolas. Es decir, las estadísticas sobre consumo de leña llegan hasta el 2011 (Figura 3.15).

En general, las cifras sobre consumo de leña en Chile albergan una enorme incertidumbre debido al desconocimiento que existe sobre las metodologías utilizadas por la Comisión Nacional de Energía para estimarlas, y al poco interés que ha habido desde el Estado para generar conocimiento sobre el tema, a pesar de la gran importancia que tiene la leña en la matriz de energía primaria (MINENERGIA, 2016). La incertidumbre fue y sigue siendo la principal característica del consumo de leña.

Las estimaciones sobre consumo de leña producida a partir de especies nativas, publicadas en versiones anteriores de Informe País, fueron elaboradas a partir de INFOR (1994). Dado el tiempo transcurrido desde que se publicó ese estudio, se ha decidido dejar de realizar esa estimación debido a la incertidumbre asociada. Por tanto, las cifras que se presentan en esta sección del documento corresponden a madera nativa y exótica, a excepción de las estimaciones realizadas por INFOR (1994) y CDT (2016), las que se mencionan más adelante.

FIGURA 3.15.
Consumo de leña en Chile (especies nativas y exóticas)



Fuente: INFOR (1994), INFOR (2008), INFOR (2014), Gómez-Lobo et al. (2006), CDT (2016).

Las estadísticas de INFOR indican que en 1985 el consumo de leña en Chile era de 6,3 millones de metros cúbicos sólidos (especies nativas y exóticas), lo cual aumentó a 11,6 millones en 1999 y a 16,0 millones en 2011 (INFOR, 1994; 2008; 2014, Figura 3.14). Sin embargo, estas estimaciones no coinciden con otros estudios realizados en el mismo período. Por ejem-

plo, el año 2003, Gómez-Lobo et al. (2006) estimaron un consumo nacional de leña de 14,8 millones de metros cúbicos sólidos, mientras que para el mismo año INFOR estimaba 11,6 millones. Posteriormente, en 2015, CDT (2016) estimó un consumo de 7,6 millones de metros cúbicos sólidos, mientras que la última estimación realizada por INFOR en 2011 era de 16 millones. Estas discrepancias aún no tienen respuesta por parte de las instituciones del sector.

Con respecto a la composición del consumo de leña, en 1992 INFOR estimó que el 61% del volumen provenía de especies nativas, porcentaje que habría aumentado al 80% en 2015, según CDT (2016). Esta mayor importancia de las especies nativas en el abastecimiento de leña no es coherente con las tendencias observadas en otros estudios. En 1991, el 97% de la leña utilizada en la ciudad de Valdivia correspondía a especies nativas (Murúa et al. 1993), lo que se redujo al 55% en 2014 (INFOR, 2015b). En La Unión, el 93% de la leña consumida en 2004 correspondía a especies nativas (DECON-CNE, 2005), lo cual se redujo al 29% en 2014 (INFOR, 2015b).

La medición del consumo nacional de leña realizada por CDT (2016), por encargo del Ministerio de Energía, no es consistente con una serie de tendencias que se venían observando en el sector: a) aumento gradual en el consumo nacional de leña, b) reemplazo gradual de especies nativas por exóticas, y c) mayor peso del sector industrial en el consumo total de este combustible.

El no tener estadísticas confiables sobre el consumo nacional de leña, su composición (importancia relativa de especies nativas y exóticas), y otros aspectos, es muy grave considerando que la leña es el principal producto maderero que se obtiene del bosque nativo. El estudio que acaba de publicar el Ministerio de Energía con respecto al consumo nacional de leña (CDT, 2016) deja más interrogantes que respuestas, en la medida que contradice las estadísticas oficiales y otros estudios disponibles hasta la fecha.

A pesar de las limitaciones señaladas en la estimación del volumen total de madera nativa cosechada para la producción de leña, en el período 1999 - 2010 dicho volumen ha tenido un aumento de un 38% mientras que el consumo de madera nativa para uso industrial ha disminuido un 86% en el período 1999-2014 (Cuadro 3.10). Expresados como variación anual, el aumento para la producción de leña es de un 3,1 % y una disminución para el uso industrial de un 5,7% (Cuadro 3.10).

CUADRO 3.10
Variación en el consumo industrial de madera nativa y el consumo de leña de madera nativa y exótica, según las estadísticas de INFOR.

Variable	Volumen 1999 (miles de m ³ ssc/año)	Volumen 2011	Volumen 2014 (miles de m ³ ssc/año)	Variación total (%) (miles de m ³ ssc/año)	Variación media anual (%)
Consumo industrial de madera (especies nativas)	1.953	266	-86	-5,7	
Consumo de leña (especies nativas y exóticas) ¹	11.613	15.998	-	+38	+3,1

¹ En 1992 INFOR (1994) estimó que el 61% de la leña consumida en Chile correspondía a maderas de especies nativas. Sin embargo, no existe una estadística anual y la cifra que acaba de publicar CDT (2016) no es coherente con las tendencias observadas.

ssc: sólido sin corteza.

Fuente: INFOR (2015a).

3.3.4 Causas de degradación del bosque nativo

En Chile las principales causas de degradación de bosques son los incendios, la producción de leña y la actividad ganadera (Donoso et al. 2014, Zamorano-Elgueta et al. 2012, 2014). Tanto la leña como la provisión de forraje y refugio para el ganado corresponden a productos madereros y no madereros, de notable importancia para las economías rurales. Sin embargo, en general estas prácticas se realizan sin una asistencia técnica adecuada, generando impactos negativos por ejemplo en la regeneración natural de los bosques, como lo han demostrado recientes investigaciones (Zamorano-Elgueta et al. 2012, 2014). Ello tiene especial relevancia, por cuanto uno de los atributos ecológicos más importantes de un ecosistema forestal es la regeneración, la cual se caracteriza por responder más rápidamente a la mayor parte de las alteraciones de origen antrópico en comparación a los árboles adultos (Cayuela et al. 2006). La regeneración forestal es el proceso que asegura las sucesivas generaciones de árboles (Barnes et al. 1998) y es esencial para el mantenimiento de las funciones ecológicas de los bosques en el largo plazo (Donoso y Nyland 2005). Este tipo de antecedentes sobre el impacto de alteraciones de origen antrópico pueden proveer información crítica sobre la influencia de estos impactos en la composición y en el funcionamiento de los ecosistemas, así como también en su resiliencia a los cambios medioambientales (Cadotte et al. 2011).

3.3.4.1 La leña como factor de degradación de los bosques nativos

El principal producto comercial generado por los bosques nativos es la leña, actividad que se caracteriza por su informalidad. Gómez-Lobo et al. (2006) señalan que cerca del 90% del mercado de la leña opera al margen de la normativa vigente, sea tributaria, laboral, permisos municipales (patentes comerciales), de salud, transporte y forestal. Entre los impactos de esta informalidad destaca la degradación estructural de los bosques nativos explotados para la producción de leña, sin planes de manejo autorizados por CONAF, con diversos impactos en los ecosistemas aún no evaluados ni comprendidos. De este modo, estas prácticas, que han ocurrido por décadas, han derivado en una pérdida importante del valor ecológico y económico de los bosques nativos, disminuyendo su capacidad para proveer bienes y servicios, entre ellos la captura y almacenamiento de carbono, y por lo tanto, generando una pérdida sustancial del capital natural del país, derivando en significativas emisiones de gases de efecto invernadero asociadas (CONAF 2016b), entre otros impactos. Este fenómeno, además, ha fomentado el abandono de los bosques, y en algunos casos, su deforestación y definitiva sustitución por otros usos productivos de mayor rentabilidad privada, incrementando aún más las emisiones asociadas al mal uso del recurso (Donoso et al. 2014).

3.4 EVOLUCIÓN DE LOS FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL BOSQUE NATIVO

3.4.1 Cambios en la legislación referida al bosque nativo.

En 1999 no se contaba con una ley de bosque nativo, y el Proyecto de Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal presentado por el Gobierno del Presidente Aylwin al Congreso en marzo de 1992 no había sido aprobado. El largo proceso legislativo estuvo caracterizado por la falta de acuerdo entre los diversos actores involucrados (grandes empresas forestales, organizaciones conservacionistas y ciudadanas, organizaciones campesinas, sector académico) que redundó en una falta de acuerdo y baja prioridad otorgada por los sucesivos Gobiernos de la Concertación y el Senado. Esto llevó a un largo proceso de tramitación, en que La Ley de Bosque Nativo y Fomento Forestal, en adelante LBN (Ley

20.283 del Ministerio de Agricultura) finalmente fue promulgado en Julio de 2008, después de más de 16 años desde la presentación inicial del proyecto a través de un proceso que involucró diversas etapas (Lara et al. 2010).

3.4.1.1 Bosques de Protección y Conservación

En el año 2015 hay un cambio sustantivo en la legislación forestal relativa al bosque nativo contándose con la LBN. Entre los aspectos principales de esta ley, son la definición de bosques nativos de protección y conservación, el pago de bonificaciones a actividades silviculturales o aquellas que favorezcan la regeneración, recuperación o protección de bosques nativos y formaciones xerofíticas, asignadas a través de concurso. El También crea el Fondo de Investigación de Bosque Nativo, y el Consejo Consultivo del Bosque Nativo, materias que han sido analizadas en detalle en versiones anteriores del Informe País (Lara et al. 2010).

Respecto a los bosques nativo de protección y conservación los define como “aquél, cualquiera sea su superficie, que se encuentre ubicado en pendientes iguales o superiores a 45%, en suelos frágiles o a menos de doscientos metros de manantiales, cuerpos o cursos de agua naturales, destinados al resguardo de tales suelos y recursos hídricos”. No obstante, estos bosques no están excluidos de corta o intervenciones con fines madereros y el Artículo 17 de la LBN establece que las medidas de protección de suelos, cuerpos de agua y humedales, serán normados por un Reglamento para tales fines, el cual fue dictado en 2010. Este Reglamento establece anchos mínimos de 5, 10 y 15 metros a cada lado en torno a los cursos de agua, para diferentes condiciones de pendiente, en los cuales se excluye o se regula la intervención. No obstante, la investigación sobre la materia realizada en la Reserva Costera Valdiviana ha demostrado que estos anchos son insuficientes para asegurar la calidad del agua en cuanto a sedimentos, y pérdidas de nitratos, nitrógeno total y fosfatos y que se requieren anchos de hasta 36 metros (Little et al. 2014).

3.4.1.2 Bonificaciones al manejo y conservación del Bosque Nativo

Se pagan bonificaciones por las siguientes actividades y montos máximos, los cuales en el caso de los pequeños propietarios están incrementadas en un 15%:

- i) Actividades silviculturales destinadas a manejar y recuperar bosques nativos para fines de producción de madera (hasta 10 UTM/ha).
- ii) Actividades silviculturales dirigidas a la obtención de productos forestales no madereros
- (PFNM) (hasta 5 UTM/ha).
- iii) Actividades que favorezcan la regeneración, recuperación o protección de formaciones xerofíticas de alto valor ecológico o bosques nativos de preservación definidas como aquellas en que están presentes especies incluidas en las categorías de conservación, por ejemplo vulnerable o en peligro (hasta 5 Unidades Tributarias Mensuales, UTM/ha). Los montos máximos mencionados anteriormente se incrementarán en un 15% cuando se trate de pequeños propietarios forestales, y de 0,3 UTM/ha cuando el plan de manejo forestal se conciba bajo criterio de ordenación.

La LBN establece un monto anual asignado en el presupuesto nacional equivalente a US\$ 8 millones de dólares en el momento de su dictación y anualmente CONAF establece una Tabla de Valores para cubrir parcialmente el costo de una serie de actividades para diferentes tipos forestales y condiciones. Ejemplos de estas actividades son: plantación de enriquecimiento a bajas densidades (ej. 300 plantas/ha), raleo, eliminación de especies invasoras, cercado, construcción de senderos de turismo y protección. El monto de cada una de estas actividades a bonificar es menor que los valores máximos por hectárea, lo cual representa el monto máximo a pagar (es decir 5 o 10 UTM/ha mencionados anteriormente), sumando las diferentes actividades a bonificar en cada hectárea sometida a la LBN.

El pago de las bonificaciones, ha sido creciente en el tiempo pero desde que se dictó la ley, el pago efectivo de éstas ha representado un porcentaje bajo del total disponible según el presupuesto y asignado mediante concurso a los propietarios que han postulado cada año (Cuadro 3.11). La ejecución de este presupuesto respecto de los montos asignados por concurso fue de un 15,7 como promedio para el período 2011–2015, empezando con un 6% en 2011 y aumentando hasta alcanzar el valor máximo de 20,4% en 2014 Cuadro 3.11)

CUADRO 3.11

Monto Aprobado en concurso y monto de pago efectivo por bonificaciones de la Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal en el período 2011–2015.

Año al	Monto Aprobado en Concurso Millones de \$	Monto pagado Millones de \$	Porcentaje de pago respecto aprobado en concurso (%)
2011	4257	255	6,0
2012	4547	622	13,7
2013	4442	856	19,3
2014	4683	955	20,4
2015	4309	808	18,8
TOTAL	22239	3496	15,7

Fuente: Elaboración propia a partir de cifras de CONAF (www.conaf.cl)

Del total de bonificaciones de la LBN efectivamente pagadas a los propietarios de bosque nativo en el período 2011–2015, el monto mayor ha sido destinado a las actividades silviculturales con fines de producción maderera, seguida de aquellas para la obtención de PFNM, las cuales representan un 82,6 y 15,8 % del total, respectivamente. La categoría que ha recibido el menor monto corresponde a los bosques de preservación y formaciones xerofíticas 1,6 % del total. (porcentajes estimados a partir de estadísticas proporcionadas por el Departamento de Bosque Nativo de CONAF).

El bajo impacto de la Ley de Bosque Nativo en cuanto al aporte efectivo de recursos a los propietarios que habían postulado y ganado el concurso para manejar o conservar el bosque nativo puede explicarse por una serie de razones. Entre éstas destacan el hecho que el propietario deba costear la totalidad de la actividad, y sólo recuperar una fracción del costo pagado comúnmente en parcialidades en temporadas sucesivas, una vez que CONAF verifica el cumplimiento. Por otro lado el monto total considerado en las tablas de valores es insuficiente respecto a los costos a cubrir, resultando poco atractivo.

Estas restricciones de la Ley de Bosque Nativo son reconocidas en el Documento emanado del Consejo de Política Forestal (CONAF 2016c) al señalar: "Pese a la vigencia de la Ley de Bosque Nativo, la incorporación de este recurso al manejo con fines de protección y conservación no es significativa. Los bosques nativos presentan diversos grados de deterioro por la acción antrópica, como lo son las talas clandestinas o la extracción informal de madera para leña y carbón. Lo anterior pone en riesgo acuerdos y compromisos internacionales suscritos por Chile, como por ejemplo, el de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CoP21/2015), realizada recientemente en París."

Otras limitaciones para la implementación de la Ley N° 20.283 se refiere al conocimiento científico-técnico existente sobre los bosques nativos el cual no está adecuadamente sistematizado ni compilado en documentos que permitan su sencilla difusión (Cruz et al. 2012). Por ejemplo, a la fecha no existe una adecuada divulgación de los resultados previos sobre manejo forestal sustentable (Cruz et al. 2012). En el caso de los pequeños propietarios, el 83% de los proyectos

presentados al concurso se explica por el apoyo de los extensionistas forestales de CONAF (Cruz et al. 2012). Por lo tanto es fundamental el levantamiento de información que permita cuantificar el real impacto económico, social y ambiental de las bonificaciones entregadas por la ley, y de las acciones para aumentar dichos impactos.

3.4.1.3 Fondo de Investigación del bosque nativo

Un aporte importante de la LBN es que estableció el Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN). Este Fondo tiene por objeto promover e incrementar los conocimientos en materias vinculadas con los ecosistemas nativos, su ordenación, preservación, protección, aumento y recuperación (CONAF 2015). Los recursos de este Fondo concursable, son fijados anualmente por la Ley de Presupuesto de la Nación y administrados por la Corporación Nacional Forestal. Estos recursos están orientados a incentivar y apoyar la investigación científica en diversas áreas, considerando como tópico principal los bosques nativos, su conservación y manejo, y el desarrollo de iniciativas complementarias a las indicadas, que permitan aportar antecedentes, información, difusión, conocimiento o recursos tendientes al cumplimiento del objetivo de esta ley. Desde el año 2009, cuando se realizó el primer concurso del FIBN, se han financiado 98 proyectos, con una inversión total de \$4.322,9 millones de pesos (Cuadro 3.12). Llama la atención que dicho monto sea un 23,6 % superior que los \$3.496 millones entregados como bonificaciones para actividades siculturales para el manejo sustentable y conservación del bosque nativo (Cuadro 3.11). Estas diferencias se pueden explicar por las limitaciones que ha presentado la LBN para apoyar a los propietarios de bosque nativo, las cuales ya han sido expuestas.

CUADRO 3.12

Financiamiento del Fondo de Investigación del Bosque Nativo y número de proyectos por año. Monto total por año (millones de \$).

Año	Nº de proyectos	Financiamiento
2010	23	638,9
2011	21	798,3
2012	18	533
2013	13	691,4
2014	12	808,4
2015	11	852,8
Total	98	4.322,9

Fuente: CONAF <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/estadisticas-forestales/>

3.4.1.4 Limitaciones de la ley de bosque nativo como instrumento de Regulación.

Además de las debilidades de la ley relativas a la promoción del manejo y conservación del bosque nativo a través de bonificaciones, ya discutidas, la Ley de Bosque Nativo nació con debilidades que menoscaban su aporte. Entre las principales está la definición de bosque nativo que fija un área mínima de 0,5 ha y un ancho de 40 metros. Los bosques de protección y conservación y las especies en categorías de conservación protegidas por ley (ej. Alerce, Araucaria, Belloto del Norte) no tienen un área mínima. Pero el resto de los rodales de bosque si son menores del área y ancho mínimos referidos, al no estar reconocidos en la ley, pueden ser habilitados como praderas, sustituidos por plantaciones o sometidos a corta

con fines madereros sin regulación o limitación alguna. Esta disposición no considera las recomendaciones de la comunidad científica respecto a la importancia de estos rodales y deja sin ningún resguardo a los fragmentos de menor tamaño que justamente tienen un rol clave en la recuperación del bosque nativo o como núcleos desde los cuales realizar la restauración.

Otra limitación es que las sanciones a los infractores de la legislación forestal continúan siendo vistas por los Juzgados de Policía Local y no en tribunales de mayor jerarquía según lo propuesto por varios actores durante la larga discusión de la ley. Esto lleva a que las multas en general sean bajas, y en muchos casos no se paguen ya que éstas son permutables por reclusión nocturna en hospitales y otros recintos.

Una tercera debilidad es que en su Artículo 19, la ley protege a los bosques definidos como de preservación por contener o ser hábitat de especies clasificadas en las categorías de conservación. No obstante, dispone que podrán intervenir o alterarse el hábitat de los individuos de dichas especies, previa autorización de CONAF, la que se otorgará por resolución fundada, cuando dichas intervenciones sean imprescindibles y que tengan por objeto la realización de investigaciones científicas, fines sanitarios o estén destinadas a la ejecución de actividades u obras de interés nacional. La eliminación de bosque nativo, en obras de interés nacional, incluyen caminos, centrales hidroeléctricas, líneas de alta tensión, tranques de relave y otros. Quienes desarrollan estos proyectos (los titulares) deben presentar un plan "Plan de Preservación" en que estipulan las condiciones para establecer como medida de compensación una plantación con las especies arbóreas que han sido eliminadas en un área igual a la afectada por el proyecto. Una limitación importante de estas compensaciones es que se puede plantar especies exóticas junto a las nativas. De esta manera, la ley faculta para reemplazar ecosistemas diversos y complejos que se han desarrollado durante siglos, por una plantación con una o más especies arbóreas y en que existe una incertidumbre respecto a su futuro y que en el mejor de los casos tardará muchas décadas en tener una composición, estructura, función y servicios ecosistémicos comparables con el ecosistema que ha sido destruido. Una opción a esta modalidad, sería la obligación de establecer un área protegida con ecosistemas representativos a los que van a ser eliminados o expandir un área protegida ya existente y hacerse cargo de los costos de su protección mientras durante la vida útil del proyecto.

3.4.1.5 Otras Iniciativas Legislativas en el período 1999 - 2015

- a) INSTITUCIONALIDAD FORESTAL

CONAF es la Corporación Privada creada en 1972 que hasta hoy está encargada de administrar y fiscalizar la legislación forestal, administrar el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas y fomentar el sector forestal en Chile. Su carácter de institución privada determina como es evidente importantes limitaciones en el cumplimiento de su función. En el período de análisis ha habido iniciativas para la creación de una institucionalidad forestal pública. El 20 de julio del 2009, a través del Oficio No 2449, la Cámara de Diputados aprobó el Proyecto de Ley proponiendo una nueva organización política y administrativa del sector forestal, que fue posteriormente discutido en el Senado. El Proyecto de Ley proponía los siguientes tres estamentos: la Subsecretaría Forestal, el Servicio Nacional Forestal y la Corporación Nacional. La Subsecretaría tendría como misión fundamental proponer al Ministro de Agricultura la política forestal nacional y asesorarlo en su implementación, incluyendo la protección de la flora y fauna, la preservación, conservación y recuperación de los ecosistemas forestales y de aquellos ecosistemas adscritos al Sistema de Áreas Silvestres Protegidas. Esta Subsecretaría dependería del Ministerio de Agricultura. No obstante, la iniciativa de la creación de la Subsecretaría no prosperó.

La falta de un Servicio Forestal Estatal continuó y al momento de aprobarse la Ley de Bosque Nativo en 2008, durante el Primer Gobierno de la Presidenta Bachelet, el Tribunal Constitucional en el Diario Oficial del 2 de Julio de 2008, condicionó la aprobación de cualquier nueva legislación a la creación del Servicio Forestal, al indicar la inconveniencia de mantener esta situación anómala y "exhorta a S.E. la Presidenta de la República para que regularice la situación jurídica de la CONAF".

Dicha innovación, otorgaría un marco legal e institucional con una dotación presupuestaria y de personal que permitan una fiscalización efectiva de la legislación forestal así como el manejo y administración eficiente de los recursos públicos entregados como, por ejemplo, bonificaciones a los propietarios.

El Segundo Gobierno de la Presidenta Bachelet consideró en su programa la creación de un Servicio Forestal. Al interior de CONAF desarrollaron un borrador de proyecto de ley el cual fue presentado en 2016 al Ministerio de Hacienda, sin conseguir el apoyo necesario para proseguir con la elaboración del proyecto. Por lo tanto CONAF continúa siendo una Corporación de Derecho privado.

- **b) PRÓRROGA AL DL 701**

El DL.701 dictado en 1974 y la ley 19.561 prorrogada en 1998 y que expiró en 2014, subsidiaron plantaciones forestales durante 40 años. Estas plantaciones estaban constituidas casi en su totalidad por *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, *E. nitens* y minoritariamente por otras especies exóticas. Los subsidios del DL 701 y de la ley 19.561 subsidiaron un total de 1,3 millones de ha y el monto pagado entre 1994 y 2014 fue de US \$ 476 millones (Presidencia de la República 2015). En 2012 durante el gobierno del Presidente Sebastián Piñera el Ejecutivo envió un proyecto de ley para prorrogar el DL 701, a pesar del apoyo por parte de CORMA como organización gremial que agrupa a las empresas forestales el cual obtuvo una fuerte oposición por parte de grupos conservacionistas, organizaciones campesinas, académicos y no fue aprobado por el Senado. Durante el Segundo Gobierno de la Presidenta Bachelet en Mayo de 2015, se presentó nuevamente un Proyecto de Ley de prórroga del D.L. 701 por tres años (Presidencia de la República 2015). Dicho proyecto un solo artículo y dos páginas de extensión consideraba un monto de \$35,000 millones de 2015 a ser pagados entre los años 2016 y 2013, aunque el proyecto planteaba una prórroga por tres años. El proyecto fue aprobado en la Comisión de Agricultura de la Cámara de Diputados, nunca fue votado en sala. Durante 2015 numeras organizaciones ciudadanas, a las cuales esta vez sumaron organizaciones Mapuche y a varios Senadores y el ex Intendente de la Región de la Araucanía Luis Huenchumilla. La oposición centró sus argumentos en los impactos ambientales y sociales negativos que han sido investigados y documentados para las plantaciones y que estos impactos se verían incrementados con la prórroga del DL 701. Los impactos ambientales incluían disminución de la provisión y calidad de agua en cuencas dominadas por plantaciones forestales, aumento de ocurrencia de incendios forestales, homogeneización del paisaje y pérdida de biodiversidad, sustitución y fragmentación de bosques nativos de relevancia global y aumento de invasiones de especies exóticas. Entre los impactos sociales se incluyeron la mantención de las condiciones de pobreza, precariedad del empleo por subcontratación, temporalidad y bajos salarios, intensificación de las condiciones de desigualdad de ingresos y oportunidades. También se argumentó que el problema de no contar con una institucionalidad forestal pública requerida por el Tribunal Constitucional no había sido subsanado, lo cual limitaba la capacidad de CONAF para la aplicación y fiscalización de una prórroga del DL 701.

Posteriormente, además de la oposición, el fallo judicial que establecía la existencia de colusión de precios de papel higiénico al consumidor en que participó una de las dos grandes empresas forestales de Chile que había recibido una proporción importante de las bonificaciones a las plantaciones desde el año 1974, amplió la base de los cuestionamientos a la prórroga del 701, y el Gobierno desistió de continuar su tramitación.

En reemplazo de la prórroga del 701, la propuesta de los grupos y actores sociales que se han opuesto, apunta a la formulación de una ley que cree el Servicio Forestal, así como de una Ley de Fomento Forestal con una visión de largo plazo, que establezca regulaciones sobre las prácticas forestales, protección de los cursos de agua y conservación de suelos, y que esté focalizada en entregar incentivos económicos a la conservación y restauración del bosque nativo, formaciones xerofíticas y otras formaciones vegetacionales nativas.

3.4.2 Avances en Política Forestal.

El Informe de 1999 describía una situación donde no había una política forestal explícita y que la política de hecho estaba basada en la expansión de las plantaciones forestales exóticas de propiedad mayoritariamente de las grandes empresas forestales y el desarrollo de la industria forestal. Esto junto a la falta de incentivos para el manejo sustentable y la conservación de los bosques nativos, así como una ausencia de regulación efectiva sobre las intervenciones en el bosque nativo.

Un desarrollo reciente que es relevante en materia de la elaboración de una política forestal explícita es la constitución del Consejo de Política Forestal en 2015, liderado desde el Ministerio de Agricultura, y particularmente CONAF. Dicho Consejo convocado por el Director Ejecutivo de CONAF, se constituyó en Enero de 2015 con una participación amplia de partes interesadas vinculadas al sector forestal, incluyendo a profesionales de INFOR, ODEPA, CORFO, representantes de las grandes empresas forestales, Colegio de Ingenieros Forestales AG, pequeña y medianos propietarios de bosques y empresas de la madera, Movimiento Unitario de Campesinos y Etnias de Chile (MUCECH), organizaciones sindicales, ONG ambientales y Académicos. Fue creado mediante el Decreto Número 41.155 del Ministerio de Agricultura, publicado en el Diario Oficial el 11 de marzo de 2015 y después de siete sesiones plenarias elaboró de un documento que resume los principales acuerdos para una política forestal para el período 2015-2035 (CONAF-Ministerio de Agricultura 2016). Este documento identifica los siguientes cuatro objetivos generales de la Política Forestal: Institucionalidad Forestal, Productividad y Crecimiento Forestal, Inclusión y Equidad Social y Protección y Restauración del Patrimonio Forestal, a los cuales define como ejes estratégicos. Para cada uno de ellos explicita la situación inicial a 2015 y metas a los años 2020, 2025 y 2035.

A continuación nos referiremos a una síntesis de temas relevantes de la política forestal acordada en 2015 para el bosque nativo. El eje estratégico de Productividad y Crecimiento Forestal identifica para el año 2035 la meta de forestación de medio millón de hectáreas en terrenos de aptitud preferentemente forestal, sin sustituir bosque nativo, y que pertenecen a pequeños y medianos propietarios o de propiedad fiscal, destinadas al manejo para la producción de materia prima de la industria de la madera. La meta para el año 2020 es al menos 50.000 ha en terrenos de pequeños y medianos forestales. No se aborda el tema de con qué especies se propone forestar, proporción entre nativas y exóticas, y si bien se menciona como objetivo "la certificación bajo normas de manejo de alto estándar y calidad" no se menciona explícitamente el objetivo de resguardar la biodiversidad o los servicios ecosistémicos tales como provisión de agua, la belleza escénica o las oportunidades de turismo, de tal manera de hacer compatible la producción de madera con los servicios ecosistémicos, según ha sido propuesto como una prioridad (Lara et al. 2011).

En este eje estratégico, se incluye además potenciar la función productiva sustentable del bosque nativo, orientándola hacia la producción de bienes madereros de alto valor, considerando los límites que imponen la conservación de la biodiversidad y las necesidades de las comunidades locales. Se propone una meta de cien mil hectáreas de bosque nativo manejado con un fuerte apoyo estatal en materias de fomento, capacitación y asistencia técnica para el año 2020 y de un millón de hectáreas para 2035.

El eje estratégico Equidad e Inclusión Social tiene por objetivo "generar las condiciones y los instrumentos necesarios para que el desarrollo forestal disminuya las brechas sociales y tecnológicas, mejore las condiciones y calidad de vida de los trabajadores forestales y sus familias, y respete la tradición y cultura de las comunidades campesinas e indígenas que habitan o están insertas en los ecosistemas forestales". Llama la atención que dentro de este objetivo general, no se mencionen los bosques nativos de cuya conservación, manejo y restauración dependen servicios ecosistémicos clave, tales como la provisión de agua. De esta forma, los bosques nativos son fundamentales para incrementar el bienestar e inclusión de los habitantes y comunidades de áreas rurales y la equidad social.

El eje estratégico de protección y restauración del patrimonio forestal centra su objetivo en

“Conservar e incrementar el patrimonio forestal del Estado, desarrollar los bienes y servicios ambientales y restaurar y proteger la biodiversidad que brindan los recursos y ecosistemas forestales”. Entre las metas fijadas para el año 2035 está la incorporación a procesos de restauración –bajo criterios de protección y conservación, utilizando preferentemente especies nativas– medio millón de hectáreas de terrenos de áreas prioritarias –pertenecientes principalmente a pequeños y medianos propietarios– que están deteriorados, erosionados, fragmentados en su cubierta vegetal, con pérdida de corredores biológicos o que presentan disminución de la calidad y cantidad de agua. Para el año 2020 se fija la meta de haber restaurado 50.000 ha con nueva cobertura arbórea y arbustiva, principalmente especies nativas, en áreas prioritarias determinadas por el Servicio Forestal del Estado.

Es un paso importante que el Estado formule una Política Forestal y que ésta refleje el acuerdo de los representantes de las diferentes partes interesadas en torno al sector forestal y que este consenso se haya logrado después de más de un año de trabajo sistemático. La política apunta a cuatro objetivos generales que son abordados como ejes estratégicos: institucionalidad forestal, productividad y crecimiento económico, inclusión y equidad social y protección y restauración del patrimonio forestal. No obstante, la política propuesta muestra la ausencia de una perspectiva transversal y falta de integración entre estos objetivos generales. Por otra parte, falta una visión de territorio en que debieran converger esos objetivos transversales, como la vía para hacer compatible la producción de madera para fines industriales, leña, provisión de agua y otros servicios ecosistémicos. También hay una insuficiente valoración y énfasis a los bosques nativos tal como lo muestra el hecho que en el objetivo de expansión de las plantaciones no se menciona el establecimiento de especies nativas, ni en el eje de equidad e inclusión social. En el eje estratégico de recuperación y restauración se plantea que la restauración debe ser “principalmente con especies nativas”, pero no se excluyen las exóticas lo cual no parece adecuado, pues con el uso de especies exóticas, puede que se cumplan objetivos de rehabilitación pero no de restauración ecológica. En este eje estratégico no se menciona una de las principales causas de destrucción del bosque nativo cual es la sustitución por plantaciones, lo que requiere de su restauración. Esto ha sido reconocido por las grandes empresas forestales quienes en su conjunto se han comprometido ante el sistema de certificación FSC a restaurar más de 30.000 hectáreas de bosque nativo sustituido por plantaciones después de 1994. Sin embargo, en la política forestal acordada, no se fijan metas, plazos ni instrumentos para restaurar esas áreas. El acuerdo de política no incorpora la priorización de la restauración de los bosques de protección y conservación en las áreas cercanas a los cursos de agua, a pesar que se ha demostrado el rol clave que juegan en la provisión de agua en cantidad y calidad (Little et al. 2014).

Por otra parte, en cuanto a bosque nativo sólo se fijan metas cuantitativas respecto al manejo del bosque nativo orientada a la producción de madera considerando resguardos ambientales. En este sentido, la política forestal formulada no enfrenta adecuadamente los problemas de fortalecimiento institucional a través de la creación del Servicio Forestal, ni la destrucción y degradación reconocidos en la misma política (objetivo estratégico 4, CONAF 2016c) ni del insuficiente apoyo, inversión, asistencia técnica y otras acciones del Estado que se requieren para revertir esta situación.

3.4.2.1 Adaptación al Cambio Climático y otros temas insuficientemente abordados

La propuesta efectuada por el Consejo de Política Forestal, si bien es un avance, no es suficientemente innovadora y no aborda o no da suficiente énfasis a diferentes temas de gran relevancia a ser considerados en un horizonte de tiempo hasta el año 2035. Entre ellos destaca la adaptación al cambio climático, a pesar que ésta es mencionada en los ejes estratégicos de Equidad e Inclusión Social así como en el de Protección y Restauración del Patrimonio Forestal. La Política no incorpora ni proyecta el trabajo dedicado que ha estado realizando CONAF desde 2014 liderando la formulación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales de Chile (ENCCR). Este proceso de formulación financiado por el Gobierno y que recibe aportes de agencias internacionales de cooperación ha incorporado a representantes de otros Ministerios, sector privado, organizaciones sociales, ONGs, propietarios y comunidades en la realización de un

un número grande de talleres realizados en las diferentes regiones, así como estudios contratados a través de diferentes licitaciones. La ENCCRIV busca, entre otras cosas, potenciar el rol de los bosques nativos y formaciones xerofíticas en la mitigación de los GEI por medio de su recuperación y protección, además de potenciar el establecimiento de formaciones vegetacionales en suelos factibles de plantar pertenecientes a pequeños y medianos propietarios, como estrategia de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático.

Por otra parte la política forestal formulada tiene importantes limitaciones para reorientar el sector forestal hacia un modelo más sustentable que el que ha imperado en las últimas cuatro décadas. Este modelo debe promover un desarrollo forestal balanceado, sobre la base de las plantaciones y el bosque nativo, así como establecer metas para reducir la concentración económica que genera las condiciones de falta de competencia al existir dos grandes empresas que generan condiciones oligopólicas y oligopsonías en la compra de materia prima, lo que es una seria limitación para promover la equidad e inclusión social. Todo lo anterior requeriría de una perspectiva territorial, integración entre los objetivos estratégicos y un énfasis en el apoyo del Estado hacia el manejo, conservación y restauración del bosque nativo. Por otra parte, alcanzar las metas propuestas para el año 2020 y 2035 en lo que respecta a bosque nativo, exigiría importantes cambios en la legislación, incluyendo regulación e instrumentos de fomento, los cuales no son abordados adecuadamente.

3.4.3 Sistemas de certificación del bosque nativo

La certificación es un mecanismo por el cual una tercera parte independiente (organismo certificador) evalúa la gestión de una empresa de acuerdo a un estándar determinado. A nivel mundial existen dos sistemas principales de certificación del sector forestal, los que rigen gran parte de la actividad forestal de nuestro país: la certificación PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certifications Schemes), que tiene su homóloga nacional, CERTFOR, y la FSC (Forest Stewardship Council).

3.4.3.1 CERTFOR

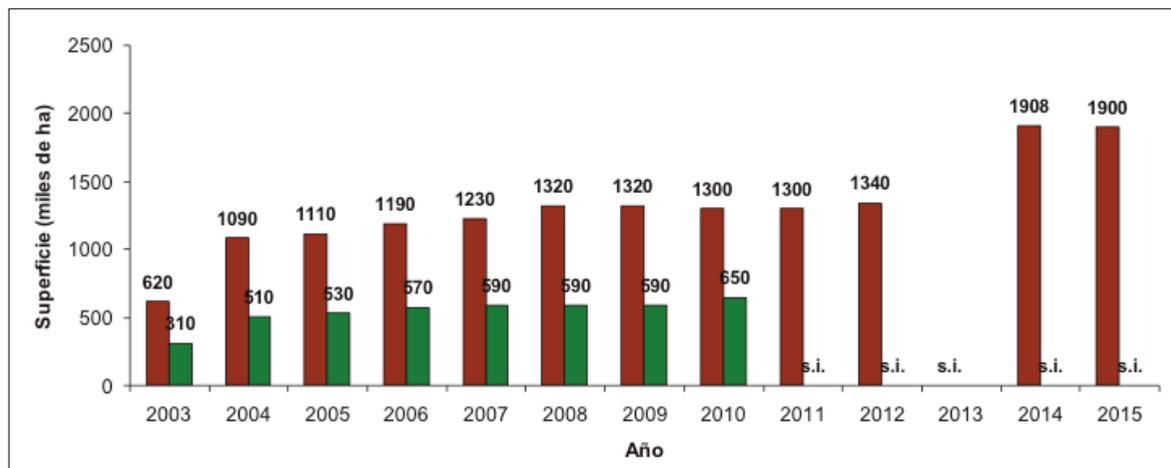
El Sistema Chileno de Certificación de Manejo Forestal Sustentable (CERTFOR) es un sistema nacional sin fines de lucro creado en 2002 con fondos públicos con el apoyo de la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO) y el Instituto Forestal (INFOR), y liderado por Fundación Chile. Dos años más tarde luego de su creación, fue homologado con su equivalente europeo PEFC (3). El sistema CERTFOR cuenta en la actualidad con cuatro estándares de certificación:

- Manejo sustentable para bosques nativos.
- Manejo forestal sustentable para plantaciones.
- Cadena de custodia.
- Certificación en grupo.

En el año 2003 un total de 930 mil ha se encontraban certificadas bajo el sistema CERTFOR, principalmente de plantaciones. Dicha superficie prácticamente se duplicó al año siguiente, mientras la superficie de bosques nativos certificada tuvo un incremento menor, tendencia que se mantiene en el tiempo. A partir del año 2004 el sistema presenta una superficie relativamente constante de plantaciones y bosque nativo certificada, la cual se ha mantenido en torno a 1.3 millones de ha de plantaciones con especies exóticas y 0.6 millones de ha de bosques nativos (Figura 3.16)

FIGURA 3.16

Superficie (miles de ha) certificada por el sistema CERTFOR según año. Para el período 2011-2015 no se cuenta con información de bosque nativo.



Fuente: CERTFOR 2010, 2014. http://www.certfor.org/certificacion_forestal.php?id=5&idrel=8. <http://www.corma.cl/medioambiente/sustentabilidad-ambiental/certificacion-de-manejo-forestal-sustentable>.

3.4.3.2 Forest Stewardship Council (FSC)

El FSC es una organización global, sin fines de lucro, dedicada a promover el manejo forestal responsable en todo el mundo. En Chile, desde el año 2007 la superficie de bosques nativos y de plantaciones certificadas bajo el estándar FSC ha presentado un notable incremento (Cuadro 3.13). En 2007 esta superficie no superaba las 300.000 ha en todo el país, mientras que en el año 2015 esta superficie ya superaba las 2.2 millones de ha, principalmente de plantaciones de especies exóticas y áreas definidas como de alto valor de conservación (AVC). Los Principios y Criterios de manejo forestal del FSC establecen los requisitos mínimos que debe cumplir una empresa forestal para poder obtener el certificado de manejo forestal responsable FSC. Fueron diseñados y acordados por los miembros del FSC en 1994, después de varios años de trabajo, pruebas de campo y consultas con interesados en el sector forestal de más de 25 países. Este sistema se rige por los siguientes 10 criterios de manejo de bosques sustentables:

- Principio 1 - Cumplimiento de las Leyes
- Principio 2 - Derechos de los Trabajadores y Condiciones de Empleo
- Principio 3 - Derechos de los Pueblo Indígenas
- Principio 4 - Relaciones con las Comunidades
- Principio 5 - Beneficios del Bosque
- Principio 6 - Valores e impactos Ambientales
- Principio 7 - Planificación del Manejo
- Principio 8 - Monitoreo y Evaluación
- Principio 9 - Altos Valores de Conservación
- Principio 10 - Implementación de las Actividades de Manejo

La superficie certificada bajo el sistema FSC ha experimentado un notable aumento desde el año 2007. En ese año, 288 mil ha de plantaciones y 5 mil ha de bosques nativos se encontraban certificadas. En el año 2012 esta superficie correspondía a 300 mil y 80 mil ha, respectivamente (Cuadro 3.13). Es a partir del año 2013 cuando se produce un significativo aumento en la superficie certificada por FSC, exclusivamente por las plantaciones de especies exóticas de las principales empresas forestales del país, las cuales fueron integradas al sistema. De este modo, la superficie de plantaciones certificada superó 1.5 millones de ha, la cual llega a poco menos de 1.6 millones de ha en la actualidad. Por el contrario, la superficie de bosques nativos certificada presenta una trayectoria inversa, con valores que al año 2014 no superaban las 100 mil ha. Si bien llama la atención no solo la escasa superficie de bosque nativo certificada por FSC desde el año 2007, es aún más llamativa su notable disminución al año 2015, con un registro que no supera las 28 mil ha.

CUADRO 3.13

Superficie (ha) certificada según los estándares del FSC en Chile por año.

Año	Plantaciones	Bosques nativos	PFNM	Áreas de protección	AAVC	Otras áreas	FSC (ha)
2007	288.047	4.933	0	0	0	0	292.980
2008	296.828	11.947	0	0	0	0	308.775
2009	350.117	34.193	0	0	0	0	384.310
2010	348.546	53.546	0	0	0	0	402.092
2011	296.080	80.818	27.533	96.181	18.357	0	518.969
2012	299.812	80.818	27.533	100.402	19.034	0	527.599
2013	1.547.223	85.474	28.788	440.490	91.298	75.135	2.268.408
2014	1.586.410	92.416	38.763	448.009	100.244	89.585	2.355.427
2015	1.599.750	27.515	26.791	448.868	86.748	37.830	2.277.504

PFNM productos forestales no madereros, AAVC áreas de alto valor de conservación, FSC Forest Stewardship Council.

Fuente: FSC Chile. <https://cl.fsc.org/es-cl/certificacin/superficie-y-empresas-certificadas-en-chile>

En la actualidad, son 23 las empresas forestales chilenas certificadas por FSC en las categorías de manejo forestal / cadena de custodia. Entre estas se encuentran las principales empresas del país, como Forestal Arauco, Forestal Mininco, Forestal Anchile, y MASISA.

Si bien la certificación FSC ha promovido el mejoramiento de diversas prácticas forestales y condiciones de trabajo de los operarios, este sistema ha sido criticado, fundamentalmente por el deficiente desempeño de las grandes empresas forestales que están certificadas. Los negativos impactos sociales, económicos y ambientales de sus prácticas productivas han sido ampliamente documentados y difundidos. Entre estas críticas destaca el no haber resuelto el problema de reclamos de tierras y sitios sagrados por parte de comunidades y habitantes rurales Mapuche. Otra limitación del sistema FSC es el escaso avance en el cumplimiento del compromiso de las grandes empresas forestales certificadas de restaurar más de 30,000 ha de plantaciones establecidas mediante sustitución de bosque nativo realizada por las empresas a partir de 1994 o por otros propietarios cuyos predios fueron posteriormente comprados por éstas. FSC tampoco ha definido límites al tamaño máximo de las talas rasas de plantaciones, algunas de las cuales aún alcanzan varios cientos de hectáreas, incluyendo laderas con altas pendientes, generando importantes impactos ambientales como pérdida de suelo, disminución de la calidad del agua en arroyos y ríos, y deterioro del paisaje.

Según Unda & Astorga (2015) el mayor número de “No Conformidades” en el cumplimiento de los principios del FSC se concentra específicamente en los temas sobre relaciones con la comunidad y medioambiente. Estos autores señalan que en la certificación FSC de grandes operaciones forestales se han producido fallas en el cumplimiento de los estándares y en los procedimientos del sistema de certificación que tienen su origen en las propias empresas que postulan, en las empresas certificadoras y en el propio sistema de gobernanza y control del FSC. Por otro lado, los principales problemas que se identifican en la certificación de las grandes operaciones forestales se relacionan con los siguientes aspectos: (i) limitaciones del sistema de estándares, (ii) fallas en los procedimientos, (iii) conflictos de interés, y (iv) conflictos en tenencia de tierras en territorios de plantaciones (Unda y Astorga 2015).

Una evidencia adicional de las limitaciones del Sistema de Certificación FSC para promover el cumplimiento de sus principios por parte de las empresas certificadas es la colusión de una empresa certificada por FSC. Según lo señala Andrade (2016), a fines de octubre de 2015, la Fiscalía Nacional Económica (FNE) presentó ante el Tribunal de Defensa de la Libre Competencia (TDLC) un requerimiento contra CMPC Tissue y SCA Chile (ex PISA), caso que fue ampliamente difundido por los medios, por haber “creado y participado de un cartel para asignarse cuotas de mercado y fijar precios de venta de productos de la categoría de papeles tissue”. Según informaron los medios de comunicación, “ambas firmas celebraron y ejecutaron acuerdos que les permitieron mantener operativo este cartel a partir del año 2000 y al menos hasta diciembre de 2011, afectando el mercado nacional de comercialización mayorista de papel higiénico, toallas de papel, servilletas, pañuelos desechables y faciales en el canal de venta masivo”. A pesar que el tema es un grave incumplimiento al Principio 1 de FSC que señala el cumplimiento de la Legislación Vigente, la empresa infractora mantiene hasta el día de hoy su acreditación. La votación realizada en la Asamblea General extraordinaria de socios FSC-Chile llevada a cabo a fines de mayo de 2016, no ratificó la expulsión del socio Empresas CMPC S.A. de la membresía de ICEFI (Iniciativa Chilena de Certificación forestal independiente). El objetivo de esta jornada, tenía por objetivo ratificar la medida adoptada por el directorio de FSC-Chile, sobre la expulsión de la empresa (Revista Bosque Nativo 2016). De este modo, el sello FSC necesitará de cambios profundos en sus procedimientos, decisiones y desempeño de las empresas certificadas a fin de recuperar, al menos parcialmente, su credibilidad ante la ciudadanía y diversas partes interesadas.

3.4.4 La protección de los bosques nativos en áreas destinadas a este fin

3.4.4.1 Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)

En 1999, la superficie total del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE) administrado por CONAF alcanzaba a 14,3 millones de hectáreas distribuido en parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales, representando el 18,9 del territorio nacional. La distribución regional indicaba una gran concentración de las unidades del SNASPE en la Región Austral, situación que se mantiene hasta la actualidad. Dentro del SNASPE, el área cubierta por bosque nativo era de 3,9 millones de ha, y los tipos forestales con mayor representación dentro del SNASPE eran el tipo forestal Ciprés de las Guaitecas (69,9 %), Coihue de Magallanes (50,5%) y Araucaria (47%). Los tipos forestales con menor representación dentro del SNASPE eran Roble-Hualo (0,5%), Esclerófilo (2%) y Roble-Raulí-Coihue (2,8%, (CONAF et al. 1999b, Lara et al. 1999)

En cuanto al área total del SNASPE, en el período 1999-2015 ha habido un cierto incremento con la creación del Parque Nacional Corcovado en 2005 con 209.600 ha en la Provincia de Palena (región de Los Lagos), y el Parque Nacional Alerce Costero (región de los Ríos) en 2010 con 25.000 ha, de las cuales 5.000 ha ya estaban protegidas en otras unidades del SNASPE.

Otra iniciativa relevante ha sido la creación de dos nuevas reservas de la Biósfera de UNESCO a solicitud del Gobierno de Chile. Cabo de Hornos en 2005 en la Provincia de Tierra del Fuego, Región de Magallanes y la otra reserva de carácter binacional, para proteger la Región de los Bosques Templados Lluviosos y Andes Australes que incluye varios Parques y Reservas Nacionales, así como áreas de amortiguación en las Regiones de la Araucanía, de los Ríos y de los Lagos con un área de 2,2 millones de ha en Chile y 2,3 millones de ha en el sector adyacente de Argentina (Lara y Urrutia, 2010). Las Reservas de la Biosfera de UNESCO consideran Parques y Reservas Nacionales y extensas áreas de terrenos privados sometidos a manejo (ejemplo ganadero, forestal) y áreas protegidas privadas.

3.4.4.2 Áreas Protegidas Privadas (APP)

En el período de análisis ha habido un gran crecimiento de las áreas protegidas privadas (APP) que pertenecen a individuos, comunidades y organizaciones no gubernamentales, nacionales y extranjeras. Se estima que en 1999 las APP abarcaban 317.000 hectáreas considerando las áreas mayores de 35,000 ha (Lara et al. 2006). Esta extensión creció rápidamente hasta alcanzar en 2006 un área total estimada en 1,5 millones de ha distribuida en 500 áreas protegidas (Sepúlveda y Villarroel 2006) que van desde pocas hectáreas hasta cientos de miles de hectáreas, como es el caso del Parque Pumalín en la Provincia de Palena y de la Reserva Karukinka en Tierra del Fuego. Las áreas protegidas privadas mayores de 35,000 ha estimadas para 2006 cubren un área total de aproximadamente un millón de ha. Después de 2005 no se ha reportado un incremento importante en el área de las APP.

A pesar de la contribución de las áreas protegidas privadas a la conservación, una clara limitación de éstas es que se concentran al sur de los 40°, (Regiones de Los Ríos a Magallanes) sin aportar a mejorar la protección insuficiente de la diversidad biológica en el Norte y Centro de Chile por el SNASPE, la cual requiere de la inclusión de 1,4 millones de ha para alcanzar la meta de protección de 10% del área de cada comunidad vegetal (Lara et al. 2006, Lara y Urrutia, 2010).

Otra limitación de las áreas protegidas privadas es que ellas han carecido de un marco legal en que el Estado a pesar de mencionarlas en la Ley de Base de Medio Ambiente de 1994, nunca se ha dictado el reglamento que establezca las diferentes categorías de las Áreas Protegidas Privadas, requisitos para ser reconocidas como tales y regulación de su funcionamiento. Tampoco son reconocidas por la Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal y no existen instrumentos o disposiciones específicas para focalizar o crear nuevos incentivos, exenciones tributarias o aportes estatales para cubrir sus costos de manejo, monitoreo y otros. Hasta 2015, las Áreas Protegidas Privadas han dependido únicamente de la voluntad y recursos con que cuentan sus propietarios y existe incertidumbre para su protección y conservación en el largo plazo al ser heredadas o afectas por otras formas de cambio de propietario. Un avance reciente en la legislación que puede ser de relevancia para corregir esta incertidumbre es la reciente aprobación de la Ley No 20.930 que Establece el Derecho Real de Conservación Medioambiental que se analiza a continuación.

3.4.5. Ley de Derecho Real de Conservación Medioambiental

La Ley 20.930 promulgada en Junio de 2016 (después de ocho años desde que el proyecto de ley fuera presentado) define el Derecho Real de Conservación (DRC) como la facultad de conservar el patrimonio ambiental, o determinados atributos o funciones ambientales de un predio o parte del predio. Este derecho se constituye en forma libre y voluntaria por el propietario del predio en beneficio de una persona natural o jurídica determinada. La dictación de esta ley es un avance importante ya que abre una nueva oportunidades para fortalecer la conservación en tierras privadas.

El DRC está destinado a cumplir un objetivo similar a los *conservation easements* de Estados Unidos, establecidos entre un propietario y un *land trust* que es una persona distinta del propietario y que es garante del *conservation easement* acordado en el contrato. Estos contratos, al igual que los DRC establecen entre otras cosas una serie de restricciones sobre

un determinado predio y otras acciones a fin de garantizar su conservación a perpetuidad. Esto independiente de que el predio cambie de dueño a través de venta, herencia.

El DRC es inmueble, voluntario, transferible, transmisible, inembargable, indivisible e inseparable del inmueble, se puede constituir sobre cualquier bien inmueble. Es de duración indefinida, salvo que las partes acuerden lo contrario. Toda persona natural o jurídica, pública o privada, podrá ser titular de un Derecho Real de Conservación. Los contratos entre el propietario del predio y el titular del derecho se establecen mediante escritura pública que se inscribe en el Conservador de Bienes Raíces donde está inscrito el predio.

Antes de la Aprobación del DRC, las escasas experiencias del establecimiento de land trusts garantes de la conservación en determinados predios era a través de servidumbres voluntarias de conservación cuya base legal es el Código Civil. Dichas servidumbres requerían que el landtrust fuera dueño de un predio vecino definido como dominante y el área protegida estaba definida como el predio sirviente, acordándose una serie de restricciones que gravan el título de propiedad para garantizar que dicho predio o área protegida se destine a la conservación a perpetuidad, independiente de quien sea el propietario. Un ejemplo de éstas servidumbres es la establecida en 2015 para la Reserva Costera Valdiviana (RCV) de 50.000 ha de extensión cuyo propietario es The Nature Conservancy y el landtrust es la Fundación Forecos (www.forecos.cl).

3.5 CONCLUSIONES

3.5.1 Estado

La estimación de los cambios en la cobertura de bosque nativo en Chile entre 1999 y 2015 encuentra serias limitaciones. Las actualizaciones y monitoreo de los bosques nativos que ha llevado a cabo CONAF como organismo mandatado por ley para este propósito, impiden determinar cuál ha sido efectivamente el cambio y pérdida de bosque nativo sus atributos como tipos forestales, estructura, distribución geográfica, debido a las modificaciones metodológicas y cambios en las definiciones de bosque nativo efectuadas en las actualizaciones sucesivas. Entre estas modificaciones, está la inclusión en la categoría de bosque nativo, para algunas regiones del país, de áreas con una cobertura arbórea de 10-25% que antes no estaban consideradas como bosque nativo. Estos cambios en metodologías y definiciones han hecho cambiar la estimación oficial del área de bosque nativo por parte de CONAF de 13,4 en 1999 a 14,3 millones en 2016.

Actualmente existe una alta dispersión en la estimación de pérdida de bosque nativo efectuadas por CONAF y por diversos estudios realizados por investigadores de diferentes universidades. Lo anterior impide tener una estimación única, confiable y aceptada por las diferentes partes involucradas respecto a la tasa anual (en hectáreas o porcentaje) en que el bosque nativo ha disminuido entre 1999 y 2015 y la variación de esa pérdida en el período.

La compilación de los Informes de Monitoreo y Actualización del Catastro a cargo de CONAF para las regiones de Valparaíso a Los Lagos y Magallanes abarcando diferentes períodos parciales dentro del período global 1998 - 2013 entrega una disminución de bosque nativo (pérdida bruta) de 237.126 ha en dicho período, debido a su conversión a matorrales, praderas, sustitución por plantaciones forestales y habilitación agrícola. Esta estimación no incluye las superficies clasificadas como ingreso de bosque nativo, ya que dichos ingresos están constituidos por renovals jóvenes. Éstos en su mayoría tienen de 2-8 metros de altura por lo que no son comparables con los bosques adultos, adulto-renoval y renovals de mayor desarrollo que se pierden por sustitución, reemplazo por praderas, matorrales o habilitación agrícola.

Una compilación de los estudios efectuados por investigadores de diferentes universidades para diez áreas de estudio que representan el 22% de la superficie terrestre de las Regiones de Valparaíso a Los Lagos, estima una pérdida neta (superficie inicial de bosque nativo - superficie final de bosque nativo) de 143.521 ha para el período 1990-2000 y de 170.400 ha

para 2000–2010, lo que da un total de 313.921 ha. Todos estos estudios han usado una metodología homogénea basada en la interpretación y clasificación de imágenes satelitales y verificación de terreno.

Las importantes diferencias entre las estimaciones efectuadas por CONAF y aquellas hechas por diversos estudios independientes respecto al estado del bosque nativo contrasta, fuertemente con la situación observada en 1999. En esa época había pleno acuerdo entre el gobierno, empresas, ONGs y otros actores, respecto a la superficie, características y ubicación de los bosques nativos estimada por el Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos desarrollado por CONAF y un consorcio de universidades, el cual puso fin a la incertidumbre y polémica respecto a la disponibilidad de bosque nativo.

Las estimaciones de CONAF y los estudios efectuados desde las universidades coinciden en que las principales causas de disminución de bosque nativo son su reemplazo por matorrales y praderas, sustitución por plantaciones forestales, y habilitación agropecuaria. En cuanto a la distribución geográfica, existen diferencias entre las diferentes fuentes, pero éstas coinciden en que las Regiones de la Araucanía y los Lagos son las que concentran la mayor pérdida de bosque nativo.

Otra causa importante de destrucción y deterioro de los bosques nativos son los incendios forestales, los cuales en su gran mayoría son de origen antrópico. A partir de estadísticas oficiales de CONAF basadas en un registro riguroso de los incendios ocurridos cada temporada, el área quemada anualmente presenta grandes variaciones y también en forma quinquenal. En el período 1995–1999 el área de bosques nativos afectados por incendios fue de un promedio de 16.213 ha/año, cifra que bajó a 8.618 ha/año y 5.987 ha/año en los períodos 2000–2004 y 2005–2009 respectivamente. En el quinquenio 2010–2015 este indicador aumentó fuertemente respecto a los dos períodos anteriores, alcanzando 15.278 ha/año, lo cual en parte está asociado a las condiciones de sequía prolongada que prevalecieron en el centro y centro-sur de Chile entre 2000 y 2014. Las regiones donde se observó un mayor aumento porcentual en el área de bosque nativo afectada por incendios entre los quinquenios 1995–1999 y 2010–2015 fueron las de la Araucanía, Magallanes, Metropolitana y Maule, con incrementos de 840%, 572%, 307% y 172%, respectivamente. Por el contrario, este indicador disminuyó principalmente en las Regiones de Aysén, los Lagos y los Ríos en un 99%, 89% y 87%, respectivamente.

Las estadísticas de incendios no se cruzan ni se relacionan con las llevadas por las Actualizaciones y Monitoreo del Bosque Nativo llevadas a cabo por la misma institución (CONAF) y tampoco con los estudios realizados desde las universidades respecto a cambios en la cobertura vegetal. No se conoce la magnitud del área de bosque nativo que debido a la ocurrencia de uno o más incendios en las últimas décadas cambian a otro uso de suelo (ejemplo a matorral), o las que permanecen como bosque nativo en el caso de incendios de menor severidad (ej bosque nativo denso que cambia a bosque ralo, así como su composición y estado de conservación).

Otro aspecto del estado de los recursos forestales nativos es que en el trienio 1999–2001, la tasa promedio de establecimiento de plantaciones de especies nativas fue de 76 ha anuales, cifra que aumentó a 346 ha para el período 2013–2015 representando un monto 4,5 veces mayor que entre 1999–2001. A pesar del incremento de las plantaciones nativas en el período 1999–2015, éstas representan un porcentaje muy pequeño del total (0,05 – 1,4% del área anual de expansión de las plantaciones de *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *E. nitens*), sin considerar reforestación de áreas cosechadas o incendiadas.

3.5.2 Presiones

La principal presión productiva sobre el bosque nativo es la corta para la producción de leña, a menudo combinada con el pastoreo no regulado. El consumo total de madera para la producción de leña incluyendo a especies nativas y exóticas aumentó de 11,6 millones de m³ el año 1999 a 16,0 millones de m³ el año 2011 (crecimiento de un 38% en el período). En versiones anteriores del Informe País se ha aplicado un estudio del Instituto Forestal que estimó para 1992 que las especies nativas representaban el 61% del consumo total de leña. De esta manera se estimó que el consumo de madera nativa para producir leña creció de 7 a cerca de 10 millones de m³ anuales entre 1999 y 2011.

Para el período posterior a 2011 no se cuenta con estadísticas de consumo de leña, ya que a partir de 2012 la Comisión Nacional de Energía comenzó a utilizar el concepto de “leña y biomasa” como agregado total el cual incluye materias distintas de la madera lo cual no permite compararlas con cifras de años anteriores. Por otra parte, la estimación del consumo nacional de leña realizada por la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción (CDT) en 2016 por encargo del Ministerio de Energía (CDT 2016) no es consistente con una serie de tendencias que se venían observando en el sector: a) aumento gradual en el consumo nacional de leña, b) reemplazo gradual de especies nativas por exóticas, y c) aumento de la importancia relativa del sector industrial en el consumo de este combustible. El no contar con estadísticas actualizadas y confiables sobre el consumo nacional de leña, su composición (importancia relativa de especies nativas y exóticas, uso industrial y residencial), y otros aspectos, es muy grave considerando que la leña es el principal producto maderero que se obtiene del bosque nativo. El estudio publicado en 2016 por el Ministerio de Energía con respecto al consumo nacional de leña realizado por CDT deja más interrogantes que respuestas, en la medida que contradice las estadísticas oficiales y otros estudios disponibles hasta la fecha.

En cuanto a las presiones productivas, el consumo de madera de especies nativas para fines industriales para el período 1999-2001 estimada en un promedio anual de 1,54 millones de m³ (50% destinado a astillas), disminuyó a cerca de un quinto de este valor en el trienio 2012-2014 (0,31 m³ anuales, 76% destinado a madera aserrada). Esto muestra la virtual desaparición, o al menos estado de latencia, de la actividad de aprovechamiento del bosque nativo para la obtención de productos industriales. Estos productos pasaron de representar un 22% del consumo total de madera nativa en 1999 a menos de un 3% en 2015. Esta última cifra está sujeta a un margen de incertidumbre ya que se carece de una estimación actualizada para el consumo de leña. Por lo tanto, la presión sobre los bosques nativos para la producción de madera aserrada y otros productos industriales, así como la actividad económica asociada se han visto drásticamente reducidos, y esta presión se ha trasladado al consumo para la producción de leña.

La exportación de los principales Productos Forestales No Madereros (PFNM) de especies nativas han aumentado de 2.912 ton en 1999 a 10.612 ton en 2015, con un valor que aumentó de US \$ 5,8 millones a US \$ 49,4 millones en dicho período. Lo anterior indica un aumento de 2,3 veces del valor promedio por tonelada, el cual se incrementó desde 1.990 a 4.658 US \$/ton entre 1999 y 2015. Los principales productos nativos en cuanto a valor de las exportaciones en 1999 fueron los hongos comestibles *Boletus loyoy* y *Morchella conica* y en 2015 derivados del *Quillay* y el musgo *Sphagnum*. La mantención del incremento de los PFNM y la distribución de los beneficios que incluyan a los propietarios y habitantes rurales dependerá del buen manejo de los recursos y de una adecuada organización y gestión de la producción. Actualmente la Ley de Bosque Nativo entrega bonificaciones al manejo para los PFNM lo que otorga oportunidades para el buen manejo y aumento de ingresos a los propietarios.

3.5.3 Respuestas

En el año 2015 hay un cambio sustantivo en la legislación forestal relativa al bosque nativo respecto al año 1999, ya que desde 2008 entró en vigencia La Ley de Bosque Nativo y Fomento Forestal, en adelante LBN (Ley 20.283 del Ministerio de Agricultura). Esta ley fue promulgada en Julio de 2008 después de 16 años de tramitación en un proceso caracterizado por la falta de acuerdo entre los actores y baja prioridad otorgada por los sucesivos Gobiernos de la Concertación. Entre los aspectos principales de la LBN puede nombrarse la definición de bosques nativos de protección y conservación, el pago de bonificaciones a actividades silviculturales para producción de madera o de PFNM o aquellas que favorezcan la regeneración, recuperación o protección de bosques nativos y formaciones xerofíticas, asignadas a través de concurso, por un de 5-10 UTM/ha. La LBN creó el Fondo de Investigación del Bosque Nativo, y el Consejo Consultivo del Bosque Nativo.

Las bonificaciones han ido en aumento, pero el pago efectivo de éstas ha representado un porcentaje bajo del total disponible según el presupuesto (8 millones de dólares anuales) y asignado mediante concurso a los propietarios que postulan. De los propietarios que habían ganado el concurso el año 2011, sólo el 6% ejecutaron las actividades bonificables y obtuvieron bonificación, porcentaje que aumentó gradualmente hasta llegar a ser de un 19% en 2015.

Del total de bonificaciones de la LBN efectivamente pagadas a los propietarios de bosque nativo en el período 2010-2015, el monto mayor ha sido destinado a las actividades silviculturales con fines de producción maderera, seguida de aquellas para la obtención de PFM, las cuales representan un 82,6 y 15,8 % del total, respectivamente. La categoría que ha recibido el menor monto corresponde a la bonificación a los bosques de preservación y formaciones xerofíticas 1,6 % del total.

Entre las razones que explican el escaso porcentaje de bonificaciones cobradas por los propietarios que han ganado los concursos destacan el hecho que el propietario deba costear la totalidad de la actividad, y sólo recuperar una fracción del costo, pagado comúnmente en parcialidades en temporadas sucesivas, una vez que CONAF verifica el cumplimiento. Por otro lado el monto total considerado en las tablas de valores es insuficiente respecto a los costos a cubrir, resultando poco atractivo para los propietarios.

Un logro importante de la LBN ha sido el establecimiento del Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN), orientado a incentivar y apoyar la investigación científica sobre el manejo, conservación y otros aspectos de los bosques nativos tendientes a mejorar el cumplimiento del objetivo de esta ley. Entre los años 2009 y 2015 se han financiado 98 proyectos, con una inversión total de \$4.322,9 millones de pesos. Dicho monto es un 23 % superior a los \$3.503,9 millones entregados como bonificaciones para actividades silviculturales para el manejo sustentable y conservación del bosque nativo. Lo anterior realza la ineficacia de la LBN en la entrega de bonificaciones a los propietarios para el manejo y conservación del bosque nativo y no parece consistente con el objetivo central de la ley el cual es promover el manejo sustentable y conservación de estos ecosistemas.

Otras debilidades y limitaciones de la LBN son las siguientes:

- La definición de bosque nativo considerando sólo aquellos con un área mínima de 0,5 ha y 40 metros de ancho, dejando fuera de toda regulación a fragmentos de bosque nativo de importancia para la conservación y restauración, con la excepción de los especies en categorías de conservación y bosques de protección (ejemplo los ubicados cerca de los cursos de agua) para los cuales no rige dicho criterio de área o ancho mínimo.
- El hecho que las sanciones a los infractores de la legislación forestal continúan siendo vistas por los Juzgados de Policía Local, con lo cual las multas en general sean bajas, y en muchos casos no se paguen ya que éstas son permutables por reclusión nocturna en hospitales y otros recintos.
- El artículo 19 de la LBN faculta a CONAF para autorizar la intervención o alteración de bosques que contengan o sean hábitat de especies clasificadas en las categorías de conservación, para la realización de investigaciones científicas, fines sanitarios o para la ejecución de actividades u obras de interés nacional. Esta excepción incluye a las especies declaradas monumento natural, tal como la araucaria o el alerce.
- En cuanto a política forestal, en 1999 ésta no existía en forma explícita y no estaba reflejada en documento alguno. No obstante existía una política forestal de hecho basada en la promoción de la expansión de las plantaciones forestales exóticas de propiedad mayoritariamente de las grandes empresas forestales y el desarrollo de la industria forestal anexa. Ésto junto a la falta de incentivos para el manejo sustentable y la conservación de los bosques nativos, así como una ausencia de regulación efectiva sobre las intervenciones en el bosque nativo. En este plano hay un cambio importante, ya que en 2015 el Ministerio de Agricultura y específicamente CONAF constituyó el Consejo de Política Forestal con una participación amplia de representantes de las partes interesadas incluyendo a representantes de gobierno, empresas, pequeños y medianos propietarios de bosques, el Movimiento Unitario de Campesinos y Etnias de Chile (MUCECH), ONG, Académicos y otros. En 2016 se dio a conocer el documento de Política Forestal 2015-2035 el cual identifica los siguientes objetivos generales Institucionalidad Forestal, Productividad y Crecimiento Forestal, Inclusión y Equidad Social y Protección y Restauración del Patrimonio Forestal.

El proceso de formulación y el documento de política generado son sin duda un avance importante. No obstante, el documento tiene limitaciones importantes asociadas a la falta de acuerdo entre los actores respecto a una serie de temas. Estas limitaciones se refieren por ejemplo a no proponer la reorientación del sector forestal hacia un modelo sustentable que promueva un desarrollo forestal balanceado, sobre la base de las plantaciones y el bosque nativo, y la explicitación de las medidas para lograrlo. También para acordar acciones para reducir la concentración económica al existir dos grandes conglomerados de empresas forestales que generan condiciones oligopólicas y oligopsónicas reportadas desde 1993 (e.g. Lara y Veblen 1993), a fin de corregir los negativos efectos económicos, sociales y ambientales asociados a la falta de competencia, los cuales, a diferencia de otros sectores, no fueron evitados o aminorados. Por otra parte falta una visión más innovadora que plantee las lineamientos y acciones concretos que permitan compatibilizar la producción de madera de las plantaciones con los servicios ecosistémicos de los bosques nativos tales como provisión de agua en cantidad y calidad, mantención de la fertilidad del suelo y oportunidades de recreación. Todo lo anterior requeriría de una perspectiva territorial, integración entre los objetivos estratégicos y un énfasis en el apoyo del Estado hacia el manejo, conservación y restauración del bosque nativo. Por otra parte, alcanzar las metas propuestas por el documento de política para el año 2020 y 2035 en lo que respecta a bosque nativo, exigiría importantes cambios en la legislación, incluyendo regulación e instrumentos de fomento, los cuales no son abordados suficientemente. Finalmente la política no incorpora adecuadamente los desafíos del cambio climático y la importancia del sector forestal en la adaptación a dicho cambio ni los compromisos internacionales suscritos por Chile como por ejemplo en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CoP21/2015). La política no incorpora ni proyecta adecuadamente el trabajo dedicado que ha estado realizando CONAF desde 2014 en la formulación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales de Chile (ENCCRV).

Una herramienta importante para la promoción del manejo sustentable de las plantaciones y bosque nativo y conservación de estos últimos es la certificación forestal la cual no operaba en Chile en 1999. La certificación está basada en la autorregulación de las empresas y propietarios en el cumplimiento de ciertos principios y normas acordadas a fin de demostrar a los consumidores finales que sus productos provienen de un manejo sustentable. El sistema CERTFOR en 2003 incluía 310 ha de bosque nativo certificadas, cifra que aumentó a 650 en 2010, no contándose con información posterior. El sistema FSC en 2007 empezó con 4.900 ha de bosque nativo certificadas, las que aumentaron a 92.400 en 2014 para reducirse a 27.500 en 2015. Adicionalmente, en 2015 hay 86.750 ha de Áreas de Alto Valor de Conservación (AAVC) certificadas por FSC, las cuales incluyen bosques nativos, humedales y otros tipos de ecosistemas. Estas cifras representan una proporción muy baja del área de plantaciones certificadas por FSC (288.050 ha en 2007 y 1,6 millones de ha en 2015).

Si bien la certificación FSC ha promovido el mejoramiento de diversas prácticas forestales y condiciones de trabajo de los operarios, entre sus limitaciones relativas al bosque nativo destaca el escaso avance en el cumplimiento del compromiso de las grandes empresas forestales certificadas de restaurar más de 30.000 ha de plantaciones establecidas mediante sustitución de bosque nativo posteriores a 1994, realizada por las empresas o por otros propietarios cuyos predios fueron posteriormente comprados por éstas. FSC tampoco ha definido los límites al tamaño máximo de las talas rasas de plantaciones, algunas de las cuales aún alcanzan 300-400 ha continuas, deteriorando fuertemente al servicio ecosistémico de provisión de agua y regulación hídrica así como al paisaje. Otra limitación es no haber resuelto el problema de reclamos de tierras y sitios sagrados por parte de comunidades y habitantes rurales Mapuche.

Las Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) administradas por CONAF cubren 14,3 millones de ha de los cuales 3,9 millones de ha corresponden a bosques nativos. En el período 1999-2015 se incrementó la superficie total protegida en el SNASPE con la creación del Parque Nacional Corcovado en 2005, en la región de los Lagos (209.600 ha) y el Parque Nacional Alerce Costero en 2012, región de los Ríos (25.000 ha). Un aumento mucho mayor presentaron las áreas protegidas privadas (APP), las cuales crecieron desde 317.000 en 1999 a más de un millón de hectáreas en 2005, sin aumentar posteriormente. Lo anterior considerando únicamente las áreas protegidas mayores de 35.000 ha. Si se consideran las APP de cualquier tamaño, se estima que éstas suman 500 unidades y un total de 1,5 millones de ha.

Un avance relevante en la legislación relativa a las APP es la dictación de la Ley No 20.930 que establece el Derecho Real de Conservación Medioambiental promulgada en Junio de 2016. Esta ley promulgada después de ocho de tramitación define el Derecho Real de Conservación (DRC) como la facultad de conservar el patrimonio ambiental, o determinados atributos o funciones ambientales de un predio o parte del predio. Este derecho se constituye en forma libre y voluntaria por el propietario del predio en beneficio de una persona natural o jurídica determinada.

Los DRC establecen entre otras cosas una serie de restricciones sobre un determinado predio y otras acciones a fin de garantizar su conservación, independiente de que el predio cambie de dueño a través de venta o herencia, y es de duración indefinida, salvo que las partes acuerden lo contrario. Los contratos entre el propietario del predio y el titular del derecho se establecen mediante escritura pública que se inscribe en el Conservador de Bienes Raíces. Sin duda que esta ley representa un mecanismo para resolver las limitaciones de reconocimiento y continuidad de las APP en forma indefinida y abre nuevas opciones largamente esperadas. El establecimiento de un número creciente de Derechos de Conservación fortalecería la conservación de bosques nativos y de otros ecosistemas protegidos dentro de tierras privadas.

De lo expuesto se concluyen algunos desafíos fundamentales: A partir de la falta de una estimación adecuada y acordada entre los diferentes actores respecto a las existencias de bosque nativo y su variación en el tiempo según tipos forestales, distribución geográfica y otros atributos, se recomienda que CONAF como institución encargada de la actualización y monitoreo de la cobertura de bosque nativo convoque a la constitución de un panel de especialistas de diferentes instituciones gubernamentales, académicas, consultores y organizaciones de la sociedad civil. El rol de este panel de carácter permanente debiera ser la definición de una metodología de monitoreo y registro de los cambios en la cobertura forestal, así como la validación de los informes de actualización y monitoreo de la cobertura de los bosques nativos y otros usos del suelo que periódicamente elabora CONAF.

Por otra parte cuando el aumento en la estimación del área de bosque nativo se deba a cambios en la definición de bosque nativo (por ejemplo al reducir la cobertura mínima), sería conveniente que CONAF indicara que esto se debe a la incorporación de nuevas áreas que antes no estaban definidas como bosque nativo.

Existe la necesidad de vincular y analizar las relaciones entre las estadísticas de incendios forestales y los cambios en el área y atributos de los bosques nativos estimados por los informes de Monitoreo y Actualización del Catastro de vegetación, ambos a cargo de CONAF. Esto a fin de entender las interacciones entre la ocurrencia de incendios y el monitoreo de la cobertura de bosques nativos y su cambio a otras categorías de uso de suelo.

Es urgente que la Comisión Nacional de Energía con la participación de otras instituciones (INFOR, CONAF, Universidades, organismos de Certificación de Leña) que desarrollen y pongan en marcha un sistema de estadísticas de leña basado en una metodología y confiable. Este sistema debe permitir su comparación con estimaciones anteriores y llevar un registro detallado de la producción de leña de especies nativas y exóticas como base para la toma de decisiones. Lo anterior es de gran relevancia puesto que la corta de bosque nativo para la producción de leña, combinado frecuentemente con pastoreo no regulado es la actividad productiva que genera una de las mayores presiones sobre estos ecosistemas.

En el caso de la autorización de CONAF de la intervención de los hábitat o especies en categorías de conservación en los casos excepcionales que señala el artículo 19 de la Ley de Bosque Nativo, las acciones de compensación debieran considerar la obligación de establecer un área protegida con ecosistemas representativos de los que van a ser intervenidos o eliminados o expandir un área protegida ya existente y hacerse cargo de los costos de su protección mientras durante la vida útil del proyecto. Esto parece una mejor opción que la actual en que se compensa con plantaciones de especies nativas y las áreas restauradas demorarán normalmente décadas o siglos hasta tener una estructura similar a los hábitat y ecosistemas intervenidos, estando además expuestos a una serie de incertidumbres.

En materia legislativa, la prioridad es que el Gobierno inicie la tramitación de una ley para la creación del Servicio Forestal como ente superior de regulación y fomento del sector forestal, y que reemplace a CONAF como Corporación de Derecho

Privado. La inconveniencia de mantener esta situación anómala fue expresada por el Tribunal Constitucional al aprobarse la Ley de Bosque Nativo en 2008, el cual señaló que “exhorta a S.E. la Presidenta de la República para que regularice la situación jurídica de la CONAF”. Hasta el momento, la iniciativa del Ministerio de Agricultura por formar dicho Servicio no ha contado con el respaldo del Ministerio de Hacienda, e instancias superiores de Gobierno, situación que es de alta prioridad modificar a fin de otorgar un marco legal e institucional con una dotación presupuestaria y de personal que permita una fiscalización efectiva de la legislación forestal así como el manejo y administración eficiente de los recursos públicos entregados como, por ejemplo, bonificaciones a los propietarios.

Otra prioridad es que el Gobierno inicie el diseño y tramitación de modificaciones a la actual Ley de Bosque Nativo respecto a las regulaciones y sanciones, así como el aumento significativo del monto total de las bonificaciones y el incremento y modificación del sistema y procedimientos con que éstas se entregan a los propietarios. En 2012 y 2015 dos Gobiernos diferentes han enviado al Congreso dos proyectos de ley para prorrogar el DL 701, el cual entre 1974 y 2014, promovió fuertemente la expansión de plantaciones de especies exóticas. La oposición de un conjunto amplio de actores respecto a ambos proyectos determinó que estos no hayan sido aprobados. Este planteamiento se fundamentaba fuertemente en que el uso de recursos públicos para promover que se continuaran expandiendo las plantaciones industriales de especies exóticas no se justificaba y que la prórroga del DL 701 tendría importantes impactos sociales y ambientales negativos. La prórroga del DL 701. Es prioritario innovar y formular una nueva ley de fomento, destinada a entregar bonificaciones y promover a través de otros instrumentos la conservación y restauración del bosque nativo y formaciones xerofíticas. Dicha restauración es fundamental para la recuperación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (por ejemplo provisión de agua, mantención de la fertilidad del suelo, oportunidades de recreación y turismo), de los cuales depende el bienestar de las personas, y para que el Gobierno de Chile cumpla con sus compromisos ante la Cop 21/2015 de la Convención de Cambio Climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano A, Aplin P, Miranda A, Cayuela L, Algar A, Field R. (2013). *High rates of forest loss and turnover obscured by classical landscape measures. Applied Geography 40:199–211.*
- Andrade, P. (2016). “Cartel del confort” y el inadecuado comportamiento de una empresa certificada por FSC. *Bosque Nativo, 55: 8-14.*
- Armesto JJ, Manusceovich D., Mora A., Smith-Ramírez C., Rozzi R., Abarzúa A.M., Marquet P. (2010) *From the Holocene to the Anthropocene: a historical framework for land cover change in southwestern South America in the past 15,000 years. Land Use Policy 27:148–160.*
- Bahamondez, C., Martin, M., Muller-Using, S., Rojas, Y., & Vergara, G. (2009). *Case Studies in Measuring and Assessing Forest Degradation: An Operational Approach to Forest Degradation. (Forest Resources Assessment Working Paper). Forestry Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations.*
- Barnes, B. V., Zak, D. R., Denton, S. R., & Spurr, S.H. (1998). *Forest ecology. Fourth edition. John Wiley and Sons, New York, New York, USA.*
- Cadotte, M., Carscadden, K., & Mirotnick, N. (2011). *Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. Journal of Applied Ecology, 48: 1079-1087.*
- Cayuela, L., Golicher, D. J., Rey Benayas, J. M., González-Espinosa, M., & Ramírez-Marcial, N. (2006). *Fragmentation, disturbance and tree diversity conservation in tropical montane forests. Journal of Applied Ecology, 43(6): 1172-1181.*

- *CERTFOR (2010). Memoria anual CERTFORCHILE.*
- *CERTFOR (2014). Memoria anual CERTFORCHILE.*
- *CIREN-CONAF. (2013). Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de Bosque Nativo en las Regiones de Valparaíso, Metropolitana y Libertador Bernardo O'Higgins. Santiago, Chile.*
- *CONAF (1996). Bosque Nativo. Antecedentes Estadísticos 1985-1994. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.*
- *CONAF-CONAMA-BIRF (1999). Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.*
- *CONAF et al. (1999). Monitoreo y actualización de la información de uso actual del suelo en las regiones VIII y X Norte*
- *CONAF & UACH. (2000). Monitoreo y actualización de la información de uso actual del suelo en la VII Región.*
- *CONAF, UACH, INFOR (2001). Monitoreo y Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación, VI Región.*
- *CONAF, UACH, INFOR (2001). Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación, Región Metropolitana.*
- *CONAF, UACH, INFOR (2001). Monitoreo y Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación, V Región.*
- *CONAF, UACH, CONAMA (2006). Monitoreo y Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación, Región de Magallanes y La Antártica chilena.*
- *CONAF, UACH, CONAMA (2008). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Monitoreo y Actualización, Región de Los Lagos.*
- *CONAF, UACH, CONAMA (2008). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Monitoreo y Actualización, Región de Los Ríos.*
- *CONAF, UACH, CONAMA (2009). Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de Bosque Nativo en VIII Región del Bio-bío.*
- *CONAF, UACH, CONAMA (2009). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Monitoreo y Actualización, Región de La Araucanía.*
- *CONAF, UACH (2012). Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de Bosque Nativo en XI Región de Aysén, Aysén.*
- *CONAF (2015). Memoria CONAF 2010-2014. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.*
- *CONAF (2016a). Superficies Catastros Usos de Suelos y Recursos Vegetacionales. Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales. Disponible en: <http://sit.conaf.cl/>. Visitado: 7 de septiembre de 2016.*
- *CONAF (2016b). Nivel de referencia de emisiones forestales / nivel de referencia forestal del bosque nativo de Chile. Santiago, Chile. Documento preliminar.*
- *CONAF-Ministerio de Agricultura. (2016c). Política Forestal 2015-2035. Santiago. 75p. http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1462549405politicaforestal201520351.pdf Visitado: 12 de septiembre de 2016.*
- *CBD. (2005). Report of the Inter-Sessional (Second) Meeting of the AHTEG on the Review of Implementation of the Programme of Work on Forest Biological Diversity. Montreal, 28 November-2 December 2005. UNEP/CBD/SBST-TA/11/INF/2. Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.*

- CBD. (2001). *Review of the status and trends of, and major threats to, the forest biological diversity. AHTEG on Forest Biological Diversity. Montreal, 12–16 November 2001. UNEP/CBD/SBSTTA/7/INF/3. Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.*
- CDT (Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción) (2016). *Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera. Informe final encargado por el Ministerio de Energía. 301 p.*
- CORMA 2016. *Prevención y combate.* <http://www.corma.cl/lineas-de-accion/incendios-forestales/prevencion-y-combate>. Visitado: 15 de septiembre de 2016.
- CR2 (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia) (2015). *Informe a la Nación. La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro.. Disponible en: <http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/11/informe-megasequia-cr21.pdf>. Visitado: 9 septiembre 2016.*
- Cruz, P., Cid, F., Rivas, E., Neira, E., & Ladrón, J. (2012). *Evaluación del fondo de conservación, recuperación y manejo sustentable del bosque nativo. Informe Final.*
- DECON (Departamento de Economía Universidad de Chile), CNE (Comisión Nacional de Energía). (2005). *Mercado de la leña en zonas urbanas de la X Región. Departamento de Economía, Universidad de Chile. Informe Final.*
- Donoso, C. (1993). *Bosques templados de Chile y Argentina: variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 483 p.*
- Donoso, C. & Lara, A. (1996). *Utilización de los bosques nativos de Chile: pasado, presente y futuro. En: J.J. Armesto, C. Villagrán & M.T.K. Arroyo (eds.), Ecología de los Bosques Nativos de Chile (pp. 363-388). Editorial Universitaria, Santiago*
- Donoso, C., González, M., & Lara, A. (2014). *Ecología Forestal, Bases para el Manejo Sustentable y Conservación de los Bosques Nativos de Chile. Ediciones UACH. Valdivia, Chile. 720 p.*
- Donoso, P. J., & Soto, D. (2010). *Plantaciones con especies nativas en el centro-sur de Chile: experiencias, desafíos y oportunidades. Revista Bosque Nativo, 47: 10-17.*
- Donoso, P. J., & Nyland, R.D. (2005). *Seedling density according to structure, dominance and understory cover in old-growth forest stands of the evergreen forest type in the Coastal Range of Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 78: 51-63.*
- Echeverría C., Coomes D., Salas J., Rey-Benayas J.M., Lara A., Newton A. (2006). *Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. Biological Conservation 130:481–494.*
- FAO. (2011). *Assessing forest degradation. Towards the development of globally applicable guidelines. Forest Resources Assessment Working Paper 177. Rome, Italy.*
- FAO. 2009. *Towards defining degradation, by Markku Simula. FRA Working Paper 154. Rome. Italy.*
- Gligo N. (2016) *Informe en Proyecto MMA PUND Universidad de Chile/CAPP Propuesta de Plan de Acción del Programa Nacional Integrado para la Prevención, Control y/o Erradicación de las EEI)*
- Gómez-Lobo, A., Lima, J.L., Hill, C., Meneses, M. (2006). *Diagnóstico del mercado de la leña en Chile. Informe Final preparado para la Comisión Nacional de Energía. Centro Micro Datos. Departamento de Economía, Universidad de Chile.*
- González, ME, A Lara. (2015). *Large fires in the Andean Araucaria forests: when a natural ecological process becomes a threat. Orix (The International Journal of Conservation) 49(3): 394. doi:10.1017/S0030605315000575*

- González, M.E., Lara, A., Urrutia, R., J. Bosnich. (2011). Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33° - 42° S). *Bosque* 32(3): 215-219.
- González, M. E. (2005). Fire history data as reference information in ecological restoration. *Dendrochronologia* 22:149-154.
- Heilmayr, R., C. Echeverría, R. Fuentes c, E.F. Lambin. (2016). A plantation-dominated forest transition in Chile. *Applied Geography* 75:71-82
- INDC – Contribución Nacional Tentativa de Chile para el acuerdo climático París 2015. (2015). Gobierno de Chile. <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/2015-INDC-web.pdf> Visitado: 12 de septiembre de 2016.
- INFOR (Instituto Forestal). (1994). Evaluación del consumo de leña en Chile - 1992. Informe Técnico N° 130. Santiago, Chile. 50 p.
- INFOR (Instituto Forestal). (2001). Estadísticas Forestales 2000. Boletín Estadístico N° 79. Santiago, Chile. 145 p.
- INFOR (Instituto Forestal). (2008). Anuario Forestal 2008. Boletín estadístico 121. 169 p.
- INFOR (Instituto Forestal). (2012). Anuario Forestal. Boletín estadístico N° 136. Santiago, Chile.
- INFOR (Instituto Forestal). (2014). Anuario Forestal 2013. Boletín Estadístico N° 140. Santiago, Chile. 148 p. Disponible en: <http://wef.infor.cl/publicaciones/anuario/2013/Anuario2013.pdf>. Visitado: 9 septiembre 2016.
- INFOR (Instituto Forestal). (2015a). Anuario Forestal 2015. Boletín Estadístico N° 150. Santiago, Chile. 161 p. Disponible en <http://wef.infor.cl/publicaciones/anuario/2015/Anuario2015.pdf>. Visitado: 9 septiembre 2016.
- INFOR (Instituto Forestal). (2015b). Encuesta residencial urbana sobre consumo de energía, uso de combustibles derivados de la madera, estado higrotérmico de las viviendas y calefacción en las ciudades de Valdivia, La Unión y Panguipulli. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera. Base de datos no publicada.
- INFOR (Instituto Forestal). (2016). Productos forestales no madereros en Chile. Estadísticas exportación. Disponible en: <http://www.gestionforestal.cl/pfnm/>. Vistado: 9 septiembre 2016.
- ITTO. (2002). ITTO guidelines for the restoration, management and rehabilitation of degraded and secondary tropical forests. ITTO Policy Development Series No. 13. Yokohama, Japan.
- Lara, A. & Veblen, T.T. (1993). Forest plantations in Chile: a successful model? In: A. Mather (ed.), *Afforestation policies, planning and progress*: 118-139. Belhaven Press, London, United Kingdom.
- Lara, A.; V. Sandoval; C. Prado; G. Cruz; I. Martínez y P. Añazco. (1995). Determinación de stocks de bosque nativo. Proyecto Banco Central- Universidad Austral de Chile. 145 p.
- Lara, A. (1996). Una propuesta general de silvicultura para Chile. *Ambiente y Desarrollo*, 1: 31-40.
- Lara, A., Donoso, C. & Aravena, J.C. (1996). La conservación del bosque nativo en Chile: Problemas y desafíos. En: Armesto JJ, C Villagrán & MK Arroyo (eds) *Ecología de los bosques nativos de Chile*: 335-361. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Lara, A. (1998). Catastro de la vegetación nativa: la fuerza de los resultados. En: *Defensores del Bosque Chileno* (Eds.). *La tragedia del bosque chileno* (pp. 118 - 119.). Ocho Libros Editores. Santiago, Chile.
- Lara, A., R. Reyes & R. Urrutia. (2006). Bosques en: Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 2005. Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile (pp 107-140), Santiago, Chile.

- Lara, A., Little, C., Urrutia, R., McPhee, J., Álvarez-Garretón, C., Oyarzún, C., Soto, D., Donoso, P., Nahuelhual, L., Pino, M., & Arismendi, I. (2009). Assessment of Ecosystem Services as an opportunity for the Conservation and Management of Native Forests in Chile. *Forest Ecology and Management*, 258: 415-424.
- Lara, A. & Urrutia, R. (2010). The growing significance of conservation. The Chilean experience. En: Levitt, J.N (Ed). *Conservation capital in the Americas. Exemplary conservation finance initiatives: 5-14*. Island Press. Cambridge, Estados Unidos.
- Lara, A., Reyes, R y Urrutia, R. (2010). Bosques Nativos. En: *Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile 2008*. Instituto de Asuntos Públicos. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Universidad de Chile: 126-171. Santiago, Chile.
- Lara A., Little C., Nahuelhual L., Urrutia R., Díaz I. (2011). Lessons, challenges and policy recommendations for the management, conservation and restoration of native forests in Chile. In: Figueroa E (ed) *Biodiversity conservation in the Americas: lessons and policy recommendations*. Universidad de Chile, Fundación Domeyko, Governo do Estado Sao Paulo: 259–299. Servicios Gráficos Besegrafi Ltda, Santiago.
- Lara, A., Solari, M.E., Prieto, M.R., Peña M.P. (2012). Reconstruction of vegetation cover and land use c. 1550 and their change towards 2007 in the Valdivian Rainforest Ecoregion of Chile (35° – 43° 30' S). *Bosque* 33(1): 13-23.
- Little C. y Lara A. (2014). Servicios ecosistémicos de los bosques nativos del centro sur de Chile. 2014. Pp 323-408 En: C. Donoso, M.E. González, A. Lara (editores). *Ecología Forestal: Bases para el Manejo Sustentable y Conservación de los Bosques Nativos de Chile*. Ediciones Universidad Austral de Chile. 720 p.
- Little, C., J.G. Cuevas, A. Lara, M. Pino, S. Schoenholtz. (2014). Buffer effects of streamside native forests on water provision in watersheds dominated by exotic forest plantations. *Ecology* 2014 DOI: 10.1002/eco.1575.
- Lund, H.G. (2009). What Is a Degraded Forest. *Forest Information Services*. Gainesville, VA, USA. Disponible en: <http://home.comcast.net/~gyde/2009forestdegrade.doc>. Visitado 10 septiembre de 2016
- MINENERGIA (Ministerio de Energía). (2016). Balance Nacional de Energía 2013. Disponible en: <http://energiaabierta.cne.cl/balance-energetico/>. Visitado. 9 septiembre 2016.
- Miranda, A., Altamirano, A., Cayuela, L., Lara, A., González, M. (2016). Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: revealing the evidence. *Regional Environmental Change* DOI 10.1007/s10113-016-1010-7.
- Murúa, R., Miranda, J., y Ramírez, C., (1993). Necesidad de una Política de Bosques para Leña. *Ambiente y Desarrollo*, 9 (9): 75-80.
- Otero L (2006) *La huella del fuego. Historia de los bosques nativos. Poblamiento y cambios en el paisaje del sur de Chile*. Pehuén. Santiago
- Schulz J., Cayuela L., Echeverría C., Salas J., Rey-Benayas J.M., (2010) Monitoring land cover changes of dryland forest landscape of Central Chile (1975, 2008). *Appl Geogr* 30 (3):436–447.
- Sepúlveda, C. y Villarroel (2006). Servicios ecosistémicos y financiamiento de la conservación privada en Chile. *Revista Ambiente y Desarrollo* 22 (1):12-20.
- Simula, M., y Mansur, E. (2011). A global challenge needing local response. A common approach to defining and measuring forest degradation can lead to unique solutions for addressing it. *Unasylva*, 62: 3-7.
- Unda, A. G., y Astorga, L. (2015). Problemas en la certificación FSC de grandes operaciones forestales. *Chile Forestal*, 375: 49-53.

- UACH-UFRO (2014). *Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de Bosque Nativo en La Araucanía*. Valdivia, Chile.
- Vergara P, Pérez-Hernández C, Hahn I, Soto G (2013) *Deforestation in central Chile causes a rapid decline in landscape connectivity for a forest specialist bird species*. *Ecol Res* 28:481–492.
- Zamorano-Elgueta, C., Cayuela, L., González-Espinosa, M., Lara, A., & Parra-Vázquez, M.R. (2012). *Impacts of cattle on the South American temperate forests: challenges for the conservation of the endangered monkey puzzle tree (Araucaria araucana) in Chile*. *Biological Conservation* 152, 110-118.
- Zamorano-Elgueta, C., Cayuela, L., Rey Benayas, J.M., Donoso, P.J., Geneletti, D., & Hobbs, R.J. (2014). *The differential influences of human-induced disturbances on tree regeneration community: a landscape approach*. *Ecosphere*, 5: 90.
- Zamorano-Elgueta C, Rey Benayas JM, Cayuela L, Hantson S, Armenteras D. (2015). *Native forest replacement by exotic plantations in southern Chile (1985–2011) and partial compensation by natural regeneration*. *For Ecol Manag* 345:10–20.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a los siguientes proyectos: CONICYT/FONDAP No 15110009, FONDECYT No 1141294, Programa de Becas de Doctorado Nacional de CONICYT No 21140409, FONDEF IdeaCA13I10276 y Dirección de Investigación de la Universidad de la Frontera.

Comparación del número de especies clasificadas bajo algún grado de amenaza

Grupo	1999 ¹	2015 ²	% Diferencia
Mamíferos	51	83	39%
Aves	72	76	5,5%
Reptiles	45	81	80
Anfibios	31	47	16%
Peces	44	37	-15,9%
Insectos	s/i	35	-
Otros Inverteb.	s/i	65	-
Plantas	69	421	510
TOTAL	312	845	271%

4. BIODIVERSIDAD

4.1 ESTADO DE LA BIODIVERSIDAD

Las comparaciones entre los años 1999 y 2015 se focalizarán principalmente sobre los componentes de biodiversidad. Existen escasos antecedentes para hacer comparaciones sobre los componentes genéticos de la diversidad biológica de Chile. En cuanto a la biodiversidad de ecosistemas, se analizarán las modificaciones a las áreas silvestres protegidas del Estado y las de propiedad privada. Finalmente, en relación a un potencial incremento en el daño a los distintos ecosistemas no protegidos, sin lugar a dudas, ha aumentado debido al fuerte desarrollo económico que ha tenido Chile en el período 1999-2015, ya que se ha incrementado el número de proyectos mineros, hidroeléctricos, agropecuarios y de explotaciones forestales, por lo que las áreas de propiedad privada no dedicadas a la conservación se han visto afectadas por un mayor uso de sus capacidades productivas.

4.1.1 Evolución del conocimiento del patrimonio biológico

Las evaluaciones sobre la biodiversidad están estrechamente unidas al conocimiento que el país tiene sobre su patrimonio biológico, el que ha evolucionado sin la celeridad esperada. Entre 1999 y 2015 el progreso del conocimiento de la biodiversidad no dependió de un marco de planificación global de investigación científica o de líneas pre establecidas a nivel nacional, sino que estuvo ligado principalmente a los vaivenes de iniciativas individuales de académicos. No obstante, pese a las limitaciones y a la baja prioridad que se le da a las investigaciones sobre la biodiversidad, año a año se sigue incorporando nuevos descubrimientos evidenciándose claras diferencias por grupos. El conocimiento de especies del 2015 es marcadamente superior a 1999 tal como se aprecia en el Cuadro 4.1.

CUADRO 4.1**Comparación de la Riqueza específica de Chile**

GRUPO	1999 ¹	2015 ²	Variación 1999-2015	
	Riqueza de Especies	Riqueza de especies	Diferencia	% variación
Algas, Flora y Fungi	1259	1502	243	12%
Diatomeas	563	568	5	1%
Dinoflagelados y Silicoflagelados	300	295	-5	-2%
Hongos	3300	3300	0	0%
Líquenes	1074	1383	309	29%
Algas multicelulares	813	945	132	16%
No vasculares	1225	1400	175	14%
Helechos	150	170	20	13%
Gimnospermas	18	16	-2	-11%
Monocotiledóneas	1102	1250	148	13%
Dicotiledóneas	3514	4250	736	21%
Invertebrados	14897	15466	569	4%
Moluscos	1187	0	0	0%
Crustáceos	606	0	0	0%
Insectos	10133	11468	1335	13%
Otros	2971	3419	448	15%
Vertebrados	1919	2036	117	6%
Peces	1179	1226	47	4%
Anfibios	43	62	19	44%
Reptiles	94	122	28	30%
Aves	456	464	8	2%
Mamíferos	147	162	15	10%
TOTAL	28875	31063	2188	8%

Fuentes: (1) Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 1999

(2) Bis, Salvo CONAMA (2008) para gimnospermas e insectos

Desde 1999 a 2015 las especies totales se han incrementado 8%, pasando de 28.875 especies en el año 1999 a 31.063 en el año 2015. Existe una notable variación entre estos años en especial en algunos grupos. (Ver Cuadro 4.1) El conocimiento de especies anfibias aumentó en un 44%, los reptiles en un 30%, y los líquenes en un 29%. Algunos grupos han disminuido a la luz del perfeccionamiento del conocimiento que de ellos se tenía, siendo las gimnospermas las más destacadas pues bajan en un 11%.

Por otra parte, gracias a los 12 Procesos de Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación que ha llevado a cabo el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente, se ha progresado en incrementar el número de especies estudiadas tal como se puede apreciar en el cuadro 4.2.

CUADRO 4.2:**Incremento 1999-2015 de las especies clasificadas, y variación porcentual de clasificadas/descritas por grupos**

Grupo	Datos Informe País 1999			Datos hasta 2015			% Variación 1999-2015 Clasificadas/Descritas
	Descritas	Clasificadas ⁴	% Clasificadas / Descritas	Descritas	Clasificadas ⁴	% Clasificadas / Descritas	
Mamíferos	147	51	35	162	117	72	37
Aves	456	72	16	464	94	20	4
Reptiles	94	45	48	143	143	100	52
Anfibios	43	31	72	62	62	100	28
Peces	1179	44	4	1226	44	4	0
Insectos	10133	s/i	--	11468	40	0,4	--
Otros Inv	4764	s/i	--	5212	77	1,5	--
Plantas	4784	69	1	5686	575	10,1	91

Fuente: (1) Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 1999. (2) 12ª proceso de clasificación, MMA (2016)

En general, entre 1999 y 2015 han aumentado de modo importante los porcentajes de las especies clasificadas sobre las descritas, en especial en los animales superiores. El grupo que más aumenta es el de los reptiles con un 52% de clasificadas sobre descritas, seguido por 37% de mamíferos y los anfibios, 28%.

En un país de alto endemismo se puede verificar también que esta condición ha aumentado, incorporando nuevas especies endémicas, en especial de helechos y de anfibios, tal como se aprecia en el Cuadro 4.3.

CUADRO 4.3**Comparación del endemismo de Chile**

Grupo	1999	A 2015 ⁴	Variación 1999-2015
	Nº de especies endémicas	Nº de especies endémicas	Nº de especies endémicas
Helechos	44	48	4
Gimnospermas	6	4	-2
Anfibios	33	37	4
Reptiles	55	55	0
Aves	10	10	0
Mamíferos	18	17	-1
TOTAL	166	171	5

4.1.2 Comparación de la evolución del Estado de conservación de la biodiversidad.

4.1.2.1 Comparación del Estado de la conservación especies con relación a sus grados de amenazas

Las estadísticas sobre especies amenazadas han sido clasificadas bajo distintos sistemas de clasificación, lo que hace muy difícil comparar la evolución. Recién en los últimos años se ha normalizado la situación asumiendo el sistema de clasificación internacional. Por la razón expuesta, se ha hecho una sola categoría que abarca los distintos tipos de amenaza, lo que se expone en el Cuadro 4.4.

CUADRO 4.4

Comparación del número de especies clasificadas bajo algún grado de amenaza hasta el 12° Proceso de Clasificación de Especies del MMA.

Grupo	1999 ¹	2015 ²	% Diferencia
Mamíferos	51	83	39%
Aves	72	76	5,5%
Reptiles	45	81	80
Anfibios	31	47	16%
Peces	44	37	-15,9%
Insectos	s/i	35	-
Otros Inverteb.	s/i	65	-
Plantas	69	421	510
TOTAL	312	845	171

Fuentes: (1) Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 1999

(2) 12° Proceso de Clasificación de especies del MMA.

Dentro del reino animal el número de especies mamíferos con algún grado de amenazas aumento en 39%, y los anfibios 16%. En el reino vegetal las especies clasificadas en alguna categoría de conservación se incrementaron de modo sustancial (510%). En el global entre animales y plantas, hubo un aumento significativo de un 171%.

Entre 1999 y la información al 2015 se constata un incremento de los porcentajes de las especies amenazadas sobre las descritas. Ver Cuadro 4.5

CUADRO 4.5
Comparación 1999–2015 de especies amenazadas sobre las descritas

Grupo	Conocimiento a 1999			Conocimiento a 2015			% Variación 2015-1999 Amenazadas/ Descritas
	Descrita (D)	Amenazada (A)	A/D	Descrita (D)	Amenazada (A)	% A/D	
Mamíferos	147	51	335	162	83	51	16
Aves	456	72	116	464	76	16	0
Reptiles	94	45	448	122	76	62	14
Anfibios	43	31	772	62	43	69	-3
Peces	1179	44	55	1226	36	3	-1
Insectos	10133	s/i	--	11468	35	0	--
Otros Inv.	4764	s/i	--	5212	64	1	--
Plantas	4784	69	1	5686	411	7	6

Fuente: Elaboración propia

Las investigaciones se han centrado preferentemente sobre los mamíferos, aves, reptiles y anfibios. Hay antecedentes limitados en el grupo de peces, y el resto de grupos animales carece de información comparable.

El mayor conocimiento adquirido a través de diversos estudios realizados en especies descritas explican los aumentos constatados. Los porcentajes entre 1999 y 2015 de especies amenazadas sobre descritas aumentan en los mamíferos un 16% y en reptiles un 14%

4.2 EVOLUCIÓN DE LAS CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DE LA BIODIVERSIDAD.

4.2.1 Evolución de la influencia de las macropresiones.

Tal como se aprecia en la Primera Parte han aumentado las macro presiones sobre el medio ambiente. El incremento de la población se considera la de mayor incidencia directa e indirecta sobre la pérdida de biodiversidad.

El crecimiento de algunos sectores de la economía presiona sobre la biodiversidad, tal como se analizará más adelante.

4.2.2 Evolución de la pérdida y modificaciones de hábitat

4.2.2.1. Urbanización y ecosistemas de uso antrópico

La expansión de las ciudades sigue agrediendo al medio ambiente y alterando los hábitats de la biodiversidad. Los centros urbanos han crecido en forma importante, lo que se puede apreciar en el Capítulo 8 de la Segunda Parte. Este crecimiento se genera en función de las áreas rurales aledañas. Por otra parte, el aumento de la población hace que las áreas periurbanas intensifiquen el uso de sus suelos y sientan la presión del mayor tránsito de ellas repercutiendo en la conservación de la biodiversidad. No hay evaluaciones cuantitativas sobre el impacto de estas presiones, pero se presume con cierta certeza que este es importante.

Un proceso poco estudiado que se ha intensificado entre 1999 y 2015 debido al incremento del ingreso per cápita y el crecimiento de la población es la ocupación del borde costero con urbanizaciones que en general no consideran el impacto en la conservación de la biodiversidad. Los sitios más afectados han sido el borde marítimo de las regiones Quinta, Metropolitana y Sexta, además de los numerosos humedales costeros de la zona central y centro sur, así como los bordes de los lagos especialmente del sur. Ver el Capítulo 8 Asentamientos Humanos, Segunda Parte

Según el Ministerio de Medio Ambiente, los ecosistemas de uso antrópico, han pasado a ocupar un 12% de la superficie nacional, debido a la transformación ejercida sobre ecosistemas naturales, bosques, matorrales, desiertos y estepas, los cuales han sido intervenidos para construcción de residencias, carreteras y el desarrollo de actividades productivas.

Esa misma publicación, señala que en la actualidad ocupan un 15% de su distribución, así como señala de otros 10 ecosistemas que tienen menos de un 40% de su superficie remanente, todos ubicados en las zonas costeras e interior entre la V Región de Valparaíso y la VIII Región

Respecto del reemplazo de los ecosistemas terrestres experimentados en los últimos 20 años, es decir entre 1992 y 2012, se identificaron ecosistemas que han perdido alrededor de un 26% de su superficie dentro de este período, los cuales corresponden a los ecosistemas de bosque mixto templado costero de *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus obliqua* y al bosque caducifolio mediterráneo templado costero de *Nothofagus obliqua* Gomortega keule, ubicados en la zona costera de la VII Región del Maule y la VIII Región del Bío Bío. Además otros 11 ecosistemas de la zona central del país han perdido entre un 10 y un 20% de su superficie en los últimos 20 años, este reemplazo ha sido producido principalmente por el establecimiento de nuevas plantaciones forestales en dichas zonas

4.2.2.2 Agricultura

Así como se expanden las ciudades también ha sucedido algo similar con la agricultura. La expansión agrícola antes del decenio de los ochenta se hacía hacia territorios de poca pendiente, pero en los últimos decenios se ha proyectado hacia los cerros, mediante la elevación de las cotas de riego. Y ello ha repercutido en forma importante para eliminar parte del bosque esclerófilo de la región central, que posee una rica y diversa biodiversidad. Ver el Capítulo 5 Suelos, Segunda Parte.

Otro aspecto importante en el proceso de agricultura, es la pérdida que se ha tenido por el proceso de expansión a costa de ecosistemas forestales también apreciable en el capítulo antes citado.

4.2.2.3 Forestación

Tal como se puede constatar en el capítulo 3 Bosques Nativos, Segunda Parte, el factor de forestación con especies exóticas entre 1999 y 2015 siguió siendo uno de los principales responsables de la eliminación del bosque nativo, y por ende, de la pérdida de los principales hábitats de la biodiversidad del país. No se ha ponderado la gran importancia para la pérdida de la biodiversidad que ha tenido la sustitución de bosques nativos por plantaciones forestales.

4.2.2.4 Fragmentación

Las macro presiones se han sumado a los procesos de expansión agrícola y forestación con especies exóticas para que los territorios donde existe biodiversidad se fragmenten afectando la conservación. El bosque esclerófilo de la parte central de Chile ha sido fragmentado por la expansión de la frontera frutícola hacia los cerros. La ausencia de pasadizos ad hoc para evitar la discontinuidad de estos bosques ha perjudicado la conservación de la fauna, proceso desafortunadamente muy poco estudiado.

¹ Ministerio de Medio Ambiente de Chile (2014) "Quinto Informe Nacional de Biodiversidad" MMA, Santiago de Chile

4.2.2.5 Contaminación minera e industrial

Los diversos tipos de contaminación explican parte de la pérdida de la biodiversidad. La contaminación del suelo derivada de procesos industriales, con controles aun limitados de los residuos industriales líquidos (RILES), han afectado flora y fauna de las áreas afectadas.

La minería ha influido de varias formas en problemas para la conservación la biodiversidad. En el Norte, la competitividad sobre el recurso agua ha secado bofedales y vegas alterando el medio con la consecuente afectación de la biodiversidad, proceso que ha seguido agravándose entre 1999 y 2015. El peso de la minería en la economía nacional ha influido para que este problema no tenga una solución definitiva. Los pasivos mineros, en especial de minas antiguas y de tamaños menores, han seguido contaminando suelos y cursos de agua, los que en muchas ocasiones han llegado hasta el mar. Hay un pasivo ambiental de manejo de relaves abandonados que no se ha enfrentado con decisión. Ver el Capítulo 7 Minerales e Hidrocarburos de la Segunda Parte.

4.2.2.6 Especies Exóticas Invasoras (EEI)

Las especies exóticas invasoras son una amenaza creciente para la conservación de la biodiversidad, generando impactos en múltiples escalas (Jaksic & Castro 2014). En Chile han existido de tiempos antiguos muy parcialmente catastradas. Entre 1999 y 2015 se encontraron 18 nuevos registros de especies exóticas, en su mayoría plantas vasculares, dos aves y un pez. Ninguno de estos focos ha sido evaluado como una amenaza actualmente relevante para la biodiversidad del país, no obstante esto no implica que ésta última reciba algún efecto de las especies exóticas enlistadas. Recientemente, gracias a un proyecto GEF se catastró que son 128 las EEI que amenazan la diversidad biológica nacional, donde 27 son las de mayor preocupación.

Los números muestran que unas 690 especies de plantas vasculares están naturalizadas en el país (Kalin-Arroyo et al. 2000) es decir, cerca de un 11% de las presentes en el país. Otros estudios muestran que el 3,9% de los vertebrados terrestres continentales son exóticos (Jaksic 1998). En Chile, al igual que en otros países latinoamericanos, no existen bases de datos sobre EEI que sean completas y con representatividad de todos los taxones, como invertebrados u hongos (Jaksic & Castro 2014).

Desde 1999 hasta 2015 se han reportado 18 especies exóticas que afectan con algún grado de significancia a la conservación la biodiversidad, tal como se aprecia en el Cuadro 4.7.

CUADRO N° 4.7

Especies exótica que afectan la biodiversidad, que reportan su ingreso a ecosistemas de Chile a partir de 1999.

Especie	Origen	Ingreso a Chile	
		1999-2015	2016-2020
Castor canadensis	Argentina	●●●●●●●●	●●●●●●●●
Neovison grison	Argentina	●●●●●●●●	●●●●●●●●
Myiopsitta monachus	Argentina	●●●●●●●●	●●●●●●●●
Didymosphenia geminata	Argentina	●●●●●●●●	●●●●●●●●
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...

Fuente: Fuentes et al (2013) salvo (1) de Ruiz (2002) y (2) de Quezada-Romeglialli et al. (2009)

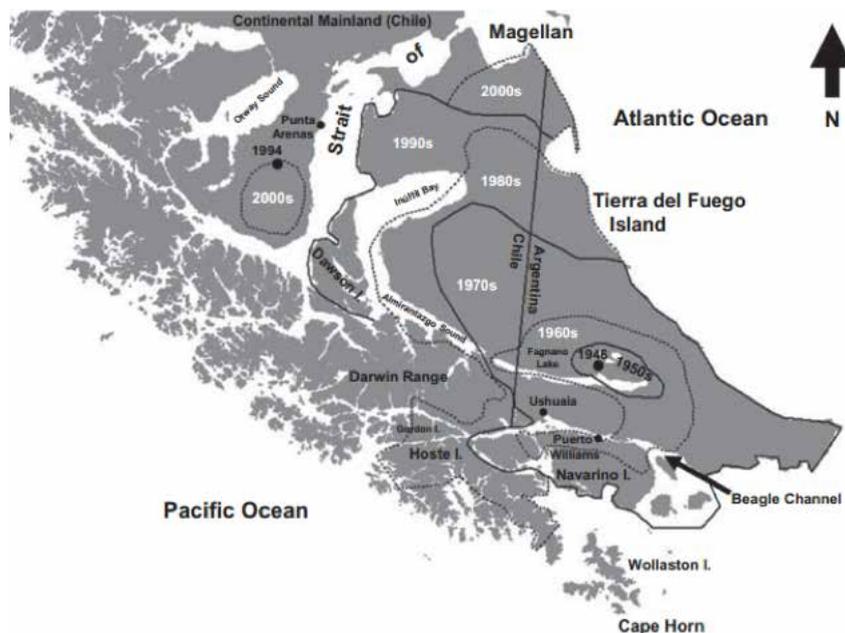
Un completo estudio realizado en todo el país identificó a 27 especies como las más peligrosas para la conservación de la biodiversidad, las que se exponen en el cuadro Anexo N° 4.1. Algunas de estas especies han ingresado a territorio nacional desde hace muchos años, con lo cual ya cubre proporciones significativas del país. En cambio, hay algunas que a pesar de haber arribado a Chile recientemente han tenido un aumento notable en los últimos años.

Uno es el caso del castor canadiense (*Castor canadensis*) que fue introducido en Tierra del Fuego argentina el año 1948 y que ahora cubre extensas áreas de toda la porción sur de Sudamérica (Figura 4.1), el visón (*Neovison grison*) que se introdujo de modo natural y por medio del hombre desde la Patagonia argentina a Aysén y Magallanes y cubre extensos territorios de Chile desde la Araucanía a Magallanes, la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) que ya habita desde las zonas urbanas de Iquique a Puerto Montt, y la diatomea *Didymosphenia geminata*, comúnmente denominada Dídimo que están presente desde Tierra del Fuego a la Región del Bío Bío. Todos estos procesos migratorios tan explosivos y casi sin control son indicadores de que muy poco se ha hecho para erradicarlos de modo temprano.

En el país es muy difícil cuantificar las diferencias entre 1999 y 2015, dado que hay sólo informes parciales no consolidados a nivel nacional. No obstante hay una excepción: el castor, notable tanto por la expansión tenida como por el perjuicio que ha hecho.

La introducción inicial de 25 parejas en 1946 tomó lugar cerca del Lago Fagnano en Tierra del Fuego argentina. En 1960 los castores llegaron a las islas chilenas al sur del canal de Beagle y en el 2000 se hallaron invasores residentes en Chile continental. (Extraído de Anderson et al. 2009). La expansión del castor puede apreciarse en la Figura 4.1

FIGURA 4.1:
Expansión del castor en Magallanes



Lo interesante de este caso es que se pudieron hacer algunas estimaciones del crecimiento entre 1999 y 2015 de esta especie invasora, lo que se aprecia en el Cuadro 4.8

CUADRO 4.8
Número de Castores 1999–2015 en Magallanes

ZONA	1999	2015	% de incremento
Isla Tierra del Fuego	41.000	90.000	120%
Isla Navarino	13.000	20.000	54%
Continente	Sin Registros	Nº colonias en Península de Brunswick	
TOTAL	54.000	110.000	104%

Fuente: Gligo, N. (2016) "Urgencia de nuevas iniciativas frente a la plaga del castor" (informe) En Proyecto "Propuesta de planes de acción regionales para la prevención y gestión de especies exóticas invasoras, en el marco del Proyecto GEF/MMA/PNUD EEI AJF#

El castor (*Castor canadensis*) entre los años 1999 y 2015 se habría expandido en un 104% en territorio nacional. Ha habido pocos programas efectivos de control, salvo un exitoso proyecto del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) del Ministerio de Agricultura donde se cazaron 11.700 ejemplares, y de algunas labores localizadas de CONAF y de WCS/GEF relacionadas con la caza localizada de ejemplares.

El caso del visón (*Neovison grison*) es similar, y sus perjuicios son aún más devastadores. Esta especie de mustélido llegó desde Argentina, de modo activo y para la explotación de pieles a distintas regiones de Chile. En la actualidad se encuentra distribuido desde la cordillera de la Región de la Araucanía hasta la Isla de Tierra del Fuego. En el periodo 2009-2015 se ha observado un incremento de su distribución en zonas costeras de las regiones del sur de Chile y en extensas áreas de la Isla de Chiloé.

El sapo africano (*Xenopus laevis*) se solía percibir como una especie de menor preocupación poco estudiada a pesar de su rápida expansión. (Jaksic & Castro 2014). Jaksic (1998), lo registró en 1973 y según Veloso y Navarro (1988) se naturalizó en 1980. También se constata una marcada expansión. La evolución de su dispersión ha mostrado que ya se encuentra en su límite norte, probablemente a través de dispersión asistida dada la discontinuidad de su distribución. Su tasa de avance es entre los 3,1-5,4 Km. anuales (Lobos & Jaksic 2005) y es fácil especular que prosiga hacia el sur donde habrían condiciones más favorables, y a la vez una mayor biodiversidad de anfibios que en consecuencia podrían verse amenazados por este invasor.

4.2.3 El déficit del cambio de las estructuras públicas para la conservación de la biodiversidad.

No obstante ponerse en marcha la ley de bases del medio ambiente, el tema de la institucionalidad ambiental en 1999 aun mostraba un claro rezago en comparación con otros países de la región latinoamericana. Las políticas públicas relativas a la gestión de la biodiversidad se centraron en el año 1999 básicamente en los servicios especializados de CONAF, SAG, SERNAPESCA y CONAMA.

A partir del 2000 el debate de la necesidad de perfeccionar la Ley de Base del Medio Ambiente, y en particular de modificar profundamente la institucionalidad pública respecto a la biodiversidad se instaló con mucha fuerza en la ciudadanía.

En 2010 la ley N. 20.417 creó el Ministerio de Medio Ambiente sustituyendo a la CONAMA, e incorporando el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente, encaminándose así hacia una institucionalidad ambiental menos dispersa.

En ese entonces también se envió junto a estas nuevas estructuras la iniciativa correspondiente para crear el Servicio de Áreas Protegidas y de Conservación de la Biodiversidad, pero, hasta la fecha, este cuerpo legal ha sido postergado.

Son varias las razones que se dan para explicar esta demora. Entre ellas, la permanencia del statu quo de las funciones y poderes de CONAF que parece que interesa no sólo a poderes burocráticos sino a poderes fácticos relacionados con la expansión de plantaciones exóticas. En efecto, junto con la citada iniciativa, una modificación importante debía haber sido la creación de una instancia como organismo público para la Corporación Nacional Forestal. Las iniciativas para alterar la condición jurídica de la CONAF hasta la fecha no han tenido éxito.

A ello se une la lucha de funcionarios que, ante el traspaso de parte de la CONAF hacia el nuevo servicio, ven amenazada su estabilidad laboral y/o sus condiciones económicas. Estas luchas burocrática, no sólo se da en la CONAF, sino que se ha convertido en un problema entre el Ministerio de Medio Ambiente, en donde se instalaría el nuevo servicio, y el Ministerio de Agricultura, secretaría de Estado de donde depende CONAF. Es natural que, al aparecer este conflicto sólo con como un problema burocrático, las principales razones de que no se haya aprobado el nuevo servicio quedan en las sombras.

4.3 FACTORES Y POLÍTICAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA BIODIVERSIDAD

4.3.1 Evolución de la Política Nacional de Conservación de la Biodiversidad, avances en el 2015 con relación a 1999

El análisis de las políticas necesariamente debe partir de los esfuerzos realizados para elaborar estrategias y políticas y poner en práctica medidas concretas en torno a ellas. No obstante los avances tenidos en el SNASPE, en términos generales se puede concluir que las estrategias y políticas no se han visto reflejadas en progresos de alguna significancia. Sin margen de error, se puede afirmar que en el período en estudio muy poco se ha realizado, y lo que es más grave, se ha perdido un lapso muy significativo para tomar medidas eficaces, mientras los factores fundamentales del estado de la pérdida de la biodiversidad han seguido creciendo.

La principal explicación se basa en que los factores relevantes que definen la situación de conservación de la biodiversidad, al estar radicados en la dinámica propia del estilo de desarrollo y, además, ser de manera significativa resorte de los sectores privados, no han sido abordados con la fuerza necesaria pues no ha habido políticas públicas robustas y eficaces. En este contexto, las estrategias y políticas, por lo general, no pasan de ser expresiones de deseos.

A continuación se analizan algunos avances que a futuro, siempre que se apliquen decididas políticas públicas, posibilitarían mejorar la situación de la conservación.

4.3.1.1 Sitios prioritarios de conservación

Parte del plan de acción delineado para implementar la estrategia nacional de biodiversidad es la consolidación de una red nacional de áreas protegidas, identificando los sitios prioritarios de conservación y aplicando planes de manejo para garantizar su protección. En las estrategias regionales de conservación de la biodiversidad se han identificado 338 sitios prioritarios en Chile presentes en propiedades públicas y privadas, lo que dificulta su gestión.

La inclusión de estos sitios para la conservación de la biodiversidad aumentaría notablemente la representatividad de los ecosistemas y por tanto ayudando a cumplir las metas. De estos sitios el 87,3% presentan algún grado de amenaza y aunque esto es un avance significativo, la información disponible es baja, y solamente permite planificación y gestión ambiental a nivel regional y no a escala local. (Proyecto PNUD 125/2010).

Este avance se vio seriamente limitado porque, contradictoriamente a lo expuesto, la publicación del oficio ordinario N103008 de la CONAMA (con suplementación del N100143) instruyó que entrarán al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) con un Evaluación de impacto Ambiental (EIA) aquellos proyectos que puedan localizarse cerca o en los 64 sitios prioritarios expuestos en la Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad dejando fuera de esta posible protección a 266 sitios que no poseen alguna protección (8 sitios la poseen al encontrarse bajo otra categoría con protección oficial).

4.3.1.2 Evolución del Sistema Nacional de Áreas Silvetres Protegidas (SNASPE)

En este período se han creado 7 nuevas áreas protegidas del Estado, incluidas una Reserva de la Biosfera (Araucarias), un Monumento Natural (Quebrada de Cardones en la Región de Arica y Parinacota), un Parque Marino (Motu Motiro Hiv en las cercanías de la isla Rapa Nui), dos Parques Nacionales (Alerce Costero en la Región de Los Ríos y Yendegaia en la Región de Magallanes) y dos Reservas Nacionales (Altos de Pemehue y Noquen, ambas en la Región Del Bío Bío) (CONAF 2016).

CUADRO 4.9
Las nueva áreas protegidas

NOMBRE UNIDAD	REGIÓN	SUPERFICIE	AÑO
Monumento Natural Quebrada de Cardones	Arica y Parinacota	11.325	2009
Reserva Nacional Altos de Pemehue	Bío Bío	18.854	2009
Reserva de la Biósfera Araucarias	Araucanía	1.140.000	2010
Reserva Nacional Nonquén	Bío Bío	3.055	2010
Parque Marino Motu Motiro Hiv	Rapa Nui	15.000	2010
Parque Nacional Alerce Costero	De los Ríos	24.000	2012
Parque Nacional Yendegia	Magallanes	150.162	2013
TOTAL		1.362.396	

4.3.1.3 Clasificación de especies por estado de conservación

En 1998 la clasificación de especies por estado de conservación fue reconocida como un cuerpo jurídico por el DS N.5, listado elaborado por SAG en torno a la Ley de Caza N° 19.473 en base a Libros Rojos de flora y fauna terrestre (CONAF 1985 y 1989). Estos documentos eran los únicos que existían hasta el momento.

El 2005 la CONAMA elaboró el primer reglamento para la clasificación de especies silvestres (RCE) que clasifica flora y fauna silvestre según estado de conservación siguiendo procedimientos estandarizados IUCN. Con la creación del Ministerio de Medio Ambiente en 2010 el RCE pasa a sus manos y este Ministerio asume la responsabilidad de actualizar las categorías de estado de conservación. En 2015 se estaba trabajando en el décimo tercer proceso.

4.3.1.4 Planificación estratégica y ordenamiento territorial

La planificación estratégica y el ordenamiento territorial pasaron a formar parte de los objetivos específicos de la Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad.

La CONAMA en 2008 impulsó un plan piloto del primer instrumento de ordenamiento en Chile, a través de una estrategia de gestión integrada de cuencas hidrográficas, que no prosperó. La ley 20.417 del 2010 estableció lo que sería la evaluación ambiental estratégica, y el 2015 se aprobó su reglamentación junto a la publicación de guías.

4.3.2 Evolución de la eficacia de la estrategia nacional y de las estrategias regionales y nuevos planes

4.3.2.1 La estrategia nacional: evolución de la aplicación y de su eficacia

Para que Chile cumpliera el convenio de diversidad biológica, se estableció un plan estratégico para la diversidad biológica 2011-2020. El quinto informe de evaluación (2014) hecho por el mismo MMA concluye que el 85% de las 20 metas poseen cumplimiento bajo y medio-bajo y las tres restantes medio-alto. Ninguna meta ha sido cumplida con un nivel alto.

4.3.2.2 Las estrategias regionales: análisis de las evoluciones, de las aplicaciones y eficacias

La preocupación por la conservación de la biodiversidad ha sido preocupación permanente de investigadores, instituciones públicas regionales y de universidades regionales. Antes de 1999 los esfuerzos regionales no estaban integrados en

una estrategia nacional. La dinámica de estudios y de esfuerzos regionales ha sido muy disímil. El Cuadro 4.9 muestra la situación por región. Es importante destacar que a 2015 se han elaborado cinco Libros Rojos sobre la situación de la biodiversidad.

CUADRO 4.9:

Iniciativas para la conservación de la biodiversidad por regiones de Chile.

Región	Libro rojo	Estrategia Regional de Biodiversidad		Ultimo Plan de Acción	Estrategia Regional de Biodiversidad al 2013	Diagnóstico estado regional y tendencias de la biodiversidad al 2015 ¹
Arica y Parinacota	No existe	2002	2010	2002	En proceso	Pendiente
Tarapacá	No existe	2002	2008	2002	En proceso	Pendiente
Antofagasta	No existe	2002	2002	No		Pendiente
						Diagnóstico y Evaluación Estrategias Regionales de Biodiversidad - Plan de Acción
Atacama	Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (Eds.) 2008	2002	2009	2009	En proceso	Pendiente
Coquimbo	Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (Eds.)	2001	2002	2002	En proceso	Pendiente
Valparaíso	No existe	2005	2005		En proceso	Pendiente
Metropolitana	No existe	2004	2013	2005	Hecho	Pendiente
O'Higgins	Serey, I., M. Ricci & C. Smith-Ramírez (Eds.) 2007	2002	2009	2005	En proceso	Pendiente
Maule	No existe	2002		2002	No	Pendiente
Bío-bío	No existe	2005		2005	En proceso	Pendiente
Araucanía	No existe	2002		2002	En proceso	Pendiente
Los ríos	No existe	2002	2010	2002	En proceso	Pendiente
Los Lagos	No existe	2002		2002	En proceso	Pendiente
Aysén	No existe	2002		2002	No	Pendiente
Magallanes y antártica Chilena	No existe	2002		2002	No	Pendiente

Fuente: Elaboración propia

- (1) En la página web de la ENB, aparecen en estado "Pendiente..." este informe, pues están en proceso de revisión.
 (2)

Como puede apreciarse en el Cuadro 4.9 al 2015 había sólo una estrategia regional terminada (Metropolitana), diez en proceso, y cuatro aún no comenzadas.

4.3.2.3 Planes Nacionales de Conservación de Flora y Fauna Silvestre

La CONAF posee un Programa Nacional de Planes de Conservación, que da cuenta de varios objetivos específicos entre los que se destaca: “Contribuir al conocimiento de la flora y fauna silvestre presentes en el SNASPE, en las áreas protegidas bajo tuición de CONAF, en sus áreas de influencia y en terrenos de aptitud preferentemente forestal (APF)”. En este ámbito, una línea de acción a la cual se le ha dado una gran relevancia durante los últimos años es la relacionada con la Elaboración de planes de conservación para especies de flora y fauna amenazada, documento de planificación que, además de aportar información actualizada con relación a la especie sobre la cual se trate, entrega, a través de objetivos, líneas de acción y actividades, como también el marco de trabajo mediante el cual se debe enfrentar la recuperación de la especie. Las actividades relacionadas con la implementación de los planes nacionales de conservación se han incrementado gradualmente a través de los años, llegando durante el año 2013 a un total de 72, distribuidas en todas las regiones del país (CONAF 2013).

Desde 1999 CONAF ha formulado 28 planes nacionales de conservación (PNC., siendo el primero el correspondiente al huemul. Con apoyo de investigadores, otros servicios públicos, ONG, entidades privadas y la comunidad, se ha priorizado, principalmente, el desarrollo de los planes de especies de flora y fauna clasificada como En Peligro y también algunas Vulnerables. En Cuadro 4.10 se detalla los Planes de flora silvestre (en verde los establecidos desde el año 2009 a la fecha) (CONAF 2013).

En la siguiente Tabla se observan los Planes de Conservación de especies de fauna silvestre, donde los en color verde estos fueron desarrollados después del año 2009 (CONAF 2013).

CUADRO 4.10
Planes Nacionales de Conservación de la flora silvestre

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	AÑO DE ELABORACIÓN
Huemul	Hippocamelus bisulcus	1999 actualizado en 2010
Loro Trichahue	Cyanoliseus patagonus bloxami	2001 ; actualizado en 2008
Chinchilla	Chinchilla lanigera	2002
Vicuña	Vicugna vicugna	2003
Flamenco andino	Phoenicoparrus andinus	2004
Carpintero negro	Campephilus magellanicus	2004
Cisne de cuello negro	Cygnus melancoryphus	2005
Picaflor de Juan Fernández	Sephanoides fernandensis	2005
Yunco	Pelecanoides garnotii	2005
Taruca	Hippocamelus antisensis	2006
Suri	Pterocnemia pennata tarapacensis	2006
Fardela blanca	Puffinus creatopus	2007
Tagua cornuda	Fulica cornuta	2008
Huillín	Lontra provocax	2009
Guanaco	Lama guanicoe	2010
Gato andino	Leopardus jacobita	2016
Queule	Gomortega queule	2003
Pitao	Pitavia punctata	2004
Tamarugo	Prosopis tamarugo	2005
Palma chilena	Jubaea chilensis	2005
Ruil	Nothofagus alessandrii	2006
Michay rojo	Berberidopsis coralina	2006
Queñoa	Polylepis tarapacana	2007
Huella chica	Corynabutilon ochsenii	2007
Avellanita	Avellanita bustillosii	2008
Valdivia	Valdivia gayana	2009

Fuente: Elaboración propia sobre la base de CONAF (2013)

4.3.3 Evolución de la estructura institucional pública relevante en la gestión de la conservación de la biodiversidad

4.3.3.1 La institucionalidad pública

Las políticas públicas relativas a la gestión de la biodiversidad dan atribuciones respecto a estas materias en el año 1999 a CONAF, SAG, SERNAPECSA y CONAMA. En 2010 la ley N. 20.417 crea el Ministerio de Medio Ambiente sustituyendo a la CONAMA e incorpora el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente, encaminando así una institucionalidad ambiental menos dispersa. Las principales creaciones realizadas a partir de 1999, se aprecian en el Cuadro 4.11

CUADRO 4.11

Evolución de la estructura institucional pública relativa a la biodiversidad.

Materia	Ley	Comentarios	Fecha
Institucionalidad Ambiental (IA)	Ley de bases del Medio Ambiente (N. 19.300).	La CONAMA sigue un modelo coordinador del medio ambiente. IA dispersa entre CONAF, SERNAPECSA y SAG.	1999
	Modificación ley 19.300 (N. 20.417).	Se crea el MMA, el SEIA, la SMA y el CMS. La IA está más concentrada, pero la regulación y gestión ambiental sigue dispersa.	Actualidad
	Proyecto de Ley sobre el servicio de biodiversidad y áreas silvestres protegidas.	Crea el sistema nacional de áreas protegidas concentrando bajo la tutela del MMA todas las áreas protegidas de diversas categorías que actualmente están dispersas, y vuelve obligatorio incorporar planes de manejo para cada área y su actualización cada 5 años. En tramitación parlamentaria.	Pendiente
	Ley del derecho real de conservación ambiental (N. 20.930)	Primer cuerpo legal de apoyo a iniciativas privadas de conservación, constituyendo derechos de conservación transferibles dentro de la propiedad privada.	
Bosques y Diversidad biológica forestal	Ley de bosques (D.L. 656)	Regula la explotación forestal y las plantaciones para preservar los bosques, pero facilita la industria maderera.	1999
	Fomento forestal (D.L. 701)	Fomento de la producción maderera, no se protege al bosque nativo, su biodiversidad ni productos no madereros.	
	Ley de recuperación del bosque nativo (N. 20.483)	Se diferencia el bosque nativo de las plantaciones exóticas, se definen los servicios ecosistémicos y tiene como objetivo conservar la diversidad biológica de los bosques. Fomento al bosque nativo	Actualidad
	Política forestal CONAF 2015-2035	Establece como uno de sus ejes estratégicos conservar la biodiversidad y sus servicios.	
Fauna Terrestre	Ley de Caza (N. 19.473)	Regula explotación de la fauna vertebrada terrestre nativa y exótica. Se intentó regular sobre fauna exótica dañina, pero fracasó por críticas sociales.	1999
	Sin modificaciones		Actualidad

Continúa en la página siguiente...

Materia	Ley	Comentarios	Fecha
Biodiversidad marina	Ley general de pesca y acuicultura (N. 18.829)	SERNAPESCA crea y administra los parques y reservas marinas.	1999
	Modificación Ley 18.829 (N. 20.434)	Mejoramiento en la prevención de impactos de la acuicultura sobre la biodiversidad.	Actualidad
	Modificación Ley 18.829 (N. 20.657)	Modificaciones en el ámbito de la sustentabilidad. Se protegen legalmente los montes marinos. Cabe destacar que es una ley altamente controversial.	
	Ley N. 20.417	Permite al MMA crear parque y reservas marinas.	

Fuente. Elaboración propia

4.3.3.2 Los convenios internacionales

En 1998 Chile había suscrito 35 convenios internacionales en total, adicionándose hasta la fecha siete nuevos acuerdos internacionales que vienen a regular el manejo de la biota nacional. (Ver Cuadro 4.12) Todos los decretos poseen algún grado de ratificación salvo el Protocolo de Cartagena sobre la seguridad en la biotecnología.

CUADRO 4.12

Convenios internacionales suscritos a partir del 1999

Convención	Fecha de suscripción	Ratificación
Protocolo de Cartagena sobre la seguridad en la biotecnología.	24 de abril de 2000	Sin ratificar
Acuerdo marco para conservación de recursos vivos marinos en altamar del pacífico sudeste o Acuerdo Galápagos.	2 de marzo de 2001	Ratificado por Chile, aún no entra en vigencia. A la espera de la ratificación total de los países firmantes.
Acuerdo para el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo sobre el proyecto "Capacitación, investigación y desarrollo forestal".	5 de julio de 2001	Según D.S. 338
Programa acción subregional para el desarrollo sostenible de la puna americana.	Iniciado el 2002.	Coordinado por CONAF
Acuerdo con el PNUD sobre el proyecto "Conservación y uso sustentable de la biodiversidad de importancia global de Chiloé".	5 de diciembre de 2001	Según DTO 2 18-04-02
Acuerdo para el PNUD sobre el proyecto "Conservación de la biodiversidad y manejo sustentable del salar de Huasco".	23 de julio de 2002	Según D.S. 31
Tratado de Libre Comercio con EE.UU. (componente ambiental)	30 de diciembre de 2003	Según D.S. 343

Fuente. Elaboración propia

4.3.4 Evolución de medidas para la conservación in situ de áreas y especies protegidas: avances 1999–2015

4.3.4.1 Catastros y homologación

Chile presentaba marcados retrasos para fomentar la creación de áreas privadas de conservación e integrarlas dentro de un sistema nacional de áreas protegidas de Chile. Podría aumentar la representatividad que tiene el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE) sobre los ecosistemas terrestres (Squeo et al. 2012).

A través del Proyecto GEF Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) se realizó el tercer catastro de las iniciativas de conservación privada (ICP) y posteriormente el primer proceso de homologación de las ICP con las categorías de manejo de la IUCN, para facilitar su integración a un SNAP. El estudio dio como resultado que de las 246 ICP analizadas, 26 no eran homologables, las otras 220 correspondían a Área de Gestión de Hábitats y especies (cat. IV), con posibles categorías secundarias de Región Natural estricta o área silvestre (cat. I) y Monumento o característica natural (cat. III) (Zorondo-Rodríguez 2013), como se observa en la figura 4.2 siguiente (extraída de Zorondo-Rodríguez 2013).

FIGURA 4.2
Categorías de Áreas protegidas sugeridas para las Iniciativas de Conservación Privada (ICP)

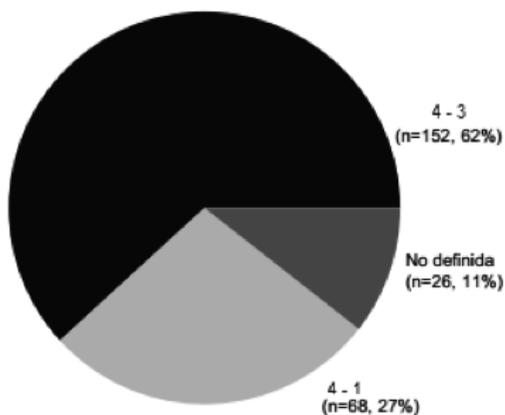


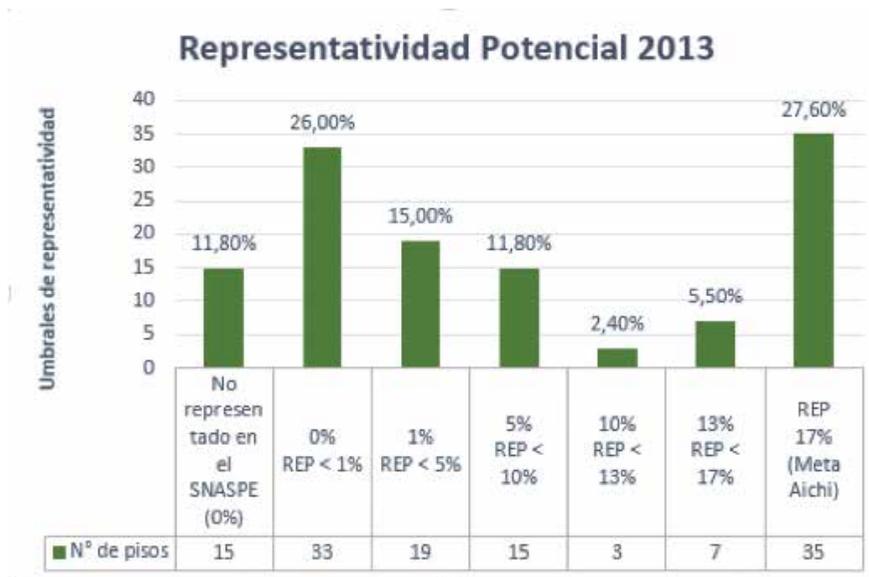
Figura 2. Categorías de Áreas Protegidas sugeridas para las Iniciativas de Conservación Privadas (ICP). La figura muestra la cantidad de ICP asimilables a categoría 4, como primera sugerencia, subdividida en aquellas asimilables a categoría I (4-1) y categoría 3 (4-3), como segunda sugerencia. El grupo en "No definida" refiere a aquellas ICP que no es posible asignar una categoría de área protegida.

Fuente: Zorondo-Rodríguez (2013)

4.3.4.2 Representatividad Vegetacional del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado

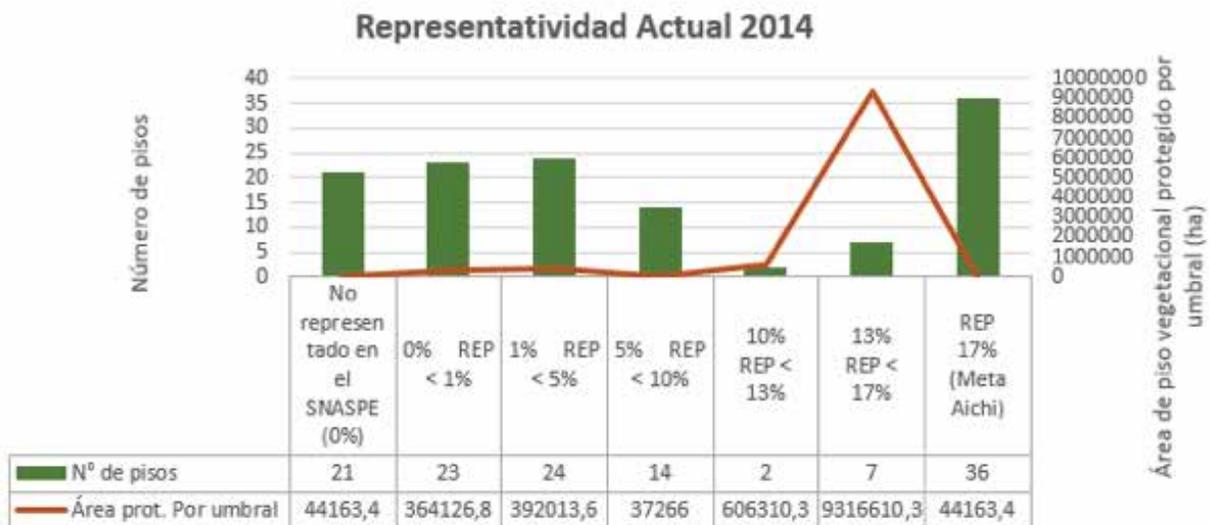
Reiteradamente se ha venido señalando que existe déficit de representatividad en varias categorías vegetacionales. En 1999 no había estudios que respaldaran cuantitativamente esta aseveración. En 2008 se hizo el estudio correspondiente, que fue complementado en 2013 estudiándose la representatividad potencial, y el 2014 la representatividad actual. En consecuencia, al 2015 puede afirmarse que se cuenta con una estimación bastante real del déficit.

FIGURA 4.11



Fuente: Moya, Herreros & Ferreyra (2014)

FIGURA 4.12



Fuente: Moya, Herreros & Ferreyra (2014)

4.3.4.3 Evolución 1999-2015 de las cantidades de áreas protegidas del país

El crecimiento de las áreas protegidas es, sin lugar a dudas, el principal factor de conservación de la biodiversidad. Ver Cuadro 4.13. En este sentido, hay que destacar dos hechos: Por una parte, las áreas protegidas marinas, que de 699 ha que tenían en 1999 pasaron a 1.651.916 ha en 2015, derivadas de la creación de dos parques marinos.

Por otra parte, las Iniciativas de conservación privadas pasaron en 1999 de aproximadamente 400.000, correspondientes a 39 iniciativas de conservación, a 1.651.916 ha incluidas en 308 iniciativas.

CUADRO 4.13

Evolución 1999-2015 de áreas protegidas del Estado terrestres y marinas, e Iniciativas de conservación privadas

	1999		2015	
	Cantidad	Área (ha)	Cantidad	Área (ha)
Parque Nacional	32	8.715.896	36	9.181.758
Reserva Nacional	24	676.194	26	751.305
Reserva Forestal	23	4.663.041	23	4.663.041
Monumento natural	13	15.371	16	34.429
Áreas silvestres protegidas públicas	92	14.070.502	101	14.630.533
Reserva Marina	1	340	5	7.811
Parque Marino	N/E	N/E	2	15.065.350
Área Marino Costera-Múltiples Usos	2	359	9	98.475
Áreas protegidas marinas públicas	3	699	16	15.171.636
Iniciativas de conservación privadas	39 ¹	400.000 ¹	308 ²	1.651.916 ²
SN	24	86.236	46	457.739

Fuente: Registro Nacional de Áreas Protegidas, MMA, salvo (1) Sepúlveda (1998) y (2) ASI conserva Chile (2013)

4.4 CONCLUSIONES

La trayectoria del tema de la conservación de la biodiversidad en los 16 años analizados señala claramente que se ha agudizado el rezago histórico que el tema tiene en el país. Con autoridad, y sobre la base de las cifras expuestas, se puede afirmar que esta década y media de la historia de la biodiversidad chilena bien podría calificarse como la década y media perdida.

La falta de una política definida de investigación y su correspondiente financiamiento ha incidido en muy poca incorporación de nuevos conocimientos. El cambio más positivo que se puede señalar en estos 16 años dice relación con las áreas protegidas, tanto públicas como privadas. Hay que destacar la creación de 4 nuevos parques nacionales continentales, 4 reservas marinas y 2 parques marinos de dimensiones muy relevantes. El cambio producido en las áreas protegidas privadas ha sido espectacular pasando de 400.000 ha en 1999 a 1.650.000 ha en 2015

Se han reiterado en el sector público esfuerzos para establecer estrategias y políticas, y la gran mayoría de ellas no tiene ningún efecto práctico sobre la conservación de la biodiversidad. Casi todos los documentos no pasan de ser expresiones de buenos deseos con escasa conectividad con los factores que realmente inciden en la creciente pérdida de la biodiversidad nacional. La elaboración explícita de políticas solo se justifica si después generan líneas de acciones específicas

Los reiterados déficits en la aplicación del sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, las tergiversaciones legales en torno a este sistema, y la falta de jerarquización que se le da a la biodiversidad en los estudios de impacto, han sido también factores de pérdida de especies y deterioro de ecosistemas. No obstante haber voluntad política para modificar la negativa situación, todo lo anterior se ve potenciado por un inadecuado diagnóstico sobre causas y eficacia de instrumentos que hace que muchas iniciativas sean ineficaces y se transforman sólo en expresiones de deseos.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson C, Martínez G, Lencinas M, Wallem, P, Moorman M & Rosemond, A (2009) *Do introduced North American beavers *Castor canadensis* engineer differently in southern South America? An overview with implications for restoration.* *Mammal Rev* 39(1):33-52.
- Arroyo MTK, C Marticorena, O Matthei & L Cavieres (2000) *Plant invasions in Chile: present patterns and future predictions.* In: Mooney HA & RJ Hobbs (eds) *Invasive species in a changing world: 385-421.* Island Press, Covelo, California, USA
- *Asi Conserva Chile.* (2013). *Catastro de Iniciativas de Conservación Privadas en Chile. Proyecto GEFMMA-PNUD: Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile: Estructura financiera y operacional.*
- Centro de Análisis de Políticas Públicas CAPP (1999) *Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 1999.* Universidad de Chile. Pp. 177-201
- Centro de Análisis de Políticas Públicas CAPP (2012) *Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 2012.* Universidad de Chile. Pp. 189-266.
- CONAF (1989). *Libro rojo de la Flora Terrestre de Chile.* Editor. Iván Benoit C. Santiago, Chile. 158 pp.
- CONAF (1993). *Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile.* Editor: Alfonso A. Glade. Santiago, Chile. 68 pp.
- CONAF (2013). *CONAF en las Áreas Silvestres Protegidas del Estado: Conservando la Flora y Fauna Amenazada.* Editores: Claudio Cunazza P., Moisés Grimberg P. y Mariano de la Maza M. Santiago, Chile. 150pp.
- CONAMA (2003) *Estrategia Nacional de Biodiversidad, Chile.*
- CONAMA (2005) *Plan de Acción de País para la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2004-2015, Chile.*
- CONAMA (2008), *Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos, Chile.*
- CONAMA-DIPRES (2008) *Comentarios y Observaciones al Informe Final de Evaluación por parte de la Institución responsable, Gobierno de Chile.*
- *Convención para la Protección de la Flora, Fauna, y Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América (1940), Decreto N° 531, Washington, USA.*
- Iriarte, A. (2008). *Los Mamíferos de Chile, Lynx Edicions, Barcelona, España. 424 pp.*

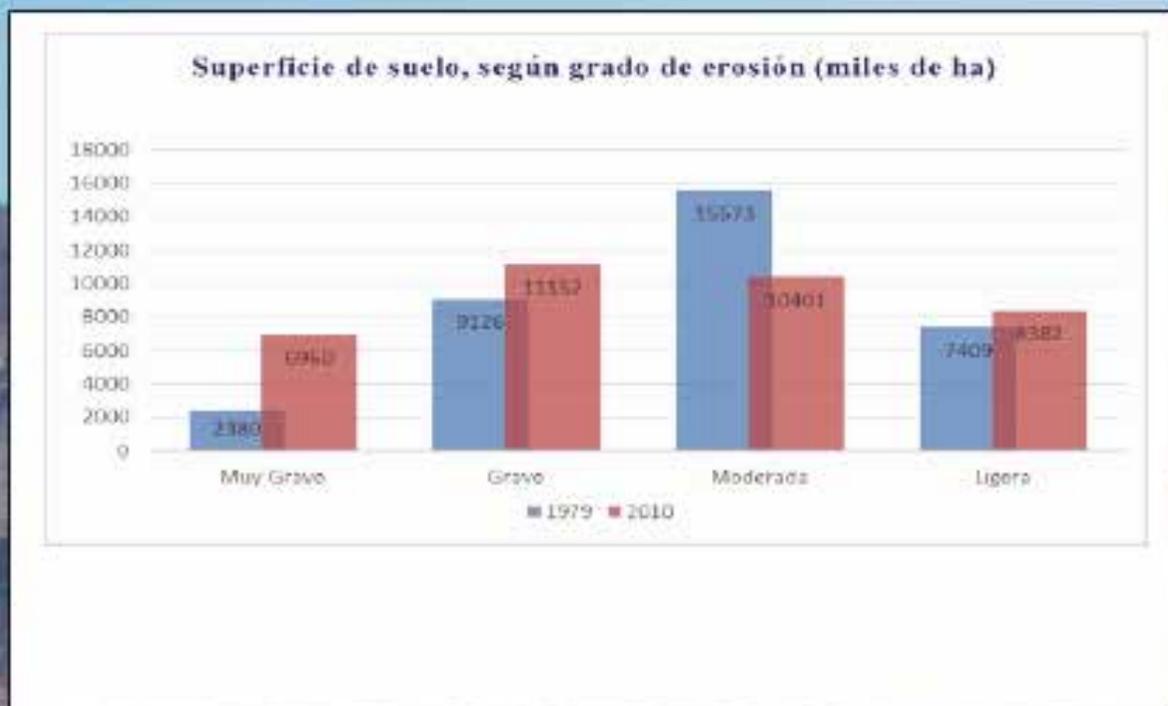
- Jaksic F (1998) *Vertebrate invaders and their ecological impacts in Chile. Biodiversity and Conservation* 7: 1427-1445
- Jaksic F. & Castro S (2014) *Invasiones biológicas de Chile: causas globales e impactos locales. 1ª edición. Ediciones UC, Santiago de Chile.*
- Lobos G & F Jaksic (2004) *The ongoing invasion of African clawed frogs (Xenopus laevis) in Chile: causes of concern. Biodiversity and Conservation* 14: 429-439.
- MMA/GEF (2014) “*Propuesta de Planes de Acción Regionales para la Prevención y Gestión de Especies Exóticas Invasoras, en el marco del Proyecto GEF/MMA/PUUD EEI AJF*”
- Moya, D., J. Herreros y J. Ferreyra, 2014. *Representatividad actual de los pisos vegetacionales en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y de sitios prioritarios para la conservación en Chile. Documento de Trabajo. Proyecto MMA / GEF-PNUD Creación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas para Chile: Estructura Financiera y Operacional. Santiago de Chile.*
- *Proyecto PNUD 125/2010: Sistematización y proposición de objetivos nacionales de conservación, criterios de representatividad y priorización, y calificación y gestión a nivel nacional, regional y local de sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. PNUD-MMA*
- Quezada-Romegialli, Claudio, Vila, Irma, & Véliz, David. (2009). *A NEW INVASIVE FRESHWATER FISH SPECIES IN CENTRAL CHILE: JENYNSIA MULTIDENTATA (JENYNS, 1842) (CYPRINODONTIFORMES: ANABLEPIDAE).* *Gayana (Concepción)*, 73(2), 233-236.
- Ruiz, J (2002) *Registros de Sicalis flaveola: un nuevo residente para Chile. Boletín Chileno de Ornitología* 9: 30-32.
- SAG (2007). *Cartilla para Cazadores, División de Protección de los Recursos Renovables Naturales, MINAGRI, Gobierno de Chile.*
- SAG (2009). *La Ley de Caza y su Reglamento. Legislación, División de Protección de los Recursos Renovables Naturales, MINAGRI, Gobierno de Chile.*
- Sepúlveda, C. (1998) *Las iniciativas privadas en conservación de la biodiversidad implementadas en Chile: análisis de la situación actual y su potencial. Ambiente y Desarrollo* 14(4): 53-64. CIPMA. Santiago.
- Simonetti, J. et al (1995b), *Diversidad biológica de Chile, CONICYT, Chile.*
- Squeo F, Estévez R, Stoll A, Gaymer C, Letelier L. & L Sierralta (2012) *Towards the creation of an integrated system of protected areas in Chile: achievements and challenges. Plant Ecology & Diversity*, 1-11
- *Universidad de Chile 2008. Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile, GEO Chile.*
- *Universidad de Chile 2012. Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile, GEO Chile.*
- Veloso A & J Navarro (1988) *Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino. Vol. 6(2):481-539.*
- Zorondo-Rodríguez, F. (2013) *Homologación de categorías UICN para las 246 iniciativas de conservación privadas caracterizadas por proyectos GEF SNAP en año 2013. Proyecto MMA/ GEF-SNAP 127/2015.*

Nombre científico	Nombre común
Acacia farnesiana	aromo
Equus africanus asinus	burro
Capra aegagrus hircus	cabra
Saccharum officinarum	caña
Castor canadensis	castor
Vespula germanica	chaqueta amarilla
Cervus elaphus	ciervo rojo
Oryctolagus cuniculus	conejo
Myiopsitta monachus	cotorra argentina
Didymosphenia geminata	Didymo
Mesembryanthemum crystallinum	hierba del rocío
Sus scrofa	jabalí
Cherax quadricarinatus	langosta azul
Lepus europaeus	liebre
Rapistrum rugosum	mostacilla negra
Columba livia	paloma
Canis lupus familiaris	perro
Hieracium pilosella	pilosela
Genista monspessulana	retamilla
Rodentia	roedores sinantrópicos
Rosa rubiginosa	rosa mosqueta
Xenopus laevis	sapo africano
Trachemys scripta	tortuga de orejas rojas
Oncorhynchus mykiss	trucha arcoíris
Ulex europaeus	Aromo europeo
Neovison vison	visón
Rubus	zarzamora

Fuente: Proyecto MMA/GEF (2014) "Propuesta de Planes de Acción Regionales para la Prevención y Gestión de Especies Exóticas Invasoras, en el marco del Proyecto GEF/MMA/PUUD EEI AJF"

ANEXOS

Anexo N° 1 Principales especies exóticas invasoras que afectan la biodiversidad de Chile.



Erosión grave y muy grave:

1979..... 11.506.000 ha..... 15,21% de la superficie de Chile
 2010..... 18.112.000 ha..... 23,96% de la superficie de Chile

5. SUELOS

5.1 CAMBIOS EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS SUELOS NACIONALES

En la década de los años 90' se estimaba la superficie de suelo agrícola en 26.393.219 ha (35% de la superficie del país) sobre una superficie territorial de 75.707.366 ha. Las regiones de la zona centro-sur del país concentran los suelos con las mejores aptitudes de uso agropecuario y las principales actividades agrícolas del país. En 1996 la superficie de suelo arable (capacidad de uso I - IV) per cápita era de 0,38 hectáreas y se estimaba que para el 2035 disminuiría a 0,26 hectáreas. (U. de Chile, 2000). Efectivamente, con una superficie de suelo arable de 5.271.580 ha las principales causas de pérdida de suelo son la expansión de superficie urbana y la degradación de los suelos, por procesos de desertificación, erosión o contaminación. Se estimaba una pérdida de 48.000 ha por urbanización, más unas 8 a 10 mil hectáreas de pérdida de capacidad productiva (o degradación), para el periodo 1995-2035. (U. de Chile, 2000)

Distintos estudios han estimado la superficie de suelo disponible en el país de acuerdo a su aptitud y capacidad de uso. Dos estudios son relevantes, el primero el que realizó IREN-CORFO en 1966 referido a la capacidad de uso de la tierra entre Atacama y Magallanes (Herrera, B. y Sandoval, F. 1966), que solo cubrió parte del territorio, identificando un total de 26.554.824 ha como suelo agrícola arable y no arable. En 1996, treinta años más tarde y con información más detallada y completa del país, Santibáñez, estima la superficie agrícola arable y no arable en 26.393.219 ha. (Ver cuadro 5.1) En general la superficie asignada a las diferentes capacidades de uso de la tierra, no han variado significativamente salvo la disminución de las clase II y III de riego en como consecuencia del crecimiento urbano. Efectivamente en el año 2013 ODEPA, en su estudio "Expansión urbana, cambio de uso del suelo, pérdida patrimonio agropecuario, recursos públicos" (T. Rivas, y Traub A., 2013), indica que la *"superficie total de suelos agrícolas afectados por las áreas urbanas y urbanizables del Plano Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS 2006) en la Región Metropolitana de Santiago es de 38.976 ha centrándose especialmente en la clase II, con 11.241 ha y en la clase III, con 18.108 ha. En menor proporción son afectadas la clase I, con 4.898 ha la clase IV, con 4.729 ha."*

En términos totales, la superficie nacional con capacidad de suelo de I a IV son 4.633.343 ha de las cuales el 64,6% (2.995.316 ha.) corresponden de secano y el 35,3% es de riego (1.638.028 ha.). Mientras la superficie arable de riego se concentra entre las regiones del Maule y Biobío, las de secano se encuentran principalmente desde Biobío hasta Los Lagos. A nivel general, las superficies agrícolas arables con capacidad de I a IV predominan en la zona centro-sur, destacándose las regiones del Biobío y la Araucanía, que poseen el 40% de esta superficie a nivel nacional.

CUADRO NO 5.1**Capacidad de uso de la tierra, según IREN 1966 y según Santibáñez (1996)**

Tipo de suelo	Aptitud de uso	Capacidad de uso	Superficie (ha)		Superficie (ha)	
			IREN 1966 (1)	%	Santibáñez 1996 (2)	%
Suelo agrícola arable	Sin limitaciones	I	111.346	0,15	90.846	0,12
		II	652.818	0,86	711.625	0,94
	Con limitaciones	III	1.762.559	2,33	2.195.439	2,9
		IV	2.106.619	2,79	2.273.670	3
	Subtotal		4.633.342		5.271.580	
Suelo agrícola no arable	Ganadera	V	2.271.144	3,0	2.271.144	3
	Ganadera-forestal	VI	6.219.736	8,22	6.510.613	8,6
	Bosques	VII	13.430.602	17,76	12.339.882	16,3
	Subtotal		21.921.482		21.121.639	
Suelo no agrícola	Conservación	VIII	14.200.000	18,78	14.200.000	18,8
Suelo no productivo			34.869.936	46,11	35.114.147	46,34
TOTAL			75.614.760	100	75.707.366	100

CUADRO NO 5.2**Aptitud de los suelos**

Situación suelos	Millones de ha.
Sin potencial silvo-agropecuario	50,4
Con potencial silvo-agropecuario	25,2
Cultivable	5,1
Secano	2
De riego	1,8
Riego potencial	1,3
Ganadera	8,5
Forestal	11,6

Fuente: ODEPA, 1999

De acuerdo a datos de ODEPA presentados en el 2000, existe el siguiente panorama respecto a las capacidades de los suelos en Chile.

Los anteriores datos se pueden analizar comparativamente respecto a las actividades de uso de la tierra -las que se ven más adelante- y en relación a la superficie de riego efectiva, lo que se relaciona con la explotación de los suelos con capacidad agrícola.

Los suelos con aptitud de riego alcanzan a 1,8 millones de ha sumado a los 1,3 millones de ha de riego potencial; significa una superficie susceptible de ser regada de 3,1 millones de ha y, según el Censo Agropecuario de 2007, la superficie regada fluctúa entre 1,0 a 1,2 millones de ha. Los suelos con aptitud de cultivos alcanzan a 5,1 millones de ha (incluyendo los suelos con riego y potencial de riego) y según las cifras, en 2007 los suelos de cultivos alcanzaban los 2,1 millones de ha; en ambos casos, existe la capacidad de los suelos para aumentar el uso que se hace de éstos en riego y cultivos. Sin embargo, respecto a la actividad ganadera, los suelos para praderas mejoradas y naturales alcanzan los 8,5 millones de ha pero el Censo Agropecuario de 2007 reportó un total de 12,2 millones de ha. (Ver cuadro 5.2)

5.2 EVOLUCIÓN DEL ESTADO DE LOS SUELOS

5.2.1 Pérdida y degradación de los suelos

5.2.1.1 Degradación de los suelos por erosión

La mayor causa de pérdida de suelos en Chile son los procesos erosivos, causados por fenómenos naturales o bien inducidos por el hombre, ya sea talando la vegetación natural de matorrales y bosques, construyendo canales de riego para habilitar tierras para la agricultura en lugares inapropiados e induciendo con ello la extensión de procesos erosivos naturales por acción de los vientos, la lluvia o el riego.

En Chile, la erosión de los suelos se ha constituido en un problema socio-ambiental de relevancia en las últimas décadas, especialmente para el sector agropecuario, por ser el suelo un recurso no renovable a escala humana y altamente vulnerable a las acciones antrópicas, además de las condiciones de variabilidad climática. Sin embargo, el fenómeno erosivo no es nuevo en Chile sino que se ha mantenido como una problemática constante desde que se tienen registros de esta situación, desde mediados del siglo XX (CIREN, 2010)

En este mismo estudio de INIA (2001) se señala que en Chile la erosión, atribuible en gran medida a la intervención del hombre, es un proceso grave, acelerado y casi irreversible producto de objetivos de corto plazo, para obtener mejor rentabilidad a través del uso de tecnologías y prácticas silvo-agropecuarias inadecuadas en relación a la capacidad de uso de suelo. La erosión existente en Chile también está estrechamente ligada a la fragilidad de los ecosistemas.

i) Cuantificación de la erosión

Abordar el problema de la erosión implica la necesidad de cuantificar el fenómeno a nivel nacional y de forma detallada. Sin embargo, los estudios de degradación de recursos naturales y erosión del suelo que existen son escasos o se presentan a escalas generalizadas; en tanto, los estudios de mayor detalle son muy localizados porque implican un alto costo.

Existen varios estudios sobre el recurso suelo en Chile; sin embargo, las investigaciones enfocadas a cuantificar la erosión del territorio son pocas. Por ello que la comparación 1999-2015 se aproximará según la disponibilidad de investigaciones. Un primer estudio realizado en 1957 por el ex Departamento de Conservación y Administración de Recursos Agrícolas y

Forestales (DECARAF) entregó una primera aproximación del fenómeno, detallada en el texto “La Agricultura Chilena en el Quinquenio 1951-56”. En éste se indicaba que una superficie de 18,87 millones de hectáreas estaba afectadas por algún grado por la erosión, las que representaban un 60% de la superficie agrícola y un 25% de la superficie nacional total.

Otra de las primeras investigaciones que busca cuantificar el fenómeno se realiza en las comunas de la Cordillera de la Costa, entre Valparaíso y Cautín, el año 1965. La investigación realizada por IREN-CORFO utilizó estudios de suelos, la disminución en los rendimientos de los cultivos, cambios en el color del suelo, presencia de rasgos visuales de erosión observados en las fotografías aéreas tomadas entre 1961-62 por el Proyecto Aerofotogramétrico Chile/OEA/BID. Se estudió un área de 4,8 millones de ha, determinando que 1,8 millones se encontraban afectadas por la erosión.

En 1979 IREN-CORFO realizan el primer estudio que entrega cifras de erosión a nivel nacional, denominado “Fragilidad de los Ecosistemas de Chile”. Entre los resultados se encuentra que un total de 34,48 millones de ha tenían algún grado de erosión; es decir, el 45,7% de la superficie nacional. Su metodología se basó en la interpretación de imágenes Landsat del territorio entre la I y XII regiones; sin embargo, no se incluyó en el estudio el territorio Antártico, sectores de desiertos y archipiélagos, ni ciertas áreas de la Cordillera Andina, debido a su falta o escasa población y relevancia económica.

En 2001, el Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA) publica un documento que busca sensibilizar sobre el problema de deterioro de los suelos del país. En esta investigación se realiza un estudio sobre la degradación de los suelos en Chile a nivel general, poniéndose énfasis en las consecuencias sociales que arrastra; también, se realiza un diagnóstico sobre el estado de los suelos, entre los que se incluyen datos sobre erosión, por macro-zonas y comunas de cada Región desde Coquimbo hasta Magallanes, en base a otros estudios realizados hasta la fecha.

Por último, en 2010 el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) realiza el estudio más completo y detallado sobre erosión en Chile, que incluye a todo el territorio nacional, denominado “Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile”, abarcando la superficie total de 75 millones de ha. Utilizando técnicas de geomática y teledetección se estima que de la cantidad de suelo disponible en el país excluyendo los asentamientos humanos, cuerpos de agua u otros usos que ya se realizan del suelo- es de 36,8 millones de hectáreas, que presentan algún grado de erosión. No hay nuevos estudios entre 2010 y 2015, por lo que se hacen extensivas las cifras del año 2010 al 2015.

Si bien todos estos estudios sobre cuantificación de la erosión, realizados en Chile no son comparables metodológicamente, sus resultados permiten mostrar una evolución del estudio del fenómeno, el desarrollo de la calidad y relevancia de las investigaciones, y una aproximación a la evolución del fenómeno en sí durante las últimas décadas en el país, lo que se aprecia en el Cuadro 5.3.

CUADRO 5.3

Superficie erosionada a nivel nacional. Comparación 1957-1979-2010

	1957	1979	2010
Superficie erosionada (miles de ha.)	18.870	34.490	36.895
% Superficie nacional	24,9	45,6	48,8

En los estudios mencionados, la erosión se cuantificó, además, de acuerdo al grado de afectación al suelo. Clasificándose los tipos de erosión en cuatro categorías: muy severa, severa, moderada y ligera. Esta información a su vez se encuentra a nivel nacional y regional, en el Cuadro 5.4 y la Figura 5.1.

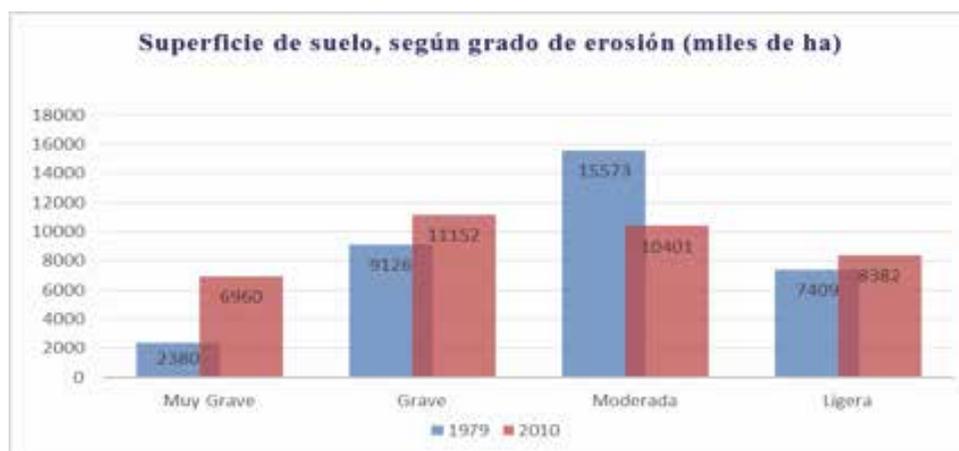
CUADRO 5.4

Superficie erosionada según grado erosión. Comparación 1957-1979-2010.
(En miles de ha)

Tipos de erosión	1957	1979	2010
Muy severa	3.260	2.375	6.960
Severa	825	8.759	11.153
Moderada	9.425	15.566	10.402
Ligera	5.360	7.180	8.381
Total	18.870	33.880	36.896

FIGURA 5.1

Superficie de suelo según grado de erosión. Comparación a nivel nacional 1979-2010.



Fuente: IREN-CORFO, 1979 y CIREN, 2010 (Los datos de 1979 fueron adaptados a la división político-administrativa

Del año 2009, en base a los datos de erosión a nivel comunal)

Si bien no se pueden dar enunciados concluyentes debido a que no son comparables metodológicamente las investigaciones que han cuantificado la erosión en Chile, sí entregan una idea respecto a la erosión en aquellos momentos históricos.

También se observan variaciones significativas respecto a las cifras según los tipos de erosión: **las cifras de erosión "Muy Grave" y "Grave" son mayores en 2010 que en 1979 con un aumento entre ambas de 7,4 millones de hectáreas.** Por otra parte, la categoría "Muy Grave" en el 2010 es la que más aumenta de todas las categorías, con 4,6 millones de hectáreas, y la categoría "Moderada" en el 2010 es la que más disminuye en 5 millones de hectáreas.

En las 3 décadas que separan a las dos investigaciones más relevantes sobre erosión, las cifras nacionales de superficie erosionada en los distintos niveles no se separan mucho: 33,8 millones de hectáreas en 1979 y 36,9 millones de hectáreas en 2010. Aumento de 3,1 millones en la superficie erosionada que constituye un incremento de 8,9 % de la erosión en el territorio nacional en los treinta años.

Respecto a las cifras a nivel regional, se pueden observar algunos cambios en la distribución de la erosión en algunas regiones. Si bien los datos de erosión de IREN (1979) no muestran claras tendencias respecto a la erosión en las Macro-zonas del país, se observa una baja erosión en la Zona Centro (Valparaíso- O'Higgins) y cifras muy altas de erosión en la Zona

Sur Austral (Aysén - Magallanes). Por otra parte, la investigación de CIREN (2010) muestra distintas tendencias en las Macro-zonas, concentrándose las mayores cifras de erosión en la Zona Norte, entre Tarapacá y Coquimbo, disparándose con las más altas cifras de erosión del país la Región de Antofagasta; mientras que las bajas cifras de erosión se concentran de manera homogénea en la Zona Centro-Sur, desde la Región de Valparaíso hasta la de Los Lagos, como se puede apreciar en el Cuadro 5.5 y Figuras 5.2, 5.3 y 5.4.

CUADRO 5.5

Superficie erosionada por clasificaciones a nivel regional (en miles de ha)

Categorías erosión	0 - Muy severa		1 - Severa		2 - Moderada		3 - Ligera		Total	
	1979	2010	1979	2010	1979	2010	1979	2010	1979	2010
Arica y Parinacota	9	584	193	469	428	172	177	256	807	1.481
Tarapacá	30	838	425	1.153	689	602	135	1.047	1.278	3.640
Antofagasta		2.021	1.435	3.593	1.120	3.242	162	1.371	2.718	10.227
Atacama	1.056	629	152	2.030	809	537	630	825	2.648	4.021
Coquimbo		492	654	1.214	1.426	1.142	1.380	572	3.460	3.420
Valparaíso	51	80	233	258	144	325	464	244	892	907
Metropolitana	95	187	391	213	59	189	17	93	562	682
O'Higgins	198	115	544	197	211	454	20	96	973	862
Maule	152	336	662	378	687	416	36	349	1.537	1.479
Biobío	176	149	818	212	1.168	429	200	393	2.362	1.183
Araucanía	66	146	809	244	1.533	241	70	280	2.477	911
Los Ríos		6	48	80	626	198	744	262	1.418	546
Los Lagos	396	33	584	139	1.027	423	1.230	575	3.238	1.170
Aysén	145	583	910	383	2.178	743	1.390	895	4.623	2.604
Magallanes	0	761	900	590	3.464	1.289	524	1.123	4.888	3.763
Total erosión	2.375	6.960	8.759	11.153	15.566	10.402	7.180	8.381	33.880	36.896

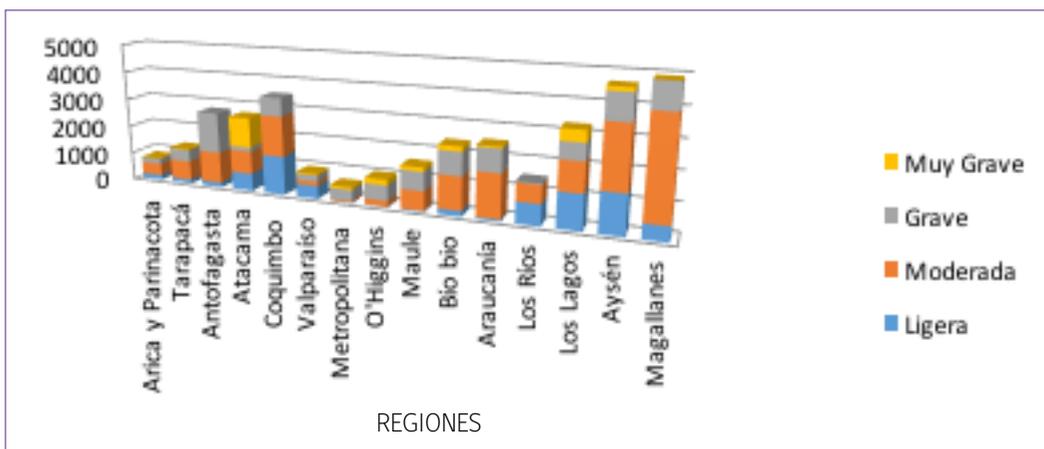
Fuente: CIREN, 1979 y 2010

No obstante las limitaciones derivadas de las distintas metodologías utilizadas podrían extraerse algunas conclusiones comparativas:

- Del análisis de las metodologías se desprende que las regiones más comparables van desde Coquimbo hasta Los Lagos.
- En términos globales, habría un aumento de la erosión de categorías muy grave y grave, lo que coherente con la persistencia de las causales históricas de este flagelo.

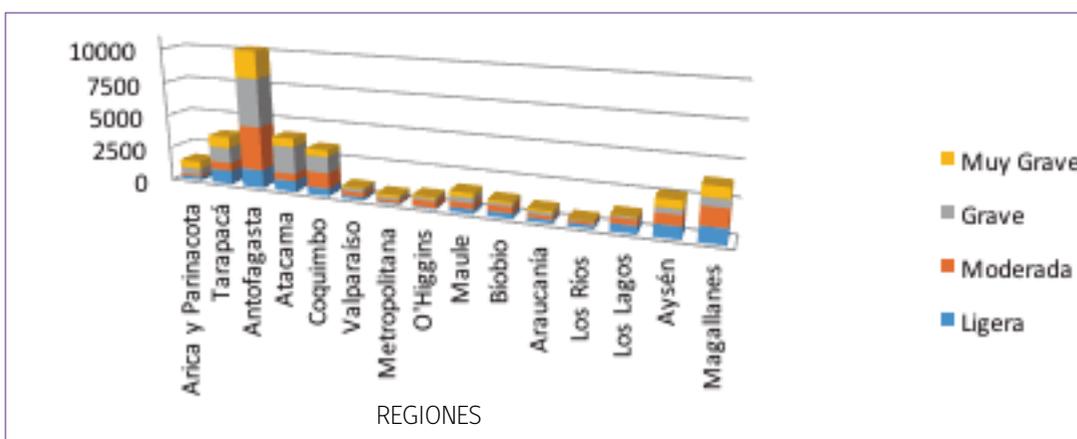
- c) El efecto plantaciones forestales parece ser lo que explica la disminución constatada entre la región Metropolitana y la región de Los Lagos, en especial entre la Araucanía y Los Lagos, las regiones de mayores plantaciones forestales.
- d) Las regiones patagónicas (Aysén y Magallanes), serían poco comparables entre 1979 y 2010 debido a las manifestaciones diferenciaciones metodológicas para áreas ganaderas.
- e) Las regiones del norte grande, tampoco pueden ser comparables, por las limitaciones metodológicas.

FIGURA 5.2
Superficie erosionada a nivel regional según tipo de erosión en 1979



Fuente: CIREN, 2010

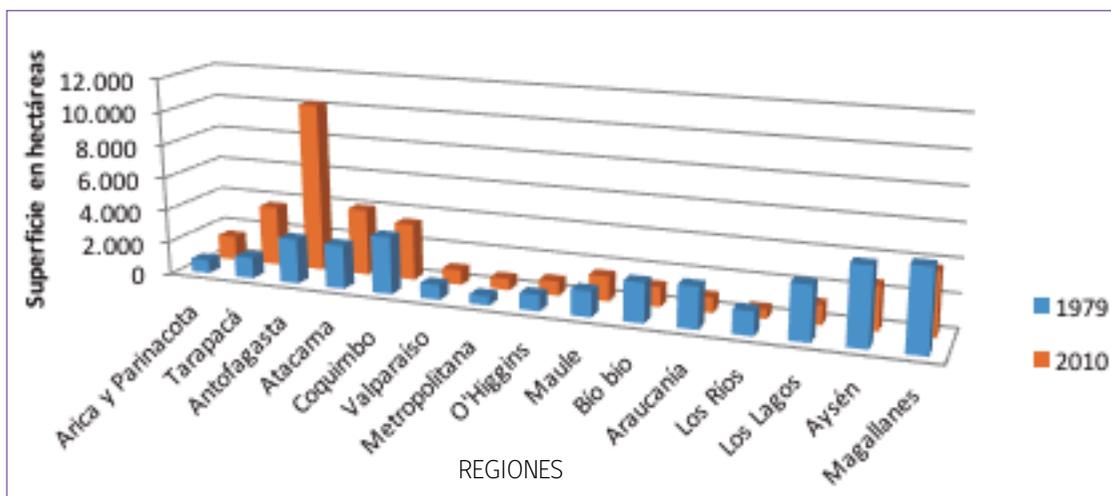
FIGURA 5.3
Superficie erosionada a nivel regional, según tipo de erosión en 2010.



Fuente: CIREN, 2010

FIGURA 5.4

Superficie erosionada por regiones, comparación 1979-2010

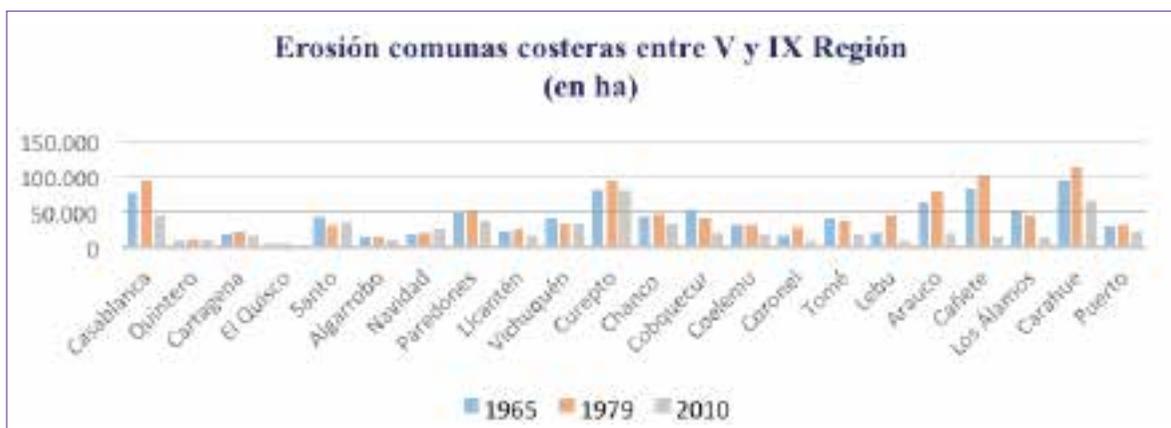


Fuente: CIREN 1979 y 2010

Existen datos de cuantificación de la erosión, tomados a nivel comunal, a partir de la investigación de IREN (1965), seguida por las investigaciones de IREN-CORFO (1979) y CIREN (2010). Como se ha mencionado, estos estudios no son comparables entre sí, por la metodología o escalas empleadas; sin embargo, de éstas se han seleccionado una serie de comunas investigadas en 1965 bajo el criterio que no hayan experimentado cambios significativos en su superficie y que muestren una alta superficie estudiada en las distintas investigaciones. Los resultados se muestran en las figuras 5.5. y 5.6.

FIGURA 5.5

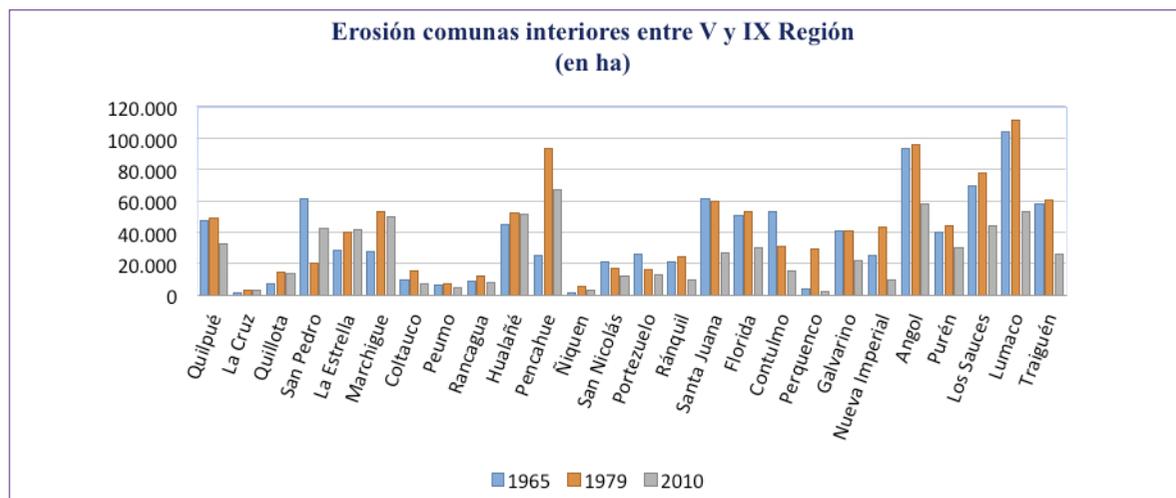
Comparación de la erosión en comunas exteriores de la Cordillera de la Costa, entre las regiones de Valparaíso y Araucanía, años 1965-1979-2010.



Fuente: IREN 1965, IREN-CORFO 1979, CIREN 2010.

FIGURA 5.6

Comparación de la erosión en comunas interiores de la Cordillera de la Costa, entre las regiones de Valparaíso y Araucanía, años 1965-1979-2010.



Fuente: IREN 1965, IREN-CORFO 1979, CIREN 2010.

La erosión de las comunas seleccionadas entre la Región de Valparaíso y la Araucanía, y ubicadas en la Cordillera de la Costa, muestra un baja generalizada en 2010 con respecto a las cifras anteriores de erosión. De manera específica, entre las comunas estudiadas, desde la Región de Valparaíso a la Región del Maule, hay comunas que presentan un aumento o mantienen sus cifras de suelo erosionado, mientras que en las comunas de las Regiones del Biobío y la Araucanía sólo se observan disminuciones en las cifras de erosión.

5.2.2 Evolución de los datos de superficies erosionadas en Chile

De forma general, en torno a la temática de la erosión, se reconocen avances generales respecto a su estudio en Chile. En primer lugar, existe una evolución notoria respecto a la investigación y la recolección de datos sobre erosión en el transcurso de las décadas en el país, desde estudios parcelados a finales del siglo XX, a estudios profundos durante la primera del siglo XXI. En segundo lugar, el desarrollo de la relevancia que cobra el tema para la agenda gubernamental sectorial, por el impacto de la erosión en fenómenos económicos y sociales, ha conllevado un aumento en los recursos que se destinan a avanzar en el fenómeno de erosión y su estudio, los que se ven mayormente reflejados en la investigación del CIREN del 2010.

Respecto a la problemática central, los cambios en los datos de superficies erosionadas en Chile se pueden estudiar en 4 ejes: superficie nacional de erosión; superficie nacional según tipo de erosión; superficie erosionada a nivel regional; y, superficie erosionada a nivel comunal. Entre las conclusiones generales, se observa en los datos de CIREN (2010) una relativa baja erosión en la zona central entre las Regiones de Valparaíso hasta los Lagos, erosión que se concentra en las zonas extremas, principalmente en la Zona Norte del país.

Tanto a nivel nacional como internacional, diversas instituciones reconocen la contribución de plantaciones forestales a la detención de la erosión del suelo. Desde la década de los 70's han aumentado las plantaciones forestales en Chile. En el período de 1990 al 2014, las cifras se duplicaron de 1.460.530 ha a 3.046.904 ha, cifra que al año 2014 representa un 4% de la superficie total del país. Las plantaciones se encuentran localizadas principalmente entre las regiones de O'Higgins

y Los Lagos. Impacto que se vería reflejado en las bajas cifras de erosión que se observan en ese territorio del país. Desde 1990 a la actualidad, las plantaciones forestales se han concentrado en las Regiones del Maule, Biobío y la Araucanía, promediando entre todas alrededor de 400 mil hectáreas de plantaciones al año. Según datos de CONAF, entre las tres regiones concentran el 84% de las plantaciones forestales existentes en el país, regiones donde se observa una baja significativa de la superficie de suelo erosionado.

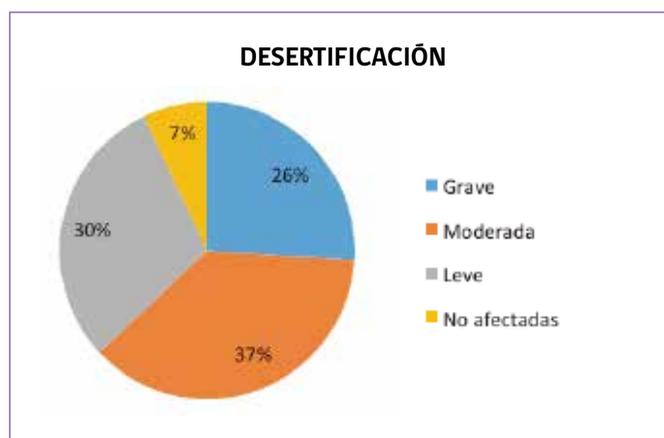
5.2.3 Cambios en el proceso de desertificación

Chile es uno de los países más afectados y amenazados por el proceso de desertificación. En el año 1997, el Estado chileno suscribió y ratificó la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) transformándola en Ley. Ese mismo año, el Gobierno diseñó un Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación (PANCD). En su evaluación preliminar, determinó que en Chile este problema afecta una superficie aproximada de 48,3 millones de ha, las que corresponden a un 63% del territorio e involucran a 1,5 millones de personas, o sea un 13% de la población. (Castillo, E. y Valdés, J., 2011)

Según antecedentes del estudio "Mapa Preliminar de la Desertificación en Chile" realizado por CONAF en 1999 y donde se analizaron 290 comunas, el 93% de éstas se encontrarían afectadas en diferentes grados por procesos de desertificación. (Ver figura 5.7) El avance del desierto en Chile a regiones semiáridas y australes se ha estimado en 0,4 km. por año. El fenómeno se expresa con mayor magnitud en las siguientes macro-zonas agroecológicas: la Pre-cordillera de la I y II regiones, la faja costera de la I a la IV regiones, las áreas ocupadas por las Comunidades Agrícolas de la III a la IV Región, el Secano Costero de la V a la VIII Región, la pre cordillera andina de la VI a la VIII Región y las zonas degradadas de la XI a la XII Región. (Ver Cuadro 5.6)

FIGURA 5.7

Niveles de desertificación en 290 comunas del país.



Fuente: CONAF, 1999

En el año 2005, CONAF realizó un análisis detallado de las áreas afectadas por desertificación, degradación de la tierra y sequía, a fin de establecer áreas posibles de ser intervenidas. Los resultados del análisis señalan un total de 11.803.351 ha correspondientes a áreas de primera prioridad de intervención a nivel nacional. Asimismo, se identificó un total de 10.359.815 ha correspondientes a áreas de segunda prioridad de intervención a nivel nacional. (MMA, 2012) Según el estudio de CONAF en 2005, la desertificación y la sequía en Chile afectan a 48.334.300 ha, casi dos tercios de la superficie continental de Chile (U. de Chile, 2010)

CUADRO 5.6**Cuantificación de la desertificación en las regiones del país según CONAF en 1999.**

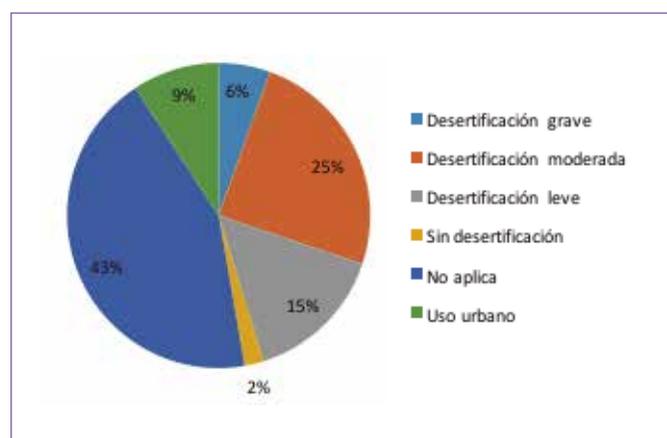
Regiones	Comunas analizadas		Desertificación grave		Desertificación Moderada		Desertificación Leve		Sin Desertif.
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
I	10	2	20	5	50	2	20	1	10
II	9	4	44,4	2	22,2	2	22,2	1	11,1
III	9	2	22,2	7	77,8	-	-	-	-
IV	15	8	53,3	6	40	1	6,7	-	-
V	35	14	40	19	54,3	2	5,7	-	-
RM	10	3	30	2	20	5	50	-	-
VI	33	3	9,1	10	30,3	8	24,2	12	36,4
VII	29	8	27,6	5	17,2	13	44,8	3	10,3
VIII	49	9	18,4	10	20,4	30	61,2	-	-
IX	30	11	36,7	14	46,7	5	16,7	-	-
X	42	1	2,4	23	54,8	18	42,9	-	-
XI	10	6	60	2	20	-	-	2	20
XII	9	5	55,6	3	33,3	-	-	1	11,1
TOTAL	290		79		108		86		20

Fuente: INIA, 2001

En Chile, la degradación de la tierra, la desertificación y la sequía son factores substantivos y que inciden directamente en la vulnerabilidad del país ante los impactos del cambio climático. Con respecto al grado de afectación de la desertificación en el país, se estima que un 64,2% de la superficie nacional se encuentra afectada en algún nivel, lo que representa 48.334.300 hectáreas del territorio continental, con 8,3 millones de personas viviendo en áreas afectadas y 1,7 millones de personas que se encuentran afectadas directamente en algún grado de desertificación, degradación de la tierra y sequía (Emanuelli et al, 2015). Desde 1997-99 hasta la actualidad ha habido notorios avances en el estudio de la desertificación. El más reciente diagnóstico sobre desertificación en Chile fue realizado para la publicación del Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación, la Degradación de las Tierras y la Sequía (PANCD Chile 2016-2030). En éste se examinó la amenaza de desertificación de los suelos del país.

Respecto a la situación de desertificación en Chile, se considera que afecta a un 21,7% del territorio continental en alguna de sus categorías, ya sea leve, moderado o grave, lo cual corresponde a 16.379.342 hectáreas, con una población bajo riesgo de desertificación de 6.816.661 habitantes; es decir, un 37,9% de la población, distribuidas en 156 de las comunas del país. El riesgo de desertificación se estima considerando la aridez, la erosividad de la lluvia, la erodabilidad del suelo, la cubierta vegetal, más los incendios forestales y el factor socioeconómico.

Otro fenómeno analizado fue el riesgo de degradación de la tierra a nivel nacional. Expresado en términos de superficie, indica que aproximadamente el 79,1% del país tiene algún grado de riesgo de degradación de la tierra en categorías leve, moderado o grave, correspondiendo a 59.863.662 ha; la población afectada con algún grado de riesgo de degradación de las tierras asciende a 12.064.099 habitantes, lo cual equivale al 67,1% de los habitantes del país distribuidos en 292 comunas; el fenómeno de la sequía a nivel nacional expresado en términos de superficie, afecta al 72% de las tierras del país en alguno de sus grados, leve, moderado o grave, lo que corresponde a 55 millones de hectáreas; la población bajo riesgo de sequía serían 16 millones de habitantes, lo que equivale al 90% de los habitantes del país, distribuido en 317 comunas de las 345 del país; y, en el período 2007-2014 se han declarado hasta 268 comunas en emergencia agrícola por sequía. (Ver Figura 5.8 y Cuadro 5.7)

FIGURA 5.8**Niveles de riesgo de desertificación en las comunas de Chile, 2016**

Fuente: PANCD Chile 2016-2030, 2016

CUADRO 5.7**Cuantificación del riesgo de desertificación, según comunas, población y superficie afectada, 2016**

Riesgo de desertificación	Comunas		Población		Superficie	
	Número	%	Habitantes	%	Ha	%
Desertificación grave	19	5,5	2.277.604	12,6	2.708.606	3,6
Desertificación moderada	85	24,6	2.915.621	16,2	8.851.704	11,7
Desertificación leve	52	15,1	1.623.436	9,0	4.819.032	6,4
Sin desertificación	7	2,0	61.218	0,3	3.649.475	4,8
No aplica	150	43,5	5.621.054	31,2	55.411.347	73,3
Uso urbano	32	9,3	5.507.282	30,6	203.064	0,3
Totales	345	100	18.006.215	100	75.643.227	100

Fuente: PANCD Chile 2016-2030, 2016

5.2.4 Cambios en la contaminación de suelos

La contaminación de los suelos en Chile se genera principalmente por las actividades productivas de la agricultura, minería e industria que se desarrollan en el territorio. El suelo se puede degradar si en él se acumulan sustancias nocivas en niveles tales que afectan en su comportamiento, su productividad total o parcialmente. La contaminación es un fenómeno transversal en el país, afecta a todas las regiones, cambiando las causas y los niveles de ésta.

La ausencia de investigaciones sistemáticas agregadas impide hacer una comparación 1999-2010. No obstante, se puede afirmar que las fuentes de contaminación urbana por residuos domésticos han disminuido significativamente debido a que en el país se están tratando casi la totalidad de las aguas servidas. Por otra parte, la contaminación industrial y minera derivada de nuevos emprendimientos también ha sido controlada a través de las exigencias del Sistema de Evaluación Ambiental.

5.2.4.1 Contaminación por agroquímicos

El uso de agroquímicos está muy arraigado a las prácticas agroindustriales. En Chile, la superficie de cultivos supera los 2 millones de hectáreas y se concentran en la zona centro-sur el país. A diferencia de otros países, la producción agrícola nacional requiere menores tasas de aplicación de plaguicidas en relación con otros países, debido a la existencia de barreras naturales para la propagación de plagas y enfermedades (U. de Chile, 2000). Al año 2000, se calculaba el aumento en el uso de los agroquímicos; en menos de 15 años, se triplicó, desde la importación de 5.577 toneladas en el año 1984 hasta 15.350 toneladas en 1997. (U. de Chile, 2000).

De acuerdo a cifras oficiales entregadas por el Servicio Agrícola y Ganadero, durante el año 2006 Chile importó 18.811 toneladas de plaguicidas y se formularon en el país 34.172 toneladas, dando un total nacional de 52.983 toneladas. De esta cifra corresponde rebajar 5.904 toneladas de agroquímicos que fueron exportados. En consecuencia, se habría aplicado/ usado el citado año en el sector agrícola alrededor de 47.078 toneladas de plaguicidas. La presencia de los agroquímicos se concentra en las zonas frutícolas, zona central del país, desde donde la contaminación empieza a decrecer hacia el sur.

En 1990 el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) publica el Informe "Fuentes de contaminación por pesticidas órgano clorados y metales pesados en sectores agrícolas de las Regiones IV a XI", con mediciones sobre los residuos de plaguicidas órgano-clorados en los suelos de algunas regiones del país. En este estudio, la mayor gama de residuos variables se encontraron en la V región, mientras que la VI región presentó las mayores concentraciones de OC del país, tal como se aprecia en el cuadro 5.8 (U. de Chile, 2000)

CUADRO 5.8

Rangos de residuos de plaguicidas órgano-clorados en muestras de suelo, provenientes de 7 regiones de Chile.

Residuo	Rangos de contenido de residuos de plaguicidas OC en suelos (mg/kg)						
	REGIONES						
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Aldrín	ND	0,5	ND	0,5	ND	ND	ND
Clordano	ND	ND	0,5	ND	ND	ND	ND
pp-DDE	3-105	0,5-6	0,5-2,4	0,5	0,5-2,0	0,5-1,5	ND
pp-DDT	4-105	ND	ND	ND	ND	4	ND
Dieldrín	3-247	0,5-50	0,5-11	0,5-4,4	0,5-4	16	ND
Endrín	3-32	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptacloro	3-5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hep-epóxido	ND	ND	ND	0,5-3,2	ND	ND	ND
Lindano	ND	0,5	0,5	0,5-6,3	0,5-6	0,5-3,2	0,5-2

Fuente: INIA, 1990

(*ND: contenido no detectado, para un límite de detección de 0,5 mg/kg.)

El cambio más importante entre 1999 y 2016 se genera a partir del Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes, que entró en vigencia el 2004, que restringió o prohibió el uso de los plaguicidas órgano-clorados a nivel internacional. Chile también se suscribió al Convenio, por ende sus esfuerzos a partir de mediados del decenio de los dos mil se enfocó a disminuir las cantidades presentes en los suelos del país y evitar la contaminación futura. Dentro de los plaguicidas, se puso especial atención a los organoclorados, que están dentro del Convenio de Estocolmo: aldrín, clordano, DDT, dieldrín, endrín, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex, toxafeno, clordecona, lindano y endosulfán; que causan efectos nocivos irreversibles en la salud, así como contaminación en los suelos.

5.2.4.2 Contaminación minera e industrial

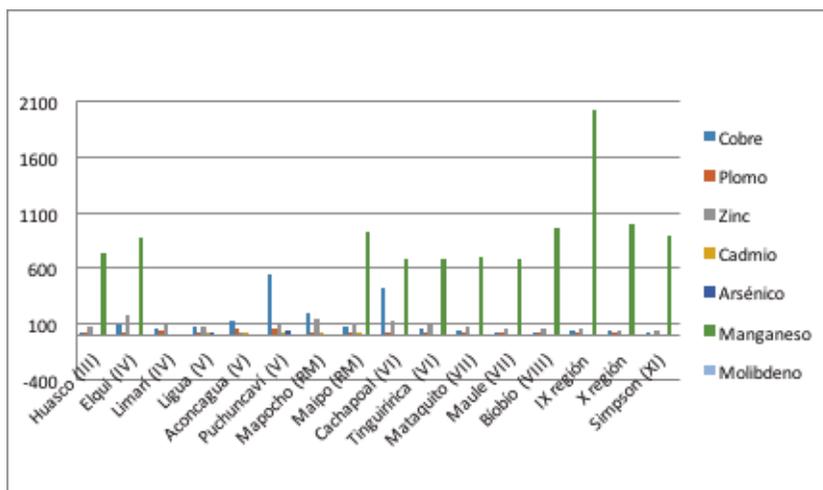
A escala nacional se estima que la superficie afectada por emisiones derivadas de actividades mineras e industriales, es mayor a 60.000 ha, destacándose las localidades de Puchuncaví y Quintero (V región), en donde las emisiones de anhídrido sulfuroso, cobre, arsénico, plomo, zinc, molibdeno y material particulado cubren una superficie de 11.000 ha y las localidades de Codegua, parte de Machalí y la precordillera andina de la VI región en donde las emisiones de anhídrido sulfuroso, cobre, cadmio, plomo, molibdeno y material particulado afectan a unas 30.000 ha. (U. de Chile, 2000)

Actualmente, existen aproximadamente unas 150 faenas activas de mediana y gran minería a nivel nacional, ubicándose en su mayoría entre las regiones de Tarapacá y Valparaíso, concentrándose el 44% en las regiones de Antofagasta y Atacama. Entre los recursos minerales metálicos de mayor producción destacan el cobre y el hierro, mayoritariamente explotados entre las regiones de Tarapacá y Antofagasta. Constituye una presión al medio ambiente, debido a que se trata de una actividad altamente disruptiva del suelo y generadora de un tipo especial de residuos. (MMA, 2012)

Los contenidos totales de Cu y Cd presentan valores anormalmente altos en las regiones V, Metropolitana y VI. Los totales de Mn, Pb y Zn presentan valores anormalmente altos entre regiones las regiones IV y XI. (Ver Figura 5.9)

FIGURA 5.9

Contenidos totales promedio de ciertos metales pesados en algunos suelos



Fuente: INIA, 1986, 1991; Citado por González, 1996.

Fuente: SAG y Universidad de Chile (2005), Informe criterios de suelo agrícola

Otra potencial fuente de contaminación del suelo son las actividades industriales. La industria química chilena se compone de cerca de 300 empresas que producen un número similar de sustancias químicas industriales. En este sector, los potenciales riesgos de contaminación pueden manifestarse en la importación, exportación, producción, almacenamiento, transporte y uso y eliminación de sustancias. Las principales actividades industriales potencialmente contaminantes a nivel nacional son centrales termoeléctricas ubicadas casi en todo el país, fundiciones primarias y secundarias y centrales de producción de cemento, cal y yeso. (MMA, 2012)

A partir de 1999 se han sumado algunos estudios que muestran la contaminación en áreas mineras. El estudio de De Gregory et al, 2003, revela índices de cobre, arsénico y antimonio en las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Valparaíso, donde se concentra gran parte de la actividad minera y en las tres regiones se exceden valores de referencia internacional. Los valores más altos, en niveles extremos de arsénico se concentran en la comuna de Calama y la localidad de Quillagua, donde también se concentran los más altos niveles de antimonio; mientras que los más altos valores de cobre se observan en la Región de Valparaíso, en las zonas de La Greda, Campiche y Maitenes. (MMA, 2012)

La contaminación industrial y minera tiene aún déficits notorios. Por una parte, la presencia de una serie de pasivos ambientales, como relaves, minas abandonadas, etc., y por otra, la persistencia de industrias y minas de existencia anterior a la creación de la Ley Base del Medio Ambiente, que no tiene las exigencias de control para sus emisiones. A ello hay que sumar el campo de las pymes antiguas y nuevas, cuyas actividades están muy poco controladas.

5.2.5 Evolución de las pérdidas del potencial agrícola

Las pérdidas de suelos agrícolas de mayor productividad han sido estudiadas hasta 2007. Los datos consignados señalan que el país pierde suelos de riego como de secano arable a partir de 2000. Ver Cuadro 5.9

CUADRO NO 5.9**Pérdida de suelos agrícolas de mayor productividad 1990-2006 (a nivel país y considerando condición de riego como de secano arable)**

AÑO	Superficie de riego (has.) Clases Cap. Uso I-IV r	Superficie secano arable (has) Clases Cap. Uso I-IV
Disponible 1990	1.331.190	3.492.295
Disponible 2000	1.318.677	3.501.936
Diferencia 1990-2000	-12.513	9.641
Pérdida 2001	-598,83	-675,32
Pérdida 2002	-898,27	-76,82
Pérdida 2003	-1.935,36	-2.004,1
Pérdida 2004	-1.301,1	-2.132,1
Pérdida 2005	-765,48	-499,29
Pérdida 2006	-734,38	-477,25
Mod. PRM Stgo.*	-7.200	-1800
Total diferencia 1990-2006	-25.946,42	1.976,12
Total disponible 2007	1.305.243,58	3.494.271,12

Fuente: U. de Chile, 2013 (Base en REA SII e Informes de Gestión Anual, División de protección de recursos naturales-SAG)

Se puede observar una pérdida sostenida en las superficies de suelo con capacidad de uso I-IV de riego, desde las primeras estimaciones de IREN; una disminución en 26 años del 2% de la superficie de riego a nivel nacional. Respecto a la superficie de secano se observa una realidad distinta; un aumento desde la década del 1960 hasta el 2000, año desde donde se empiezan a observar cifras negativas. A nivel general, la superficie con capacidad de uso entre I y IV se mantiene similar entre el 2000 y 2007, con un disminución de sólo 0,06%.

5.3 EVOLUCIÓN DE LAS CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DE LOS SUELOS

5.3.1 Evolución del uso del suelo

Chile continental tiene una superficie de 75,6 millones de hectáreas distribuidas a lo largo y ancho del territorio, que se extiende de norte a sur por cerca de 4 mil kilómetros, entre el Océano Pacífico y la Cordillera de los Andes con un ancho variable de menos de 100 km a más de 400 km. Esta distribución extensa en el sentido de los paralelos y angosta en los meridianos ha permitido que en el territorio se presente una variedad de usos, que con la impronta de la ocupación humana ha experimentado cambios significativos, modificando los paisajes naturales.

La alteración de los paisajes naturales por la acción humana de esta larga franja de tierra ha ocurrido desde que el ser humano comenzó a colonizarlos y los impactos en la alteración han dependido del incremento en la población y del empleo de tecnologías, cada vez más avanzadas. Al analizar los cambios ocurridos se requiere disponer una visión de más largo plazo que en gran parte se dificulta por la carencia de datos que permitan dar un seguimiento a los cambios que han ocurrido y continuarán ocurriendo.

Para los propósitos de este análisis, se ha tomado como horizonte para la comparación el periodo comprendido entre los años 1999 a 2010, independiente que en algunos usos de la tierra se dé una mirada a datos anteriores a la década de 1990 o más allá del 2010.

Utilizando diversas fuentes de datos, se ha elaborado el Cuadro N° 5.10 que muestra el uso de la tierra para las categorías más relevantes para el periodo de 1997 al 2014.

En los párrafos siguientes se analizan con más detalle las categorías de uso de la tierra tales como: las áreas de uso urbano e industrial; los terrenos agrícolas; los terrenos con cultivos permanentes; praderas y matorrales; terrenos boscosos naturales y artificiales. El resto de las categorías de uso de la tierra no se analizan pero sus respectivas áreas en el periodo analizado están indicadas en el Cuadro N° 5.10

A manera de ejemplo y para resaltar como los cambios en el uso de la tierra ocurren en las regiones, se introduce en este capítulo el estudio de detalle a nivel regional de (Aguayo, 2009 y otros) realizado en las regiones del Biobío y La Araucanía en el cual se señala cómo se han generados cambios significativos y muy dinámicos en el uso de la tierra a nivel regional entre los años 1979 y 2000, (). Cambios que no sólo corresponden a la sustitución de bosque nativo por plantaciones con especies exóticas, sino también ampliación de la frontera agrícola en desmedro de superficies previamente con matorrales.

(Ver Figura 5.10)

FIGURA 5.10
Dinámica de uso del suelo

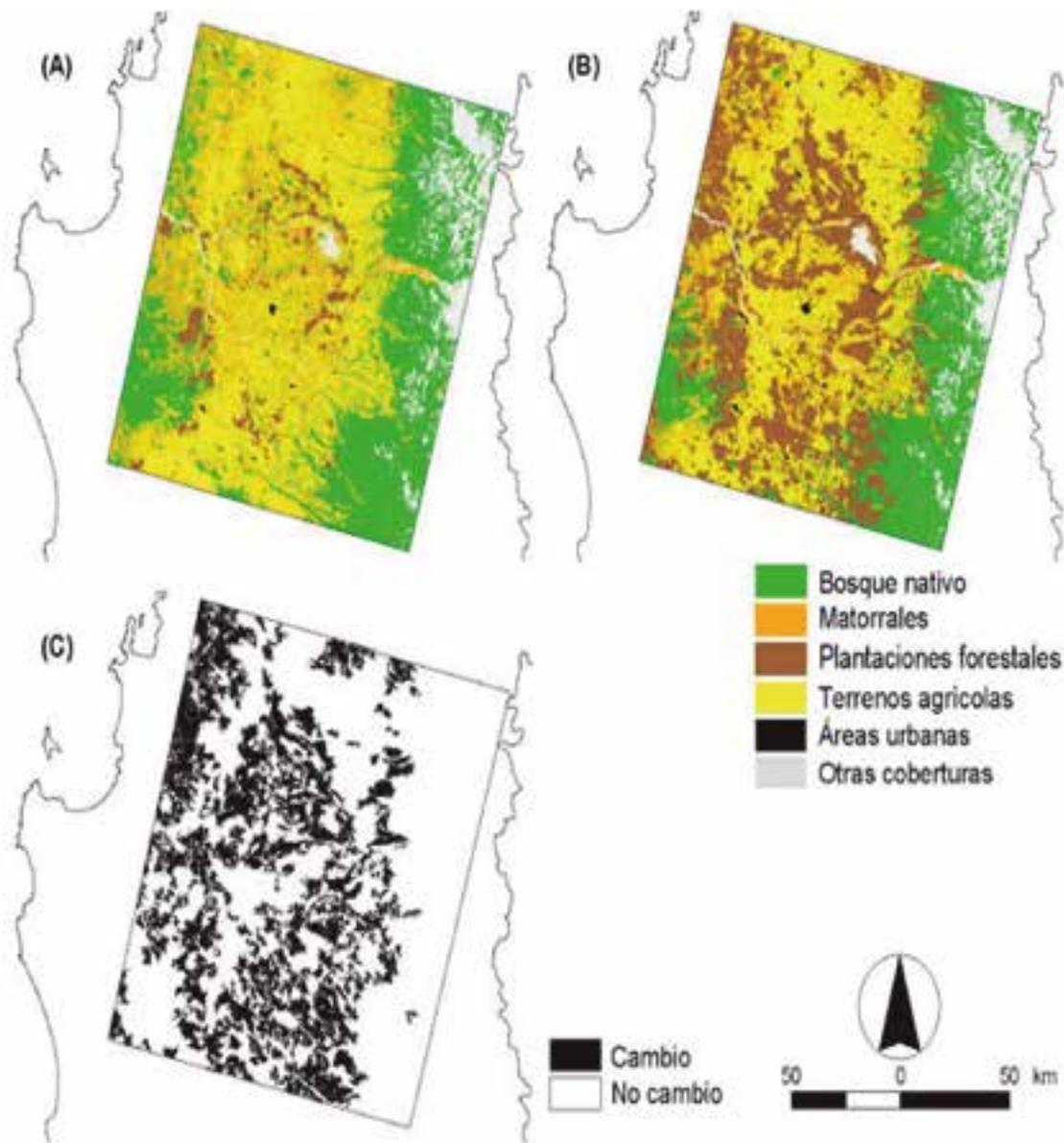


Fig. 2: Dinámica del uso de suelo: (A) coberturas de suelo año 1979, (B) coberturas de suelo año 2000 y (C) detección de cambios. La mayoría de los cambios ocurrieron en la ladera oriental de la cordillera de la costa, en el valle central y en la precordillera andina. Solo se muestran las áreas de cambios superiores a 500 hectáreas.

Land use dynamics: (A) land cover in 1979, (B) land cover in 2000 and (C) land cover changes. Most of the land cover changes occurred in the coastal range, central valley and Andes range. Only land cover changes greater than 500 hectares are shown.

Fuente: Cambios del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX, Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. Revista chilena de historia natural 82 361-374, 2009

CATEGORÍAS DE USO	1997 /7		2000		2005		2007		2010		2012		2014	
	Sup. (ha)	% Nacional	Sup. (ha)	% Nacional	Sup. (ha)	% Nacional	Sup. (ha)	% Nacional	Sup. (ha)	% Nacional	Sup. (ha)	% Nacional	Sup. (ha)	% Nacional
Áreas urbanas e industriales /1	181.420	0,24	182.184	0,20	229.790	0,30	230.922	0,30	248.003	0,3	248.900	0,3	356.987	0,5
Terrenos agrícolas /1	3805.780	5,05	3814.363	5,00	3736.097	4,90	3738.722	4,90	3414.510	4,5	3418.678	4,5	3326.387	4,3
Frutales /3	233.973	0,31	208.841	0,28	221.092	0,29	237.660	0,31	267.491	0,4	294.865	0,4	297.044	0,4
Vid de mesa /3	43.854	0,06	44.890	0,06	50.960	0,07	50.846	0,07	52.655	0,1	53.523	0,1	52.234	0,1
Vitícola** /4	123.200	0,16	164.770	0,22	179.096	0,24	182.661	0,24	116.831	0,2	136.359	0,2	145.795	0,2
Praderas y matorrales /2	7574.510	10,06	20589.673	27,20	20358.983	26,90	8.439.523	11,20	19.983.588	26,4	21.465.167	28,4	20.511.976	27,2
Praderas mejoradas /2	1.009.800	1,34	1.055.354	1,40										
Praderas naturales /2	11.922.200	15,83	10.795.165	14,28										
Plantaciones Forestales /5	2.119.005	2,81	2.119.005	2,80	2.297.489	3,04	2.312.134	3,06	2.872.007	3,8	2.896.917	3,8	3.046.904	4,0
Bosque Nativo /1	134.306.02	17,83	134.306.03	17,75	13563.821	17,93	13.558.841	17,94	13.599.610	18,0	13.182.824	17,4	14.316.822	18,8
Humedales /1	44.960.77	5,97	44.980.61	5,90	46.168.52	6,10	4.616.795	6,10	4.632.361	6,1	3.593.501	4,8	3.592.803	4,7
Áreas desprovistas de vegetación /1	245.287.71	32,57	247.277.90	32,70	247.253.57	32,70	24.723.579	32,70	24.776.378	32,8	24.985.962	33,0	24.561.440	32,3
Nieves y glaciares /1	4641.761	6,16	4646.660	6,10	4.397.459	5,80	4.396.921	5,80	4.293.895	5,7	4.041.912	5,3	4.158.575	5,2
Cuerpos de agua /1	12.09.284	1,61	12.26.829	1,60	1.255.503	1,70	1.256.421	1,70	1.266.618	1,7	1.327.408	1,8	1.629.405	2,1
TOTAL	75.320.236	100,00	75.653.667	100	75.632.497	100	75.595.543	100	75.523.947	100	75.646.016	100	75.996.372	100

CUADRO 5.10**Superficie y uso de la tierra en hectáreas y porcentaje 1997-2014**

*Bosques no incluyen la categoría subuso de protección.

** Catastros 2008/2009/2010 incluyen solo datos de vinificación.

/1 Fuente: Anuario Medio Ambiental INE 2000-2015 con base en: Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile CONAF 1997 y 1999.

/2 Fuente: Censo Agropecuario INE 1997 y 2007.

/3 Fuente: ODEPA-CIREN 1990 - 2012.

/4 Fuente: Catastro Vitícola Nacional Anual SAG 2000-2014.

/5 Fuente: Estadísticas forestales ODEPA 1990-2012

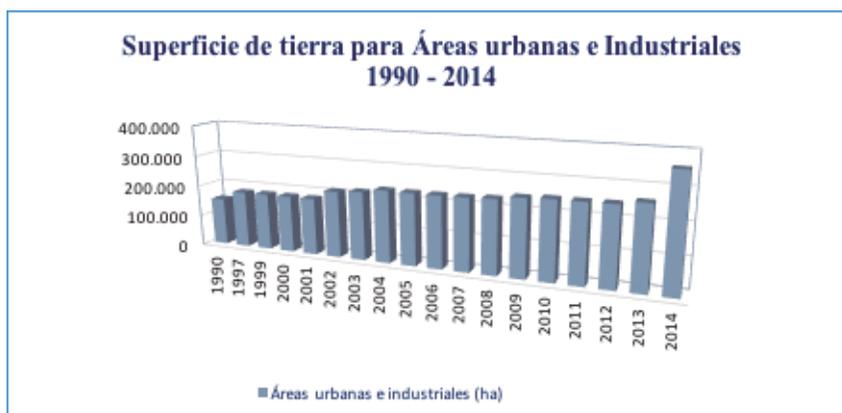
6 Fuente: Informe Final complementos y actualización del inventario de gases de efecto invernadero para Chile en los sectores de agricultura, uso de suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura. PNUD 2010

7 Fuente: Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile CONAF 1997 y 1999

5.3.2 Expansión de áreas urbanas e industriales

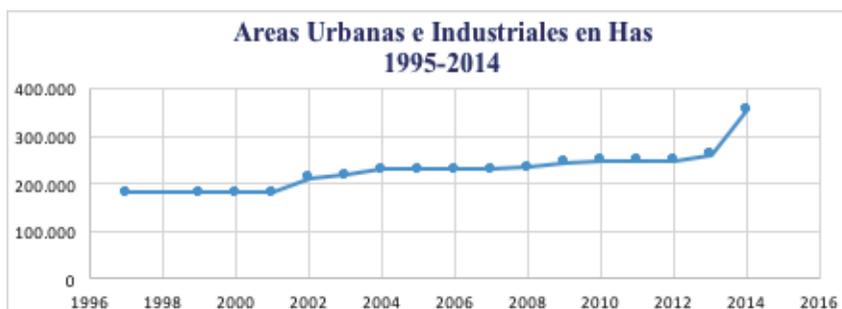
El constante crecimiento de la superficie ocupada por los asentamientos humanos de naturaleza diversa -ciudades, pueblos y aldeas- muestra un incremento en la ocupación del suelo de 152.060 ha en 1990 a 356.987 ha en el año 2014. Un aumento de 204.927 ha en los 24 años observados, donde, anualmente 15.000 ha anuales pasaron de un uso eminentemente agropecuario a uso urbano-industrial. En términos porcentuales, las áreas urbanas e industriales en el año 1990 ocupaban el 0,20 % de la superficie nacional y en el 2014 comprenden el 0,50 % de la superficie nacional. Las figuras siguientes muestran cómo ha evolucionado el uso urbano e industrial en el territorio en el período 1990 y 2014.

FIGURA 5.11



Fuente: /1 Fuente: Anuario Medio Ambiental INE 2000-2015

FIGURA 5.12



Fuente: Anuario Medio Ambiental INE 2000-2015

Los datos de las figuras 5.11 y 5.12 muestran un paulatino incremento de la superficie ocupada por los asentamientos humanos, aumentando sustancialmente entre los años 2013 al 2014 en 97.123 ha. De este total, 50.915 ha corresponden a la Región Metropolitana (R.M); el resto a los asentamientos humanos en las otras regiones del país, en el siguiente orden: Región de Valparaíso crece en un año en 24.696 ha; le sigue la Región de O'Higgins con 18.661 ha; y, finalmente, la Región de Arica-Parinacota crece en 2.850 ha.

Un incremento importante se debe al área ocupada por las ciudades capitales de las regiones, que según imágenes satelitales de 2011 muestran el área urbana consolidada, y cuyos resultados aparecen en el cuadro y figura siguiente.

Al año 2011 la superficie urbana consolidada de las capitales regionales alcanzó a 136.022 ha. Para ese mismo año, según datos del catastro vegetación natural de CONAF, la superficie total urbana del país alcanzó a 248.003 ha; es decir, las ciudades capitales concentraron el 54,8 % de ese total.

El crecimiento de la superficie urbana en el país se explica en gran parte por el incremento de la población y en especial por la oferta en servicios de toda índole localizados en las áreas urbanas de diferentes tamaños. A lo anterior hay que agregar las construcciones de viviendas y conjuntos habitacionales localizados fuera del límite urbano, que debido a la existencia de vías de comunicación expeditas tiene accesos a los servicios existentes en las ciudades.

CUADRO 5.12

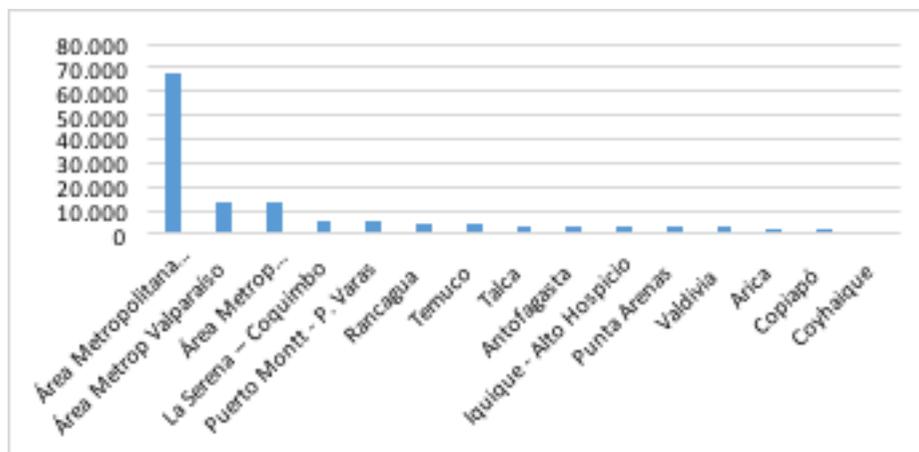
Área Urbanizada Ciudades Capitales Regionales 2011

	Has
Area Metropolitana Santiago	67.823
Area Metropolitana Valparaíso	13.780
Area Metropolitana Concepción	13.658
La Serena- Coquimbo	6.008
Puerto Montt-Puerto Varas	5.039
Rancagua	4.215
Temuco	4.142
Talca	3.741
Antofagasta	3.320
Iquique- Alto Hospicio	3.010
Punta Arenas	2.852
Valdivia	2.769
Arica	2.470
Copiapó	2.428
Coyhaique	767
Total	136.022

Fuente MINVU: Área urbanizada continúa observada en imágenes satelitales 2011

FIGURA 5.14

Áreas urbanizadas de ciudades capitales regionales



El crecimiento de la población, en especial de la población urbana, ha presionado por la búsqueda constante de terrenos para la construcción de viviendas, en su mayoría de uso agropecuario. En efecto, al año 2012 la población urbana alcanza al 87 % del total nacional. Tendencia que se observa a través de los censos de población de 1992 a 2012. La población del país en el año 1992 alcanzó a 13.348.401 habitantes; en el 2002 la población se incrementa a 15.050.341 habitantes, un crecimiento intercensal del 12,8 %. En ese mismo período, el total de viviendas pasa de 3.369.849 a 4.434.521 con un crecimiento en el período del 31,6 %. Al año 2012, según cifras censales preliminares, la población crece a 17.402.600 de habitantes, y el número de viviendas a 5.729.977, un crecimiento intercensal del 30,2 %. (INE: Censo de Población 2012, cifras preliminares). (Ver Figura 5.14).

El crecimiento de área edificada en detrimento de suelos agropecuarios ha sido documentado en detalle en la Región Metropolitana de Santiago. De acuerdo el estudio de ODEPA del 2012, señala que entre 1970 y enero de 1991, un total de 14.107 ha de suelos agropecuarios de las clases I a VIII de capacidad de uso pasaron a uso urbano.

Al año 2006 y de acuerdo con el estudio mencionado anteriormente, 38.976 ha de clase I a IV de suelos agrícolas fueron afectados por las áreas urbanas y urbanizables del Plano Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS 2006). Del total de la superficie afectada, el 75 % correspondió a las clases II y III. Por lo tanto, el incremento extraordinario de superficie urbana en la RM entre 2013 y 2014, debido al empleo de mejores métodos de medición, no parece alejado de la realidad.

Según los datos de DIPROREN/SAG, 2009, la pérdida de suelo agrícola arable por la expansión urbana, se encuentra concentrada en las regiones de Valparaíso, Biobío y Metropolitana. En el Cuadro 5.13 se puede observar, según esta fuente, la disminución de los suelos arables entre 1990-2000 en la zona centro-sur del país, según riego y secano.

CUADRO NO 5.13**Pérdida de suelos arables entre 1990–2000 en la Zona Centro-sur del país.**

Región	I r	II r	III r	IV r	Total riego	I	II	III	IV	Total seco	Total
Valparaíso	-1.248,51	-407,97	-1.099,57	-494,45	-3.250,50	66,55	-298,21	-3.481,39	-4.859,95	-8.573,00	-11.823,50
Metropolitana	-2.881,14	-5.538,08	-5.357,59	-657,84	-14.434,65	-74,74	-297,16	-1.443,07	-4.458,80	-6.273,77	-20.708,42
O'Higgins	-553,56	-2.127,25	-945,29	531,60	-3.094,50	-20,05	222,70	1.444,83	-248,97	1.398,51	-1.695,99
Maule	-350,95	-533,60	-849,74	4.131,27	2.396,98	46,13	-245,15	-296,17	-1.854,20	-2.349,39	47,59
Biobío	418,71	-1.215,55	-1.573,31	-80,15	-2.450,30	-445,38	46,88	-3.112,00	-5.313,03	-8.823,59	-11.273,89
Total	-4.615,45	-9.822,45	-9.825,50	3.430,43	-20.832,97	-427,49	-570,94	-6.887,80	-16.734,95	-24.621,24	-45.454,21

Fuente: DIPROREN/SAG, 2009 (citado en U. de Chile, 2010)

5.3.3 Cambios en la superficie de suelos agrícolas

Según la información generada por CONAF, a través de sus levantamientos de catastro de recursos vegetacionales nativos, la superficie del país dedicada a uso agrícola, categorizada como terrenos agrícolas, ha fluctuado en una superficie 3,9 a 3,3 millones de hectáreas. En los 24 años se observa una disminución de 600.000 ha debido a modificaciones en el uso de la tierra, asociado en gran parte a incremento de las plantaciones forestales. En términos porcentuales, en 1990 los terrenos agrícolas representaron el 5,16 % de la superficie del país, disminuyendo al 4,3 % en el 2014, según se muestra en el Cuadro 5.14.

CUADRO 5.14**Terrenos agrícolas 1990–2014**

Terrenos agrícolas /1	Has	% Nacional
1997	3.805.780	5,05
2000	3.814.363	5,00
2005	3.736.097	4,90
2007	3.738.722	4,90
2010	3.414.510	4,5
2012	3.418.678	4,5
2014	3.326.387	4,3

Fuente: Anuario Medio Ambiental INE2000–2015

5.3.3.1 Cultivos permanentes

Los frutales ocupan una superficie apreciable del territorio nacional. Han experimentado un crecimiento significativo entre 1990 y 2014, pasando de 171.676 a 297.044 ha; un incremento de 125.368 ha en los 24 años observados. Un promedio de incremento anual cercano a las 5.200 ha anuales. Entre los cultivos permanentes, se destacan la superficie ocupada por los frutales, la vid de mesa y la vid vinífera.

La superficie de suelo dedicado a la producción de uva de mesa durante el período observado se ha mantenido en una

superficie estable cercana a las 50 mil ha. Así, en 1990, el catastro registró una superficie de 48.460 ha que se incrementó a 52.234 ha en el año 2014, como se observa en el figura N° 13 .

La superficie de suelo dedicada a plantaciones de vides con fines vinícolas ha experimentado un crecimiento significativo, a pesar que el catastro en sus orígenes y hasta el año 2007 consideraba la superficie de vides viníferas como producción de uva fresca, para pisco y para vino. Desde el año 2008 sólo se registra la vinífera, lo que explica la disminución en superficie entre los años 2007 a 2010 en la figura No 13. En término de cifras, al año 1997 la superficie alcanzó a 123.200 ha, y al año 2014 ésta había aumentado a 145.795 ha, considerando que las cifras del 2008 a la fecha sólo reflejan la superficie de vid vinífera; es decir, para producción sólo de vino. (Ver Cuadro 5.15 y Figura 5.15)

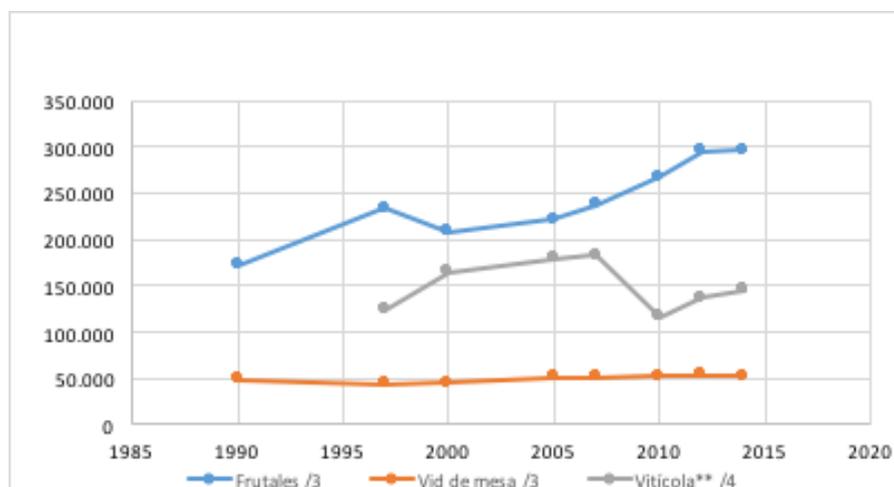
CUADRO 5.15
Categorías de Uso de la Tierra

Año	Frutales / ³	Vid de mesa / ³	Vitícola / ⁴
2000	208.841	44.890	164.770
2005	221.092	50.960	179.096
2007	237.660	50.846	182.661
2010	267.491	52.655	116.831
2012	294.865	53.523	136.359
2014	297.044	52.234	145.795

³ Fuente: ODEPA-CIREN 1990 - 2012

⁴ Fuente: Catastro Vitícola Nacional Anual SAG 2000-2014

FIGURA 5.15
Categorías de uso agrícola del suelo 1990-2014



³ Fuente: ODEPA-CIREN 1990 - 2012

⁴ Fuente: Catastro Vitícola Nacional Anual SAG 2000-2014

5.3.3.2 Cultivos en ladera

En la década de los ochenta se dio inicio en Chile la plantación de frutales en laderas en suelos clasificados como Clase VI o VII, con pendientes que fluctúan entre 8 % a más del 60 %. La ampliación de esta frontera agrícola se fundamenta en la búsqueda de terrenos de menor costo, libres de heladas, con disponibilidad de agua superficial o subterránea susceptible de ser elevada por bombeo para un riego con un alto nivel tecnológico, haciendo uso de programas de fomento del riego con plantaciones de frutales como vides de mesa, cítricos y principalmente paltos.

.Se estima que al año 1999- 2000 la superficie plantada con frutales en ladera en la Provincia de Quillota era de 2.500 ha (INIA, 2001). A la fecha, la superficie estimada para todo el país es alrededor de 30.000 ha y se estima un potencial para crecer a unas 40.000 ha en terrenos de laderas en las regiones RM y VI.

Las plantaciones con frutales en laderas se localizan en las regiones IV, V, RM y VI. El palto (*Persea americana* Mill) es la especie predominantes con una superficie al 2005 de 26.731 ha (ODEPA y CIREN 2002,2003, 2004 y 2005) con un crecimiento estimado en un 83,4 % en 10 años. Al año 2013 (ODEPA y CIREN. 2013), la superficie en paltos en las regiones IV a VI alcanzó a 31.475,6 ha, de las cuales 18.588 ha estaban en la región V. De éstas un 80 % estaban plantadas en laderas.

En el año 2007 CIREN publicó el informe "Determinación y Evaluación de la Fragilidad de Laderas en la Cuenca de Casablanca y en las Cuencas Hidrográficas de los ríos Petorca, La Ligua y Aconcagua, V Región" en el cual cuantifica el total de superficie plantada y en preparación en terrenos de ladera en las cuencas hidrográficas mencionadas y la cuenca de Casablanca, que se muestra en el Cuadro 5.16).

Dentro de las cifras destacan algunas referidas a la intensificación de los procesos más graves. Las cifras de erosión "Muy Grave" y "Grave" son mayores en 2010 que en 1979 con un aumento entre ambas de 7,4 millones de hectáreas.

CUADRO 5.16**Total de superficies (ha) de frutales y en preparación, en laderas, según clases de pendiente**

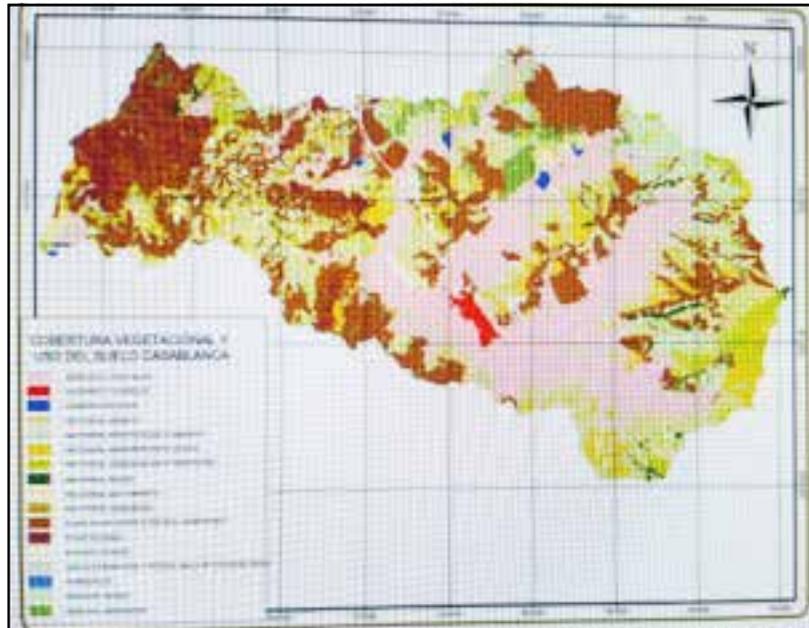
CUENCAS	0 - 15 %	15-30%	30-45%	45-60%	Más de 60%	TOTAL
Petorca actual	774,4	735,7	251,1	135,0	83,8	1980,00
Petorca potencial	137,7	237,1	188,0	44,6	35,6	643,00
Total Petorca	912,1	972,8	439,1	179,6	119,4	2623,00
La Ligua actual	561,7	1112,9	487,3	200,4	46,8	2409,10
La Ligua Potencial	6,6	40,4	45,5	3,4	3,4	99,30
Total La Ligua	568,3	1153,3	532,8	203,8	50,2	2508,40
Aconcagua actual	1672,1	4034,2	2333,4	865,2	493,4	9398,30
Aconcagua potencial	310,9	444,4	210,9	126,4	97,4	1190,00
Total Aconcagua	1983,0	4478,6	2544,3	991,6	590,8	10588,30
Casablanca actual	175,0	220,4	38,5	6,3	0,8	441,00
Casablanca potencial	15,6	30,0	4,4	1,9		51,90
Total Casablanca	190,6	250,4	42,9	8,2	0,8	492,90
Total superficie actual	3183,2	6103,2	3110,3	1206,9	624,8	14228,4
Total superficie potencial	470,8	751,9	448,8	176,3	136,4	1984,2
Total superficie laderas	3654,0	6855,1	3559,1	1383,2	761,2	16212,6

Fuente: CIREN Determinación y Evaluación de la Fragilidad de Laderas en la Cuenca de Casablanca Hidrográficas de los Ríos Petorca, La Ligua y Aconcagua, V Región'

No obstante el potencial señalado, hay cuencas en que la superficie potencial para cultivos en laderas está llegando a su límite. De las cuencas estudiadas, cuyos datos se exponen en el Cuadro 5.16 sólo hay 1984,2 ha disponibles para nuevas plantaciones. En el caso de la cuenca de Casablanca, donde predominan los cultivos de vides, el potencial sólo alcanza a 51,90 ha. (Ver Figuras 5.16 y 5.17)

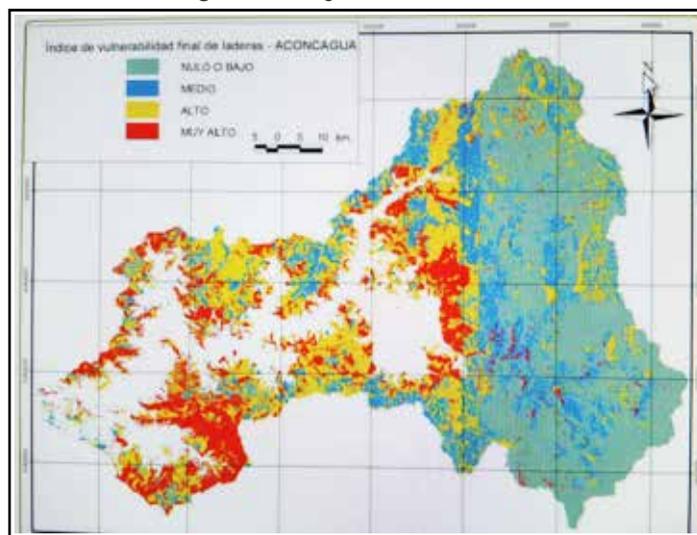
LA FIGURA 5.16

Muestra como se ha extendido el cultivo en laderas en la cuenca de Casablanca, donde las superficies en color café representan áreas que están plantadas o recién cosechadas.



LA FIGURA 5.17

Cobertura Vegetacional y Uso del Suelo en Casablanca



Fuente: Tomado de Ciren Op Cit cuadro anterior

Este estudio de CIREN, además, se orientó a determinar la vulnerabilidad de las cuencas y en especial de las laderas en cada una de ellas, desde las perspectivas: físico-ambiental; vegetación y flora; fauna natural; biológica; y, antrópica. Concluyendo con un índice de vulnerabilidad final de laderas, que para la cuenca del río Aconcagua, se presenta en la Figura 5.17, a manera de ejemplo.

CUADRO 5.17

Vulnerabilidad de laderas Río Aconcagua	Código	Total
Baja	1	386855,8
Media	2	98256,4
Alta	3	157206,8
Muy Alta	4	90657,0
Total		732976,0

Fuente: CIREN Op.cit cuadro anterior.

La superficie con vulnerabilidad nula y media en las ladera se localiza en especial en la cordillera de los Andes con una superficie de 485.112,2 ha equivalente al 66,25 de la superficie total de la cuenca. Por otra parte, la vulnerabilidad alta a muy alta se localiza en los contrafuertes de la cordillera de Los Andes y en los terrenos montañosos que dan forma y límites a la cuenca, en especial en los sectores montañosos de la cordillera de la Costa cubriendo una superficie de 247.863,8 ha.

Las razones para implementar este sistema agrícola son variadas. Existen motivos climatológicos. Las especies de frutales predominantes se caracterizan por aprovechar mejor la radiación solar, los riesgos por heladas son menores que en el fondo del valle y un mejor manejo de la humedad del suelo, además, de mejorar los flujos de riego en las plantaciones. También se incluyen razones ecológicas, por el beneficio de introducir vegetación en zonas deterioradas, incorporando tierras improductivas al desarrollo regional y nacional. Desde el punto de vista económico, las plantaciones en laderas tienen un menor costo que en zonas bajas y tienen una alta rentabilidad; se reducen las posibilidades de enfermedades fungosas; no compite con tierras de aptitud en el valle; se amplía el espacio productivo; y con ello, se incrementa la productividad y potencia exportadora del país, suscitada por la alta demanda de frutas. Además, se debe considerar el impacto social que tiene esta agricultura en las comunidades donde se ubica, principalmente poblaciones campesinas, donde se valora la generación de trabajo y la existencia de fuentes laborales locales y permanentes.

Por otra parte, este sistema agrícola se ha desarrollado a partir de la eliminación de la vegetación esclerófila, con una limpieza total y aplicación de herbicidas antes de plantar, según varios métodos: plantación directa, en curvas de nivel y en camellones a favor de la pendiente, método ampliamente adoptado en estos suelos delgados sin ninguna directriz técnica que considere las características del sitio como pendiente y textura del suelo. (Guardiazaval, 2003).

El cultivo en ladera tiene sus defensores, como los argumentos indicados en párrafos anteriores, pero también hay opiniones contrarias por los efectos ecológicos que conlleva la eliminación de la vegetación natural no sólo en la pérdida de la biodiversidad de flora y fauna, sino, además, por la pérdida de suelo asociada a la construcción de camellones en el sentido de la pendiente. Esta técnica en su etapa inicial deja el suelo sin protección incrementando los procesos de erosión y escorrentía, que sólo se disminuyen a los 4 años de la plantación cuando ésta, en el caso de las paltas, alcanza a cubrir con su follaje el área originalmente de vegetación natural. Ensayo en los terrenos montañosos de Quillota en pendiente de 33 % con exposición norte y a 216 m.s.n.m. se ha podido determinar que la pérdida de suelo en terrenos con camellones en su etapa inicial por escorrentía de las aguas de lluvia alcanza a 19 t/ha versus 0,03 ton/ha en parcelas de control donde no se alteró la vegetación nativa. (Youlton M.Cristian, 2005)

La sequía que ha afectado a la IV región, en especial en los valles interiores, ha afectado seriamente a las plantaciones de frutales, en especial paltas en las laderas y terrazas superiores de los valles, presentando en la actualidad un paisaje de laderas sin vegetación natural, con camellones abandonados y restos de árboles secos o cortados incrementando, ahora con más fuerza los procesos erosivos por escorrentía de las aguas de lluvia.

5.3.4 Praderas y matorrales

Información sobre este uso de la tierra sólo aparece en detalle en la estadística de los Censos Agropecuarios de 1997 y 2007. La superficie dedicada es del orden de 20 millones de hectáreas, de las cuales 1 millón corresponde a praderas mejoradas, unos 11 millones a praderas naturales y el resto a una mezcla de pradera con matorrales. No se observa modificaciones significativas de este uso de la tierra.

5.3.5 Bosques Nativos

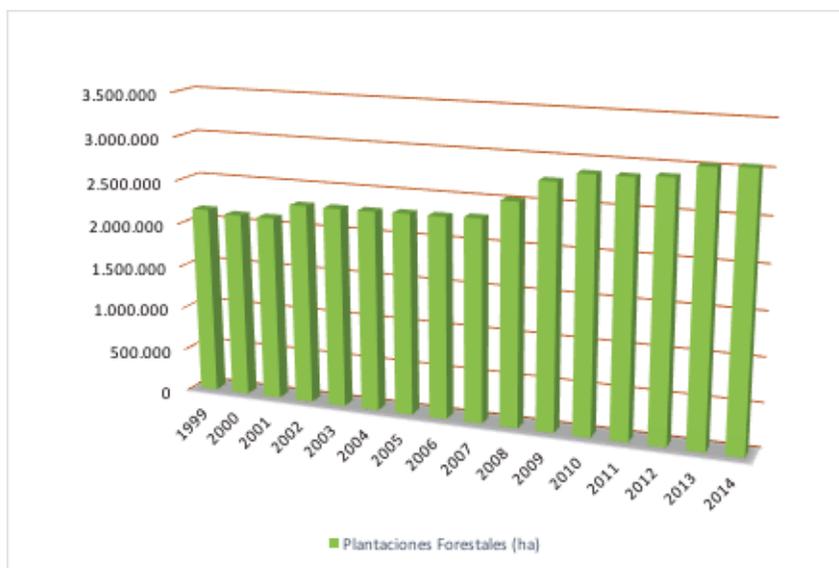
La superficie de bosques nativos ha ido disminuyendo en el país. Para más detalle ver el Capítulo 3 Bosques Nativos, donde se exponen las cifras correspondientes y la evolución 1999- 2014

5.3.5.1 Plantaciones forestales

La superficie de suelo dedicado a las plantaciones de pino insigne y eucaliptus durante el período observado ha experimentado un incremento notable. En 1990 se registró una superficie en plantaciones forestales de 1.460.530 ha, en esa fecha principalmente plantaciones de pino insigne. Al año 2014, la superficie se incrementó a 3.046.904 ha plantadas con pino insigne y eucaliptus. (Ver Figura 5.18)

Pino insigne y eucaliptus son las especies predominantes en las plantaciones forestales. La estadística registra otras especies, algunas arbustivas, como: atriplex, localizado principalmente en la región de Coquimbo, con una superficie de 52 mil ha; tamarugo/ Algarrobo con 24,5 mil ha, localizados en la primera y segunda región; pino Oregon con unas 14 mil ha; álamo con 4,6 mil ha y otras especies con unas 59 mil ha como se observa en el siguiente Cuadro 5.18 y Figuras 5.19 y 5.20.

FIGURA 5.18:
Superficie de plantaciones forestales 1999-2014



Fuente: Elaborado por ODEPA con información de INFOR, CONAF y empresas.

CUADRO 5.18

Plantaciones forestales industriales nacional

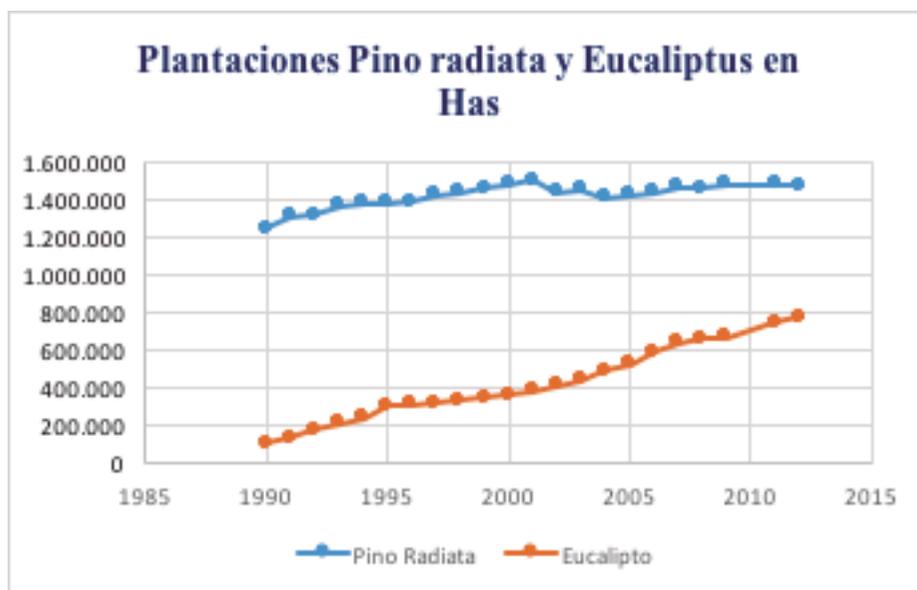
Hectáreas a fines de diciembre de cada año									
Año	Total	Pino Radiata	Eucalipto	Atriplex	Tamarugo/ Algarrobo	Pino Oregón	Alamo	Notho- fagus sp	Otras especies
1999	1.952.288	1.458.320	342.415	50.787	24.113	13.942	4.298	-	58.413
2000	1.989.101	1.474.773	358.616	52.894	24.165	14.286	4.151	-	60.216
2001	2.037.403	1.497.340	376.786	53.682	24.263	14.184	4.077	-	67.071
2002	1.997.580	1.436.586	408.630	56.196	24.422	15.212	4.107	741	51.686
2003	2.046.430	1.446.414	436.706	57.615	24.539	15.627	5.084	934	59.511
2004	2.078.647	1.408.430	489.603	58.501	25.254	16.459	6.008	1.176	73.216
2005	2.135.323	1.424.569	525.057	58.512	25.999	16.769	5.983	-	78.434
2006	2.201.585	1.438.383	585.078	61.781	26.415	17.054	6.173	-	66.701
2007	2.299.334	1.461.212	638.911	58.851	25.799	16.075	6.395	-	92.091
2008	2.300.090	1.457.224	661.388	59.093	25.878	16.676	6.278	-	73.553
2009	2.277.896	1.478.369	667.796	59.264	-	-	-	-	72.467
2011	2.349.250	1.480.803	740.360	60.240	-	-	-	-	67.847
2012	2.414.389	1.470.665	773.997	60.814	-	-	-	-	64.863

FIGURA 5.19

Plantaciones forestales según especies 1990-2012



FIGURA 5.16



Fuente: INFOR, CONAF y empresas.

5.4 EVOLUCIÓN DE LOS FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL SUELO

5.4.1 Instrumentos legales reguladores del suelo.

El uso del suelo está siendo regulado por varios instrumentos legales que se han dictado en el transcurso de los años. Para efectos de este análisis, se describen las principales disposiciones relacionadas con los suelos, como lo es la Ley General de Urbanismo y Construcción, que a través de sus instrumentos de planificación nacional regional y local regula el usos del suelo en el ámbito de los límites urbanos de las ciudades, en sus planes de ordenamiento territorial y en todos aquellos aspectos entre lo rural y urbano. En 1994 y posteriormente en el año 2010, se promulgaron las leyes relacionadas con la protección del medio ambiente. Instrumentos legales que en sus diferentes disposiciones regulan y protegen el medio ambiente entre ello el recurso suelo. Finalmente, el Ministerio de Agricultura, a través del Servicio Agrícola y Ganadero, tiene una función directa de regulación del uso de suelo silvoagropecuario del país. Los temas más relevantes en materia de protección del suelo se describen a continuación.

5.4.1.1 Ley General de Urbanismo y Construcción (DFL N° 458 / 1975)

Decreto con Fuerza de Ley N° 458, promulgado el 18 de diciembre de 1975, establece las disposiciones legales relativas a planificación urbana, urbanización y construcción, que rigen sobre todo el territorio nacional (art. 1°). Se establecen tres niveles de acción (art. 2°):

- **Ley general**, que contiene los principios, atribuciones, potestades, facultades, responsabilidades, derechos, sanciones y demás normas que rigen a los organismos, funcionarios, profesionales, y particulares, en las acciones referidas de planificación urbana, urbanización y construcción.

- **Ordenanza general**, que contiene las disposiciones reglamentarias de esta ley y que regula el procedimiento administrativo, el proceso de planificación urbana, urbanización y construcción, y los estándares técnicos de diseño y construcción.
- **Normas técnicas**, contienen y definen las características técnicas de los proyectos, materiales y sistemas de construcción y urbanización, de acuerdo a los requisitos de obligatoriedad que establece la Ordenanza General. Las normas técnicas de aplicación obligatoria deberán publicarse en internet y mantenerse a disposición de cualquier interesado de forma gratuita.

De acuerdo al artículo 27° de este decreto, la planificación urbana se define como el proceso que se efectúa para orientar y regular el desarrollo de los centros urbanos en función de una política nacional, regional y comunal de desarrollo socio-económico. La planificación urbana se efectúa en cuatro niveles de acción, que corresponden a cuatro tipos de niveles: nacional, regional, intercomunal y comunal.

- **Planificación urbana nacional**: al Ministerio de la Vivienda y Urbanismo le corresponde la planificación del desarrollo urbano a nivel nacional. Le corresponderá, asimismo, a través de la Ordenanza General de la presente ley, establecer normas específicas para los estudios, revisión y aprobación y modificaciones de los instrumentos legales a través de los cuales se aplique la planificación urbana (art. 29°).
- **Planificación urbana regional**: se entiende por planificación urbana regional aquella que orienta el desarrollo de los centros urbanos de las regiones (art. 30°). Se realizará por medio de un Plan Regional de Desarrollo Urbano, que fijará los roles de los centros urbanos, sus áreas de influencia recíproca, relaciones gravitacionales, metas de crecimiento, etc. (art. 31°). El Plan Regional de Desarrollo Urbano es confeccionado por las Secretarías regionales del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, de acuerdo a las políticas regionales de desarrollo socioeconómico (art. 32°). Los planes regionales de desarrollo son aprobados por el Consejo Regional (CORE) y promulgados por el Intendente respectivo, debiendo sus disposiciones incorporarse a los planes reguladores metropolitanos, intercomunales y comunales (art. 33°). Así mismo, le corresponde al Ministerio de Vivienda y Urbanismo aprobar por Decreto Supremo los Planes Regionales de Desarrollo Urbano (art. 3°).

Planificación urbana intercomunal: aquella que regula el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de diversas comunas, que por sus relaciones, se integran en una unidad urbana. Cuando el área sobrepasa los 500.000 habitantes, le corresponderá la categoría de área metropolitana para los efectos de su planificación. La planificación urbana intercomunal se realizará por medio del Plan Regulador Intercomunal o del Plan Regulador Metropolitano, en su caso, instrumentos contruidos por un conjunto de normas y acciones para orientar y regular el desarrollo físico del área correspondiente (art. 34°). A su vez, el Plan regulador intercomunal contiene una memoria explicativa (objetivos, metas) una ordenanza (disposiciones reglamentarias) y los planos (expresan la zonificación general y desarrollo urbano) (art. 35°). El Plan Regulador Intercomunal es confeccionado por la Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo con consulta a las municipalidades y entidades fiscales que estime conveniente (art. 36°), y deben ser aprobados mediante un Decreto Supremo por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (art. 3°). En caso de comunas que carezcan de un Plan Regulador Comunal, la confección del Plan Regulador Intercomunal hará los efectos en tal disposición (art. 38°).

- **Planificación urbana comunal**: aquella que promueve el desarrollo armónico del territorio comunal, en especial de sus poblados, en concordancia con las metas regionales de desarrollo económico-social. Se realiza por medio del Plan Regulador Comunal. Este es un instrumento constituido por un conjunto de normas sobre adecuadas condiciones de higiene y seguridad en los edificios y espacios urbanos y de comodidad en la relación funcional entre las zonas habitacionales, de trabajo, equipamiento y esparcimiento. Sus disposiciones se refieren al uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de estructura vial, fijación de límites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad,

en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas, y demás aspectos urbanísticos (art. 41°). El plan regulador comunal está compuesto por: una memoria explicativa, estudios de servicios sanitarios, una ordenanza local y los planos. (art. 42°)

Límites urbanos: se entenderá por límite urbano la línea imaginaria que delimita las áreas urbanas y de extensión urbana que conforman los centros poblados, diferenciándolos del resto del área comunal (art. 52°). Fuera de los límites establecidos en los planes reguladores no será permitido abrir calles, subdividir para formar poblaciones, ni levantar construcciones, salvo aquellas que fueran necesarias para explotación agrícola del inmueble, o para las viviendas del propietario del mismo y sus trabajadores, o para la construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales o de viviendas de hasta un valor de 1.000 UF que cuenten con los requisitos para obtener el subsidio del Estado. Corresponderá a la respectiva Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo cautelar que las subdivisiones y construcciones en terrenos rurales con fines ajenos a la agricultura, no originen nuevos núcleos urbanos al margen de la planificación urbana-regional. Con dicho propósito cuando sea necesario subdividir y urbanizar terrenos rurales para complementar alguna actividad industrial con viviendas, dotar de equipamiento a algún sector rural, o habilitar un balneario o campamento turístico, o para la construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales o de viviendas de hasta un valor de 1.000 UF que cuenten con los requisitos para obtener el subsidio del Estado, la autorización que otorgue la Secretaría Regional del Ministerio de Agricultura requerirá del informe previo favorable de la Secretaría Regional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Este informe señala el grado de urbanización que debe tener esa división predial, conforme a lo que establezca la ordenanza general de urbanismo y construcciones. Igualmente, las construcciones industriales, de equipamiento, turismo y poblaciones, fuera de los límites urbanos, requerirán previamente la aprobación correspondiente de la Dirección de Obras Municipales, del informe favorable de la Secretaría Regional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y del Servicio Agrícola que correspondan (art. 55°). Cuando se amplía el límite urbano de un plan regulador se define simultáneamente el uso del suelo, que corresponde a los terrenos que se incorporan al área urbana (art. 54°)

Uso de suelo urbano: en las áreas urbanas se registrará por lo dispuesto en los planes reguladores, y las construcciones que se levanten en los terrenos serán concordantes con dicho propósito (art. 57°). El Plan Regulador señalará los terrenos que por su especial naturaleza y ubicación no son edificables. Estos terrenos no podrán subdividirse y sólo se aceptarán en ellos la ubicación de actividades transitorias, manteniéndose las características rústicas del predio. Entre ellos se incluirán, cuando corresponda, las áreas de restricción de los aeropuertos. Igualmente, el Plan Regulador señalará los inmuebles o zonas de conservación histórica, en cuyo caso edificios existentes no podrán ser demolidos o refaccionados sin previa autorización de la Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo correspondiente (art. 60°). El cambio de uso del suelo se tramitará como modificación del Plan Regulador correspondiente (art. 61°).

Sobre la subdivisión y la urbanización del suelo: el proceso comprende tres casos: subdivisión de terrenos sin que se requiera la ejecución de obras de urbanización, loteos de terrenos condicionados a la ejecución de obras de urbanización y la urbanización de loteos existentes cuyas obras de infraestructura sanitaria, energética y de pavimentación no fueron realizadas oportunamente (art. 65°). La formación de nuevas poblaciones, barrios, grupos o conjuntos habitacionales deberá respetar las disposiciones de esta Ley y su Ordenanza General y el Plan Regulador y Ordenanza Local, en cuanto al uso del suelo, trazados viales, densidades, superficie mínima predial y otras (art. 66°). Los proyectos de subdivisión, loteos, urbanización o modificación de deslindes de terrenos deberán ajustarse estrictamente a los trazados y normas que consulte el Plan Regulador (art. 67°).

Modificaciones al DFL 458 / 1975: desde el 2001 hasta 2016 se han realizado una treintena de modificaciones de la legislación relativa a la planificación urbana, construcción y urbanización. Sin embargo, hasta la actualidad mantiene su estructura original correspondiente al Decreto promulgado en 1975. Dentro de las modificaciones más importantes se encuentra: Ley N° 19.778 que modifica la Ley Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional en materia de planes reguladores.

5.4.1.2 Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley N° 19.300/1994)

La aplicación de la Ley Bases del Medio Ambiente fue importante y condicionó formas de uso de los recursos que influyeron en el estado del suelo. Algunos de sus efectos ya se notaron en 1999 en particular, en los proyectos relacionados con el desarrollo minero, industrial y energético.

Las importantes modificaciones de esta ley efectuadas en 2010, no obstante sus limitaciones, repercutieron en el impacto en el uso y en el estado del suelo. Amén de la nueva institucionalidad, se incorporaron algunas exigencias para nuevos proyectos que influyeron en la reducción de ciertos impactos ambientales. Una innovación es la obligación de incorporar estudios de planificación estratégica a territorios de influencia de los proyectos, lo que permite analizar interacciones y efectos en cadena de los territorios de influencia.

Toda la temática referida a las leyes globales ambientales se exponen es la Tercera parte del este Informe.

5.4.2 Leyes e instrumentos específicos para la recuperación de suelos degradados

Los esfuerzos del Estado en materia de suelos se han enfocado a mejorar su calidad como recurso productivo y detener su degradación. Si bien el seguimiento y cuantificación de los fenómenos que lo afectan no ha sido constante, sí se pueden observar cambios en el transcurso de los años a partir de las esporádicas investigaciones que existen sobre erosión del suelo. Aunque los resultados evidenciados en la investigación de CIREN (2010) no pueden atribuirse directamente a ninguna política o programa público enfocado a disminuir o detener la erosión de los suelos del país, no puede desconocerse la existencia de políticas de reforestación y protección del suelo, que buscan generar un impacto en el estado de los suelos, deteniendo su degradación o disminuyéndola.

5.4.2.1 Ley de Fomento Forestal

Legislación que subsidia la recuperación de suelos degradados o no productivos mediante el incentivo de plantaciones forestales. Se promulga el Decreto Ley 701 en 1974 con el objetivo de impulsar el desarrollo forestal en Chile, actividad productiva que conlleva la prevención de la degradación, protección y recuperación de los suelos del territorio nacional. En el año 1998 se promulga la ley N° 19.561 que modifica el DL 701/74, donde se incentiva la forestación de pequeños propietarios y de suelos frágiles y degradados y las prácticas de recuperación de suelos. En el año 2011 se aumentaron los incentivos a la forestación y se prorrogó su vigencia, mediante la Ley N° 20.488. CONAF es la institución que se encarga de la gestión del DL 701. Desde 1990 hasta 2015 el gasto público en bonificaciones, a través del DL 701, fue en total de US\$478 millones y sólo por concepto de Forestación un total de US\$ 207 millones. Sin embargo, el gasto público total durante los 40 años de vigencia suma US\$664 millones.

Bajo la vigencia del DL 701/1974 se bonificaron 952.000 ha, siendo un 95% de la superficie bonificada de grandes y medianos propietarios. (US\$387/ha) A partir de la vigencia de la Ley N° 19.561/1998, hasta el 2014, se bonificaron en total 773.153 ha, distribuyéndose entre 521.953 ha por concepto de Forestación, 215.000 ha bonificadas por Forestación y Recuperación de Suelos Degradados y 36.200 ha bonificadas para Manejo Forestal. Con las modificaciones de la regulación al Fomento Forestal, aumenta el número de pequeños propietarios forestales (PPF) beneficiados; entre 1998 y 2014, del total de superficie bonificada un 38% correspondía a PPF. (CONAF, 2015)

5.4.2.2 Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados - SIRSD/ SIRSD-S

El programa actual tiene su inicio formalmente en 1999. Sin embargo, existieron iniciativas anteriores realizadas por el Ministerio de Agricultura desde 1993, que consistieron en programas realizados en territorios determinados, como el caso del Programa de Bonificación de Fertilizantes para Praderas Naturalizadas de la Zona Austral de Chile, implementado por INIA en 1993 y la Bonificación al Establecimiento y Mejoramiento de Praderas en las regiones VIII a X en 1995. En 1997, se

dio inicio al Plan de Recuperación de Productividad de los Suelos, que en 1998 se extendió por todo el país.

Con la promulgación de la Ley N° 19.604, que establece incentivos a la agricultura, y el DFL 235, que establece sistemas de incentivos para la recuperación de suelos degradados, ambas en 1999, se empieza a ejecutar el Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD). Este tenía como objetivo fomentar el uso de prácticas e insumos que permitan detener o revertir los procesos de degradación de los suelos y recuperar sus niveles de productividad en un horizonte de tiempo de 10 años.

En la actualidad, el programa SIRSD-S se sustenta en la Ley N° 20.412, promulgada en 2010 al perder vigencia la Ley N° 19.604 y el DFL 235. Esta ley mantiene los objetivos de la anterior, con el sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios, busca la recuperación del potencial productivo de suelos agropecuarios degradados y la mantención de los niveles de mejoramiento alcanzado. El programa es coordinado por la Subsecretaría de Agricultura y ejecutado por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), que se ocupa de los/as pequeños/as productores/as agrícolas, y por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), que se ocupa de los medianos y grandes productores. En el Presupuesto del Sector Público de 2016 se destinaron \$33.011 millones al SIRSD y desde el 2011, durante los últimos 6 años de vigencia, la inversión pública total alcanza los \$192 mil millones.

Según datos del Instituto para la Innovación Agraria (INIA), la superficie intervenida alcanza los 2,9 millones de ha, siendo la superficie real intervenida 1,9 millones de hectáreas entre 1996-2009, con una inversión durante ese periodo de 308.264 millones de pesos. Los usuarios beneficiarios fueron 45.000 atendidos por el SAG y 335.000 por INDAP, siendo los beneficiarios reales 232.064 personas. (INIA, 2010)

No obstante las cifras que dan cuenta de una importante cantidad de suelos intervenidos, no se han realizado evaluaciones completas del impacto de este programa. Algunos estudios parciales han señalado que sus alcances son bastante más limitados que lo que se podría deducir de las cifras globales. Ello porque en áreas agrícolas y para muchos agricultores al programa se le considera como un subsidio a los costos de producción a través de la fertilización. En áreas ganaderas, que son las que más extensión ocupan, el impacto es muy difícil de estimar, pues el efecto de las intervenciones como aguadas, cercos u otras similares, dependen del manejo posterior de los campos.

5.4.2.3 Ley N° 20.283/2008 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal

Esta ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal Involucra el "Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable", y el "Fondo de Investigación", ambos manejados por CONAF. Con estos fondos se busca subsidiar actividades que favorezcan la regeneración, recuperación o protección de bosques, ya sea para la mantención de la diversidad biológica o para fines productivos. En el Presupuesto Público de 2016 se destinaron 1.513 millones de pesos y, durante los ocho años de su ejecución, el gasto público alcanzó los \$20.992 millones.

Este programa tiene un alcance mucho menor al del DL701, en donde se promedian bonificaciones a 100.000 hectáreas anuales. Sólo entre 2009 y 2012, se intervinieron 96.676 hectáreas y se entregaron US\$26,43 millones. (FAO, 2013)

5.4.2.4 Acuerdo de protección del Bosque Nativo

Por último, existen otro tipo de iniciativas o acuerdos que si bien no forman parte de una política pública, han tenido un impacto en la protección del suelo y reducción de su degradación. Acuerdo suscrito en 2003 entre las principales compañías forestales chilenas, Forestal Arauco y CMPC, la distribuidora Home Depot y cinco organizaciones ambientalistas: Bosque Antiquo, Defensores del Bosque, Greenpeace, Instituto de Ecología Política y Fundación Terram. El acuerdo considera una declaración pública de no sustitución de Bosque Nativo por especies de rápido crecimiento, que incluye, además, no promover la sustitución por parte de terceros; y especifica la iniciación de un proceso para establecer un Protocolo de Conservación del Bosque Nativo de su propiedad acordado con las ONG´s.

5.5 CONCLUSIONES

El territorio chileno ha estado históricamente sometido a procesos de deterioro de sus suelos, intensificándose en ciertos períodos de auges de exportación de granos, especialmente provenientes de los territorios de la cordillera de la costa. Los principales problemas derivados del uso inadecuado del suelo han generado continuos procesos de empobrecimiento y agotamiento, pérdidas por erosión y incremento de los procesos de desertificación.

La comparación 1999-2015 sólo pudo aproximarse en años cercanos donde se hicieron estudios de nivel nacional. Así se tiene dos estudios sobre erosión de 1979 y 2010, única posibilidad de comparación. Sin embargo, la comparación tiene limitaciones derivadas de la utilización de metodologías diferentes. No obstante ello, permite tener una idea clara de la evolución de los parámetros.

Las cifras de erosión "Muy Grave" y "Grave" son mayores en 2010 que en 1979 con un aumento entre ambas de 7,4 millones de hectáreas. Con respecto al proceso de desertificación se considera que afecta a un 21,7% del territorio continental en alguna de sus categorías, ya sea leve, moderado o grave, lo cual corresponde a 16.379.342 hectáreas, con una población bajo riesgo de desertificación de 6.816.661 habitantes; es decir, un 37,9% de la población, distribuidas en 156 de las comunas del país.

Las principales presiones sobre la conservación del suelo son las históricas: Estructura de tenencia de la tierra y el agua desequilibrada, técnicas productivas ambientalmente poco sustentables, deforestación, manejo ganadero extensivo con numerosos territorios sobre explotados, expansión agrícola hacia áreas frágiles en especial con pendientes, incendios.

Las repuestas han sido diferencias. En los impactos positivos reales: Primero, el proceso de plantaciones forestales ha tenido un manifiesto impacto positivo, disminuyéndose los porcentajes de erosión de las comunas donde la forestación ha sido significativa. Segundo, han ocurrido cambios tecnológicos que han frenado los procesos de erosión, en especial la expansión del riego tecnificado. Y tercero: el programa de incentivos a la recuperación de suelos degradados ha permitido incorporar nutrientes al suelo y implantar algunos sistemas ambientalmente más sustentables. Sin embargo, este programa no ha tenido el programa esperado, y para muchos es sólo considerado un subsidio encubierto.

Las otras repuestas, no han tenido impacto o han sido marginales. Los instrumentos reguladores del uso del suelo con frecuencia han frecuentemente vulnerado. No existe en el país un ordenamiento del territorio vinculante que obligue a un equilibrado uso de los territorios nacionales

No obstante las medidas tomadas, se estima que el 2015 hay más territorios erosionados en el país y más suelos en procesos de agotamiento.

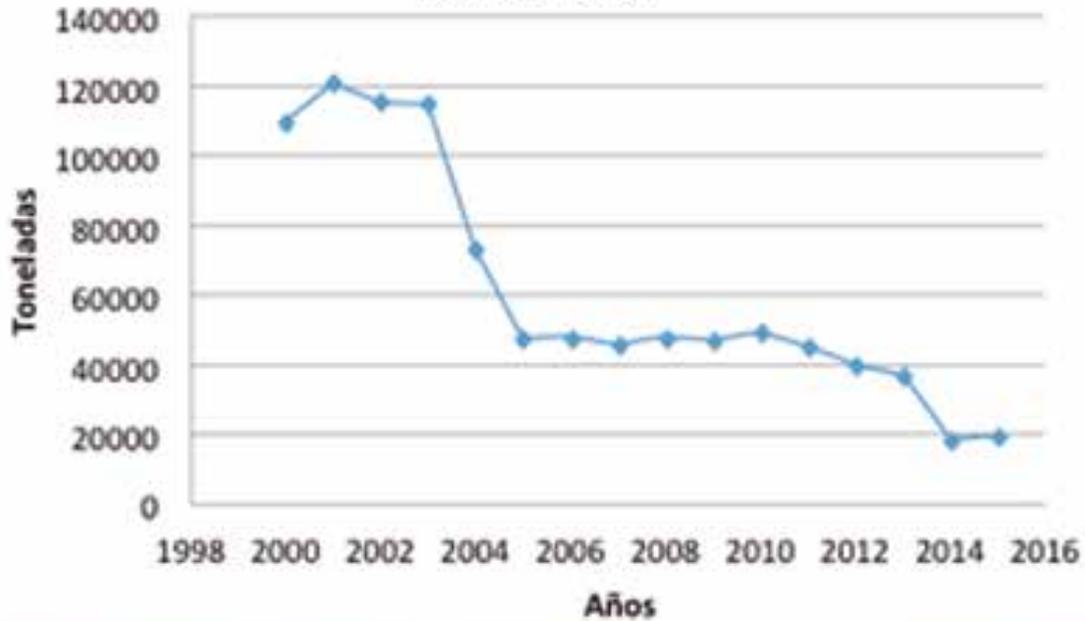
BIBLIOGRAFÍA

- Banco Central de Chile. (2015) Base de Datos Estadísticos. http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx?idCuadro=BP6M_EXPORT (fecha de consulta: 22 julio 2016).
- P. Camus, (2006) *Ambiente, bosques y gestión forestal en Chile*.
- Castillo, E. y J. Valdés (2011) *Lucha contra la desertificación en Chile. Experiencias y aprendizajes del programa de recuperación ambiental comunitario para combatir la desertificación 2007-2011*. PNUD-UE.
- CONAF-MINAGRI-UNCCD (2016) *Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía 2016-2030*.
- CONAF. (2013). *CONAF, por un Chile Sustentable*.
- CIREN. (2007) *Determinación y Evaluación de la Fragilidad de Laderas en la Cuenca de Casablanca y en Las Cuencas Hidrográficas de los Ríos Petorca, La Ligua y Aconcagua, V Región*.
- CIREN. (2010). *Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile*.
- CIREN y ODEPA. (3013) *Catastro frutícola*. (varios años).
- Emanuelli, P., E. Duarte, F. Milla, y A. Sartori, (2015) *Alineación del Programa de Acción Nacional Contra la Desertificación (PANCD) de Chile con la Estrategia Decenal de la Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (CNULD) y su vinculación con la Estrategia Nacional de Cambio Climática y Recursos Vegetacionales (ENCCRV)*. Nota Informativa ENCCRV.
- Fernández, M. (2013). *Políticas Agroambientales en Chile*. FAO-MINAGRI.
- Gardiazabal, F. (2003) *45o de inclinación y no hay problema*. *Revista Avance Agrícola* 13 (118): 10-11
- INIA (2001) *Diagnóstico sobre el estado de degradación del recurso suelo en el país*. Boletín INIA N°15.
- INIA. (2001). *Diagnóstico sobre el estado de degradación del recurso suelo en el país*.
- INFOR. (2008). *Anuario Forestal 2008*.
- INFOR. (2015). *Anuario Forestal 2015*.
- IREN. (1965). *Evaluación de la erosión de la Cordillera de la Costa entre Valparaíso y Cautín*.
- IREN. (1979). *Fragilidad de los ecosistemas en Chile*.
- Ministerio de Medio Ambiente (2012) *Informe del Estado del Medio Ambiente 2011*.
- Ministerio de Medio Ambiente – Centro de Ecología Aplicada (2011) *Diseño del Inventario Nacional de Humedales y el Seguimiento Ambiental*.
- Prado, J. (2015) *Plantaciones Forestales. Más allá de los árboles*.
- Santibáñez, F., Acevedo, E., Peralta, M., De la Fuente, A., Arias, J., Manterola, H., Chateaufneuf, R., W. Hermosilla, C. De la Maza, y M. Rodríguez, (1996) *Escenarios de crecimiento del sector agrario y posibles cambios de uso del suelo*. En Sunkel, O. (1996) *Sustentabilidad ambiental del crecimiento económico chileno*. Programa de Desarrollo sustentable, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile.
- U. de Chile (2000) *Estado del Medio Ambiente en Chile 1999*.
- U. de Chile (2010) *Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile 2008*.

- *U. de Chile (2013). Estado del Medio Ambiente en Chile 2012.*
- *Youlton, C. (2005) Cuantificación de la erosión en camellones a favor de la pendiente para el cultivo de laderas en el valle de Quillota, V Región, Chile.*



Desembarque total de merluza común en toneladas, entre 1999 y 2015.



06

ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO

6. ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO

6.1. CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO DE COMPONENTES DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS.

6.1.1 Caracterización biológica y física del borde costero

El borde costero marino es un sistema natural, altamente complejo, caracterizado por múltiples recursos geográficos, muy relevantes para el ser humano, siendo el punto de congruencia de tres componentes fundamentales de la Biosfera; el mar, la tierra y la atmósfera. Para Chile, un país eminentemente marítimo, con una gran extensión latitudinal que va desde los 17° 30' hasta 56° 30' Sur, su borde costero continental representa una gran extensión litoral, alcanzando los 4.200 km, el cual aumenta a 83.850 km, si se consideran los bordes de las innumerables islas ubicadas desde Chiloé al Sur (Castro y Alvarado 2009¹). A lo anterior se le debe sumar el borde costero insular, correspondiente al Archipiélago de Juan Fernández y el Archipiélago de Isla de Pascua.

En la topografía de la costa se definen dos regiones principales a lo largo de Chile continental (Guiler 1959²; Castilla 1976³; Santelices 1980⁴). La primera y más extensa es la zona costera ubicada entre Arica y Puerto Montt, de característica continua, con pocos accidentes geográficos, expuesta a viento y oleaje, con bordes rocosos en la mayor parte y pocas playas de arena, con escasas bahías protegidas. La segunda región costera continental se establece al sur de Chiloé, fragmentada, con sectores escarpados de montañas que se levanta en el mismo borde costero, cayendo de forma abrupta al mar. Esta heterogeneidad geográfica ha generado un gran número de islas que protegen la línea costera de tormentas oceánicas.

La descripción de los ecosistemas terrestres del borde costero (estuarios, lagunas y humedales) y la caracterización del patrimonio de los Ecosistemas marinos (hábitat intermareal, hábitat submareal, plataforma continental, y hábitat pelágico, fue descrito en detalle en el Informe País Estado del Medio Ambiente el Chile 2012).

6.1.2 Conocimiento del patrimonio natural del borde costero.

Dentro del patrimonio natural costero, los ecosistemas más valiosos son sin duda los humedales, por encontrarse dentro de los ambientes más productivos del mundo, albergando a una enorme diversidad biológica, ofreciendo una gran variedad de micro-hábitat y fuente de agua para la subsistencia de la biota que vive en ellos, o que los visita por algunos meses o semanas al año. En la actualidad estos valiosos ecosistemas se encuentran fuertemente amenazados por acción antrópica.

¹ Castro C, Alvarado C. 2009. La Gestión del Litoral Chileno: un Diagnóstico. Red IBERMAR (CYTED). Universidad Católica de Chile. Instituto de Geografía, Santiago, pp. 2-11.

²Guiler E. 1959. The intertidal ecology of the Montemar área, Chile. Papers and Proceedings Royal Society of Tasmania, 93: 33-58.

³Castilla, J.C. 1976. Ecosistemas marinos de Chile: principios generales y proposición de clasificación. En: "Preservación del Medio Ambiente Marino", F. Orrego (ed.). Instituto de Estudios Internacionales, Universidad de Chile, Santiago, pp. 22-37

⁴Santelices B. 1980. Muestreo cuantitativo de comunidades intermareales de Chile Central. Arch. Biol. Med. Exp. 13: 413-424.

CUADRO 6.1.**Humedales chilenos costeros pertenecientes a la Lista RAMSAR.**

Número de sitio. Nombre. Fecha de designación	Ubicación	Coordenadas	Superficie (ha)	Otra condición de protección	Tipo de Humedal
222. Santuario de la Naturaleza e Investigación Científica Carlos Anwandter. 27-07-1981	Región de Los Ríos. Provincia de Valdivia	39° 35' - 39° 47' S 73° 07' - 73° 16' W.	4.877	Santuario de la Naturaleza. Nominado en el Registro de Montreux.	Ribereño, léntico, perenne con bañados, intermareales.
873. Humedal Salar de Surire. 02-12-1996	Región de Arica y Parinacota. Prov. Parin.	18° 46' - 18° 55' S 68° 58' - 69° 86' W	15.858	Monumento Natural Salar de Surire.	Salar seco y lagunas salinas de fluctuaciones estacionales.
878. Humedal El Yali. 02-12-1996	Región de Valparaíso. Provincia de Valparaíso.	33° 50' S - 71° 38' W	520	Reserva Nacional El Yali.	Lacustre, palustre, costero. Albuférico, cuerpo agua naturales y artificiales. Salinas artific.
1374. Sant. de la Nat. 02-02-2004	Región de Coquimbo. Provincia de Choapa. Laguna Conchalí.	31° 53' S - 71° 30' W	34	Santuario de la Naturaleza. Reserva Privada	Humedal costero de origen Albuférico.
1430. Bahía Lomas. 06-12-2004	Región Magallanes. y Antártica. Chile. Prov. Tierra del Fuego.	52° 38' S - 69° 10' W	58.946	Reserva Hemisférica de Aves Playeras (Red Hemisférica de Reservas Aves Playeras, RHRAP.	Marino costero, con extensas planicies intermareales.
2237. Las Salinas de Huentelauquén (LSH). 02-02-2015	Región de Coquimbo. Provincia de Choapa.	31° 35' S - 71° 33' O	2.722	Área Prohibida de Caza.	Desembocadura del Río Choapa, llanos costeros y dunas litorales.

6.2 EVOLUCIÓN DEL ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO

En los últimos 20 años se ha producido un reconocimiento creciente del valor del medio marino, especialmente de sus zonas costeras (Rochelle et al. 2014). Algunas de estas zonas están recibiendo en la actualidad un cierto grado de protección en algunas partes del mundo y en el futuro esta protección también puede extenderse a áreas más amplias de la plataforma continental, dada la vital importancia en el aporte de recursos alimentarios para el ser humano.

Esta protección es totalmente necesaria por cuanto son estas áreas marinas las que hacen el mayor aporte en recursos alimentarios. Sin embargo, estudios tanto nacionales como internacionales vienen señalando que la disminución de estos recursos, ya sea por extracción humana o por factores ambientales, ha sido fuerte y sostenida. De acuerdo a datos estadísticos de la FAO (FAO, 2014), la situación de viabilidad de estas pesquerías se encuentra en un estado crítico. Alrededor del 90% de los stocks que se pescan están en la categoría de totalmente explotado (61%) o colapsados, o extraídos más allá de su límite de sostenibilidad (29%). Estos datos forman el soporte para el cuestionamiento que se viene haciendo en los últimos años al potencial alimentario del alimento marino para las generaciones humanas del futuro (HLPE., 2014 ; Béné et al., 2015).

De acuerdo a los registros de Sernapesca, en Chile hay un total de 141 especies marinas que constituyen pesquerías: 74 especies de peces, 23 de crustáceos, 31 de moluscos y 13 especies de algas. Sin embargo, las principales especies que han sustentado los desembarques nacionales, corresponden solo a 25 unidades de pesquerías.

6.2.1 Estado de las especies consideradas recursos pesqueros del ecosistema litoral

6.2.1.1 Comparación 1999–2015 del desembarco de recursos pesqueros

En el Cuadro 6.2 se presenta un resumen de los desembarques de los recursos pesqueros más importantes, la mayoría de ellos de distribución costera, comparando los datos de 1999 versus los de 2015, y presentando la tasa de variación por recurso; considerando peces pelágicos, peces demersales, crustáceos, moluscos y erizos.

CUADRO 6.2
Desembarque total por tipo de recurso, años 1999 y 2015

Recurso	Desembarque 1999 (t)	Desembarque 2015 (t) *	Tasa de Variación %
Recursos ícticos pelágicos			
Anchoveta	1.983.040	540.095	-72,76
Jurel	1.219.689	288.094	-76,38
Sardina común	782.142	435.706	-44,29
Sardina española*	246.045	389	-99,84
Reineta	6.830	34.218	401,00
Pez espada	2.925	6.029	106,12
Total pelágicos	4.240.671	1.264.284	-70,12
Recursos ícticos demersales			
Merluza de cola	309.904	37.475	-87,91
Merluza austral	24.656	16.148	-34,51
Congrio dorado	5.721	1.366	-76,12
Bacalao de profundidad	12.506	3.768	-69,87
Merluza de tres aletas	36.506	8.809	-75,87
Raya Volantín	3.369	7	-99,79
Merluza común	103.789	19.386	-81,32
Total demersales	496.451	86.959	-82,48
Recursos crustáceos			
Langostino Amarillo	7.263	4.503	-38,00
Camarón Nailon	7.951	4.331	-45,53
Langostino Colorado	12.710	6.267	-50,69
Total crustáceos	27.924	15.101	-44,67
Recursos moluscos			
Loco	2.294	2.515	9,63
Almeja	16.429	12.970	-21,05
Macha	1.728	1.241	-28,18
Pulpo	3.168	1.818	-42,61
Total moluscos	23.619	18.544	-21,49
Otros recursos			
Erizo	55.656	29.911	-46,26

Fuente: Anuario estadístico 1999 (Sernapesca), Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura - Departamento Gestión de la Información, Atención de usuarios y Estadísticas Sectoriales. *Datos de 2015 aportados provisoriamente por Sernapesca, en proceso de validación.

La visión sinóptica que entrega el Cuadro 6.2, respecto a la tasa de variación de la sumatoria de desembarques de los principales recursos pesqueros de Chile en los últimos 16 años, es dramática. Las principales pesquerías pelágicas disminuyeron en más del 70%, respecto a 1999, mientras que la pesquería demersal de peces se redujo por encima del 82%. Los crustáceos considerados en el análisis disminuyeron sus desembarques en un 44,67% entre 1999 y 2015, similar a la disminución registrada por el recurso erizo (46,26%). Los moluscos también registraron una disminución en los desembarques, en la comparación 1999 - 2015, aunque fue menor que los recursos analizados previamente (21,49%).

6.2.1.2 Estado de los recursos de los ecosistemas marinos

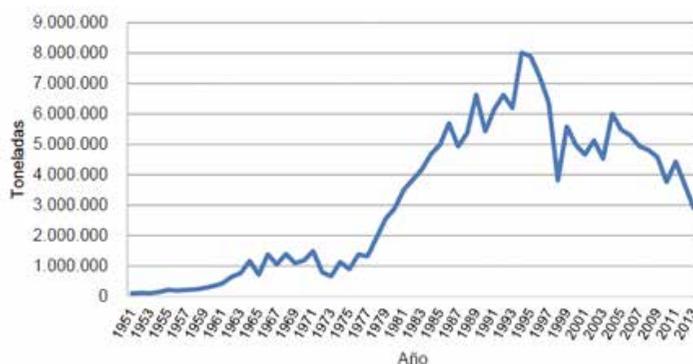
El total mundial de la producción de la pesca de captura en 2014 fue de 93,4 millones de toneladas, de las cuales 81,5 millones de toneladas procedían de aguas marinas y 11,9 millones de toneladas de aguas continentales. De acuerdo al estudio de (FAO 2016⁹), Chile habría aportado con 2.175.486 toneladas de capturas marinas (peces y otras pesquerías de invertebrados), lo que equivale a un 2,7 % del total mundial de pesca marina en 2014. Sin embargo, muchas especies marinas que constituyen recursos están experimentando una disminución fuerte en sus poblaciones, y un factor poco conocido de este hecho se relaciona con las eventuales alteraciones de los hábitat que podría ocurrir como consecuencia de estas fuertes disminuciones (Worm et al., 2006¹⁰).

Lo delicado de la situación en Chile es que los Comités Científicos que evalúan los recursos pesqueros, califican a 9 pesquerías en condiciones de colapso, otras 10 en estado de sobreexplotación, 7 pesquerías se encuentran en estado de plena explotación y dos pesquerías subexplotadas (Subpesca 2016¹¹). En el Cuadro 6.3, se analiza la situación en detalle y por separado de cada uno de los recursos considerados en el análisis, para posteriormente revisar 19 de estos recursos por separado.

Para evaluar el estado de las pesquerías nacionales, debe considerarse en conjunto el desembarque en puertos, caletas o barcos transportadores de los sectores industrial y artesanal, captura de barcos factoría, cosecha de centros de cultivo y recolección de algas. Históricamente SERNAPESCA ha llevado un registro del desembarque total de peces, moluscos, crustáceos, algas y otros, el que es publicado en el Anuario Estadístico de Pesca. La sobreexplotación de los recursos pesqueros queda de manifiesto en una mirada rápida de la evolución del desembarque total pesquero (Figura 6.1). Desde 1952 a 1994, el volumen desembarcado aumentó desde 90 mil toneladas en 1951 a más de 8 millones de toneladas; no obstante, luego ha descendido hasta situarse en 4 millones de toneladas en los últimos años. De acuerdo a SERNAPESCA (2016), el desembarque total para el 2014 se situó en 3.803.193 toneladas.

FIGURA 6.1.

Desembarque total del sector pesquero en toneladas (modificado de ODEPA, 2014).



⁹ FAO. 2016. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura.

¹⁰ Worm, B., E. Barbier, et al. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. Science, 314: 787-790.

¹¹ Subpesca. 2016. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015.

De acuerdo a ODEPA (2014¹²), el descenso del desembarque total se debe a la disminución de la actividad del subsector industrial, que hasta mediados de la década de los años 90 participaba con el 90% del total.

Desde ese año inició un descenso constante, hasta situarse en aproximadamente un 30% del total. En términos absolutos, de alcanzar 7 millones de toneladas en los años 90, llega a sólo 1,3 millones de toneladas en la actualidad. Por su parte, el desembarque total artesanal pasó de 70 mil toneladas en los años 60 a registros de 1,7 millones de toneladas en los últimos años, creciendo en forma paulatina. Estos cambios notorios entre los subsectores, y en especial los de la producción acuícola, responden a un comportamiento que se ha registrado en muchos países, debido a la necesidad de suplir la menor captura de peces a nivel mundial.

Diversas publicaciones científicas y la estadística pesquera demuestra que la baja del desembarque total industrial, se debería en gran parte, a la disminución de pesquerías, especialmente de jurel (*Trachurus murphyi*) y anchoveta (*Engraulis ringens*), provocada por una sobreexplotación del recurso, agravada por los efectos del Fenómeno El Niño, que ha afectado mayormente a las pesquerías que se destinan a harina de pescado.

La protección y sostenibilidad de los recursos pesqueros es teóricamente una de las bases de la modificación de la Ley de Pesca y Acuicultura del año 2013, la cual se centra en otorgar cuotas de acuerdo a las determinaciones de los Comités Científicos Técnicos establecidos en la ley. Las cuotas de las pesquerías regulan su captura o extracción. Es así como para el año 2014 se determinó una reducción de las cuotas en la mayoría de las especies que se regulan, salvo la del jurel, que se subió levemente. Esta medida administrativa y otras más, constituyen herramientas relevantes para la protección de los recursos pesqueros.

CUADRO 6.3:

Recursos explotados sometidos a regímenes de explotación de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura.

Recurso	Zona Geográfica	Condición del stock	Acceso	Cuota global	Toneladas*
Anchoveta	XV - II	Colapso	Cerrado	SÍ	456.008
	III - IV	Con sobrepesca	Cerrado	SÍ	20.097
	V a X	Colapso	Cerrado	SÍ	63.990
Sardina común	V a X	Plena explotación	Cerrado	SÍ	435.706
Sardina española	XV - II	Colapso	Cerrado	SÍ	387
	III - IV	Colapso	Cerrado	SÍ	2
Jurel	XV - X	Sobreexplotación	Cerrado	SÍ	288.094
Pez espada	XV - XII	Plena explotación	Cerrado	SÍ	6.029
Camarón Nailon	II - VIII	Plena explotación	Cerrado	SÍ	4.331
Merluza común	IV al 41°28,6' L.S.	Colapso	Cerrado	SÍ	19.386
Merluza del sur	41°28,6' L.S - XII	Sobreexplotación	Cerrado	SÍ	16.148
Merluza de tres aletas	41°28,6 L.S - XII	Colapso	Cerrado	SÍ	8.809
Merluza de cola	V - XIII	Colapso	Cerrado	SÍ	37.475

Continúa en página siguiente

¹² ODEPA. 2014. (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). Sector pesquero: evolución de sus desembarques, uso y exportación en las últimas décadas. Ministerio de Agricultura. 14 pp.

Congrio dorado	41° 28,6' L.S - 47°00' L.S.	Colapso	Cerrado	SÍ	875
	47°00' L.S - XII	Colapso	Cerrado	SÍ	491
Bacalao de profundidad	47° al 57° L.S.	Sobreexplotación	Cerrado	SÍ	2.197
	XV al XI, norte del paralelo 47° L.S.	Sobreexplotación	Cerrado	SÍ	1.565
Langostino amarillo	III - IV	Subexplotación	Cerrado	SÍ	2.364
	V - VIII	Plena explotación	Cerrado	SÍ	2.139
Langostino Colorado	XV - IV	Subexplotación	Cerrado	SÍ	516
	V - VIII	Sobreexplotación	Cerrado	SÍ	5.751
Almeja	X - XI	Sobreexplotación **	Cerrado	NO	12.970
Macha	XV - X	Sobreexplotación **	Cerrado	SÍ	1.241
Pulpo del Norte	XV - IV	Sobreexplotación **	Cerrado	SÍ	1.124
Pulpo del Sur	X - XII	Plena explotación **	Cerrado	SÍ	694
Raya volantín	VIII Región al 41°28,6' L.S.	Sobreexplo./Colapso	Cerrado	SÍ	7
Loco	XV - XII	Plena explotación	Cerrado	SÍ	2.515
Erizo	X - XII	Plena Exp./ Sobreexp.	Cerrado	SÍ	29.911
Reineta	XV - XII	Sobreexplotación	Cerrado	SÍ	34.128

Fuente: Subsecretaría de Pesca, Servicio Nacional de Pesca - Departamento Gestión de la Información, Atención de usuarios y Estadísticas Sectoriales; *datos en proceso de validación

** Con libertad de pesca en las AMERB

i) RECURSOS DEL HÁBITAT SUBMAREAL

“Erizo rojo”

- Taxonomía:

Orden: Echinoida

Familia: Echinidae

Especie: *Loxechinus albus* (Molina, 1782)

- Distribución Geográfica:

El erizo rojo se distribuye en todo el litoral chileno, desde Arica (18° LS), hasta el Cabo de Hornos (55° LS) (Castilla 1990¹³), concentrándose principalmente en los primeros 30 m de profundidad, aunque existen reportes de grupos menores hasta los 300 m (Larraín 1975¹⁴).



¹³ Castilla J.C. 1990. El erizo chileno *Loxechinus albus*: importancia pesquera, historia de vida, cultivo en laboratorio y repoblación natural. Cultivos de moluscos en América Latina (83-96).

¹⁴ Larraín A. 1975. Los equinoideos regulares fósiles y recientes de Chile. Gayana Zoología 35: 1-188.

- Características biológicas y ecológicas:

El erizo rojo tiene preferencia por hábitats someros, lo que se relaciona con su dieta, principalmente herbívora, la que es fuertemente dependiente de los cinturones de macroalgas (Vásquez et al. 1984¹⁵). El principal periodo reproductivo para *L. albus* es variable a lo largo del país, influido por las diferencias latitudinales de temperatura y fotoperiodo (Zamora & Stotz 1992¹⁶). Su fecundación es externa, con estados larvales prisma y pluteus, de permanencia en el plancton por breves semanas, metamorfoseando a un erizo juvenil que se fija al sustrato duro del fondo marino (Bustos y Olave 2001¹⁷). Es una especie de crecimiento lento, alcanzando la talla mínima legal de extracción entre los 4 y 5 años.

- Situación pesquera del recurso:

La pesquería se desarrolla en régimen de Áreas de Manejo y de Libertad de Pesca asimilado a un estado de Plena Explotación con cierre para inscribirse en el Registro Pesquero Artesanal desde el año 1995. Esta suspensión ha sido prorrogada para la zona ubicada entre la XV y XI regiones hasta el año 2020 (R. Ex. N° 74/2015 y R. Ex. N° 260/2015). La extracción del erizo se realiza por buceo a lo largo de la costa chilena entre la XV y IX regiones y entre la X y XII regiones obteniéndose en mayores concentraciones en el mar interior. En las regiones X y XI las distribuciones de tamaño se concentran entre 6 cm y 8,5 cm de diámetro de testa y para la XII Región se observa que la distribución de tamaños se concentra entre 6,5 cm y 8,5 cm de testa

Otra medida de administración vigente en la regulación de este recurso, es una veda reproductiva aplicada entre las XV y XI regiones desde el año 1981, durante los meses de noviembre hasta marzo, modificándose en el año 1986 desde octubre hasta enero, excluyéndose en ambas vedas a la XII Región. A partir del año 1987 hasta la actualidad esta medida se ha diferenciado geográficamente como se indica a continuación:

- XV a XI Regiones: 15/Octubre hasta 15/Enero D. S. N° 291/1987
- X - XI Regiones: 15/Octubre hasta 15/Enero D. S. N° 291/1987
16/Enero hasta 01/Marzo D. Ex. N° 439/2000
- 47°10'LS-Límite sur de la XI Región: 15/Agosto hasta 15/Marzo D. Ex. N° 524/2003
- XII Región: 01/Septiembre hasta 15/Marzo D. Ex. N° 275/1999 D. Ex. N° 742/2011

Con respecto al estado de la pesquería, estudios de subpoblaciones en la X, XI y XII regiones, en los que se ha analizado indicadores como la biomasa desovante y la captura y el esfuerzo de pesca, se recomendó para el año 2015 una cuota global estimada de 18.000 toneladas y de 16.000 toneladas para el año 2016. También se ha podido observar en los stocks de la X Región indicios de sobrepesca y de sobreexplotación, esta situación ya se había registrado en el año 2014, aumentando el área afectada en los análisis obtenidos en el año 2015. En la XI Región se observan resultados más alentadores con un valor de biomasa desovante cercano a un 48% (Subpesca 2016¹⁸).

Los desembarques del erizo provienen principalmente de áreas de libre acceso de la X, XI y XII regiones, concentrando a partir del 1990 hasta la actualidad un 92% del desembarque nacional (Figura 6.2).

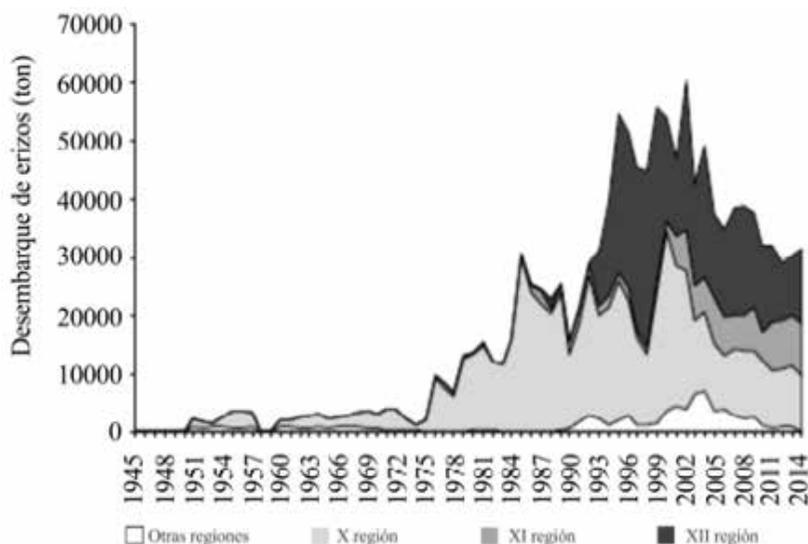
¹⁵ Vásquez J, JC Castilla & B Santelices. 1984. Distributional patterns and diets of four species of sea urchins in giant kelp forest (*Macrocystis pyrifera*) of Puerto Toro, Navarino Island, Chile. *Marine Ecology Progress Series* 19: 55-63.

¹⁶ Zamora, S y W. Stotz. 1992. Ciclo reproductivo de *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en Punta Lagunillas. *Revista Chilena de Historia Natural* 65 (1):121-135.

¹⁷ Bustos E. y S. Olave 2001. Manual; El cultivo del erizo (*Loxechinus albus*). IFOP. División de Acuicultura. 22 pág.

¹⁸ Subpesca.(2016). Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf

FIGURA 6.2

Desembarques anuales de erizo *L. albus* en toneladas, entre 1945 y 2014.

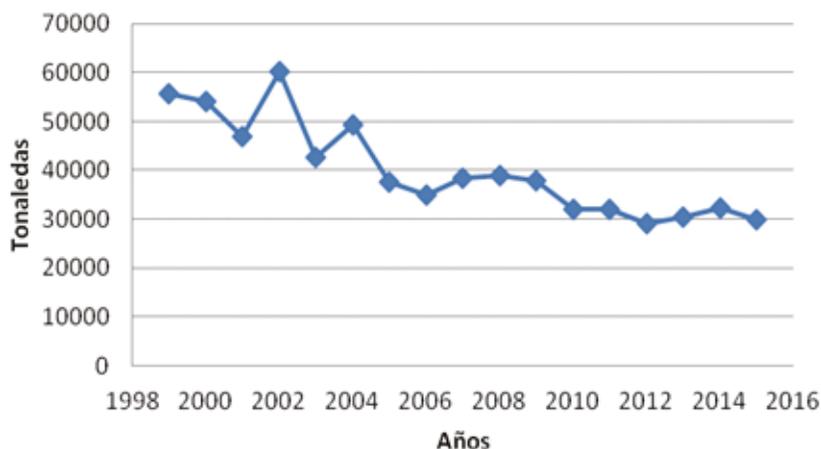
Fuente: Sernapesca, en Subpesca 2016, Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas 2015.

Al distinguir por separado las características de la pesquería en las regiones X y XI según el destino de las capturas, se pueden observar diferencias en desembarques, talla de captura, dinámica de la flota, capital, trabajo y tecnología. El erizo que se destina a consumo fresco se extrae en régimen de operación diario y presenta beneficios económicos con menor esfuerzo sobre el recurso, ya que se puede comercializar con un mejor valor que el que se destina a la industria, el cual a su vez se caracteriza por cosechar mayores volúmenes en zonas más alejadas de los centros de desembarques (Barahona y Molinet 2015¹⁹).

- Comparación del recurso erizo entre 1999 y 2015

El desembarque de erizo desde 1999 hasta la actualidad ha presentado una disminución constante en su extracción, con valores que van desde las 60.166 toneladas como valor máximo alcanzado el año 2002, y un mínimo de 29.162 toneladas correspondiente al año 2012. Se puede observar una tasa de variación de -46,25% al comparar el valor de desembarque del año 1999 (55.656 toneladas) con del año 2015 que fue de 29.911 toneladas (Figura 6.3).

¹⁹ Barahona, J. y C. Molinet. 2015. Reporte Técnico CCTB N°12/2015. Explotación de la pesquería de erizo destino fresco en la X - XI Región. Comité Científico Bentónico. Recuperado de http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-91701_documento.pdf

FIGURA 6.3.**Desembarque total de erizo en toneladas, entre los años 1999 y 2015.**

Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

De acuerdo a lo publicado en el Informe País de 1999 (Universidad de Chile 2000²⁰), se caracteriza a esta pesquería con valores de desembarque superiores al rendimiento máximo, por tanto con riesgo de dejar de ser sustentable. En la actualidad el deterioro del stock se ha hecho evidente, a partir de los datos obtenidos a través de los estudios existentes para esta pesquería. Desde el año 2002 se ha trabajado en forma conjunta, integrando al sector pesquero (artesanal e industrial), a representantes de las instancias públicas y a un grupo científico de trabajo con el fin de mejorar el manejo de esta pesquería. Ello ha permitido lograr importantes avances en el control y monitoreo pesquero (Informe Técnico N°19/2005, Subpesca²¹).

Sin embargo, la pesquería del erizo ha presentado altos niveles de incertidumbre respecto del esfuerzo real que se ejerce sobre el recurso y el real origen de sus capturas, siendo de suma importancia mejorar la información obtenida de estos indicadores, para poder evaluar anualmente por zona geográfica el stock del erizo (Informe Técnico N°30/2014, Subpesca²²).

El Comité Científico Bentónico ha recomendado realizar una extracción precautoria de las subpoblaciones presentes entre 37 metros y 75 metros de profundidad cerca de Canal Chacao, las que son de gran importancia al considerar el deterioro de las subpoblaciones más someras. De esta forma se puede resguardar una parte importante del stock adulto, lo que propiciaría la renovación de las subpoblaciones más afectadas.

También se ha señalado la importancia de cambiar la talla mínima de extracción del erizo, subiéndola a 8 cm de diámetro, a los ejemplares extraídos entre enero y febrero (captura que debe ser descontada de la cuota del año 2016). Se ha sugerido mantener la cuota de captura de la X y XI regiones, autorizada en años anteriores, y suspender la veda biológica entre enero y febrero de 2016 (Barahona y Molinet 2015²³). Es recomendable además, gestionar la realización de estudios orientados a conocer la situación de este recurso en las otras regiones del país.

²⁰Universidad de Chile. (2000). Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile - 1999

²¹Informe Técnico N°19/2005. Subpesca. 2005. Extensión del área de operación de las flotas artesanales bentónicas en las regiones X y XI, 2005 - 2006, Plan de Manejo y cuota de captura de erizo 2005. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

²²Informe Técnico N°30/2014. Subsecretaría de Pesca. 2014. Cuota de captura recurso erizo (*Loxechinus albus*) Regiones X y XI, 2014. Recuperado de http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/2014/RPESQ_030-2014_Cuota_Captura_Erizo_X-XI_2014.pdf

²³Barahona, J. y C. Molinet. 2015. Reporte Técnico CCTB N°12/2015. Explotación de la pesquería de erizo destino fresco en la X - XI Región. Comité Científico Bentónico. Recuperado de http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-91701_documento.pdf

“Loco”

Taxonomía:

Orden: Neogastropoda

Familia: Muricidae

Especie: *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789)



- Distribución Geográfica:

El “loco” es un molusco que se distribuye latitudinalmente desde Isla Lobos, Perú hasta Cabo de Hornos, Chile, por el sur, presentándose en la zona intermareal hasta los 40 m de profundidad.

- Características biológicas y ecológicas:

Es un molusco considerado como depredador clave en la zona intermareal y submareal (Castilla, 1981²⁴). Es de crecimiento lento, alta longevidad, con ciclo de vida pelágico en sus etapas larvales, y bentónico (sustrato rocoso) cuando es adulto. Son sexualmente gonocóricos (sexos separados), con fecundación interna, en donde la hembra ordena sus huevos en cápsulas, las que adhiere posteriormente al sustrato rocoso.

Luego de unos 3 meses eclosionan larvas planctotróficas que asentarán en sustratos duros del submareal, después de haber derivado en la columna de agua otros 3 meses (Ramorino 1975²⁵; Molinet et al. 2005²⁶). Alcanza la talla media de primera madurez sexual entre los 40 y los 60 mm.

- Situación pesquera del recurso:

El recurso loco es de gran importancia para el consumo humano con registros existentes de extracción desde el 7.000 a.C. Desde inicios de la década del 80 en el siglo pasado ha sufrido las consecuencias de una gran explotación debido al gran valor económico y comercial que representa (Bustos y Navarrete 2001²⁷).

La extracción del loco se inicia con un Régimen de libre acceso a la pesquería destinada al consumo interno con valores cercanos a las 5 mil toneladas anuales de captura. Tras la apertura al mercado externo, la pesquería alcanza sus máximos desembarques durante los años ochenta, lo que tuvo un gran impacto en la conservación del recurso pudiendo observarse los mayores efectos nocivos en los principales bancos de la zona norte y centro del país. Como respuesta a esta situación, se restringen los desembarques a través de la fijación de cuotas globales de captura, medida que no fue suficiente para contrarrestar los efectos de la sobrepesca por lo que se establece en el año 1989 una veda extractiva total, que genera el desarrollo de una gran actividad de extracción ilegal. (Informe Técnico N°015/2012, Subpesca²⁸).

Al reabrirse la pesquería en el año 1993 se establece el Régimen Bentónico de Extracción con vigencia hasta el año 2000, actualmente la pesquería se desarrolla en Régimen de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y de libre acceso (LGPA Art.50, Art.2, N°59) con acceso suspendido para la inscripción y el ingreso de nuevas solicitudes hasta el año 2018 (R. Ex. N° 1.811/2013). Se ha establecido una veda extractiva hasta el año 2017 entre las regiones XV y XI (D. Ex. N°344/2012), esta veda excluye a todas las áreas de manejo decretadas y que tengan al loco como principal recurso, y una veda biológica por zona geográfica:

²⁴Castilla, J. C. 1981. Perspectivas de investigación en estructura y dinámica de comunidades intermareales rocosas de Chile central. II. Depredadores de alto nivel trófico. *Medio Ambiente*, 5(12): 190-215.

²⁵Ramorino, L. 1975. Ciclo reproductivo de *Concholepasconcholepas* en la zona de Valparaíso. *Rev. Biol. Mar.* 15(2): 149-177.

²⁶Molinet, C.; Arevalo, A.; Gonzalez, M. et al. 2005. Patrones de distribución de larvas y asentamiento de *Concholepasconcholepas* (Bruguiere, 1789) (Gastropoda, Muricidae) en fiordos y canales del sur de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 78 (3): 409 - 423.

²⁷Bustos, E. y F. Navarrete. 2001. Manual: El cultivo del Loco (*Concholepas concholepas*). Proyecto FONDEF D9611101. IFOP, Chile. 32 pp.

²⁸Informe Técnico N°015/2012. Subsecretaría de Pesca. Veda extractiva del Recurso Loco 2012 - 2017, Regiones XV a XI. Recuperado de http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/RPESQ_015-2012_Prorroga_Veda_extractiva_Loco_XV-XI_Reg_2012-2017.pdf.

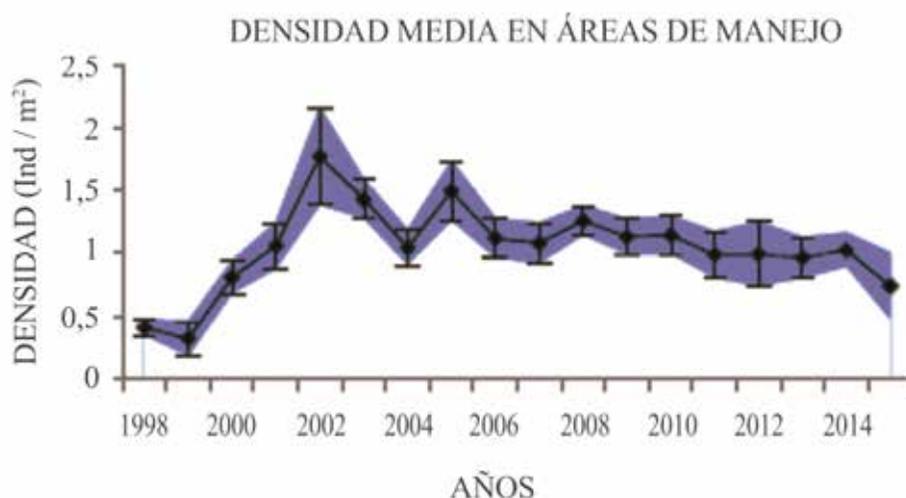
Otra medida de administración que regula su captura es la talla mínima de extracción que también se ha establecido por zona geográfica, siendo de 90 mm para las regiones XV, I y II y de 100 mm para las regiones III y XII.

Actualmente la pesquería del loco se desarrolla a lo largo de todo Chile con desembarques provenientes exclusivamente del régimen AMERB. Los anuarios estadísticos del Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca) muestran que los mayores valores de desembarque, así como de asignación de cuota, corresponden a la X Región a partir del año 2003. Las áreas de manejo que lo extraen han ido en aumento durante los últimos años (160 AMERB en el año 2014, 251 en el año 2015).

Para evaluar la abundancia de este recurso se ha utilizado como indicador el promedio de la densidad por área (Ind/m²). Se puede observar un aumento en ese indicador a partir del año 1998 con un máximo en densidad de 1,7 Ind/m² durante el año 2002. Entre los años 2003 y 2015 se presenta con mayor estabilidad en los valores de biomasa que fluctúan entre los 0,7 y 1.5 Ind/m² (Figura 6.4).

FIGURA 6.4.

Densidad media de loco (Ind/m²) en áreas de manejo (AMERB) entre los años 1998 y 2015.



Fuente: Subpesca, Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015

- Comparación del recurso loco entre 1999 y 2015

Las variaciones en los desembarques de loco entre los años 1999 y 2015 presentan los menores valores de extracción entre los años 2000 y 2002 (Figura 6.7). Esto se puede relacionar con la aplicación de la veda extractiva en el año 2000, la que permitiría exclusivamente la extracción desde las AMERB y desde la XII Región. El valor mínimo de 828 toneladas el año 2001, causado por la disminución en las capturas provenientes de la XII Región, se atribuye principalmente a la baja productividad del recurso y a factores económicos, al presentar mejor rentabilidad la extracción de erizo (Figura 6.6) (Informe Técnico N°37/2003, Subpesca²⁹)

De acuerdo a datos preliminares de Sernapesca, los desembarques totales del año 2015 se obtuvieron entre las regiones XV y X, siendo esta última en donde se obtuvo nuevamente la mayor parte de las capturas. La tasa de explotación promedio obtenida en las principales áreas de manejo, las que representan un 70% del desembarque total, no ha presentado variaciones de importancia en los últimos 3 años y se estimó en 22% (Subpesca 2016³⁰).

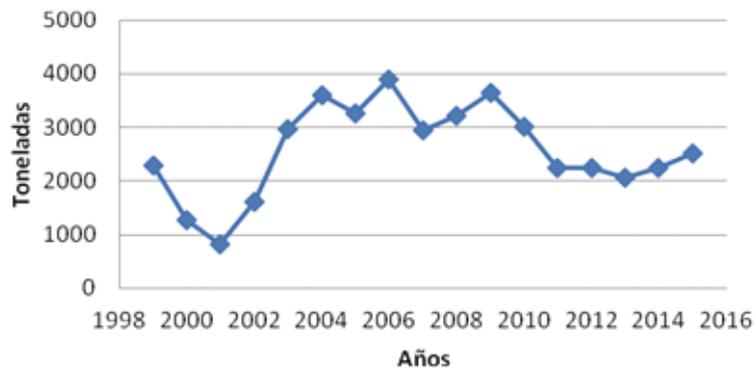
²⁹ Informe Técnico N° 37/2003. Subsecretaría de Pesca. Prórroga de la Veda Extractiva del Recurso "Loco", Regiones I a XI. Recuperado de www.subpesca.cl/institucional/602/articles-72751_documento.doc

³⁰ Subpesca.(2016). Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf

La pesquería de loco presenta distintos niveles de explotación a lo largo de Chile, aunque se observa cierta estabilidad en los niveles de desembarque de los últimos años. Por ello se considera una pesquería en Plena Explotación (Subpesca 2016).

FIGURA 6.5.

Desembarques totales anuales de loco en toneladas, entre 1999 y 2015



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

Como complemento a la mantención de las medidas de manejo que están vigentes, se ha recomendado iniciar las gestiones para el diseño de un plan de manejo para las unidades geográficas de pesquería del loco no incluidas en las áreas disponibles para Áreas de Manejo y Explotación (AMERB), considerando un enfoque participativo que incluya a los pescadores y a los interesados directos. También se ha sugerido la realización de estudios tendientes a la identificación de poblaciones que, tanto por sus características poblacionales y/o genéticas ameriten protección especial.

Además, se debe gestionar la realización de estudios que permitan mejorar el conocimiento respecto a la dinámica del recurso para tener mejores referentes de manejo y así se permita su sustentabilidad a lo largo de su rango geográfico de distribución.

“Almeja”

- Taxonomía:

Orden: Veneroida

Familia: Veneridae

Especie: *Leukoma antiqua* (*Venus antiqua*) (King, 1832)

Especie: *Prothotaca thaca*

- Distribución Geográfica:

El recurso “almeja” en Chile incluye varias especies, de las cuales *Venus antiqua* y *Prothotaca taca* son las que presentan los mayores desembarques.



L. antiqua se distribuye desde Callao (Perú) hasta el Estrecho de Magallanes (Chile), con presencia también en la costa Atlántica (Guzmán et al. 1998³¹). Por su parte, *P. thaca* se distribuye desde Ancón (Perú) hasta el Archipiélago de los Chonos (Chile) (Osorio et al. 1979³²; Osorio 2002³³).

- Características biológicas y ecológicas:

Todas las especies del grupo "almejas" son dioicas y con fecundación externa, con una larva planctónica de corta duración. Se distribuyen batimétricamente desde la zona intermareal, hasta los 40 m de profundidad, en fondos de arena o bolones. La especie *L. antiqua* tiene un potencial de fecundidad alto, de hasta 11,5 millones promedio de ovocitos maduros en ejemplares de tallas de 60,7 mm y 70,5 mm, respectivamente (Campos et al. 1999³⁴). *P. thaca* presenta generalmente condición reproductiva durante todo el año (Guzmán et al. 1998). En la XV Región la talla de primera madurez sexual para *P. thaca* corresponde a 26,4 mm de longitud máxima para hembras y 31,9 mm para machos (Romero 2011³⁵).

- Situación pesquera del recurso:

La extracción de almeja se realiza mediante buceo semiautónomo (Hooka) y conforma una de las pesquerías nacionales de mayor antigüedad, la cual durante los últimos años se ha concentrado principalmente en la X y XI regiones. Por ser un recurso que se extrae de forma artesanal presenta un régimen de libertad de pesca que mantiene suspendida la inscripción en el registro pesquero artesanal en todo el territorio nacional (Res. Ex. N°3115/2013). También se obtiene mediante extracción desde áreas y planes de manejo de recursos bentónicos. Tiene vigente una regulación que indica que la talla mínima de extracción debe ser de 5,5 cm de longitud valvar (D. S. MINECON N°683/1980). Esta pesquería se comienza a desarrollar entre los años 1945 a 1977 con una producción destinada al consumo fresco y desembarques menores a las 10.000 toneladas. Desde 1978 hasta fines de los años ochenta se da la apertura al mercado externo junto a un gran aumento en los desembarques que llegan a alcanzar 40.000 toneladas. A partir del año 1989 hasta el 2015 los valores presentan grandes fluctuaciones tendientes a la disminución

Para evaluar el stock de *L. antiqua*, IFOP realizó un análisis utilizando datos obtenidos entre los años 1986 y 2014 en las regiones X y XI, diferenciando la X Región en zona norte (X Norte) y zona sur (X Sur), debido a que presentan diferencias en el desarrollo de sus pesquerías. Se obtuvieron estimados de biomasa desovante que indican una reducción respecto de la biomasa virginal de un 22% en la Región X Norte, 43% en la Región X Sur y de 68% para la XI Región. Esto, en relación al valor señalado como objetivo, da cuenta de un estado de sobreexplotación en la zona X Norte, hecho que se condice con los bajos valores de desembarque registrados en este lugar y con lo indicado por los pescadores, respecto a una baja disponibilidad del recurso.

Esta condición de sobreexplotación estaría presente desde el año 1994 (Figura 6.8). Además, se señala que la mortalidad por pesca también supera la establecida como objetivo. La zona X Sur por otra parte, presenta estimados de biomasa muy cercanos a los valores establecidos como límite, con una mortalidad por pesca cuyas variaciones han causado una reducción sostenida de la biomasa desovante desde el año 2009. En cuanto a la XI Región no se pudo establecer valores objetivo debido a la falta de datos requeridos en la serie de tiempo (Cavieres y Canales 2016³⁶).

Otra situación recurrente que ha presentado esta pesquería, es la obtención de datos de amplitud de talla de captura que muestran registros asociados a altos porcentajes de ejemplares bajo la talla mínima legal, representando más del 50% de las capturas (Barahona et al. 2015³⁷).

³¹Guzmán N.; S. Saá & L. Ortlieb. 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastrópoda y Pelecypoda) en la zona de Antofagasta, 23° S (Chile). *Estad. Oceanol.* 17:17-86.

³²Osorio C., J. Atria y S. Mann. 1979. Moluscos marinos de importancia económica en Chile. *Biol. Pesq. Chile* 11: 3-47.

³³Osorio C. 2002. Moluscos marinos en Chile especies de importancia económica. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, 213p.

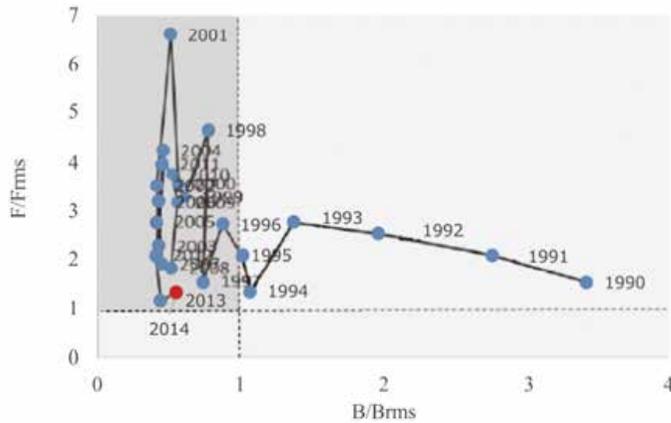
³⁴Campos, B.; Brown, D.; Duran L.; Melo C. & J. Urban. 1999. Estudio de edad y reproducción del recurso almeja en la IV y V Regiones. Informe Final, proyecto FIP 97-32. Fondo de Investigación Pesquera Universidad de Valparaíso. 108 pp + tablas y figs.

³⁵Romero M. S. 2011. Proyecto FIP N° 2008-49 *Estimación de parámetros reproductivos y determinación de parámetros de crecimiento en los recursos almejas y culengue del norte de Chile (Regiones XV, I y II)*

³⁶Cavieres, J. y C. Canales. 2016. Documento Técnico. Final de Objetivo Específico 4.2.5. Implementación metodológica de evaluación de stock de recursos bentónicos. Convenio desempeño 2015. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas, 2015. Subsecretaría de Economía y Emt/Enero 2016. 102 pp.

FIGURA 6.6.

Diagrama de explotación del recurso almeja para la zona X norte entre los años 1990 y 2014.



Fuente: IFOP, Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas 2015

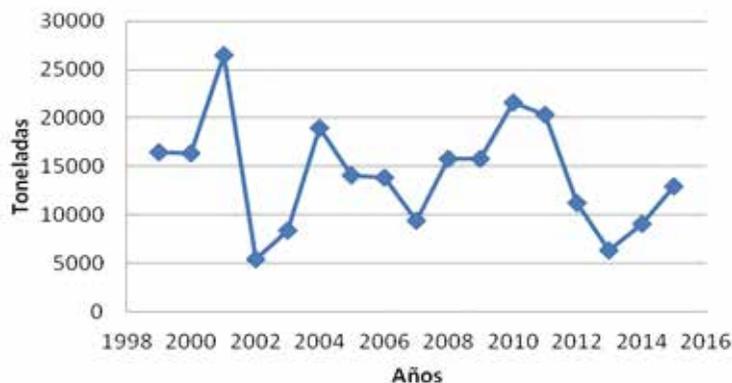
- Comparación del recurso almeja entre 1999 y 2015

Los valores de desembarque del recurso almeja presentan un máximo histórico nacional en el año 2001 con un total de 26.483 toneladas (Figura 6.7), valor que al año siguiente presentó una gran caída, registrándose el valor mínimo de esta serie (5.360 toneladas), esto se habría debido a que la alta oferta del recurso en el mercado habría generado disminuciones en el precio con la consecuente reorientación del esfuerzo pesquero hacia otros recursos más rentables.

Se puede observar otra disminución en los valores durante el año 2007, esto podría ser consecuencia de una veda extractiva aplicada ese año, debido a lo cual el total del desembarque provendría de las AMERB (Informe Técnico N°021/2009³⁸).

FIGURA 6.7.

Desembarques totales de almeja en toneladas, entre 1999 y 2015



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

³⁷Barahona, N., P. Araya, G. Muñoz, C. Vicencio, V. Pezo, A. Olguín, P. Mora, N. Salas, D. Subiabre, C. Vargas, C. Molinet, M. Díaz y P. Díaz. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas. Informe Final. Junio 2015. Convenio IFOP - Ministerio de Economía. 280 pp.

³⁸Informe Técnico N°021/2009. Subpesca. 2009. Suspensión transitoria de la inscripción en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) para el recurso almeja, en las regiones de Arica y Prinacota (XV) y Tarapacá (I). Unidad de Recursos Bentónicos. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Subsecretaría de Pesca. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-72878_documento.doc

Se ha clasificado a las medidas regulatorias aplicadas al recurso almeja como mínimas, señalándose que sólo a inicios de los años ochenta se inicia su regulación a través del establecimiento de una talla mínima de extracción, tras años de esfuerzo extractivo aplicado al recurso. Además, se señala la dificultad presentada para poder evaluar los efectos de las medidas de ordenamiento pesquero al no contarse con registros de la situación de las poblaciones del recurso previo a su aplicación (Romero et al. 2011).

Con base en los resultados obtenidos por IFOP se ha recomendado disminuir a la mitad la mortalidad por pesca en la zona X Norte, mantener la mortalidad actual para la zona X Sur y continuar la rotación en la extracción desde bancos de la XI Región. Debido a la poca capacidad de fiscalización que existe actualmente sobre los niveles de captura, se ha descartado modificar la talla mínima de extracción (Barahona et al., 2015, op. cit.). Los datos obtenidos en la zona X Sur podrían encontrarse sesgados debido a que gran parte del recurso que ahí se monitorea podría provenir de bancos ubicados en la XI Región. Al respecto, existen proyectos destinados a proporcionar información que ayude a disminuir esta incertidumbre (Cavieres y Canales 2016, op. cit.).

“Macha”

- Taxonomía:

Orden: Veneroida

Familia: Mesodesmatidae

Especie: *Mesodesma donacium* (Lamarck 1818)



- Distribución Geográfica:

M. donacium se distribuye en el Pacífico sur desde Bahía Sechura en Perú, hasta la Isla Kent, en la zona norte del Golfo de Penas (Rubilar et al. 2001⁴⁰). Habita de preferencia enterrada en playas arenosas, entre el intermareal y los 20 m de profundidad, en zonas de litoral expuesto a oleaje fuerte (Guzmán et al. 1998⁴¹).

- Características biológicas y ecológicas:

La macha se alimenta por filtración de partículas en suspensión, reproductivamente dioica, con fecundación externa, y con un ciclo reproductivo anual (Rubilar et al. 2001⁴²), desovando en primavera (Tarifeño 1990⁴³), con presencia de una larva planctónica de tipo veliger, la que luego de unos días metamorfosea a juvenil. Se le ha catalogado como una especie sensible a los cambios bruscos de temperatura, lo que le genera a las poblaciones afectadas disminución en el crecimiento y finalmente la muerte.

- Situación pesquera del recurso:

La pesquería del recurso macha se realiza a través de extracción artesanal, existiendo registros de sus volúmenes desde mediados de los años cincuenta. Hasta el año 1982 la pesquería se desarrolló con desembarques promedio de 2.577 toneladas, principalmente concentrados en capturas provenientes de las regiones IV y V. A continuación se observa una fase de crecimiento, llegando a un valor máximo de 17.122 toneladas en el año 1989. Hacia fines de este período, los bancos de la X Región llegan a aportar un 41% del desembarque nacional. Entre los años 1990 y 2000 el desembarque disminuyó sostenidamente, la actividad extractiva se enfocó hacia otras regiones, con gran intensidad en la I Región y se generó un

⁴⁰Rubilar, P., L. Ariz, V. Ojeda, E. Lozada, G. Jerez, C. Osorio & I. Olivares. 2001. Estudio biológico pesquero de la macha en la X Región. Informe final. FIP 2000-17. 242 p.

⁴¹Guzmán, N., S. Saá and L. Ortlieb. 1998. Descriptive catalogue of nearshore Molluscs (Gastropoda Pelecypoda) from Antofagasta area, 23°S (Chile). *Estud. Oceanol.* 17: 17-86.

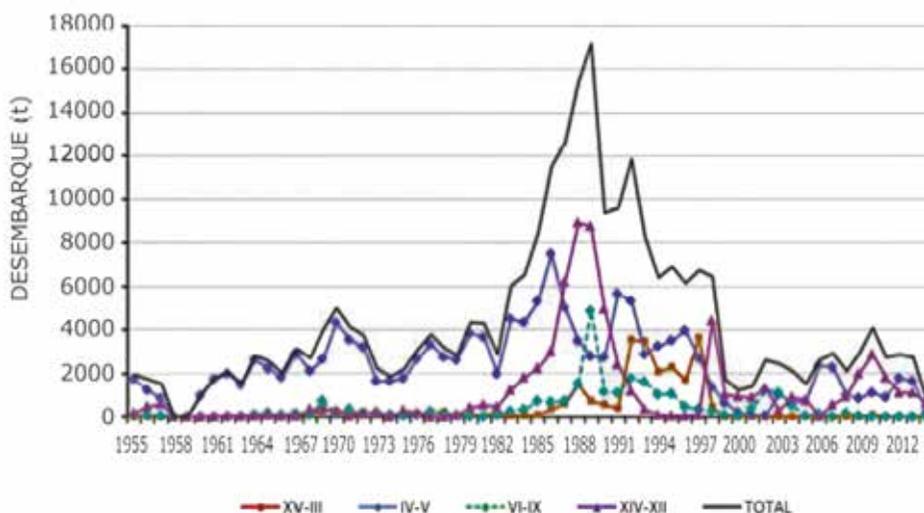
⁴²Rubilar, P., L. Ariz, V. Ojeda, E. Lozada, G. Jerez, C. Osorio & I. Olivares. 2001. Estudio biológico pesquero de la macha en la X Región. Informe final. FIP 2000-17. 242 p.

⁴³Tarifeño, E. 1990. La macha (*Mesodesma donacium* Lamarck, 1818) y sus posibilidades de cultivo. Research associate, institute of evolutionary and environmental biology, University of California. Los Angeles. 31 p.

colapso temporal de la pesquería en las regiones IV y V (Figura 6.8) (Informe Técnico N°64/2015, Subpesca⁴⁴).

FIGURA 6.8.

Desembarques de macha en toneladas entre 1955 y 2012.



Fuente: Sernapesca, En Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas 2015, Subpesca.

Esta pesquería se encuentra en estado de plena explotación, con acceso cerrado en forma transitoria para las regiones XV a XI por 6 años en el Registro Pesquero Artesanal (R. Ex. N°970/2015) y en forma indefinida para las regiones IX-XII (R. Ex. N°3115/2013). Se estableció una talla mínima de extracción para el área comprendida entre las regiones I a VIII y XI a XII de 6 cm de longitud valvar (D.S. N°242/1983) y de 5 cm para las regiones IX y X (D.S. N°683/1980). No presenta veda biológica, pero sí se ha establecido una veda extractiva cuya duración se designa por área geográfica como se indica a continuación (Informe Técnico N°6/2015, Subpesca⁴⁵):

- X Región: 10 años (D. Ex. N°971/2014)
- IV Región: 5 años (D. Ex. N°513/2011)
- V-VII Regiones: 2 años (D. Ex. N°675/2015)

Quedan excluidas de esta última medida extractiva todas las AMERB y áreas marinas protegidas en general, que presenten en su plan de manejo o administración a la macha como especie principal.

Al año 2015 el total de áreas de manejo fue de 14, correspondiendo 5 a la IV Región, 4 en la X Región y 5 en el resto del país. Para evaluar la situación de esta pesquería, se ha utilizado como indicador el número y la extensión de los bancos productivos, comparando lo observado al año 2014 con la situación presente durante los años ochenta. Se obtuvo como resultado una importante disminución respecto de la cantidad de bancos activos, con 5 bancos de un total inicial de 46.

⁴⁴Informe Técnico N°064/2015Subpesca. 2015. Suspensión transitoria de la inscripción en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) para el recurso macha, entre las Regiones XV de Arica - Parinacota y XI de Aysén, Período 2015-2020. Unidad de Recursos Bentónicos, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Recuperado de: http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/2015/RPESQ_064-2015_Cierre_Macha_XV-XI_2015-2019.pdf

⁴⁵Informe Técnico N°006/2015. Subpesca. 2015. Comité Científico Técnico Bentónico. Veda extractiva del recurso macha, V, VI y VII regiones. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-88799_documento.pdf

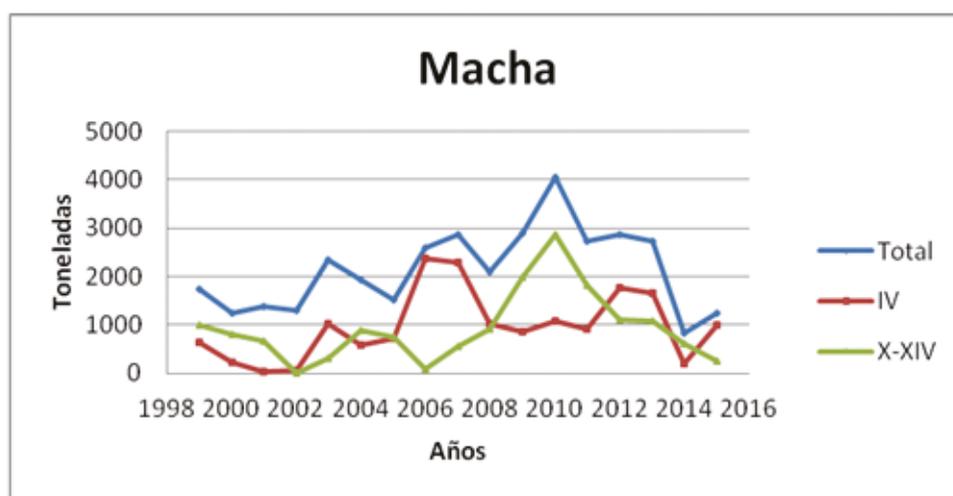
En cuanto a la extensión de los bancos activos, se observa una disminución a un 22% respecto al mismo período de tiempo (de 280 a 62 Km), destacándose la permanencia de bancos que permanecen relativamente extensos en Cucao (X Región) y Peñuelas (IV Región). Además, se evaluó el período promedio de recuperación de los bancos, obteniéndose un valor de $8,2 \pm 2,7$ años (media \pm sd). De acuerdo a los antecedentes disponibles, esta pesquería se clasifica a nivel nacional en un estado de sobreexplotación o de incapacidad de recuperación de los bancos. (Informe Técnico N°064/2015, Subpesca⁴⁶).

- Comparación del recurso macha entre 1999 y 2015

En la Figura 6.9 se presenta el desembarque obtenido a nivel nacional, y el correspondiente a las regiones que han concentrado la mayor parte de la productividad, entre 1999 y 2015. Se destaca la IV Región, en especial a partir del año 2003 hasta la actualidad representando un 60% y un 80% de los desembarques de los años 2014 y 2015, respectivamente. Las regiones X y XIV también han generado altos valores de extracción durante los años 2010 y 2011. Otra región que destaca es la VIII, con valores de desembarque continuos y de importancia entre los años 1999 y 2004, cuando comienzan a disminuir, hasta presentar valores en forma discontinuada los años siguientes.

FIGURA 6.9.

Desembarques totales de macha en toneladas nacional y regiones IV y X-XIV entre 1999 y 2015.



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

Hasta el año 2010 se pueden observar valores de desembarque totales que fluctúan con una tendencia hacia el aumento, llegando a un máximo de 4.056 toneladas. A partir de este último año, se observa alta variabilidad en los desembarques, con valores que disminuyen hasta un total de 832 toneladas en el año 2014.

Esta merma coincide con que el esfuerzo pesquero ha presentado una disminución observada en el Registro Pesquero Artesanal entre los años 2012 y 2015 probablemente debido al deterioro de los bancos (Informe Técnico N°152/2015, Subpesca).

Al evaluar la situación de esta pesquería y su desarrollo a lo largo del tiempo, se puede observar un equilibrio entre la actividad extractiva y la de recuperación del recurso, sin embargo esto responde al resguardo que se ha tenido que aplicar al

⁴⁶Informe Técnico N°064/2015. Subpesca. 2015. Suspensión transitoria de la inscripción en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) para el recurso macha, entre las Regiones XV de Arica-Parinacota y XI de Aysén, Período 2015-2020. Unidad de Recursos Bentónicos, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Recuperado de: http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/2015/RPESQ_064-2015_Cierre_Macha_XV-XI_2015-2019.pdf

verse disminuida la producción de los bancos, reorientándose hacia otras zonas de extracción con bancos más saludables. Se ha mencionado que resguardar procesos como el reclutamiento y respetar la talla mínima de extracción son fundamentales en base a la posibilidad de seguir explotando este recurso en forma rentable y extendida en el tiempo. Los antecedentes obtenidos por la Unidad de Recursos Bentónicos son indicativos del deterioro de muchos bancos de macha en Chile y en particular en las regiones V, VI, VII, y X con niveles de abundancia que no hacen recomendable su extracción, calculándose que sólo un 20% los bancos podrían ser explotados en la actualidad (Informe Técnico N°152/2015, Subpesca⁴⁷).

La disminución de los bancos de macha podría corresponder tanto a causas extractivas como a las condiciones ambientales a las que se encontraron sometidos. Sin embargo, podrían recuperarse si se toman medidas de administración que permitan la protección de cohortes de reclutas, respecto de la actividad extractiva y turística, hasta alcanzar la talla comercial establecida. Tales medidas deben continuar siendo establecidas de forma conjunta con los usuarios involucrados, idealmente con un ordenamiento regional como se ha hecho a través del establecimiento de las áreas y planes de manejo, de forma que la extracción se realice posibilitando la renovabilidad del recurso. (Informe Técnico N°006/2015, Subpesca⁴⁸) (Informe Técnico N°064/2015, Subpesca. op. cit.).

“Pulpo del norte”

- Taxonomía:

Orden: Octopoda

Familia: Octopodidae

Especie: *Octopus mimus* (Gould 1852)



- Distribución Geográfica:

El “pulpo del norte” se distribuye en la costa Sudamericana del Pacífico desde el norte de Perú, hasta Bahía San Vicente en Chile (36,7° Lat. Sur), y batimétricamente se le encuentra desde cerca de la superficie hasta 30 m de profundidad, en zonas con fondo rocoso (Guerra et al. 1999⁴⁹).

- Características biológicas y ecológicas:

Octopus mimus es un depredador oportunista, con un amplio espectro alimentario, aunque tendría preferencia por crustáceos y moluscos (Cortez et al. 1995⁵⁰). Desde el punto de vista reproductivo *O. mimus* es una especie dioica, semélpara (se reproduce una sola vez), con un potencial reproductivo importante, de hasta 400.000 huevos por puesta. Los huevos son colocados en lugares protegidos en aguas someras, cuidados por la hembra hasta la eclosión (Cortés et al. 1999). Tiene desarrollo directo (sin estados larvales)

- Situación pesquera del recurso:

Esta pesquería opera bajo régimen de Libertad de Pesca y de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos. Por disposición de la nómina de pesquerías artesanales presenta suspensión en el Registro Pesquero Artesanal (R. Ex.

⁴⁷Informe Técnico N°152/2015. Subpesca. 2015. Veda extractiva para el recurso macha (*Mesodesma donacium*), V, VI y VII regiones, 2015-2018. Unidad de Recursos Bentónicos, Departamento de Pesquerías. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Recuperado de: http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/2015/RPESQ_152-2015_VEDA_EXT_MACHA_V-VII_R_2015.pdf

⁴⁸ Informe Técnico N° 006/2015. Subpesca. 2015. Comité Científico Técnico Bentónico. Veda extractiva del recurso macha, V, VI y VII regiones. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-88799_documento.pdf

⁴⁹Guerra, A., T. Cortez y F. Rocha. 1999. Redescrípción del pulpo de los Changos, *Octopus mimus* Gould, 1852, del litoral chileno-peruano (Mollusca, Cephalopoda). *Iberus* 17 (2):37-57.

⁵⁰Cortez, T., G. Castro & A. Guerra. 1995. Feeding dynamics of *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile waters. *Mar. Biol.*, 123: 497-503.

⁵¹Cortéz,T.; A. González; A. Guerra. 1999. growth of cultured *Octopus mimus* (Cephalopoda, Octopodidae). *Fisheries Research*, 40: 81-89.

Nº3.115/2013). Tiene vigente una veda biológica entre las regiones XV y IV entre el 01 de junio y el 31 de julio y desde el 01 de noviembre al 28 de febrero del siguiente año calendario (D. Ex. Nº254/2000). Además, debe extraerse respetando un peso mínimo legal establecido para todo el territorio nacional de 1 kilogramo (D.S. Nº137/1985). La actividad extractiva se realiza mediante buceo con el uso del “gancho” o “chope”. Aunque su unidad de pesquería ha sido designada hasta la IV Región, la extracción se realiza principalmente desde el límite norte del país hasta la III Región. Presenta registros oficiales de desembarque a partir del año 1978, el registro histórico acumulado hasta el año 2009 es de 62.680 toneladas concentrándose el 63%, 29% y 7,8% en las II, I y III regiones, respectivamente.

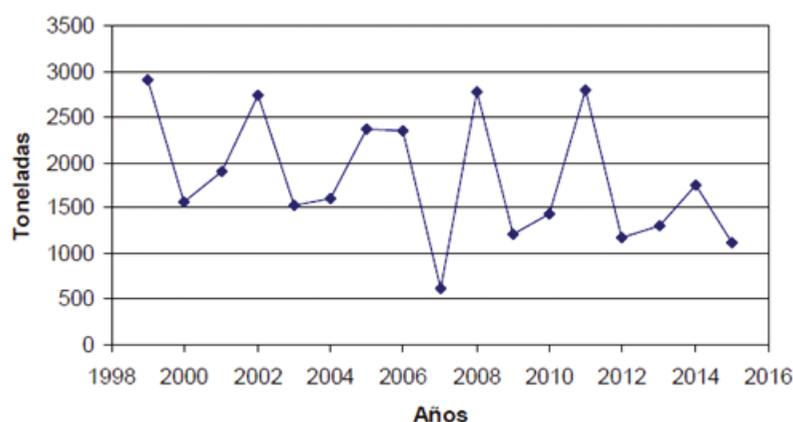
Debido a falta de información respecto al conocimiento biológico de esta especie, no se han establecido los indicadores que permiten evaluar el estado de esta pesquería. Sin embargo, considerando los registros y antecedentes presentados se infiere que los niveles de captura no han sido sostenibles en el tiempo (Subpesca, 2016).

- Comparación del recurso pulpo entre 1999 y 2015

El mayor desembarque del “pulpo del norte” se obtuvo en 1998, con 4.632 toneladas. Posteriormente a este máximo, los valores tienen a disminuir obteniéndose en los años 2005 y 2006 valores cercanos a las 2.300 toneladas, y durante el año 2014 se obtuvo un valor de 1.743 toneladas. Según datos preliminares de Sernapesca, en el año 2015 se obtuvieron 1.124 toneladas, de las cuales 730 t correspondieron a la II Región, 372 t a la I Región, 21 t a la XV Región y 1 t a la III Región. Esta disminución en las capturas se puede explicar, de acuerdo a lo señalado por los buzos, por el bajo valor de compra de la industria y debido a la escasez del recurso (Figura 6.10).

FIGURA 6.10

Desembarques totales de pulpo del norte en toneladas, entre 1999 y 2015



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

Se ha señalado la dificultad de obtener datos confiables sobre el esfuerzo pesquero, debido a las complejas características que presentan las pesquerías bentónicas en general, en donde la intencionalidad del esfuerzo tiene directa relación con la abundancia del recurso, su valor económico, el poder comprador y la accesibilidad al área de extracción.

La apreciación de los pescadores es que este recurso se encuentra en disminución, además de señalar que el criterio más recurrente para decidir extraer un recurso es la presencia de un poder comprador, mientras que la abundancia se mantiene en segundo término (FIP 1996-48⁵²).

Tras el análisis de sus poblaciones, se deduce que el tamaño y peso no son buenos indicadores de la edad del pulpo, al registrarse individuos de la misma edad con diferencias de peso de hasta 500 g (FIP 1996-47⁵³). Además, debido a la

⁵²FIP(1996). Informe Técnico Nº48/1996. Instituto de Fomento Pesquero, Dirección Zonal III y IV regiones. Análisis de la pesquería de los recursos lapa, jaiba y pulpo de la III y IV regiones. Recuperado de: <http://www.fip.cl/Archivos/Hitos/Informes/inffinal%2096-48.pdf>

⁵³FIP(1996). Informe Técnico Nº47/1996. Universidad Arturo Prat. Caracterización del Ciclo Reproductivo del Recurso Pulpo (*Octopus mimus*) en las Regiones I a III. Recuperado de: <http://www.fip.cl/Archivos/Hitos/Informes/inffinal%2096-47.pdf>

conducta protectora que experimenta la hembra de *O. mimus* para el cuidado de las posturas, y al considerarse los pesos mínimos de primera madurez sexual que se han registrado, se ha recomendado realizar una revisión de las medidas de ordenamiento que rigen en esta pesquería orientada a la protección de las hembras.

Complementariamente, se ha sugerido realizar una actualización de los estudios referentes al potencial reproductivo, crecimiento y determinación de edad para poder tener la información suficiente que permita determinar el estado de la pesquería (Subpesca, 2016, op. cit.).

“Pulpo del sur”

- Taxonomía:

Orden: Octopoda

Familia: Octopodidae

Especie: *Enteroctopus megalocyathus* (Gould 1852)



- Distribución Geográfica:

El “pulpo del sur”, *Enteroctopus megalocyathus*, se distribuye latitudinalmente en Chile desde Puerto Montt (41°LS) hasta el Estrecho de Magallanes (53° LS). Batimétricamente, habita desde el intermareal inferior, en cuevas o grietas, hasta los 140 m de profundidad (Vega et al. 2005⁵⁴). No obstante, la pesca artesanal en la Región de Los Lagos explota este recurso entre 1 a 48 m de profundidad (Barahona et al. 2007⁵⁵).

- Características biológicas y ecológicas:

El “pulpo del sur” es un depredador oportunista de amplio espectro trófico, similar a lo reportado en otras especies de pulpos. Externamente se caracteriza por su color pardo rojizo a gris, Chong et al. (2001⁵⁶). La temporada principal de postura va desde fines de invierno hasta inicios del verano (Chong et al., op. cit.). Al igual que *O. mimus*, *E. megalocyathus* es una especie dioica, semélpara y con desarrollo directo.

- Situación pesquera del recurso:

Este recurso se extrae entre las regiones VIII y XII, existiendo un primer registro en las estadísticas oficiales en el año 1986 correspondiente a 1 tonelada de captura obtenida en la X Región. El registro se presenta en forma descontinuada hasta 1991 y a partir del año 2007 se establece la diferencia en las estadísticas de pesca entre los recursos pulpo común y pulpo del sur. Se indica que entre los años ochenta y mediados de los noventa se obtuvo un registro máximo de 28 toneladas (en 1994). Desde 1995 aumentan considerablemente las capturas de la zona sur y a partir del año 2008 se comienzan a realizar estudios destinados al ordenamiento de esta pesquería (Informe Técnico 126/2012, Subpesca⁵⁷). La flota extractora se compone de embarcaciones que operan con sistema de buceo semiautónomo y el uso de “ganchos” permite efectuar la captura.

⁵⁴Vega M. A., H. Arancibia y M. A. Carmona. 2005. Taxonomía, claves y caracteres diagnósticos de pulpos costeros comunes de aguas chilenas. Documento Técnico UNITEP N° 7, Parte I, Unidad de Tecnología Pesquera, Universidad de Concepción, 32p.

⁵⁵Barahona, N. y A. Olguín. 2007. IFOP. Programa de Seguimiento del estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Pesquería de pulpo del sur *Enteroctopus megalocyathus*. Informe Final.

⁵⁶Chong, J., N. Cortés, R. Galleguillos y C. Oyarzun. 2001. Estudio biológico pesquero del recurso pulpo en la X y XI Regiones. Informe Final. Proyecto FIP N° 99-20, 212 pp.

⁵⁷Informe Técnico N° 126/2012. Subpesca. 2012. Suspensión temporal de la inscripción en el RPA para todas las categorías del recurso pulpo del sur (*Enteroctopus megalocyathus*, Gould, 1852) en la X Región de Los Lagos. Unidad de Recursos Bentónicos, división Administración Pesquera. Subsecretaría de Pesca. Recuperado de: www.subpesca.cl/institucional/602/articulos-79034_documento.docx.

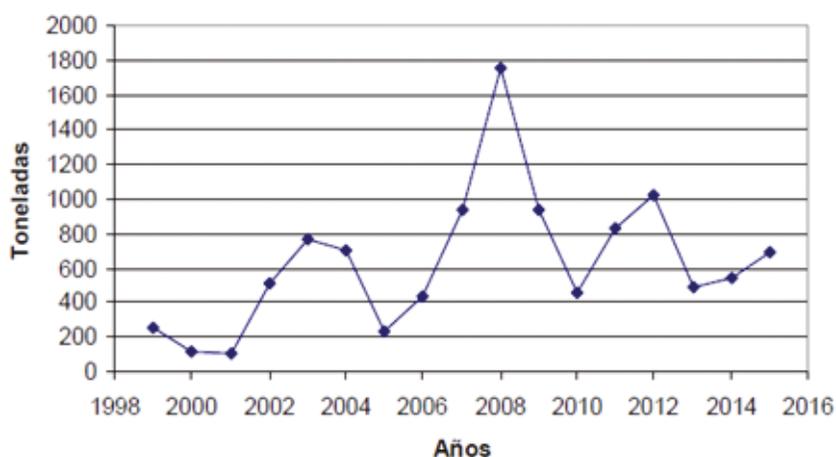
Aunque no existen medidas de administración específicas para el recurso pulpo del sur o pulpo rojo, sí se aplican las regulaciones orientadas a proteger el recurso denominado pulpo (D.S. N°137/1985), las que determinan un peso mínimo de captura de 1 kg, una veda que rige entre el 15 de noviembre y el 15 de marzo del año siguiente, y el cierre del registro artesanal (R. Ex. N°2271/2015).

Se ha determinado que el peso relativo a la primera madurez sexual en este recurso varía en un rango entre 1.200 g y 1.600 g de peso total. Los registros de capturas obtenidos entre 2001 y 2014 indican valores de peso con una distribución cuya moda se obtiene en individuos de 1.600 g y son indicativos de que un pequeño número de ejemplares se captura bajo el peso mínimo (Subpesca 2016). A pesar de que la falta de información respecto a este recurso y su extracción no ha permitido modelar la pesquería para poder ser evaluada, al tomar en cuenta los valores obtenidos entre los años 2001 y 2014, se ha establecido que existe una tendencia hacia la disminución del tamaño medio del recurso, lo que permite asimilar esta pesquería a un estado de plena explotación (Subpesca 2016⁵⁸).

- Comparación del recurso pulpo del sur entre 1999 y 2015

El mayor porcentaje de desembarque del pulpo del sur proviene de la X Región (97%), le sigue con un 3% la XI y los desembarques que registra la XII Región son escasos. En la Figura 6.11 se puede observar la variación de los desembarques totales anuales publicados en los anuarios estadísticos de pesca durante los últimos quince años. Entre los años 2002 y 2004 hubo un aumento importante en los desembarques, llegando a obtenerse un máximo de 702 toneladas, sin embargo, el año 2005 baja nuevamente a 200 t. A partir de 2006 se observó un crecimiento exponencial en los desembarques, obteniéndose el valor máximo histórico en el año 2008, cercano a 1.700 toneladas de captura, cifra que duplicó el registro más alto obtenido hasta ese momento. En los años 2009, 2010 y 2011 los valores vuelven a disminuir con registros de 933, 457 y 828 toneladas, respectivamente. Esto último se puede relacionar con la veda existente que permitió la captura sólo a través de pescas de investigación. Durante los últimos 3 años los desembarques presentaron un promedio cercano a las 575 toneladas. De todas formas, los datos de desembarque de 2015 resultan ser más del doble de lo registrado en 1999, explicado en parte por un aumento en las áreas de captura respecto a 1999.

FIGURA 6.11.
Desembarques totales de pulpo del sur en toneladas, entre 1999 y 2015



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

⁵⁸Subpesca.(2016). Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf

Entre los problemas que presenta el manejo de esta pesquería se ha mencionado la escasez de información existente respecto a los antecedentes biológicos y de dinámica poblacional del recurso. Además, el uso del “gancho” para extraer los ejemplares no permite la recuperación de aquellos que se encuentran bajo el peso mínimo establecido ni discrimina sobre las hembras anidadas. También se ha mencionado como un factor a corregir la ausencia de información concerniente al origen de la captura y la identificación del recurso que se destina a exportaciones. Al respecto, se ha propuesto un plan de manejo que debe ser consolidado con los usuarios, que considera un enfoque holístico, integrante de los factores ecológicos que genera la extracción del pulpo del sur respecto de sus interacciones con el medio y que debe tener en consideración que esta pesquería es multiespecífica (FIP 2008-40, IFOP⁵⁹).

En base a la información recabada, se ha sugerido corregir las medidas administrativas que rigen esta pesquería, en particular modificar el peso mínimo de extracción. Además, se ha sugerido revisar el peso mínimo individual y la estructura espacial de la pesquería diferenciando zonas norte y sur de la X Región.

ii) RECURSOS DEL HÁBITAT BENTO-DEMERSAL

“Congrio dorado”

- Taxonomía:

Orden: Ophidiiformes

Familia: Ophidiidae

Especie: *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801)



- Distribución Geográfica:

G. blacodes es un pez demersal que se distribuye sobre la plataforma continental de Chile, desde Coquimbo (30°S) hasta el Cabo de Hornos (57°S), siendo su mayor concentración poblacional entre las regiones X y XII (Paredes y Bravo, 2005⁶⁰). Sin embargo, se encuentra también en el Atlántico frente a Argentina y Uruguay, en Oceanía frente a Nueva Zelanda y sur de Australia y en Tasmania (Young et al. 1984⁶¹). Su rango principal de distribución batimétrica es entre los 50 y los 500 m.

- Características biológicas y ecológicas:

El congrio dorado es un depredador voraz, alimentándose principalmente de las especies de merluza en la zona sur austral y de eufáusidos. El desove ocurre desde agosto a diciembre, realizándose principalmente en el área norte de la pesquería demersal austral (Aguayo et al. 2001⁶²). Los individuos de esta especie poseen mediana longevidad, baja fecundidad y hábitos sedentarios, con los ejemplares adultos viviendo enterrados en fondos blandos (Ward et al. 2001⁶³).

⁵⁹FIP N°2008-40. IFOP. 2010. Informe Final Corregido - Universidad Arturo Prat - ICYT. Caracterización biológico pesquera de las actividades extractivas del recurso pulpo en el X Región. Recuperado de: <http://www.fip.cl/Archivos/Hitos/Informes/INFORME%20HITO%20FINAL384Adjunto1.pdf>

⁶⁰Paredes, F. & R. Bravo. 2005. Reproductive cycle, size at first maturation, and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes* in the SE Pacific. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 39: 1085-1086.

⁶¹Young Z, Aranda E, Salas R, Lea-Plaza C, Badilla MJ, Ortiz J, Vidal L, Toro R. 1984. Perfiles Indicativos del Sector Pesquero Nacional: Recursos, Tecnología, Producción y Mercado, Congrios. Corfo-Ifop (AP 85/13), Chile. 121 p.

⁶²Aguayo, M., Payá, I., Céspedes, R., Miranda, H., Catasti, V., Lillo, S., Gálvez, P., Adasme, L., Balbontín, F. y Bravo, R. (2001). Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Proyecto FIP 99-15: 114.

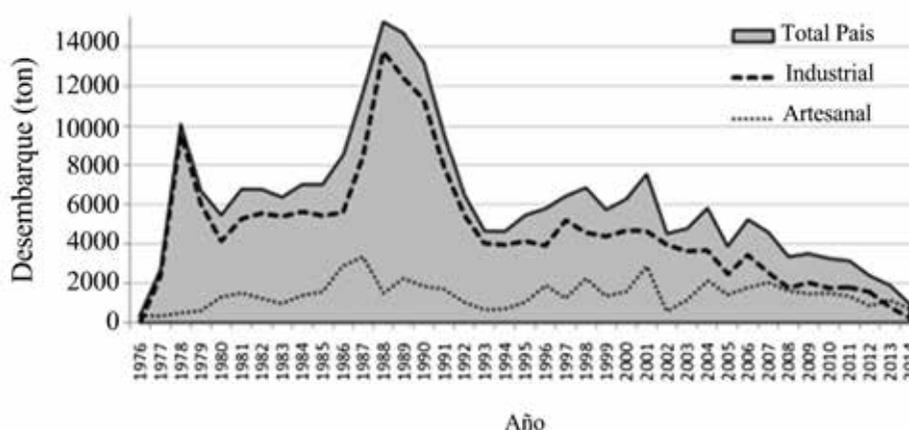
⁶³Ward R., Appleyard S., Daley R., Reilly A. 2001. Population structure of pink ling (*Genypterus blacodes*) from southeastern Australian water, inferred from allozyme and micro-satellite analyses. *Mar Fresh Res* 52:965-973.

- Situación pesquera del recurso:

Para poder evaluar el stock de congrio dorado y determinar el estado del recurso se considera una separación en unidad de pesquería norte ($41^{\circ}28,6' \text{L.S.} - 47^{\circ}00' \text{L.S.}$) y unidad de pesquería sur ($47^{\circ}00' \text{L.S.} - \text{XII Región}$). Ambas se encuentran declaradas en estado y régimen de plena explotación (D.S. N°354/1993) con suspensión para el otorgamiento de nuevas autorizaciones de pesca. Los desembarques de congrio dorado a nivel país, cuya extracción se destina principalmente a líneas de proceso congelado y fresco enfriado, han registrado una disminución progresiva en sus valores. Los registros se inician con 14.683 toneladas desembarcadas en el año 1988, hasta obtener un valor mínimo de 855 toneladas en el 2014 (Figura 6.12).

FIGURA 6.12.

Desembarque total de congrio dorado a nivel nacional.



Fuente: Sernapesca, en Bases de Información para la Elaboración del Plan de Manejo Congrio Dorado.

Para el año 2016 se definió la cuota global anual de captura en 854 toneladas para la unidad norte con un estimado de 17 toneladas deducibles para la cuota de investigación. El remanente de la cuota se fracciona en un 50% para la flota artesanal (377 toneladas de cuota objetivo y 41,5 toneladas de fauna acompañante) y 50% para la industrial. Para la unidad sur se fijó una cuota global de 485 toneladas, de las cuales 9 toneladas se destinarían a investigación restando 238 toneladas para el sector industrial y 238 toneladas para el sector artesanal, el que a su vez se fracciona en 214 t como cuota objetivo y 24 t para fauna acompañante.

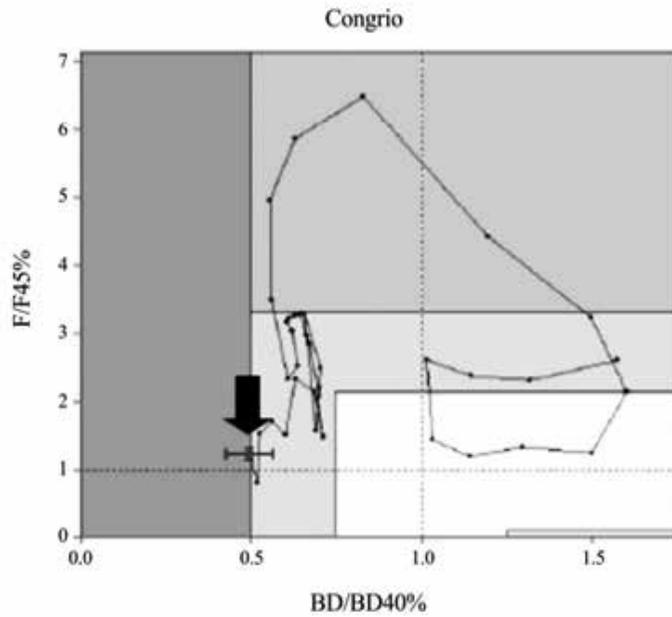
En cuanto a la extracción de congrio dorado al norte de la unidad de pesquería, esto es al norte del $41^{\circ}28,6' \text{S}$ (entre la V y X Región), el Comité a cargo indicó que no se puede establecer el estado del recurso debido a la falta de información que permita establecer parámetros biológicos de referencia, por lo cual se tomó como base un enfoque precautorio que fijó una cuota global anual de 118 toneladas (Subpesca 2016⁶⁴).

Sobre la base de las evaluaciones históricas y la información disponible se ha determinado que el stock de congrio dorado en ambas unidades de pesquería se encuentra en condición de agotamiento o colapsado, con valores de biomasa desovente que en los últimos años se ubica por debajo del nivel de referencia límite. (Figura 6.13). Esta situación fue advertida hace una década, en un estudio sobre ciclo reproductivo, fecundidad y tamaño de primera madurez sexual (Paredes & Bravo 2005, op. cit.), donde se concluía que el congrio dorado era más susceptible a la sobreexplotación que otras especies demersales de la zona (merluza del sur, merluza de cola), porque presenta bajos niveles de fecundidad, y porque alcanza la madurez sexual en tallas más altas, al compararla con las especies de merluzas.

⁶⁴Subpesca.(2016). Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf

FIGURA 6.13.

Diagrama de fase para el stock de congrio dorado norte, año 2015.



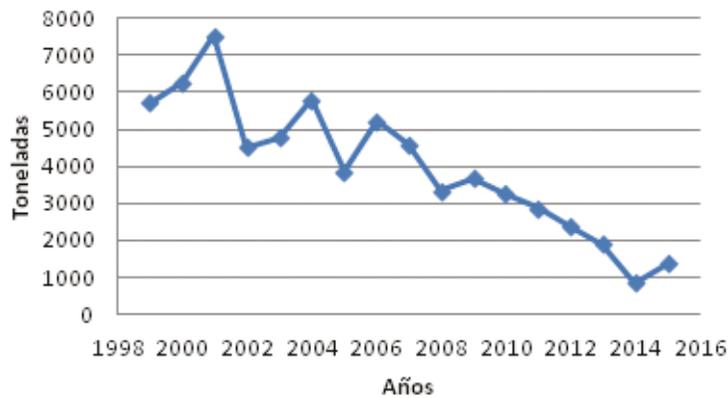
Fuente: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015 (Marzo 2016)

- Comparación del recurso congrio dorado entre 1999 y 2015

Los valores de desembarque observados en la Figura 6.14 se encuentran entre un rango de 7.522 toneladas en el año 2001 y 855 toneladas de captura en el 2014.

FIGURA 6.14.

Desembarque total de congrio dorado en toneladas, entre los años 1999 y 2015.



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

Esta tendencia decreciente puede relacionarse en parte con las disminuciones de las cuotas anuales asignadas, las cuales junto a la introducción en el año 2002 del límite máximo de captura por armador, factores comerciales y el sistema de administración de licencias transables de pesca, indujeron a la focalización de la flota industrial, especialmente la palangre-ra, hacia la extracción de merluza del sur limitando la pesquería de congrio dorado como fauna acompañante. (Subpesca 2014, Plan de manejo congrio dorado norte).

En el análisis aplicado a esta pesquería en el Informe País de 1999 (Universidad de Chile, 1999⁶⁵) se caracteriza al stock de congrio dorado con un gran riesgo de sufrir sobrepesca por reclutamiento y un alto grado de explotación, haciéndose referencia al trabajo de Zuleta et al. 1995⁶⁶, en donde se señala la gran dificultad de manejo que presenta esta pesquería al extraerse en forma conjunta con la merluza austral. Posteriormente, los datos de Paredes y Bravo (1995⁶⁷) corroboran la alta probabilidad de que el congrio dorado cayese en estado de sobreexplotación, dada sus peculiares condiciones reproductivas, muy diferentes y más sensibles que aquellas de la merluza del sur, con la cual es capturado en conjunto por la pesquería sur austral. En efecto, las predicciones se cumplieron y al año 2011 se reporta al recurso congrio dorado como sobreexplotado con altos valores de mortalidad por pesca insistiéndose en el riesgo de sobrepesca presente. Actualmente, la situación de sobrepesca es una realidad que presenta a ambas unidades de pesquería dentro del estado de colapso, al tomarse en cuenta la perspectiva histórica y la información disponible sobre el recurso.

Debido a cambios operacionales en la actividad de la flota extractiva, el rendimiento de pesca no ha permitido estimar indicadores adecuados de abundancia y cuantificar el stock de esta pesquería. Adicionalmente la deficiencia de un monitoreo adecuado sobre su comportamiento reproductivo y/o zonas de reclutamiento y la pesca ilegal hacen que el estado del recurso mantenga un alto nivel de incertidumbre. (Subpesca 2014 Plan de manejo congrio dorado sur⁶⁸).

“Merluza del sur”

- Taxonomía:

Orden: Gadiformes

Familia: Merlucciidae

Especie: *Merluccius australis* (Hutton 1872)



- Distribución Geográfica:

La merluza del sur es un pez demersal que se distribuye latitudinalmente en Chile entre los 35° S y los 57° S (Rubilar et al. 2002⁶⁹), principalmente desde el área de isla Guafo (al sur de Chiloé) hasta el Estrecho de Magallanes, con su centro de reproducción localizado en los 45°24'S. Batimétricamente se distribuye de preferencia entre los 60 y los 500 m de profundidad. En Chile tiene presencia en aguas exteriores e interiores (zona de canales), distribuyéndose también en la costa atlántica.

⁶⁵Universidad de Chile (1999). Informe País: Estado del Medio Ambiente, Santiago, Chile.

⁶⁶Zuleta A., P. Rubilar, & C. Moreno. 1995. Inves. CTP, Congrio dorado Unidad de Pesquería Norte. Informe Final. Instituto de Ecología Y Evolución. UACH-Subsecretaría de Pesca. 37 pag.

⁶⁷Paredes, F. & R. Bravo. 2005. Reproductive cycle, size at first maturation, and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes* in the SE Pacific. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 39: 1085-1086.

⁶⁸Subpesca.(2014). Bases de Información para la Elaboración del Plan de Manejo Congrio Dorado - Unidad de Pesquería Sur. Recuperado de http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-89747_documento.pdf

⁶⁹Rubilar PS, I Payá, A Zuleta, C Moreno, F Balbontín, H Reyes, R Céspedes, H Pool, L Adasme & A Cuevas. 2002. Dinámica del reclutamiento de merluza del sur. Informe Final FIP-IT/2000-13: 1-142.

- Características biológicas y ecológicas:

M. australis es principalmente ictiófaga, depreda sobre otras especies de merluza (*Macruronus magellanicus*, *Micromesistius australis*), peces nototénidos y crustáceos eufáusidos (Ojeda 1983⁷⁰). Su principal época de reproducción es entre invierno e inicios de primavera (julio-septiembre), con leves diferencias interanuales en la fecha de máxima actividad reproductiva (Balbontín y Bravo 1993⁷¹). Su potencial de fecundidad es relativamente alto, determinándose en 2012 una fecundidad media poblacional de más de dos millones de ovocitos (Balbontín y Bravo 2012⁷²).

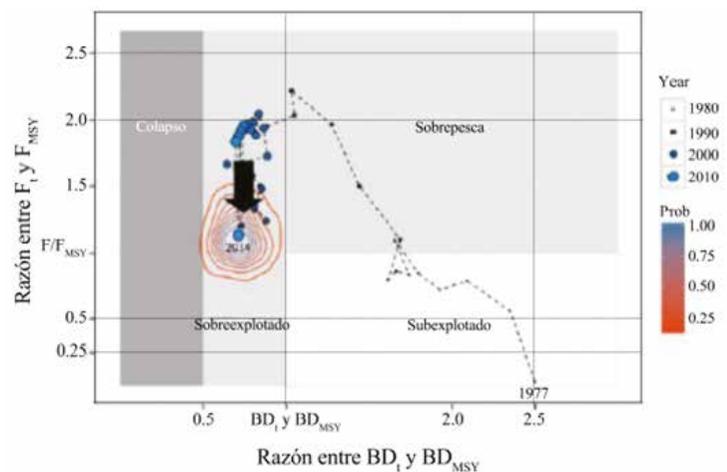
- Situación pesquera del recurso:

Las unidades de pesquería de merluza del sur se encuentran declaradas en Estado y Régimen de Plena Explotación, con suspensión de otorgamiento de nuevas autorizaciones de pesca y con asignaciones de la cuota global anual de captura a través de Licencias Transables de Pesca para la flota industrial. Esta flota debe operar sólo con palangre o con red de arrastre con un tamaño de luz de malla mínimo en el copo de 130 mm y una cuota para la flota artesanal que se distribuye por regiones a través del Régimen Artesanal de Extracción, pudiendo operar sólo con espinel. Actualmente existe una talla mínima legal establecida en 60 cm de longitud total y una veda biológica durante el mes de agosto de cada año para toda el área de la unidad de pesquería, incluyendo aguas interiores (Subpesca, 2016⁷³). Considerando variados parámetros de referencia reproductivos y pesqueros estimados por IFOP (2014⁷⁴), se concluye que el recurso se encuentra sobreexplotado y en sobrepesca, con niveles de disminución del stock.

Estos resultados concuerdan con los indicadores biológicos y pesqueros provenientes de los programas de monitoreo que se realizan sobre el recurso en los cuales se ha podido observar persistentes reducciones en la biomasa total de merluza del sur en los últimos 10 años con disminuciones en los reclutamientos debidos principalmente a la reducción del stock parental (IFOP, 2014, op. cit.). A partir de los resultados obtenidos en la evaluación de la pesquería de merluza austral para el año 2014, se puede observar una tendencia decreciente en la biomasa desovante, con un stock que se ha mantenido reducido, y con estimados de biomasa dentro de las 40 mil a 60 mil toneladas entre los años 2005 y 2015. Las trayectorias de la mortalidad por pesca y biomasa desovante indican un estado de sobrepesca presente durante los últimos 10 años (Figura 6.15) (IFOP, 2016⁷⁵).

FIGURA 6.15

Diagrama de Fases de Explotación de merluza del sur. Período 1977-2014.



Fuente: IFOP, Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales - Merluza del sur, 2016

⁷⁰Ojeda, P. 1983. Distribución latitudinal y batimétrica de la ictiofauna demersal del extremo austral de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 56:61-70.

⁷¹Balbontín F. y R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de primera madurez sexual, y datos biométricos en la merluza del sur (*Merluccius australis*). *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 28 (1), 111-132.

⁷²Balbontín F. y R. Bravo. 2012. Aspectos reproductivos de merluza del sur y merluza de cola, Subproyecto de Proyecto FIP 2012-07 Evaluación de stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral. Informe Final.

⁷³Subpesca.(2016). Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015.

⁷⁴IFOP.(2014). Segundo Informe-Final. Proyecto 2.8: Investigación del estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables en merluza del sur, año 2014. Recuperado de: <http://www.ifop.cl/wp-content/uploads/merluza-del-sur.pdf>

⁷⁵IFOP.(2016). Informe de Status. Convenio de desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales - Merluza del sur, 2016.

Para poder alcanzar el rendimiento máximo sostenible, el Comité Científico Técnico de los Recursos Demersales de la Zona Sur Austral recomendó un nivel de captura biológicamente aceptable máxima de 16.219 toneladas para el año 2016, en el área de unidad de pesquería y aguas interiores, dentro de un rango que va desde 12.975 ton a 16.219 ton, de acuerdo a la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA). Para el área que se encuentra fuera de su unidad de pesquería se recomendó mantener un rango de 86 t a 108 t. Además se estableció un cuota para investigación de 80 t y de 161 t como cuota para imprevistos, ambas deben ser deducidas de la cuota global, cuyo remanente se fracciona en un 60% para la flota artesanal y un 40% para la industrial (Informe Técnico N°248/2015, Subpesca).

Además se estableció un cuota para investigación de 80 t y de 161 t como cuota para imprevistos, ambas deben ser deducidas de la cuota global, cuyo remanente se fracciona en un 60% para la flota artesanal y un 40% para la industrial (Informe Técnico N°248/2015, Subpesca).

- Comparación del recurso merluza del sur entre 1999 y 2015

A partir de la Figura 6.16 se observa que entre los años 1999 y 2007 los desembarques presentan valores que fluctúan entre 25.000 y 30.000 toneladas. Sin embargo, este valor va disminuyendo en los años siguientes, hasta alcanzar un valor mínimo para esta pesquería de 12.393 toneladas en el año 2014. Se infiere que esta reducción en los niveles de captura corresponde principalmente al establecimiento de cuotas más precautorias y a una baja en la demanda desde el mercado externo (Plan de manejo de merluza del sur, Subpesca 2016).

FIGURA 6.16

Desembarques totales anuales de merluza austral en toneladas, entre los años 1999 y 2015



Fuente: Anuario Estadístico, Sernapesca

El estado de la pesquería de merluza del sur a fines de los años 90 ya presentaba disminuciones en los reclutamientos y en el stock desovante a causa de altas tasas de explotación aplicadas al recurso, situándola en un estado de sobrexplotación. Este escenario se replica en la actualidad, ya que no se observan signos de recuperación, con evaluaciones directas y programas de monitoreo que muestran que el stock de merluza del sur aún se encuentra con niveles deprimidos en comparación al comienzo de la década pasada, caracterizándose al estado del recurso como sobreexplotado y en sobrepesca (Informe Técnico N°126/2015, Subpesca⁷⁶).

⁷⁶ Inf. Téc. N° 248-2015. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2015. Cuota global anual de captura de merluza del sur en las áreas y sus unidades de pesquería, año 2016. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 7 p

Dentro del análisis de los desembarques de merluza se debe considerar que estos reportes no incluyen los niveles de descarte de la flota industrial, o el sub-reporte correspondiente a la extracción de la flota artesanal, los que alcanzan valores de alta importancia. Por lo tanto, la aplicación de factores de corrección adecuados para analizar estos datos es de suma importancia. Adicionalmente, se ha recomendado que el trabajo científico destinado a evaluar esta pesquería se debe enfocar hacia el perfeccionamiento de los índices de abundancia y que se debe fraccionar el stock por género o zonas de pesca (IFOP, 2016⁷⁷).

“Merluza de cola”



- Taxonomía:

Orden: Gadiformes

Familia: Merlucciidae

Especie: *Macrurus magellanicus* (Lönnberg, 1907)

- Distribución Geográfica:

Macrurus magellanicus se distribuye en el cono sur de Sudamérica, desde la latitud 37°S en el Océano Atlántico, hasta los 27°03'S en el Océano Pacífico, en profundidades de 20 a 800 m en la costa argentina (Chesheva 1992⁷⁸), y desde los 20 a 700 m en la costa chilena (Arana 1970⁷⁹)

- Características biológicas y ecológicas:

La merluza de cola es un pez de hábitos demersales cuando adulto y pelágico en su etapa juvenil. La biología reproductiva de la merluza de cola se caracteriza por un corto período de maduración y desove que tendría lugar desde el invierno austral hasta el inicio de la primavera (Chong 2000⁸⁰). Estudios realizados por IFOP (Lillo et al., 2012⁸¹) y la Universidad de Valparaíso (Balbontín & Bravo in Lillo et al, Op cit⁸²), revelan que la talla de primera madurez al 50% se encuentra en 48,8 LT.

- Situación pesquera del recurso:

El ordenamiento de esta pesquería registra una división en dos unidades, Centro-Sur desde la V a la X Región (D.S. N°683/2000) y Sur-Austral entre las regiones XI y XII (D.S. N°686/2000). Ambas unidades de pesquería se encuentran declaradas en estado y régimen de plena explotación, con acceso cerrado para el sector industrial y artesanal. Presenta regulaciones en los artes y aparejos de pesca establecidos por zona geográfica: al sur del paralelo 43° L.S., la red de arrastre debe tener un tamaño mínimo de malla de 130 mm y no se permite el uso del cubre copos (D. S. N°144/1980 MINECON).

Al norte del paralelo 43° L.S., rige un tamaño mínimo de malla para la red de arrastre de 120 mm o de 100 mm de abertura de mallas. Se excluye de esta norma a la Zona Económica Exclusiva de las islas oceánicas (R. Ex. N°2808/2005). Además,

⁷⁷Inf. Técnico. N° 126-2015. Subpesca. (2015). Modifica cuota global anual de captura de merluza del sur en las áreas y sus unidades de pesquería de la zona sur-austral comprendidas entre los paralelos 41°28'6LS y 57°LS, año 2015. Recuperado de: http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/2015/RPESQ126-2015CuotaMerluza-sur_2015.pdf

⁷⁸IFOP(2016). Informe de Status. Convenio de desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales - Merluza del sur, 2016. Recuperado de: <http://www.ifop.cl/wp-content/uploads/RepositorioIfop/InformeFinal/P-483243.pdf>

⁷⁹Chesheva Z. 1992. Data on the biology of the Magellan hake, *Macrurus magellanicus*, from the Southwestern Atlantic. *Journal of Ichthyology* 32(7): 137-141.

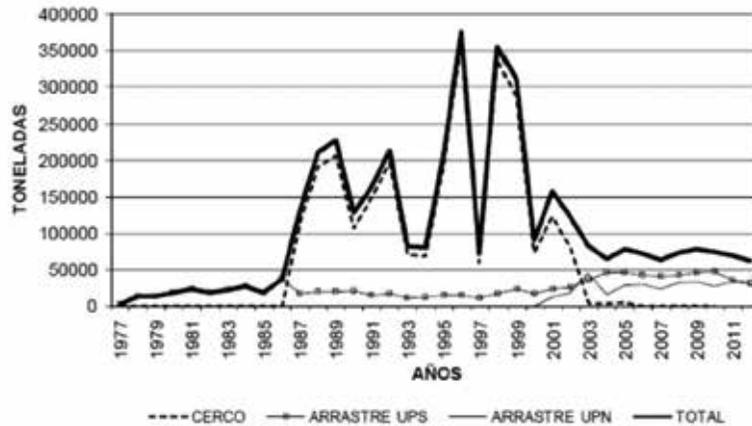
⁸⁰Arana P. 1970. Nota sobre la presencia de ejemplares de merluza de cola (*Macrurus magellanicus* Lönnberg) frente a la costa de Valparaíso. *Investigaciones Marinas* 1 (3): 50-60.

⁸¹Chong J. 2000. Ciclo de maduración ovárica, fecundidad y talla de madurez en *Macrurus Magellanicus* (Lönnberg, 1907) de la zona sur de Chile. *Biología Pesquera* 28: 3-13.

⁸²Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, K. Hunt, H. Hidalgo, L. Muñoz, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez y Á. Saavedra. 2012. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en aguas exteriores de la X y XI regiones, año 2011. Proyecto FIP 2011-04. Informe final.

tiene vigente una veda reproductiva durante el mes de agosto (D. Ex. N°795/2013) (Informe Técnico N°246/2015, Subpesca⁸³). La extracción de la merluza de cola comienza a mediados de los años setenta, con valores cercanos a las 20 mil toneladas anuales. Inicialmente esta captura era descartada, ya que no constituía una especie objetivo. En la segunda mitad de los años noventa, las capturas aumentan considerablemente, obteniéndose máximos de más de 300 mil toneladas, influido por la apertura de nuevos mercados externos (Figura 6.17) (Payá, 2014⁸⁴).

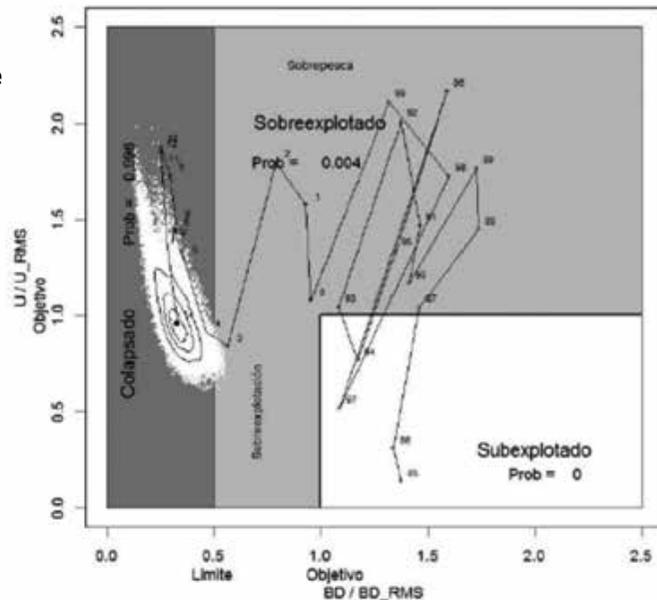
FIGURA 6.17 Capturas de merluza de cola por flota y unidad de pesquería 1972 - 2011.



Fuente: IFOP, Segundo informe final proyecto 2.2: merluza de cola, 2014

La trayectoria del stock se presenta en la Figura 6.18, en donde se observa que durante los años 1985 y 1986 éste se encontraba subexplotado. A partir de 1987, debido a las altas tasas de explotación, ingresa a la zona de sobrepesca (región superior del gráfico).

FIGURA 6.18 Diagrama de fase para el stock de merluza de cola, año 2015.



Fuente: IFOP, Informe de Estatus, Merluza de cola año 2015

⁸³Informe Técnico N° 246-2015. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2015. Cuota global anual de captura de merluza de cola (*Macrurus magellanicus*) para sus unidades de pesquería, regiones V-X y XI-XII, año 2016. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 17 p.

⁸⁴Payá, I. 2014. Segundo Informe Final. Convenio II: "Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2014". Proyecto 2.2: Investigación del estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables en merluza de cola, 2014. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía/Septiembre 2013. 129 pp + Anexos.

En cuanto a la biomasa, se observa que desde el año 2000 existe sobreexplotación, con estimados de biomasa menores al de la biomasa desovante, señalando que el stock está colapsado desde 2004. Desde este año, los valores de biomasa desovante son menores a la biomasa límite, lo que compromete la renovación del stock. Aunque la disminución de la cuota de captura el año 2014 logró disminuir la tasa de explotación, la biomasa aún se encuentra colapsada (Payá, 2015⁸⁵).

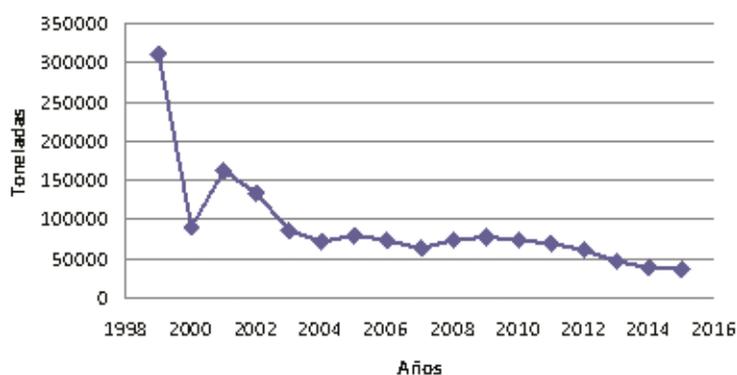
Para establecer la cuota de captura para el año 2016, el Comité Científico consideró los antecedentes provenientes del crucero de evaluación directa y los antecedentes biológico-pesqueros, además de la actualización del estatus del recurso y un análisis de proyección de stock entregados por IFOP. A partir de estos datos, se mantuvieron los niveles de captura autorizados para el año 2015, fijándose una cuota global anual de captura en 40.321 toneladas, de la cual se deducen 100 toneladas para fines de investigación y 50 toneladas como cuota para imprevistos. La cuota remanente se distribuye por unidad de pesquería, con 24.103 toneladas para la UP Centro-Sur y 16.068 para la UP Sur-Austral (Informe Técnico N°246/2015, Subpesca⁸⁶).

- Comparación del recurso merluza de cola entre 1999 y 2015

Los desembarques de merluza de cola para la serie de datos de la Figura 6.19 comienzan desde 1999, con un valor cercano a las 310.000 toneladas. Este valor da cuenta de los altos registros obtenidos en la segunda mitad de los años noventa (Figura 6.36). A partir del año 2001 en adelante, la disminución en los valores de captura se presenta en forma leve pero sostenida, hasta llegar al valor más bajo observado en el año 2015, que bordea las 37.000 toneladas. Esta baja en los valores de desembarque, la que se inicia en el año 2000, es coincidente con la fase de sobrepesca y la consecuente disminución en la biomasa anteriormente descritas, lo que da cuenta del efecto de deterioro causado al stock en ambas unidades de pesquería.

FIGURA 6.19

Desembarque total de merluza de cola en toneladas, entre los años 1999 y 2015.



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca.

⁸⁵ Payá, I. 2015. Informe de Estatus. Convenio de Desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016*. Merluza de cola, año 2016. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT/Agosto 2015. 99 pp + Anexos.

⁸⁶ Informe Técnico N° 246-2015 Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2015. Cuota global anual de captura de merluza de cola (*Macrurus magellanicus*) para sus unidades de pesquería, regiones V-X y XI-XII, año 2016, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 17 p.

Además, la disminución sostenida de las capturas de los últimos 10 años puede relacionarse también con la disminución constante de las naves que la operan, probablemente como consecuencia de la reducción de las cuotas y por la aplicación de Licencias Transables de Pesca. Se ha señalado un mayor aporte en los desembarques desde la UP Sur-austral con un 68% versus un 32% proveniente de la UP Centro-Sur entre los años 2003 y 2014 (Informe Técnico N°246/2015, Subpesca, op. cit.).

La evaluación llevada a cabo por IFOP en el año 2014, basada en lo obtenido por los cruceros hidroacústicos y las capturas comerciales, indica la presencia recurrente de estructuras de edades de stock compuestas principalmente por individuos juveniles con poca representatividad de individuos mayores a 6 años de edad durante los últimos años. Además, se indica que la disminución de la biomasa tendría relación con bajas en los reclutamientos de los últimos 10 años (Payá, 2014, op. cit.).

A partir de la evaluación realizada por IFOP durante el año 2015, se confirman niveles de abundancia y estructura del stock, los que indican una condición de deterioro en el recurso, con una probabilidad cierta de que la biomasa esté reducida a niveles que comprometen su renovación. Se ha recomendado continuar la realización de estudios enfocados en analizar los aspectos reproductivos para evaluar un posible desplazamiento de la función de madurez, lo que indicaría obtenciones de madurez a edades más tempranas, y como podría estar relacionado esto a un posible sesgo respecto del lugar de toma de muestras. Además, se menciona la importancia en la elección de modelos estadísticos cuyos resultados no se vean afectados por diferentes tamaños de muestras. Así mismo, se recomienda reconsiderar el establecimiento de los puntos biológicos de referencia definidos a partir del modelo más adecuado con el que deberían operar (Payá, 2015, op. cit.).

“Merluza común”



- Taxonomía:

Orden: Gadiformes

Familia: Merlucciidae

Especie: *Merluccius gayi gayi* (Guichenot 1848)

- Distribución Geográfica:

La merluza común o “pescada” (*Merluccius gayi gayi*) es un pez demersal, que se distribuye latitudinalmente en Chile desde 23°39'S (II Región) hasta 47°00'S (XI Región) (Aguayo 1995⁸⁷). Correspondería a una subespecie, congénérica con *M. gayi peruanus* que se distribuye en las costas de Perú. Su distribución batimétrica ocurre entre los 50 y 400 m de profundidad.

- Características biológicas y ecológicas:

El espectro trófico de la merluza común es bastante amplio, y está formado por zooplancton (eufáusidos), necton (sardina y anchoveta), crustáceos decápodos, y también por canibalismo (Cubillos et al. 2007⁸⁸). Balbontín y Fisher (1981⁸⁹) estudiaron el ciclo reproductivo de merluza común, con ejemplares de Coquimbo, San Antonio y San Vicente, logrando determinar

⁸⁷Aguayo, M. 1995. Biology and fisheries of Chilean hakes (*M. gayi* and *M. australis*). In: J. Alheit & T.J. Pitcher (eds.). Biology, fisheries and markets. Chapman & Hall, London, pp. 305-338.

⁸⁸Cubillos L., C. Alarcón, H. Arancibia. 2007. Selectividad por tamaño de las presas en merluza común (*Merluccius gayi gayi*), zona centro-sur de Chile (1992-1997). Invest. Mar., Valparaíso, 35 (1): 55-69.

⁸⁹Balbontín F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. 17:285-334.

un extenso período de desove, con ciertas variaciones debido a la latitud. Comprobaron que la actividad reproductiva se concentra principalmente entre julio y noviembre, con un período secundario entre diciembre y febrero.

- Situación pesquera del recurso:

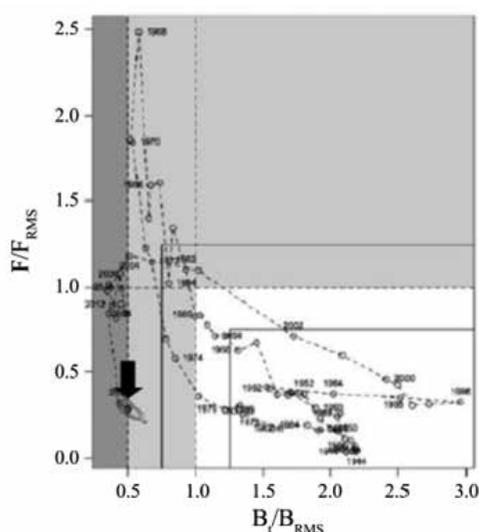
La pesquería de la merluza común se inicia en 1938 en la zona centro sur de Chile, con desembarques orientados principalmente a consumo interno. Los desembarques fueron aumentando, hasta alcanzar un valor máximo de 128.000 toneladas en el año 1968 (Cerna et al. 2013⁹⁰). A partir del año 2004 se comienza a observar una declinación en la abundancia del stock, particularmente de la fracción adulta. Esta baja fue coincidente con el aumento en las poblaciones de jibia (*Dosidicus gigas*) en la costa chilena, cuya acción depredadora genera estragos en la actividad pesquera, afectando directamente a las poblaciones de merluza común. La pesquería comenzó a ser regulada en el año 1982, a través del establecimiento de cuotas globales de captura. Desde 1992 esta cuota se asigna en forma separada para el sector industrial y para el sector artesanal (Subpesca 2015. Plan de manejo de la pesquería de merluza común⁹¹)

La unidad de pesquería de merluza común se desarrolla entre el límite norte de la IV Región y el paralelo 41°28.6' L.S., actualmente se encuentra declarada en estado y régimen de Plena Explotación (D.S. N°354/1993) con cuotas de pesca para el sector industrial administradas a través de Licencias Transables de Pesca y el acceso cerrado y con un cuotas administradas mediante Régimen Artesanal de Extracción por área, organización e individual (según zona y región) para el sector artesanal (Subpesca, 2015⁹²). Los principales puertos de desembarque se encuentran entre la IV y VIII regiones y su principal destino es el consumo interno en fresco, fresco refrigerado, y la exportación de productos congelados.

Para establecer el estado de la pesquería, en el año 2015 el Comité Científico a cargo consideró como puntos biológicos de referencia un 40% de la biomasa desovante virginal que permitiría alcanzar el rendimiento máximo sostenible (BDR-MS), estimando que si este valor es menor al 20% (BDlímite) el recurso se encontraría colapsado o en agotamiento. A partir de estos parámetros se considera a la merluza común, dentro del área de su unidad de pesquería, un recurso colapsado con un nivel de biomasa desovante de 11% a 19% respecto del nivel virginal (Figura 6.20).

FIGURA 6.20

Diagrama de fase para el stock de merluza común, año 2015.



Fuente: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015 (Marzo 2016)

⁹⁰Cerna F., L. Cubillos., G. Plaza. 2013. Análisis histórico del crecimiento somático de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) frente a la costa central de Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 41(3): 558-569.

⁹¹Subsecretaría de Pesca y Acuicultura 2015. Plan de manejo de la pesquería de merluza común, Subpesca. Recuperado de: http://www.subpesca.gov.cl/institucional/602/articulos-93150_documento.pdf

⁹²Subpesca.(2015). Bases de Información para la Elaboración del Plan de Manejo de la Pesquería de merluza común. Recuperado de http://www.subpesca.cl/institucional/602/articulos-90069_documento.pdf

Este deterioro se confirma a través de los resultados de los distintos programas de monitoreo del recurso, caracterizando a esta pesquería por tener valores de biomasa (total, desovante, explotable y acústica) que no presentan señales de recuperación biológica.

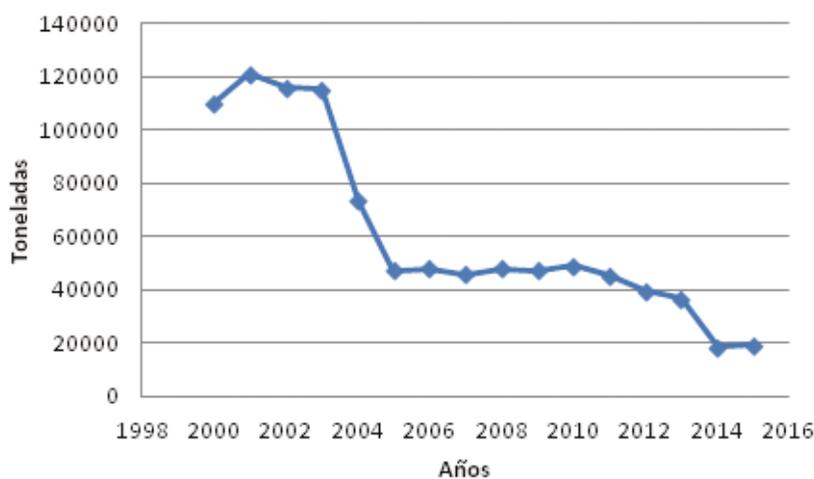
Además, se ha registrado una baja presencia de ejemplares adultos en la estructura de tamaño y edad de la población explotable (Informe Técnico N°237/2015, Subpesca⁹³)

- Comparación del recurso Merluza común entre 1999 y 2015

En la Figura 6.21 se observa que el desembarque total ha ido disminuyendo, presentando una gran caída en los valores de captura a partir del año 2004, llegando a un valor mínimo de 18.573 toneladas durante el año 2014. Esto marca una gran diferencia entre valores que superan las 100.000 toneladas cerca del año 2000 y valores que en la actualidad no superan las 20.000 toneladas. Parte de la brusca disminución se ha relacionado con la alta abundancia de jibia durante los años 2002 y 2005, especie que depreda sobre la merluza común. Sin embargo, en el año 2003, proyectos de monitoreo y cruceros de evaluación, comienzan a registrar una disminución en la edad media de madurez sexual de la merluza. Desde entonces el stock presenta una abundancia reducida y una estructura demográfica con un estrecho rango de edades (IFOP 2014⁹⁴).

FIGURA 6.21

Desembarque total de merluza común en toneladas, entre 1999 y 2015.



Fuente: Anuario Estadístico, Sernapesca

La pesquería de merluza común ha pasado desde un estado que se caracterizó para el año 1999 como auspicioso respecto a la presencia de antecedentes de un plan de manejo transparente, hacia un estado de sobreexplotación con riesgo de agotamiento presentado en el año 2012. Actualmente, esta pesquería se encuentra en estado de colapso, con claras señales de deterioro del recurso, a partir de la información obtenida de los distintos programas de monitoreo orientados a su estudio (Informe Técnico N°232/2014, Subpesca⁹⁵). Debido a que no se han observado signos de recuperación, se hace imprescindible resguardar los procesos poblacionales claves del stock como el desove.

⁹³Informe Técnico N° 237/2015. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2015. Cuota global anual de captura de merluza común (*Merluccius gayi gayi*), año 2016, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, 5 p

⁹⁴IFOP 2014. 2º Informe final Proyecto 2.9: Investigación del estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables en Merluza común, año 2014

⁹⁵Informe Técnico N° 232/2014. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2014. Cuota global anual de captura de merluza común (*Merluccius gayi gayi*), año 2015, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, 5 p.

Debido a la grave situación por la que atraviesa el recurso merluza común, se han replanteado las condiciones para establecer una veda reproductiva. Además, Informes Técnicos de la Subsecretaría de Pesca destacan la importancia de estudiar en forma continua el proceso reproductivo de la especie, para lo cual es necesaria la gestión de estudios que provean la información biológica necesaria al respecto (Informe Técnico N°121/2016, Subpesca⁹⁶).

El Plan de Manejo 2015 de la Subsecretaría de Pesca (op. cit.) para la pesquería de merluza común considera, las siguientes medidas de administración ante la situación actual del recurso:

- Aplicar mortalidades por pesca que permitan pasar al stock del estado de colapso al de sobreexplotación en 5 años. Luego de esto en 7 años pasar al estado de plena explotación.
- Mantener la aplicación de la veda reproductiva (mejorando la fiscalización al inicio de la veda) y las regulaciones en el arte de pesca de enmalle y en la red de arrastre.
- Generar consenso para usar de forma alternada los caladeros entre sector artesanal e industrial en cada Región.
- Aplicar una veda para otras flotas extractivas (especie objetivo distinta) durante el máximo reproductivo de la merluza.
- Mejorar la fiscalización de los desembarques.

“Raya volantín”



- Taxonomía:

Orden: Rajiformes

Familia: Rajidae

Especie: *Zearaja chilensis* (Guichenot, 1848)

- Distribución Geográfica:

La raya volantín es una especie demersal que se distribuye tanto el Océano Atlántico sur como en el Pacífico Centro Sur, encontrándose en este último entre las regiones IV y XII y en profundidades que van desde los 30 a los 300 m. (Menni et al. 2009⁹⁷)

- Características biológicas y ecológicas:

Los ejemplares de esta raya son de gran tamaño, superando en ocasiones los 200 cm LT (Gili et al. 1999⁹⁸). Es una especie ictiófaga, depreda principalmente sobre peces demersales y en segundo término, sobre crustáceos benthicos (Belleggia et al. 2016⁹⁹).

⁹⁶Informe Técnico N° 121/2016. Subsecretaría de Pesca. 2016. Veda Reproductiva de merluza común (*Merluccius gayi gayi*), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso.

⁹⁷Menni R, A Jaureguizar, M Stehmann, L Lucifora. 2009. Marine biodiversity at the community level: zoogeography of sharks, skates, rays and chimaeras in the southwestern Atlantic. Biodiversity Conservation. DOI 10.1007/s10531-009-9734-z.

⁹⁸Gili R, M Donoso, V Ojeda, A Lopez & H Miranda. 1999. Parámetros poblacionales de raya volantín de VIII a X Regiones y métodos de asignación de edades. Instituto de Fomento Pesquero Informe técnico 97-20. Valparaíso: IFOP.

⁹⁹Belleggia M., N. Andrada, S. Paglieri, F. Cortés, A. Massa, D. Figueroa and C. Bremec. 2016. Trophic ecology of yellownose skate *Zearaja chilensis*, a top predator in the south-western Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology*, 88, 1070-1087.

Esta especie de raya presenta una baja productividad somática, baja fecundidad y tardía madurez sexual, constituyéndose en un recurso de gran sensibilidad a presiones de pesca moderadas (Lamilla 2012¹⁰⁰).

- Situación pesquera del recurso:

La raya volantín es reproductivamente ovípara simple, depositando sus cápsulas ovíferas en el fondo marino sobre el sedimento (dado que carece de zarcillos para engancharse a algas o corales). Se extrae a lo largo de toda la costa chilena con una actividad que se focaliza principalmente entre Talcahuano y Cabo de Hornos. Inicialmente extraída como fauna acompañante de otros recursos demersales, pasa a ser especie objetivo en el año 1994 con desembarques que crecieron exponencialmente hasta alcanzar un máximo histórico de 5.193 toneladas en el año 2003. El aumento en las capturas (producto del aporte de la zona austral), se debe principalmente a la alta demanda generada desde el mercado asiático. Actualmente, se obtiene en forma mayoritaria por acción de la flota artesanal y en forma marginal con desembarques provenientes de la flota de "arrastre hielero" (Informe Técnico N°04/2015, Subpesca¹⁰¹).

Es una pesquería de acceso cerrado y tiene en vigencia una veda biológica desde el 1 de Diciembre al 31 de Marzo del siguiente año calendario entre las regiones XV y XII, incluyendo aguas interiores (D. Ex. N°14/2016). La cuota global anual de raya volantín para el año 2016 en la unidad de pesquería es de 159 toneladas, de la cual se deben deducir 3 toneladas para cubrir la cuota de investigación y 10 toneladas para fauna acompañante (Informe Técnico N°77/2016, Subpesca¹⁰²). Respecto del estado de la pesquería, las variables biomasa total, vulnerable y desovante alcanzaron niveles de 6.087, 3.738 y 1.017 toneladas respectivamente. La biomasa total disminuyó a más de la mitad de la población entre los años 1979 y 1998, para luego mantener una tendencia más estable entre los años 1999 y 2014 que bordeó las 5,6 mil toneladas. Las variables de biomasa vulnerable y desovante también mostraron este patrón de estabilidad transitorio. Esto sería resultado del manejo del recurso que desde finales de la década de los noventa impulsó una fuerte reducción en las capturas (Espíndola et al. 2016¹⁰³).

Los puntos biológicos de referencia se obtuvieron con el uso de valores sustitutos, debido a que la falta de información hizo calificar a este recurso dentro de la categoría 1b. Esta categoría es determinada por el Comité Científico a cargo y se establece cuando no se dispone de una estimación estadísticamente satisfactoria de la relación stock-recluta, por lo que se deben considerar otros factores entre los que se destaca como principales la incertidumbre en el modelo de evaluación y el grado de resiliencia de la especie (Informe Técnico N°1/2015, Subpesca¹⁰⁴).

Las evaluaciones de stock se han realizado aplicando un enfoque de análisis por zonas, con dos divisiones administrativas determinadas por una unidad de pesquería, una entre la VIII Región y el 41°28'LS. (UP) y otra al sur de ésta entre el paralelo 41°28' LS., y la XII Región (SUP). De acuerdo a lo anterior se definió al estado del recurso en la UP en situación de sobreexplotación con una probabilidad de 19% de que se encuentre colapsado (Figura 6.22). Por otra parte, respecto a la unidad al sur de la UP se indica que aunque actualmente no existe sobrepesca, el nivel de biomasa desovante sitúa a la raya volantín en un estado de colapso (Espíndola et al., 2016, op. cit.).

¹⁰⁰Lamilla J. 2012. Distribución espacio-temporal de *Zearaja chilensis* y *Dipturus trachyderma* en el área marítima de la región de Magallanes y Antártica chilena. Informe Final. Pesca de Investigación. 64 pág.

¹⁰¹Informe Técnico N°4/2015. Subpesca. 2015. Asesoría administración pesquería de raya en su unidad de pesquería, año 2016. Comité Científico Técnico de Recursos Demersales Zona Centro-Sur. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/institucional/602/articulos-91756_documento.pdf

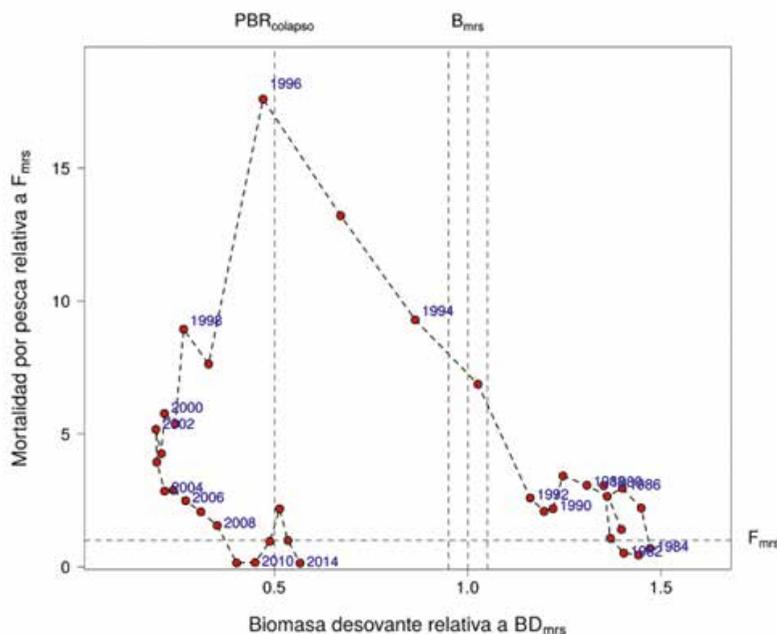
¹⁰²Informe Técnico N°77/2016 Subpesca. 2016. Cuota Anual de Captura de Raya Volantín y Raya Espinosa en la Unidad de Pesquería comprendida entre el Límite Norte de la VIII Región y el Paralelo 41°28,6'LS., año 2016.

¹⁰³Espíndola, F., C. Canales y E. Garcés. 2016. Informe de Status. Convenio de desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016. Raya volantín regiones VIII a XII, 2016. Subsecretaría de Economía y EMT. Recuperado de: <http://www.ifop.cl/wp-content/uploads/RepositorioIfop/InformeFinal/P-483237.pdf>

¹⁰⁴Informe Técnico N°1/2015 Subpesca. 2015. Comité Científico Técnico de Recursos Demersales de Aguas Profundas. Puntos Biológicos de Referencia de las Pesquerías Demersales de Aguas Profundas.

FIGURA 6.22

Diagrama de fases de explotación de raya volantín en la UP.



Fuente: IFOP, Informe de Estatus raya volantín, Regiones VIII a XII, año 2016

- Comparación del recurso raya volantín entre 1999 y 2015

En la Figura 6.23 se aprecia la evolución que han presentado los desembarques de raya volantín. Se observa un valor máximo histórico durante el año 2003 que estaría relacionado con una alta demanda proveniente del mercado externo. La caída en los valores de desembarque durante los años siguientes hasta la actualidad son en parte un reflejo de las medidas de administración aplicadas al recurso, alcanzándose valores mínimos en los reportes de los dos últimos años correspondientes a 24 y 7 toneladas en el 2014 y 2015, respectivamente.

La escasa información existente de la raya volantín proviene de su extracción como fauna acompañante. Debido a esto, no se ha logrado contar con los datos necesarios para el análisis adecuado de los indicadores biológicos y pesqueros. (Informe Técnico 04/2015, Subpesca, op. cit.)

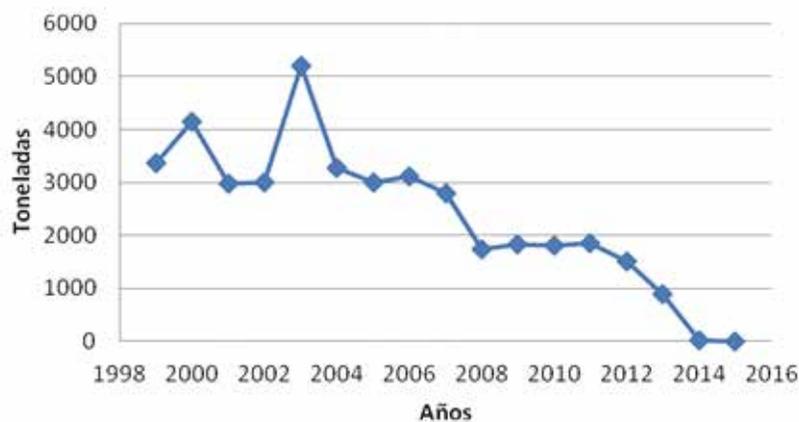


FIGURA 6.23

Desembarques totales de raya volantín en toneladas, entre 1999 y 2015

Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

Aunque actualmente los niveles de mortalidad por pesca son bajos, este recurso se caracteriza biológicamente por ser de lenta recuperación, reuniendo diferentes condiciones que lo hacen especialmente sensible a la explotación pesquera. Debido a esto, se ha sugerido proteger al stock desovante a través de la limitación en la captura de las hembras, ya que durante los últimos 6 años un gran porcentaje de la captura fue correspondiente a ejemplares inmaduros. Además se debe tomar en cuenta que las capturas realizadas al norte de la unidad de pesquería no han sido evaluadas. Debido a esta incertidumbre se ha recomendado apoyar el desarrollo de investigaciones que abarquen toda la distribución del recurso en aguas chilenas. Los resultados del modelo estadístico de evaluación reportados al año 2014 indican una reducción en el potencial reproductivo del recurso, lo que implica un fuerte agotamiento poblacional (Espíndola et al., 2016, op. cit.).

“Bacalao de profundidad”



- Taxonomía:

Oren: Perciformes

Familia: Nototheniidae

Especie: *Dissostichus eleginoides* (Smith, 1898)

- Distribución Geográfica:

D. eleginoides es una especie demersal y también abisal (habitando bajo los 2.000 m), distribuida en el hemisferio sur, principalmente en aguas antárticas y subantárticas, en los océanos Pacífico Suroriental, Atlántico e Índico (Sancho et al. 2003¹⁰⁵).

El bacalao habita desde los 70 m hasta los 2.800 m de profundidad, aunque en Chile se le ha capturado hasta los 2.500 m (Young et al. 1998¹⁰⁶).

- Características biológicas y ecológicas:

El bacalao de profundidad es una especie muy longeva, llegando a vivir hasta los 50 años, alcanzando grandes tamaños, los que pueden sobrepasar los 2.20 m, en hembras y 1.80 m en machos (Horn 2002¹⁰⁷). Reproductivamente, es una especie que presenta baja fecundidad, con valores numéricos de ovocitos que van desde los 260 a los 800 mil. Los estudios microscópicos de las gónadas sugieren que sería un desovador sincrónico por grupo, con un evento de desove anual (Young et al. 1999¹⁰⁸). Otros estudios sugieren que esta especie presenta un período amplio de desove y que este proceso se efectuaría únicamente en la región austral de Chile, destacándose que hasta ahora no se cuenta con evidencias que este recurso se reproduzca en otra zona del océano Pacífico frente a la costa de Sudamérica (Arana 2009¹⁰⁹).

- Situación pesquera del recurso:

En Chile la extracción del bacalao de profundidad se diferencia en dos zonas: desde el límite norte de Chile hasta el paralelo 47°L.S. (UP Artesanal) y en la zona sur entre los 47° y 57° L.S (UP Licitada) (D.S. N°328/1992). La zona norte presenta régimen de Libertad de Pesca asimilada a estado de plena explotación, con medidas de administración que establecen un máximo de eslora de 15 m para la flota artesanal, la que opera desde el límite norte hasta Pta. Liles (32°45'40"L.S.)

¹⁰⁵Sancho, A., B. Ortiz-Von Halle & N. Naranjo. 2003. La pesca y el comercio de bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides* en América del sur: Una perspectiva regional. Informe de la red Traffic. 191 pp.

¹⁰⁶Young, Z., H. González & P. Gálvez. 1998. Análisis de la pesquería de bacalao de profundidad en la zona sur-austral. Informe Final FIP-IFOP 96-40, 54 pág. + Anexo.

¹⁰⁷Horn, P. 2002. Age and growth of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) and Antarctic toothfish (*D. mawsoni*) in waters from the New Zealand subantarctic to the Ross Sea, Antarctica. Fisheries Research, 56: 275-287.

¹⁰⁸Young, Z., J. Oliva, A. Olivares & E. Díaz. 1999. Aspectos reproductivos del recurso bacalao de profundidad en la I a X Regiones. Informe Final FIP-IFOP 97-16, 51 p + Anexo.

¹⁰⁹Arana P. 2009. Reproductive aspects of the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) off southern Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 37(3): 381-394.

(D.S.439-85 Y D.S. 439-86 MINECON). Además, se establece en el año 1966 una veda extractiva entre el 01 de junio y el 31 de agosto aplicada al área de desove comprendida entre los paralelos 53° y 57° L.S.(D.S. 273-96 MINECON) (IFOP 2016).

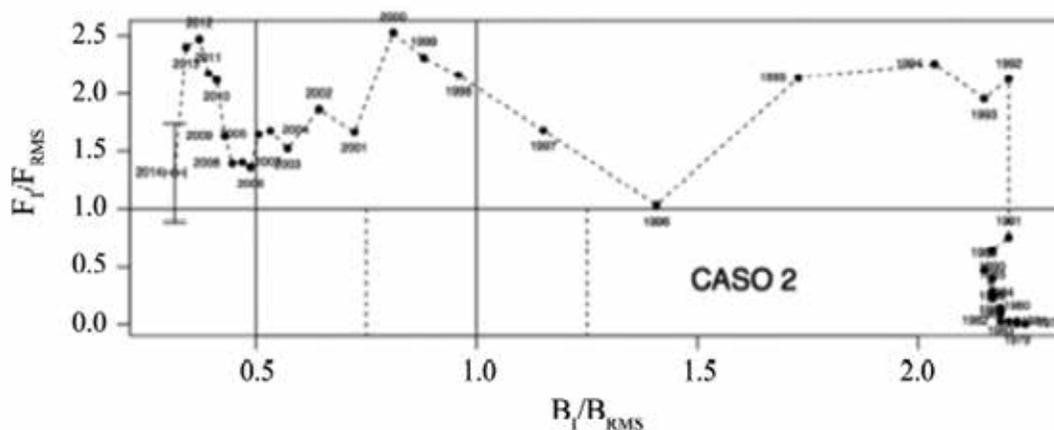
La Cuota Global de Captura para el año 2016 se distribuye por zonas. Para la unidad de pesquería norte se fijó en 1.491 toneladas, de éstas se deducen 8 toneladas como cuota de investigación y el resto se debe extraer de forma fraccionada en un 50% durante febrero y mayo y la otra mitad entre septiembre y diciembre. La cuota correspondiente a la unidad de pesca licitada se fijó en 1.656 toneladas con 20 toneladas deducibles para fines investigativos (Informe Técnico N°207/2015, Subpesca).

Las estimaciones de biomasa indican cierta estabilidad hasta aproximadamente el año 1994, iniciándose a continuación una reducción continua en el stock desovante entre los años 1995 y 2006, coincidente con los altos niveles de mortalidad por pesca que habrían afectado al proceso de reclutamiento. Entre los años 2006 y 2013, el stock se mantuvo relativamente estable, estimándose para el año 2014 un valor de biomasa desovante cercano al 17% del tamaño del stock presente a inicio de los años 90 (IFOP, 2016¹¹⁰).

De acuerdo al marco biológico de referencia construido, el IFOP concluye que el stock está reducido, por bajo el nivel de la biomasa desovante límite, lo cual sitúa al recurso en un estado de sobreexplotación y a sus pesquerías en situación de agotamiento o colapso (Figura 6.24) (Informe Técnico N°207/2015, Subpesca¹¹¹).

FIGURA 6.24

Trayectoria del stock de bacalao de profundidad entre 1978 y 2014. (Pesquería ZEE de Chile)



Fuente: IFOP, Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016

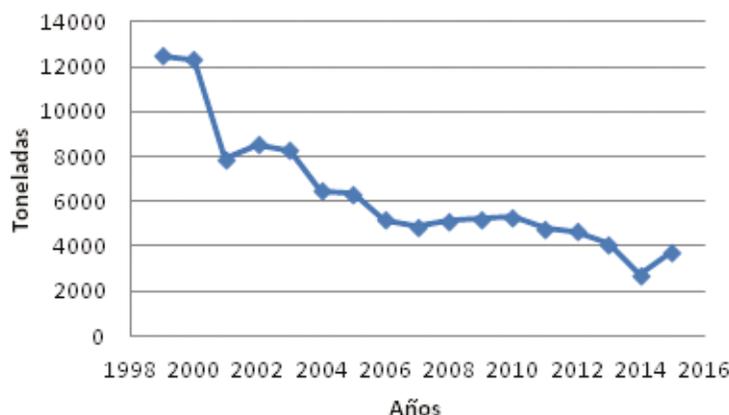
¹¹⁰Instituto de Fomento Pesquero. 2016. Informe de Estatus. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016: Bacalao de profundidad, 2016. Recuperado de: http://www.ifop.cl/?page_id=10666

¹¹¹Informe Técnico N° 207/2015 Subpesca. 2015. Cuota global de captura de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*), año 2016.

- Comparación del recurso bacalao de profundidad entre 1999 y 2015

FIGURA 6.25.

Desembarques totales de bacalao de profundidad en toneladas, entre los años 1999 y 2015.



Fuente: Anuario Estadístico, Sernapesca

El detalle de la evolución de los desembarques totales desde 1999 hasta el año 2015 se observa en la Figura 6.25, en donde se aprecia un descenso sostenido en el periodo que se compara.

Los mayores valores de desembarque de esta serie ocurrieron durante los años 1999 y 2000, con capturas por sobre las 12.000 toneladas (t). Este valor supera alrededor de 5 veces los desembarques del año 2014, en el cual se obtuvo un total de 2.707 t. En 2015 se observa un ligero repunte en los desembarques respecto a 2014, lográndose una captura cercana las 4.000 t.

A comienzos de los años 90, con el inicio de la actividad de la flota pesquera industrial en Chile y Argentina, la pesquería del bacalao se localiza sobre el umbral de sobrepesca en donde permanece hasta el año 2014. (IFOP 2016, op. cit.). Se ha señalado la necesidad de realizar un estudio reproductivo a nivel nacional, con el fin de complementar el conocimiento de este proceso, principalmente enfocado a obtener una mayor información sobre las áreas y épocas de desove (Informe Técnico N°207/2015, op. cit). Ante el actual acceso a enfoques basados en datos limitados o metodologías que han sido cuestionadas, se ha sugerido que el principal peso del análisis debe recaer en los parámetros de la historia de vida de este recurso (IFOP 2016, op. cit.)

“Langostino colorado”

- Taxonomía:

Orden: Decapoda

Familia: Munididae

Especie: *Pleuroncodes monodon* (Edwards 1837)



- Distribución Geográfica:

La distribución del langostino colorado *Pleuroncodes monodon*, se extiende desde la isla Lobos de Afuera, Perú hasta Ancud, Chile (Retamal 1981¹¹²), y su área de extracción pesquera en Chile se encuentra entre Coquimbo y Talcahuano (Gallardo et al. 1993¹¹³), distribuyéndose batimétricamente entre 50 y 350 m de profundidad.

- Características biológicas y ecológicas:

En la zona centro sur de Chile, se la ha definido como una especie de hábitos bentodemersales, y su distribución batimétrica varía en función de su comportamiento reproductivo (Palma & Arana 1997¹¹⁴). Sin embargo, en la zona norte, se ha reportado que la distribución del langostino colorado sería más bien de tipo pelágica, distribuyéndose en aguas relativamente superficiales, entre 0-100 m de profundidad (Gutiérrez & Zúñiga 1977¹¹⁵). La reproducción de *P. monodon* en la costa norte de Chile tiene una marcada estacionalidad, en donde el periodo de mayor actividad reproductiva sería a fines de agosto, con un segundo periodo en enero (Rivera & Santander 2005¹¹⁶).

- Situación pesquera del recurso:

Este recurso se extrae por una flota pesquera de arrastre en forma conjunta con el camarón nailon y el langostino amarillo desde los años 50, dentro de la zona central de Chile. Las capturas del langostino colorado llegaron a concentrar más del 60% de los desembarques nacionales de crustáceos en el año 1970, con extracciones realizadas entre las regiones IV y VIII, obteniéndose un máximo de 62.662 toneladas en 1976. El desarrollo de esta pesquería ha sido interrumpido debido a la aplicación de vedas en los años ochenta y en el año 2001. Esta última veda duró 10 años, sin embargo durante ese período se autorizó el desarrollo de pescas de investigación (Queirolo et al. 2015¹¹⁷).

En el recurso langostino colorado se pueden distinguir dos áreas de pesquería: una unidad de pesquería norte (UP norte) entre las regiones XV y IV, la que se encuentra en estado y régimen de Plena Explotación (D.S. N°245/2000), teniendo el acceso cerrado, y una veda biológica entre el 1° de enero y el 31 de marzo de cada año (D.E. N°1242/2005). Presenta regulaciones para las dimensiones y características del arte de pesca (R. Ex. N°762/2013). La unidad sur (UP sur) se encuentra entre las regiones V y VIII y se encuentra en régimen de pesquería en recuperación (D. S. N°787/1996, MINECON).

La evaluación del stock de ambas unidades de pesquería del langostino colorado permitió caracterizar su estado, tras

¹¹²Retamal, M. 1981. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana Zool.*, 44: 1- 10.

¹¹³Gallardo, V., I. Cañete, S. Enríquez-Briones, R. Roa, A. Acuña & M. Baltazar. 1993. Biología del langostino colorado *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837 y especies afines (Crustacea, Decapoda, Anomura, Galatheididae): sinopsis. En: F. Faranda & O. Parra (eds.). Elementos básicos para la gestión de los recursos vivos marinos costeros de la región del Biobío. Programa EULA, Universidad de Concepción, Monografías Científicas, 2: 67-113.

¹¹⁴Palma, S. & P. Arana. 1997. Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837), frente a la costa de Concepción, Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*, 27: 203-221.

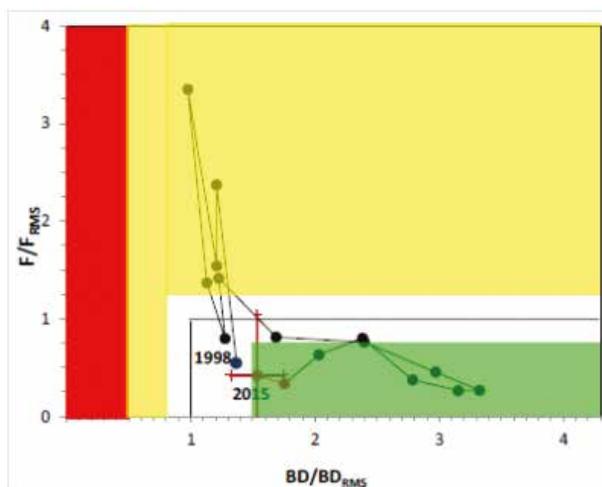
¹¹⁵Gutiérrez, J. & O. Zúñiga. 1977. *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837 en la bahía de Mejillones del sur, Chile (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 16(2): 161- 169.

¹¹⁶Rivera J. & E. Santander 2005. Variabilidad estacional de la distribución y abundancia de larvas de langostino colorado en la zona norte de Chile (Decapoda, Anomura, Galatheididae). *Invest. Mar., Valparaíso*, 33(1): 3-23.

¹¹⁷Queirolo, D., M. Ahumada, R. Wiff, J. Paramo, P. Arana, M. Lima & A. Flores. 2015. Informe Final. Convenio de Desempeño, 2014. Evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII Regiones, año 2014. Subsecretaría de Economía y EMT. Instituto de Fomento Pesquero.

considerar los Puntos Biológicos de Referencia del recurso. De esta forma se señala que la UP norte se encuentra en estado de subexplotación, con una razón de biomasa desovante de 1,8 respecto del valor de referencia (40% Bo), (Figura 6.26).

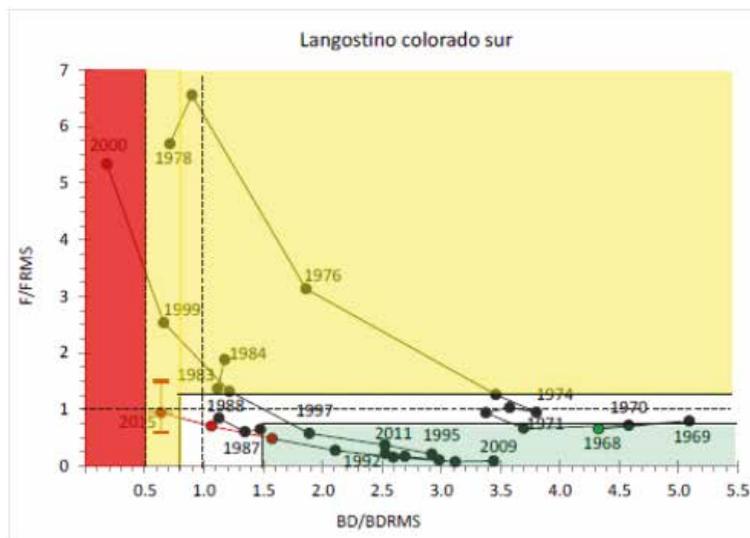
FIGURA 6.26.
Diagrama de fase de langostino colorado unidad de pesquería norte, 2015.



Fuente: IFOP, Informe de estatus langostino colorado 2015

La mortalidad por pesca se encuentra por debajo del objetivo y presenta un nivel de riesgo del 10% de excederlo. Por otro lado, al considerar reducción en la biomasa y las tasas de explotación que caracterizan a la UP sur, se le ubica en un estado de sobreexplotación, ya que su biomasa desovante se encuentra por debajo de la biomasa estimada por el valor de referencia, y la mortalidad por pesca presenta un riesgo de un 47% de pasar, en el corto plazo, a la condición de sobrepesca (Figura 6.27). El IFOP generó el establecimiento de la Cuota Global Anual de Captura tras analizar distintos escenarios de riesgo de alcanzar el objetivo de biomasa del rendimiento máximo sostenido y utilizando los antecedentes entregados por el crucero de evaluación directa del año 2015 referentes a biomasa vulnerable y composición de tallas.

FIGURA 6.27.
Diagrama de fase de langostino colorado unidad de pesquería sur, año 2015.



Fuente: IFOP, Informe de estatus langostino colorado 2015

De esta forma, se estableció para la Unidad de pesquería norte una captura biológicamente aceptable de 1.050 toneladas, de la cual se deducen 21 toneladas para cuota de investigación, lo que deja un remanente que se distribuye en 700 toneladas para el sector artesanal y 329 toneladas al sector industrial. Para la Unidad de pesquería sur se fijó una cuota de 4.750 toneladas, con la recomendación de no exceder las 4.200 toneladas, debido a los altos niveles de incertidumbre obtenidos. Además se establece una cuota fuera de la unidad de pesquería en 12 toneladas (Informe Técnico N°41/2016, Subpesca¹¹⁸).

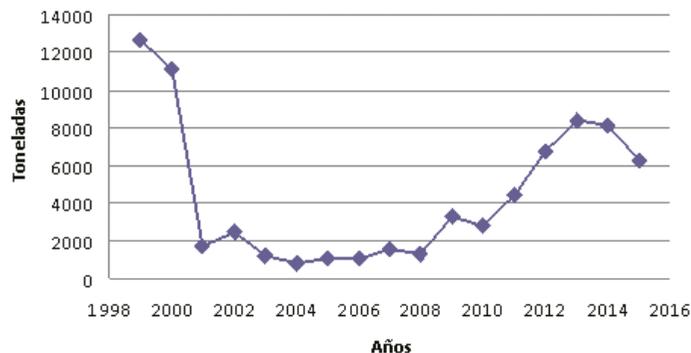
- Comparación del recurso langostino colorado entre 1999 y 2015

La variación observada en los desembarques del langostino colorado se puede relacionar a las reducciones de stock que se han presentado en el tiempo. Debido a esto, la autoridad pesquera puso en vigencia el establecimiento de varias vedas sobre el recurso.

En el caso de la serie observada en la Figura 6.28, se puede observar una fuerte disminución en los valores de desembarque a partir del año 2001, momento en que se implantó una veda que estaría vigente por 10 años. De esta forma, los valores de desembarque hasta el año 2010 provienen de la autorización de pescas de investigación. En el año 2011 se reinició la actividad comercial y se observa un alza en los valores que llegan a superar las 8.000 toneladas los años 2013 y 2014. El desembarque del año 2015 fue de 6.267 toneladas.

FIGURA 6.28.

Desembarque total nacional de langostino colorado en toneladas, entre 1999 y 2015.



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

Los desembarques de esta especie, al igual que otros recursos de importancia pesquera, tienen asociado un nivel de incertidumbre debido a subreporte y descarte, que en el caso de langostino colorado ocurre durante la extracción de merluza común. Otras fuentes de incertidumbre se presentan al establecer supuestos en los parámetros de historia de vida (crecimiento, mortalidad y madurez), y a partir de sesgos en las evaluaciones directas. Sin embargo, existe una mejora en la calidad y cantidad de datos utilizados para evaluar esta pesquería que permiten la aplicación adecuada de modelos estadísticos para el manejo pesquero (Bucarey et al. 2015¹¹⁹).

Resultados de IFOP para el año 2014 muestran que la biomasa disminuyó en forma consistente desde 2012 a 2014, probablemente por debilidad en procesos de reclutamiento y por el aumento en los niveles de explotación luego de la veda.

¹¹⁸Informe Técnico N°41/2016. Subpesca. 2016. Modificación y diseño de cuota global anual de captura de langostino colorado (*Pleurocondes monodon*), entre la XV y la IV Región, año 2016. Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

¹¹⁹Bucarey, D., C. Canales, C. Montenegro, M. Zilleruelo y D. Párraga. 2015. Informe de Estatus. Convenio desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016: Langostino colorado. Subsecretaría de Economía y EMT/Septiembre 2015. 90 pp + Anexos.

Al respecto, se debe considerar que un factor determinante sobre los resultados en el área de muestreo fue la presencia de merluza común, dentro de uno de los focos que aporta mayor biomasa al langostino colorado. Debido a esto, se ha recomendado aplicar modelos que permitan analizar la relación entre la abundancia de langostinos y merluza común. Además, al igual que para el langostino amarillo, se ha recomendado gestionar la realización de estudios biológico-pesqueros orientados a estudiar el proceso de reclutamiento y la caracterización de los períodos de portación y liberación larval para optimizar el establecimiento de las vedas (Queirolo et al., 2015, op. cit.).

Respecto al plan de manejo de esta pesquería de langostino colorado, el Comité Científico a cargo señaló a modo de recomendación incorporar un plan de estrategias de explotación, que considere metas y plazos para llevar la pesquería de crustáceos al rendimiento máximo sostenible y considerar valores de mortalidad por pesca menores al objetivo, además de presentar programas de recuperación cuando la pesquería se encuentre sobreexplotada o agotada (Informe Técnico N°41/2016, Subpesca, op. cit.).

“Langostino amarillo”



- Taxonomía:

Orden: Decapoda

Familia: Munididae

Especie: *Cervimunida johni* (Porter 1903)

- Distribución Geográfica:

El langostino amarillo se distribuye en forma agregada, entre la II y la VIII Región de Chile (Acuña et al. 2008¹²⁰). Verticalmente se encuentra entre profundidades que van desde 50 a 500 m.

- Características biológicas y ecológicas:

Es una especie de hábitos bentónicos, donde suele establecer densas agrupaciones sobre sustratos fangosos y duros (Canales & Arana 2012¹²¹). Para el langostino amarillo se ha determinado que las hembras son portadoras de huevos entre mayo y noviembre, con moda en agosto y la liberación larval ocurriría entre octubre y noviembre (Wolff & Aroca, 1995¹²²). Los machos alcanzan un mayor tamaño y peso que las hembras; en la zona centro-norte, la talla media de madurez en las hembras es de 25 mm LC. La fecundidad varía entre aproximadamente 1.000 y 20.000 huevos.

- Situación pesquera del recurso:

La pesquería del langostino amarillo se comienza a desarrollar de forma incipiente en la década de los años 50, con capturas que fluctúan entre 4 mil y 6 mil toneladas en caladeros de la IV y V Región. En los años 60 esta actividad se incrementa, con lo cual se llega a un estado de sobreexplotación, lo que desplaza la flota hacia el sur. Luego vino un período de bajas capturas hasta la década de los 80. A partir de 1990, la pesquería se circunscribe principalmente a las regiones III y IV debido a una veda instaurada para el resto del litoral. La flota operante es multiespecífica, realiza capturas de langostinos

¹²⁰Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, L. Cubillos & A. Cortés. 2008. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2005. Informe Final, Proyecto FIP 2005-09: 348 pp.

¹²¹Canales C. & P. Arana. 2012. Estimación de la biomasa de langostino amarillo (*Cervimunida johni*), aplicando Modelo Lineal Generalizado a registros de captura por área barrida en la zona central de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 40(2): 316-334

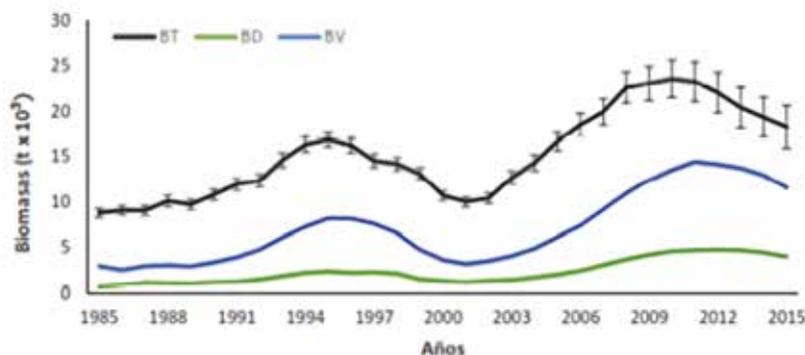
¹²²Wolff, M. & T. Aroca. 1995. Population dynamics and fishery of the Chilean squat lobster *Cervimunida johni* porter (Decapoda, Galatheididae) off the coast of Coquimbo, northern Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 30(1): 57-70.

amarillo y colorado, de camarón nailon y de gamba, y su producción en congelados genera importantes divisas de exportación. (Informe Técnico N°134/2005, Subpesca¹²³).

En la Figura 6.29 se presenta la trayectoria de los estimados de biomasa para la unidad de pesquería norte. En ésta se puede apreciar que durante la segunda mitad de los años 80, la población de langostino amarillo presentó más de 10 mil toneladas y fue aumentando hasta mediados de los años 90, para luego disminuir volviendo a los niveles iniciales de la serie. Desde el año 2001 al 2011 se incrementaron los niveles poblacionales, que comienzan a disminuir en los años siguientes debido al ingreso de clases anuales débiles. Las mediciones para inicios del año 2014 indican estimados de biomasa total (BT), explotable (BV) y desovante (BD), en 19.000, 12.000 y 4.000 toneladas, respectivamente. En la Figura 6.30 se observan las variables de biomasa respecto a la unidad de pesquería sur, donde se puede observar un incremento en la biomasa total y vulnerable los años 1981, 1994 y 2006. Luego de este período los valores disminuyen en forma abrupta, mostrando una baja en los ejemplares disponibles.

FIGURA 6.29.

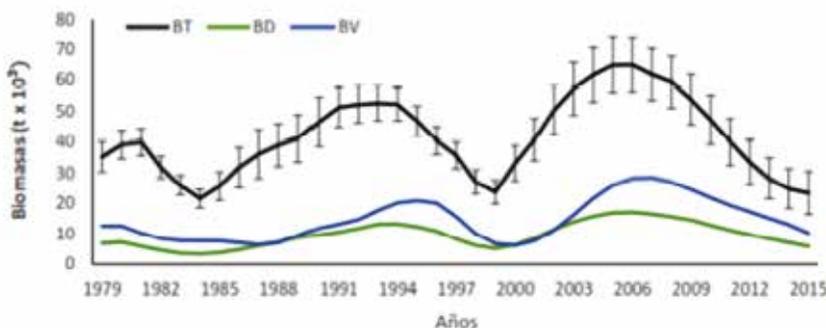
Biomاسas total, desovante y vulnerable estimadas para el langostino amarillo, área norte, período 1985 - 2015.



Fuente: IFOP, Informe de Status 2015, Langostino amarillo.

FIGURA 6.30.

Biomاسas total, desovante y vulnerable estimadas para el langostino amarillo del área de pesquería sur.



Fuente: IFOP, Informe de Status 2015, Langostino amarillo

¹²³Informe Técnico N°134/2015. Subpesca. 2005. Cuota Global Anual Langostino Amarillo (Cervimunida johni) III y IV Región, Año 2006. Recuperado de: www.subpesca.cl/institucional/602/articulos-7050_documento.pdf.

En el período entre los años 1985 a 1991 y 2000 a 2003 se habrían registrado importantes niveles de reclutamiento, generándose de esta forma, altos niveles de biomasa vulnerable a mediados de los años noventa y 2000 (Bucarey et al. 2015¹²⁴).

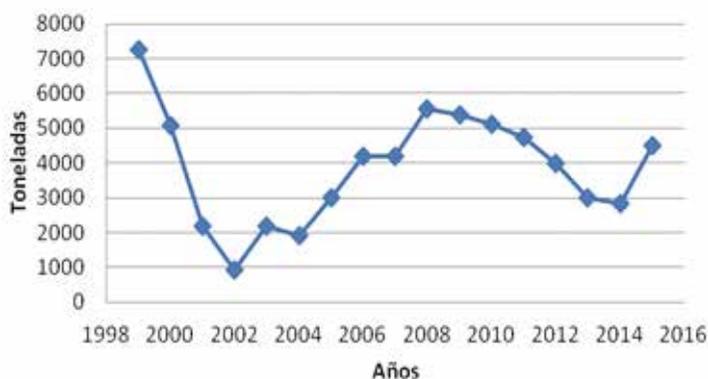
Considerando los bajos niveles de mortalidad, unido a que la biomasa desovante se ha recuperado sostenidamente respecto de la condición virginal, la Subsecretaría de Pesca determinó que el área norte de la pesquería del langostino amarillo se encuentra en estado de subexplotación, y sin riesgo de sobrepesca. En el área de pesquería sur se pudo observar una baja en los rendimientos de pesca y un aumento en las tallas de los ejemplares. Los puntos biológicos de referencia establecidos por el Comité Científico a cargo, permiten clasificar a esta zona, en estado de plena explotación, sin riesgo de sobreexplotación, ni de sobrepesca (Informe Técnico 03/2015¹²⁵).

La asignación de la cuota global anual de captura para el año 2016 en la unidad de pesquería norte fue 2.500 toneladas, de las cuales 50 t fueron para reserva de investigación y 2.450 t como cuota objetivo, con 808 toneladas para la flota artesanal y 1.642 toneladas para la flota industrial (D. Ex. N°945/2015, modificado por D. Ex. N°1.084/2015 MINECON R. Ex. N°3.467/2015). Para la unidad de pesquería sur, se estableció una cuota global de 1.880 toneladas. Además, se estableció una cuota de captura fuera de la unidad de pesquería de 20 toneladas (D. Ex. N°117/2015) (Subpesca, 2016¹²⁶).

- Comparación del recurso langostino amarillo entre 1999 y 2015

En la Figura 6.31 se puede observar un valor máximo de captura obtenido en el año 1999, lo que provocó una condición de sobreexplotación en el recurso y una consecuente baja en las capturas hacia el año 2002, en que se obtuvieron 925 toneladas.

FIGURA 6.31.
Desembarque total de langostino amarillo en toneladas, entre 1999 y 2015.



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

Para el recurso langostino amarillo se recomienda la realización de estudios biológico-pesqueros en ambas unidades de pesquería (Queirolo et al. 2015¹²⁷), los que deben estar orientados a estudiar las zonas y los períodos de reclutamiento de este crustáceo y apoyar la realización de estudios enfocados a proveer información específica sobre los períodos de portación de huevos y liberación larval. Ello con el fin de optimizar el establecimiento de las vedas respecto del área geográ-

¹²⁴Bucarey, D., J. Cavieres, C. Montenegro, M. Zilleruelo, D. Párraga y C. Bravo. 2015. Informe de Estatus. Convenio desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016. Langostino amarillo. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA, Octubre 2015. 94 pp + Anexos.

¹²⁵Informe Técnico N°03/2015. Subpesca. 2015. Comité Científico Técnico de Recursos Crustáceos Demersales. Determinación de Estado de Situación y Rango de Captura Biológicamente Aceptable, año 2016. Langostino Amarillo (III-IV Región) y Langostino Colorado (XV-VIII Región). Recuperado de: http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-91897_documento.pdf

¹²⁶Subpesca. 2016. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015.

¹²⁷Queirolo, D., M. Ahumada, R. Wiff, J. Paramo, P. Arana, M. Lima & A. Flores. 2015. Informe Final. Convenio de Desempeño, 2014. Evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII Regiones, año 2014. Subsecretaría de Economía y EMT. Instituto de Fomento Pesquero.

fica involucrada y así poder mejorar la determinación del período en que deben ser aplicadas. También se ha recomendado trabajar en mejorar la aplicación de modelos que permitan una evaluación interespecífica, ya que se ha observado una asociación interesante entre langostinos y la abundancia de merluza común, aunque este efecto sería de mayor importancia al tratarse de langostino colorado.

La información utilizada para la evaluación de este recurso contiene importantes fuentes de incertidumbre proveniente de la información referente a las áreas de captura, del subreporte o descarte que genera dudas sobre los valores de desembarque y de los estimados de biomasa cuya calidad y suficiencia ha variado en el tiempo. Sin embargo, el análisis del recurso se ha podido modelar usando los parámetros y datos disponibles desde 1985 al 2015 al evaluar la zona norte y desde 1979 hasta el año 2015 para el área sur (Bucarey et al. 2015, op. cit.).

iii) RECURSOS DEL HÁBITAT PELÁGICO

“Anchoveta”



- Taxonomía:

Orden: Cupleiformes

Familia: Engraulidae

Especie: *Engraulis ringens* (Jenyns 1842)

- Distribución Geográfica:

La anchoveta presenta una amplia distribución geográfica en el Pacífico suroriental, distribuyéndose desde los 4°00'S (Perú), hasta los 42°00'S en el sur de Chile (Serra et al. 1979¹²⁸). Verticalmente se distribuye en profundidades que varían entre 10 y 40 metros, dependiendo de las condiciones del mar y de su ciclo biológico.

- Características biológicas y ecológicas:

E. ringens es un pez pelágico pequeño, que forma grandes cardúmenes superficiales. Tiene una longevidad breve, de unos 4 años, alcanzando la primera madurez sexual en el primer año de vida, aproximadamente a los 12 cm. de longitud total (Braun et al. 2005¹²⁹).

En la zona centro Norte de Chile, *E. ringens* presentaría una mayor actividad reproductiva desde julio a diciembre, y se mantendría en reposo relativo desde enero a junio (Canales y Leal 2009).

- Situación pesquera del recurso:

El estudio de esta pesquería se realiza considerando registros documentados de la extracción desde los años sesenta. La pesquería inicia su desarrollo con bajas capturas dominadas por sardina común, dejando en un segundo lugar las cifras de extracción de anchoveta, con registros del período 1970-1983, que indican valores mínimos de captura de anchoveta. Entre los años 1989 y 2013 se da inicio a la fase de desarrollo de la pesquería que se caracteriza por mayores niveles de desembarque con un dominio alternado entre sardina y anchoveta (Aranis et al. 2016¹³⁰).

¹²⁸Serra R, M Aguayo, O Rojas, J Cañón & F Inostroza. 1979. Anchoveta *Engraulis ringens* (Jenyns) Teleostomi Clupeiformes Engraulidae. En: CORFO-IFOP (eds). Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero: I Peces. AP 79/18: 1-52.

¹²⁹Braun M, V Valenzuela, G Claramunt, H Reyes, M Pizarro, V Cataste, G Herrera, P Moreno, C Gaspar & E Díaz. 2005. Evaluación del stock desovante de anchoveta I y II regiones Año 2005. Informe Final. Proyecto FIP N° 2005- 03: 1-155.

Dentro del territorio nacional se describen tres unidades de pesquería que incluyen las regiones: XV-II; III-IV y V-X. En todas ellas se ha establecido un estado y régimen de plena explotación, con el acceso cerrado a la pesquería y el establecimiento de veda reproductiva y de reclutamiento, establecidas según la unidad de pesquería. El estado del recurso y el establecimiento de la cuota de captura anual también se determinan por unidad de pesquería (Subpesca 2016¹³¹).

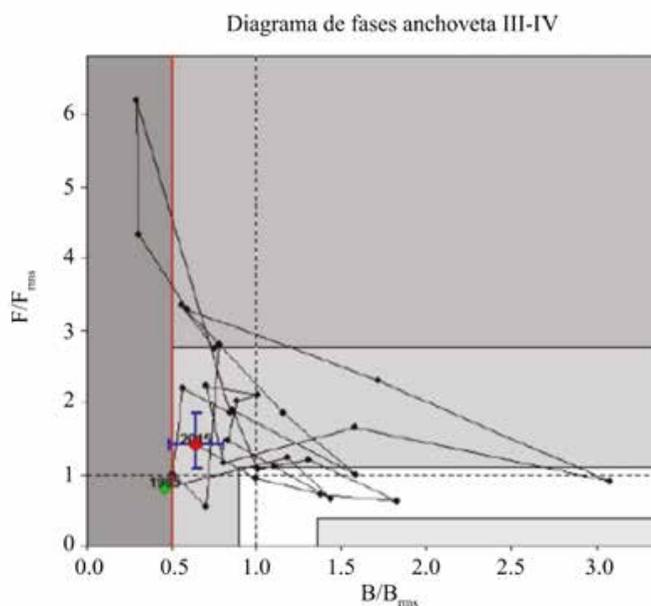
El análisis de los índices de biomasa para la unidad de pesquería de las regiones XV, I y II indica una reducción durante los últimos 10 años en la biomasa total y la desovante respecto al nivel histórico (1984-2015). Los estimados de biomasa tienden a disminuir desde el año 2005 alcanzando cierta estabilidad desde el 2008 al 2014. El reclutamiento muestra un comportamiento similar con valores que fluctúan en forma descendente desde el año 2005 y un leve repunte en el año 2015, que sería producto de un buen reclutamiento de la época estival 2014-2015. La mortalidad presenta alta variabilidad y una tendencia creciente desde el año 2008, caracterizándose con altos valores de remoción de la flota chilena orientada a la fracción más adulta del stock. En base a esto y al marco biológico de referencia establecido, se cataloga al 2º semestre del 2015 a esta unidad de pesquería en un estado de sobreexplotación, con un 51% de biomasa desovante respecto al RMS y una mortalidad por pesca 120% por sobre el valor objetivo, encontrándose además en sobrepesca (CCT-PP en Aranís et al., 2016, op. cit.).

La cuota global anual de captura para esta zona se determina en forma conjunta con la cuota de sardina española, fijándose en un total de 762.500 toneladas para el año 2016. La evaluación del stock de la unidad de pesquería III y IV regiones da cuenta de una gran variabilidad en los estimados de biomasa total entre los años 2006-2015, con una caída en los dos últimos años, que sitúa a la última estimación con un valor mínimo histórico de 71 mil toneladas.

Los estimados de biomasa total y desovante así como el reclutamiento presentan una disminución a partir del año 2012, obteniéndose niveles bajo el promedio histórico en el año 2015. La mortalidad por pesca muestra los niveles más bajos durante los años 2012 y 2013, con un aumento en los últimos dos años alcanzando un 39% por sobre el RMS.

En consecuencia, se clasifica a esta unidad de pesquería en estado de explotación y en condición de sobrepesca (Figura 6.32) (CCT-PP en Aranís et al., 2016, op. cit.).

FIGURA 6.32.
Diagrama de fase de anchoveta III-IV Regiones, año 2015.



Fuente: IFOP, Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur, V-XI Regiones, año 2015.

¹³⁰Aranís, A., A. Gómez, K. Walker, G. Muñoz, L. Caballero, G. Eisele, J. Cerna, et al. 2016. Informe Final. Convenio de Desempeño, 2015. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur, V-XI Regiones, año 2015. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT/Junio 2016. 338 pp + Anexos.

¹³¹Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2016. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas 2015. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf

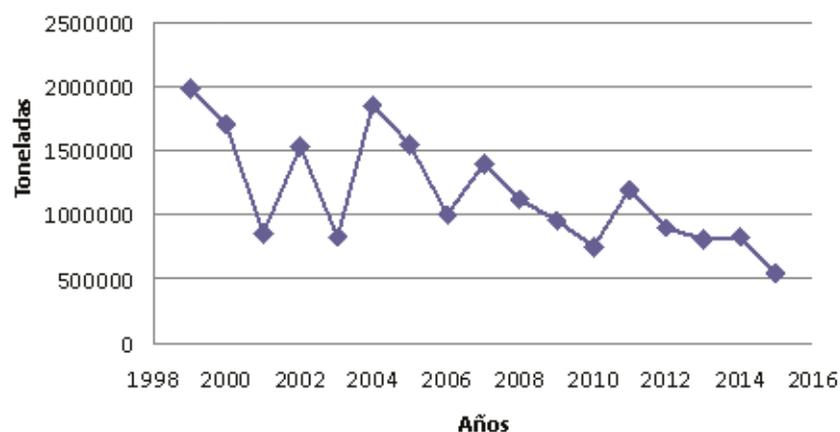
En cuanto a la unidad de pesquería ubicada entre las regiones V y X se describen importantes fluctuaciones en el reclutamiento, destacando el año 2005 con el valor mayor. En el año 2006 los reclutamientos caen progresivamente, con valores que se sitúan por debajo de las 20 mil toneladas durante la primera mitad de la década del 2010. La biomasa total y desovante varía en forma similar al reclutamiento, con valores que disminuyen desde 685 mil a 55 mil toneladas durante el período 2005-2011. De acuerdo a los antecedentes presentados al segundo semestre del año 2015 y al marco biológico de referencia establecido, se establece que la condición de este stock es precaria, calificándose a la pesquería en un estado de colapso o agotamiento (CCT-PP en Aranís et al., 2016, op. cit.). De acuerdo a lo publicado en abril 2016, tras el análisis de antecedentes actualizados esta condición de colapso se mantiene (Informe Técnico 106/2016, Subpesca¹³²).

- Comparación del recurso anchoveta entre 1999 y 2015

El desembarque de anchoveta a nivel nacional ha presentado fluctuaciones con una clara tendencia a la disminución durante los últimos 15 años (Figura 6.33). El valor máximo de la serie analizada se presentó en 1999 con un estimado cercano a 2 millones de toneladas mientras que el menor valor corresponde al registro más reciente en 2015, con una cifra cercana a las 540 mil toneladas. La baja generalizada ha sido relacionada a las disminuciones en los reclutamientos anteriormente mencionadas que habrían provocado una baja en la disponibilidad del recurso.

FIGURA 6.33.

Desembarque total nacional de anchoveta en toneladas, entre los años 1999 y 2015.



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca.

La corta vida del recurso y su dependencia de factores ambientales producen variaciones en su distribución y abundancia, por lo tanto la principal recomendación para el manejo de la pesquería es continuar actualizando la investigación disponible y evaluando el estado del recurso en forma constante lo que permitirá la toma de decisiones en forma oportuna. Para el caso puntual de esta pesquería, en los informes publicados por IFOP en los últimos años se ha recomendado aplicar soluciones que enfrenten el problema que genera la captura conjunta con sardina común, así como considerar tasas de mortalidad por pesca que permitan revertir las fluctuaciones tendientes a la disminución que ha sido observada en los índices de biomasa y reclutamiento. Además, es recomendable gestionar un nuevo enfoque en la producción, principalmente la asociada al sector artesanal, destinado a proveer productos de mayor rentabilidad que los destinos que se enfocan en la actualidad.

¹³²Informe Técnico N° 106-2016. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2016. Modificación de la distribución de la fracción artesanal de la cuota global anual de captura de sardina común y anchoveta, regiones V a X, año 2016. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 10 pp.

“Sardina española”



- Taxonomía:

Orden: Clupeiformes

Familia: Clupeidae

Especie: *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842)

- Distribución Geográfica:

La sardina española, se distribuye en casi toda la costa occidental de Sudamérica: desde el Golfo de Guayaquil, pasando por las Islas Galápagos en Ecuador y las costas de Perú y Chile. En el territorio nacional, se distribuye desde Arica (18°20' L.S.) hasta el sur de Chiloé (44°00' L.S (Serra & Tsukayama 1988¹³³)

- Características biológicas y ecológicas:

Es una especie pelágica, forma grandes cardúmenes, asociada en ocasiones con los recursos caballa, jurel y bonito. A diferencia de la anchoveta, es un pez de mayor tamaño y de vida mas larga, con una longevidad de 10 a 12 años y una talla de primera madurez sexual equivalente a 26 cm (Serra & Tsukayama, op. cit.). El periodo principal de actividad reproductiva ocurre entre junio y octubre, con un pulso secundario entre enero y marzo (Tascheri & Claramunt 1996¹³⁴).

- Situación pesquera del recurso:

La pesquería del recurso sardina española se ha dividido en dos unidades de pesquería, una que incluye las regiones XV, I y II y otra unidad que abarca las regiones III y IV, ambas se encuentran declaradas en estado y régimen de plena explotación (D. S. N°354/1993 y D.S. N°493/1996), y mantienen el acceso cerrado tanto a nuevos operadores industriales como para para inscripciones en el Registro Pesquero Artesanal. Se ha establecido dentro de sus medidas de administración una talla mínima de extracción para todo el territorio nacional de 20 cm de longitud total (D.S. N°458/1981) con un margen de tolerancia de 30% de las capturas medidas en número (R. Ex. N°1633/1999) (Subpesca, 2016¹³⁵).

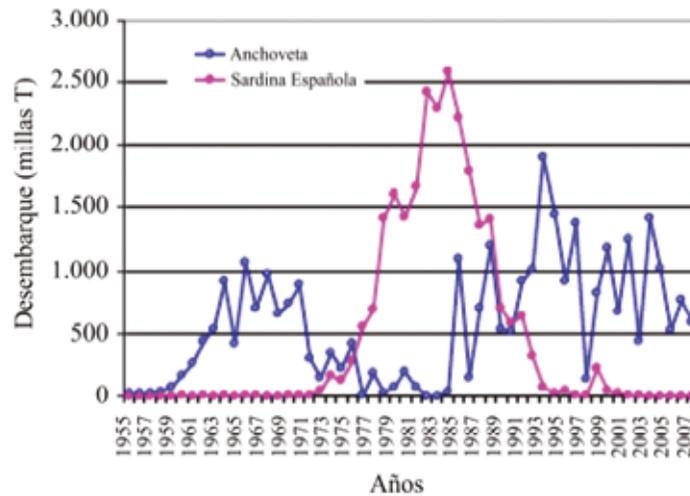
La sardina española tiene registros de capturas desde mediados de la década de los cincuenta, donde su abundancia se presenta asociada a la anchoveta, observándose una sucesión entre ambas especies. El desarrollo de esta pesquería presenta altos niveles de desembarque a partir del año 1974, estas cifras continúan aumentando durante los años siguientes llegando a alcanzar un máximo histórico de 2,6 millones de toneladas en 1985. Luego de esto, las capturas comienzan a declinar en forma progresiva llegando a obtenerse valores mínimos a partir del año 1994, situación que se ha mantenido hasta la actualidad (Figura 6.34) (Subpesca, 2008¹³⁶).

¹³³Serra R. & I. Tsukayama. 1988. Sinopsis de datos biológicos y pesqueros de la sardina *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) en el Pacífico Suroriental. FAO Sinopsis sobre la pesca N° 13.

¹³⁴Tascheri R. & G. Claramunt. 1996. Aproximación a los cambios intra-anales en el contenido de energía del ovario de sardina (*Sardinops sagax* Jenyns, 1842) en el norte de Chile. Invest. Mar. Valparaíso, 24: 51-66.

¹³⁵Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2016. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas 2015.

¹³⁶Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2008. Sardina española XV, I y II regiones (*Sardinops sagax*). Ficha pesquera, Noviembre 2008.

FIGURA 6.34.**Desembarque histórico de anchoveta y sardina española, regiones XV, I y II.**

Fuente: IFOP-Sernapesca en Ficha pesquera Subpesca 2008

Respecto al estado actual del recurso, el comité científico de pesquerías de pequeños pelágicos no contó con los antecedentes necesarios para poder estimar un marco biológico de referencia debido a la condición actual de la sardina española. De esta forma, se establece un estado de agotamiento o colapso que se decide al considerar los mínimos niveles de captura obtenidos durante los últimos diez años, los que difieren en gran medida respecto de los valores históricos obtenidos en el desarrollo de la pesquería. Dentro de las causas del estado actual del recurso se ha considerado la influencia de condiciones ambientales, físicas y biológicas que no habrían sido favorables para el recurso. Esta caracterización del stock ha sido definida para ambas unidades de pesquería (Subpesca, 2016, op. cit.).

Debido a que no fue posible estimar valores de captura relacionados al rendimiento máximo sostenido, el comité científico a cargo asumió un enfoque precautorio en el establecimiento de la cuota global anual de captura para ambas unidades de pesquería. Para la pesquería de la XV a la II regiones, se recomendó un rango de referencia para el año 2016 entre 2.000 y 2.500 toneladas. La cuota global de captura se establece en forma conjunta con la anchoveta definiéndose en un valor total de 762.500 toneladas, de las cuales 2.500 toneladas corresponden a extracción de sardina española (XV-II) como especie objetivo. Este monto se fragmenta en 1.758 toneladas para el sector artesanal y 742 toneladas para el sector industrial. Por otra parte, para la unidad de pesquería de las regiones III y IV el rango de referencia establecido para el año 2016 se estableció entre 1.400 y 1.750 toneladas, la cuota global anual de captura fue de 1.750 toneladas, con un fraccionamiento de un 50% para sector artesanal y un 50% para el sector industrial (Subpesca, 2016, op. cit.).

- Comparación del recurso sardina española entre 1999 y 2015

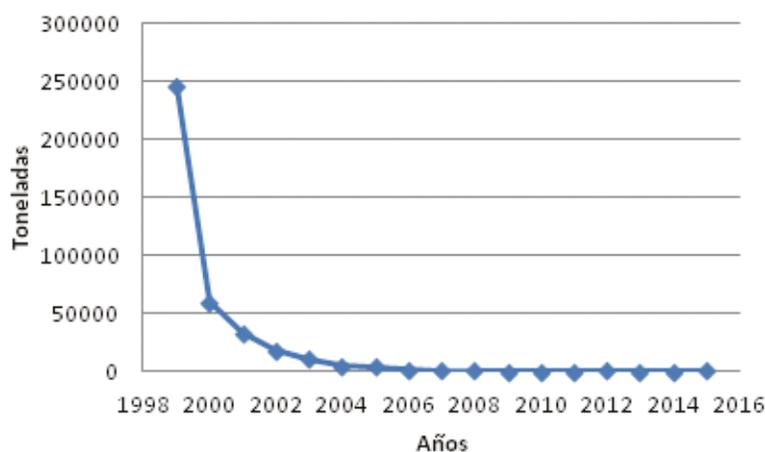
La evolución de los desembarques de este recurso da cuenta del estado descrito anteriormente, con valores mínimos de extracción que se pueden observar en la serie presentada en la Figura 6.35, en la cual se presentan cifras que se han mantenido menores a 400 toneladas desde el año 2008 hasta el 2015.

Aunque se registra una cifra de desembarque máximo del orden de las 240.000 toneladas para el año 1999, la comparación con los registros históricos de la pesquería lo sitúan como un valor ya disminuido. Esta cifra sería concordante con los estudios realizados en la época, que señalaban una situación atribuible a la sobrepesca ocurrida durante los años ochenta, calificando al stock de sardina española con abundancia disminuida en ambas unidades de pesquería nacionales así como en Perú (Universidad de Chile, 2000) (Informe Técnico N°75, Subpesca).

Para este recurso, la única medida que se ha podido establecer es un enfoque precautorio que establece rangos de cuota extractiva de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura para los recursos que presentan esta condición. El estado de agotamiento presente en esta pesquería ha sido relacionado con condiciones ambientales que tienen una gran influencia sobre los recursos pelágicos en general, debido a que el desarrollo larval es de gran sensibilidad a diversos factores del entorno, como lo puede ser el cambio de condiciones provocado por el evento “El Niño”.

FIGURA 6.35.

Desembarque total nacional de sardina española en toneladas, entre los años 1999 y 2015.



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

Sin embargo, se debe mencionar que la mortalidad por pesca que se aplicó durante el desarrollo de esta pesquería fue determinante en el deterioro de las poblaciones de sardina española al sur de Perú y en las unidades de pesquería nacionales. En base a esto, es determinante la importancia que reviste la tarea que realiza la autoridad respecto del manejo pesquero y como la toma de decisiones adecuadas podrá favorecer los diversos agentes que se ven afectados, considerando implicancias económicas, sociales y ecológicas.

Respecto a estas últimas se puede destacar como el efecto de extracción por parte del hombre ya ha causado alteraciones en la biodiversidad respecto a la abundancia de determinadas especies, producto de la alteración causada dentro de la trama trófica.

“Sardina común”



- Taxonomía:

Orden: Cupleiformes

Familia: Cupleidae

Especie: *Strangomera bentincki* (Norman, 1936)

- Distribución Geográfica:

La sardina común es un pez de distribución costera, desde Coquimbo (30°30'LS) hasta Chiloé, (43°00'LS); se desplaza hasta 30 mn de la costa, y batimétricamente se ubica desde los 0 a los 70 metros de profundidad (Cañón 1985¹³⁹; Aranis 1989¹⁴⁰).

- Características biológicas y ecológicas:

Este pequeño pelágico se caracteriza por presentar un ciclo de vida corto, con tres a cuatro años de longevidad, un crecimiento rápido, tasa de mortalidad natural elevada, y por formar densos cardúmenes. Parte de estos rasgos lo constituye en un recurso pesquero fuertemente influenciado por diversos factores ambientales en todas las etapas de su ciclo vital (Cubillos & Arancibia 1993¹⁴¹; Cubillos & Arcos 2002¹⁴²).

- Situación pesquera del recurso:

La pesquería de sardina común se desarrolla en forma conjunta con la extracción de la anchoveta, alternándose la operatividad entre ambas especies de acuerdo a los pulsos de reclutamiento que se suceden dentro del año. Esta pesquería presenta gran sensibilidad al estar orientada a un recurso pelágico, lo que hace que su sustentabilidad se vea comprometida al éxito del proceso de reclutamiento, el que puede verse afectado por las alteraciones del medio. El análisis del estado de este recurso se realiza anualmente y se ha comenzado a aplicar una escala temporal más fina durante los últimos estudios. El uso de los datos obtenidos se trabaja a través de la modelación estadística que recoge información proveniente de los desembarques, de los cruceros de evaluación hidroacústica y sus antecedentes biológicos (Zúñiga y Canales, 2015¹⁴³).

Esta pesquería se desarrolla entre las regiones V y X. Respecto a sus medidas administrativas, se encuentra declarada en estado y régimen de plena explotación (D.S. N°409/2000) y presenta el acceso cerrado a nuevos operadores para ambos sectores, industrial y artesanal. Complementariamente se han establecido a lo largo de su desarrollo vedas reproductivas y de reclutamiento, cuya duración ha sido definida por zona geográfica (Aranis et al., 2016¹⁴⁴). Las variaciones en los niveles de reclutamiento de los últimos años indican altos valores a inicios de la década del 2010 que permitieron el crecimiento de la población hasta el año 2012.

En el año 2013 los reclutamientos disminuyen para luego aumentar en forma leve en los años 2014 y 2015, esto provocó una baja en la biomasa total. La biomasa desovante se estimó en torno a un millón de toneladas, valor un 13% más alto que el estimado el año biológico anterior, esto sería una consecuencia del reclutamiento del año 2014-2015. La tendencia de la mortalidad por pesca indica una disminución desde el año 2005, la que se ha mantenido. De acuerdo a la información actualizada del stock y a los puntos biológicos de referencia establecidos que señalan que la biomasa desovante se ubicó a un 15% por sobre la biomasa desovante al RMS y la mortalidad por pesca habría estado en un 8% bajo el FRMS, se establece la condición del recurso en estado de plena explotación (Figura 6.36) (Subpesca, 2016). Este estado se mantiene tras el análisis de nuevos antecedentes presentados en abril del 2016 que presentó un estimado de biomasa desovante de un 27% por sobre el valor estimado al RMS (Informe Técnico 106/2016, Subpesca¹⁴⁵).

¹³⁹Cañón, J.R. 1985. La variabilidad ambiental en la zona norte de Chile y su influencia en la pesquería pelágica durante El Niño 1982-83. *Invest. Pesq. (Chile)* 32: 119-128.

¹⁴⁰Aranis, A. 1989. La Pesquería de la Zona Norte de Chile. En: *El Norte Grande, III Jornadas Territoriales*. Editorial Universitaria, Santiago: 145 - 155.

¹⁴¹Cubillos L. & H Arancibia. 1993. On the seasonal growth of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off Talcahuano, Chile. *Rev Biol Mar (Valparaíso)* 28, 43-49.

¹⁴²Cubillos L & D Arcos. 2002. Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) in the 1990s, and impact of the 1997-98 El Niño. *Aquatic Living Resources* 15, 87-94.

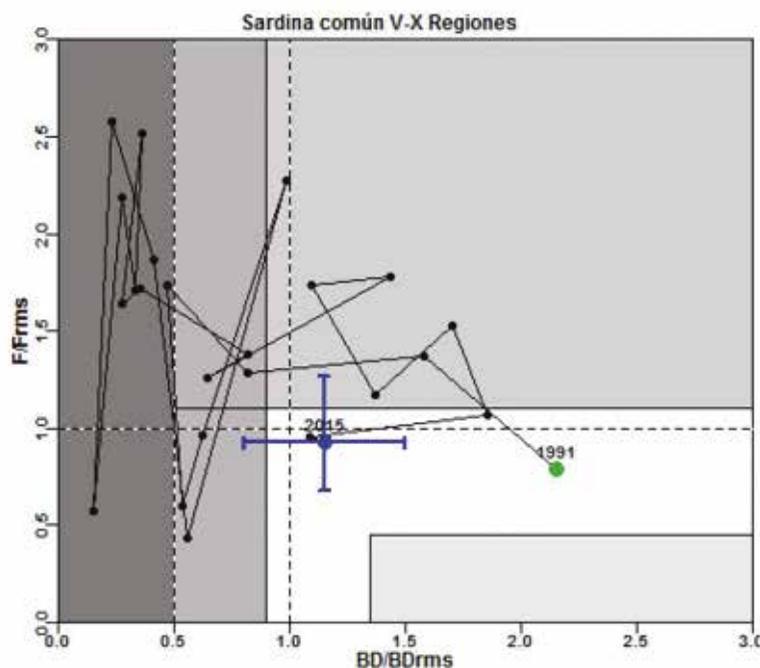
¹⁴³Zúñiga, M. Y C. Canales. 2015. Informe de Estatus y Cuota. Convenio de Desempeño 2014. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2015 en sardina común V-X regiones: Sardina común V-X Regiones 2015. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de

¹⁴⁴Economía y EMT/septiembre 2014. 87 pp + Anexos.

¹⁴⁵Aranis, A., A. Gómez, K. Walker, G. Muñoz, L. Caballero, G. Eisele, J. Cerna, et al. 2016. Informe Final. Convenio de Desempeño, 2015. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur, V-XI Regiones, año 2015. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT/Junio 2016. 338 pp + Anexos.

Informe Técnico N° 106-2016. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2016. Modificación de la distribución de la fracción artesanal de la cuota global anual de captura de sardina común y anchoveta, regiones V a X, año 2016. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 10 pp.

FIGURA 6.36.
Diagrama de fase sardina común V-X regiones, año 2015.



Fuente: IFOP, Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur, V-XI Regiones, año 2015.

La estimación de la captura biológicamente aceptable se realizó de acuerdo a lo indicado para el manejo de las pesquerías de pequeños pelágicos, considerándose un nivel de biomasa reproductiva equivalente al 60% del stock desovante virginal con un nivel de riesgo de un 30% de no alcanzar el objetivo de conservación. De acuerdo a lo determinado durante el segundo semestre del año 2015 por el comité científico a cargo, se estableció un rango entre 227.200 y 284.000 toneladas, correspondiente al año 2016. La cuota global anual de captura de 284.000 toneladas se fracciona deduciendo 180 toneladas como cuota de investigación, 2.840 toneladas de cuota de imprevistos y 2.840 toneladas como cuota de consumo humano. El remanente se divide derivando al sector artesanal 216.949 t y 61.191 t al industrial (Subpesca, 2016¹⁴⁶).

Esto se modificó en abril de 2016, reconsiderándose las cuotas establecidas, señalando un monto total de 326.600 toneladas que se fracciona de forma similar a la proporción señalada previamente (Informe Técnico N°106/2016, Subpesca, op. cit.):

- Comparación del recurso sardina común entre 1999 y 2015

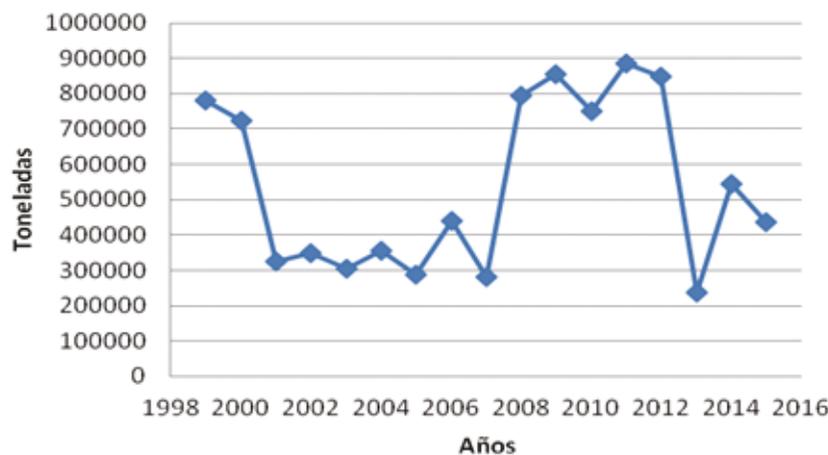
La variabilidad que han presentado los valores de desembarque de sardina común durante los últimos 15 años (Figura 6.37), se ha relacionado con factores medioambientales, como la presencia del evento climático-oceanográfico “El Niño” durante los años 1997 y 1998 a partir del cual se obtuvo una gran presencia de jurel juvenil en zonas más bien costeras, lo que se ha relacionado a los altos valores de desembarque de los años 1999 y 2000, que habrían correspondido a un registro alterado, compuesto por sardina común y jurel, pues habría sido incluyente de la extracción de jurel juvenil a modo de evitar multas. Los valores disminuidos que se aprecian en los años siguientes se han asociado al ordenamiento de la pesquería del año 2000, que introdujo como medida de administración el Límite Máximo de Captura por Armador. El

¹⁴⁶Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2016. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas 2015. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articulos-92703_recurso_1.pdf

alza de las cifras de desembarque entre el período 2008-2012 se ha relacionado al aumento en la flota “lanchera” y a la extracción de juveniles y reclutas, que disminuyen su abundancia en la zona centro-sur en el año 2013, lo que genera una gran disminución del desembarque durante ese año. El leve aumento observado en los reclutamientos de los últimos dos años sería la razón por la cual se observan valores que tienden al aumento en los desembarques de los años 2014 y 2015 (Zúñiga y Canales, 2015, op. cit.).

FIGURA 6.37

Desembarque total nacional de sardina común en toneladas, entre los años 1999 y 2015.



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

Aunque se ha hecho referencia a dificultades en el establecimiento del estado stock de sardina común respecto a la calidad de los datos y a la incertidumbre que presenta su evaluación, esta es una de las pesquerías que ha sido referente en cuanto al manejo pesquero a nivel nacional y los resultados presentados tienen propiedad respecto a este manejo.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta su vulnerabilidad al considerar que el análisis realizado supone en parte la presencia futura de condiciones ambientales que permitan niveles altos de reclutamiento (Zúñiga y Canales, 2015, op. cit.).

Para poder tener mayor veracidad en la obtención de datos y mejorar el funcionamiento de la pesquería, se ha recomendado establecer un nuevo enfoque cuando se trata de extracción mixta, en este caso la captura de sardina común al realizarse en forma conjunta con la anchoveta ha favorecido un sobre-esfuerzo pesquero, sub-reporte y el agotamiento anticipado de las cuotas (Aranis et al., 2016, op. cit.).

La extracción de reclutas que se ha reportado durante los últimos años es un factor que no debe ser pasado por alto, al tomar en cuenta que la remoción ocurre antes del proceso reproductivo, esto vulnera la sustentabilidad de la pesquería pelágica poniendo en riesgo una actividad que se ha basado durante los últimos años principalmente en torno a la extracción de este recurso.

Se ha mencionado la importancia de mantener las medidas administrativas y realizar un manejo pesquero adaptativo a los requerimientos que presente este recurso, dada la gran variabilidad que caracteriza a esta pesquería, como a las pelágicas en general y debido a que es la única dentro de éstas que se encuentra en un estado de plena explotación. Acorde a esto, se recomienda fortalecer la investigación científica para dar un soporte adecuado a la toma de decisiones (Aranis et al., 2016, op. cit.).

“Jurel”



- Taxonomía:

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Especie: *Trachurus murphyi* (Nichols, 1920)

- Distribución Geográfica:

El jurel presenta una amplia distribución geográfica en el Pacífico Sur Oriental, desde el Sur de Ecuador hasta el extremo sur de Chile. Además, cruza el Pacífico a lo largo de la corriente de deriva del Oeste hasta Nueva Zelanda y Tasmania (Serra, 1991¹⁴⁷). Habría dos unidades de stock en el Pacífico Sur Oriental. Una ubicada entre el sur de Ecuador y la zona central del Perú y la otra preferentemente frente a Chile.

- Características biológicas y ecológicas:

En las costas de Chile el jurel inicia su migración reproductiva en el mes de agosto desde la zona nerítica hacia sectores oceánicos, para desovar en los meses de noviembre y diciembre, produciéndose este proceso en una amplia zona del Pacífico desde la costa, superando las 1000 millas náuticas de recorrido (Serra 1991). Por medio de la migración, el jurel tiene acceso a ambientes neríticos y oceánicos para alimentarse en el norte de Chile (Medina y Arancibia 1992¹⁴⁸).

- Situación pesquera del recurso:

Esta pesquería se comienza a desarrollar en la zona norte del país, con registro de altos niveles de desembarque a inicios de la década de los ochenta. Desde 1985 las cifras continúan en aumento, pero asociadas a extracciones de la zona centro-sur y la flota internacional, que presenta capturas de alta importancia frente a costas chilenas, promediando 800 mil toneladas anuales en el período 1983-1990. El desembarque alcanza un máximo histórico en 1995 con 4,5 millones de toneladas. A partir de este punto, los valores disminuyen progresivamente tras la aplicación de medidas administrativas para enfrentar la sobrepesca del recurso (Figura 6.38) (Informe Técnico N° 129/2011, Subpesca¹⁴⁹). Los últimos años se han caracterizado por la baja disponibilidad del recurso en las zonas más costeras, lo que ha provocado un reajuste en el comportamiento de la flota operativa orientado a realizar la extracción cuando el recurso se presenta más cercano a la costa (Aranis et al., 2016¹⁵⁰).

¹⁴⁷Serra, R. 1991. Long - term variability of the Chilean sardine. In: Proceedings of the International Symposium on the Long - Term Variability of Pelagic Fish Populations and their Environment. T. Kawasaki, S. Tanaka, Y. Toba and A. Taniguchi (eds.) New York: Pergamon Press. pp 165 - 172.

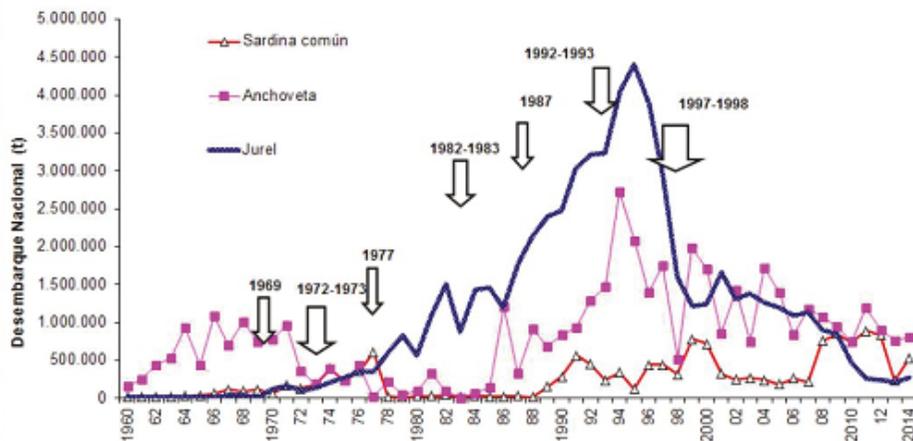
¹⁴⁸Medina, M. y H. Arancibia. 1992. Interacciones tróficas entre el jurel (*Trachurus murphyi*) y la caballa (*Scomber japonicus*) en el ecosistema pelágico de la zona norte de Chile. Invest. Cient. Tecnol., Ser. Cienc. Mar, 2: 67-78.

¹⁴⁹Informe Técnico N° 129/2011, Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2011. Cuota Global Anual de Captura de jurel para las unidades de pesquería de la XV-II, III-IV, V-IX y XV-X regiones, año 2012. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 74 pp.

¹⁵⁰Aranis, A., A. Gómez, K. Walker, G. Muñoz, L. Caballero, G. Eisele, J. Cerna, et al. 2016. Informe Final. Convenio de Desempeño, 2015. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur, V-XI Regiones, año 2015. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT/Junio 2016. 338 pp + Anexos.

FIGURA 6.38

Desembarque total histórico de jurel en toneladas, entre los años 1960 y 2014.



Fuente: Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur, V-XI Regiones, año 2015.

La pesquería de jurel se realiza entre las regiones XV y X, dentro y fuera de la Zona Económica Exclusiva. Se encuentra declarada en estado y régimen de plena explotación para las unidades de pesquería de la XV-II, III-IV, V-IX, XIV-X regiones.

Esta pesquería tiene el acceso cerrado a nuevos operadores y presenta una talla mínima de extracción legal para el territorio nacional de 26 cm de longitud de horquilla con un porcentaje de tolerancia que no debe superar un 35% medido en número de cada desembarque o de existencia en planta de elaboración o medios de transporte (Subpesca, 2016).

El Comité Científico a cargo del ordenamiento pesquero para el Pacífico Sur indicó que el esfuerzo pesquero del año 2016 debía mantenerse a los niveles del año anterior, ya que el estado del recurso no presentó cambios significativos, manteniéndose una tendencia decreciente en la biomasa que se estimó en torno a 2,71 millones. Al respecto se recomendó cautela frente a los registros de biomasa de los últimos años, señalándose que podrían estar siendo sobreestimados. Conforme a los puntos biológicos de referencia establecidos se indicó que la biomasa desovante estaría al 50% del valor al máximo rendimiento sostenido, por lo tanto se señala una condición de sobre-explotación (Informe Técnico 36/2016, Subpesca¹⁵¹).

El establecimiento de la cuota de captura, en el caso del jurel, se determina en forma total para la zona Pacífico Sur y se distribuye entre los países miembros de la Organización Regional de Pesca del Pacífico Sur (SPRFMO), con una reserva de 50 mil toneladas destinadas a la Zona Económica Exclusiva de Perú y Ecuador. Para Chile la cuota global anual de captura se fijó en 297.000 toneladas. Este monto se fracciona en 200 toneladas para cuota de investigación, 2.970 t para imprevistos, 2.970 t para consumo humano. Esto deja como cuota objetivo 290.741 toneladas que se distribuyen en 26.894 t para el sector artesanal y 263.847 t para el sector industrial (Informe Técnico 36/2016, Subpesca).

- Comparación del recurso jurel entre 1999 y 2015

Los registros de desembarque entre los años 1999 y 2007 promedian en torno a los 1.4 millones de toneladas. A partir del año 2008, los valores de captura disminuyen en forma constante, apreciándose dos bajas bruscas en los años 2008 y 2010, en los que se observa una disminución cercana a un 50% respecto al valor obtenido en el año anterior. Desde el año 2011 hasta el 2015 los valores presentan estabilidad en torno a las 250.000 toneladas (Figura 6.39). Las disminuciones que se aprecian han sido relacionadas al manejo pesquero, que ha indicado disminuciones en las cuotas de captura y a una baja en la disponibilidad del recurso (Aranis et al., 2016, op. cit.).

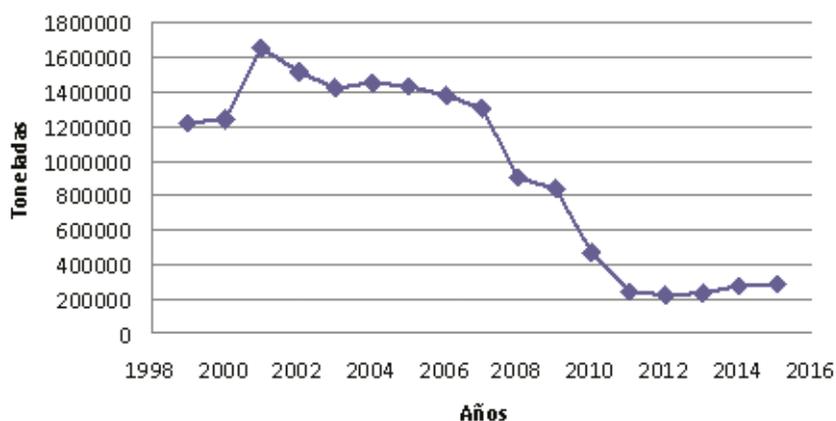
¹⁵¹Informe Técnico 36/2016, Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2016. Modificación de la Cuota Global Anual de Captura de jurel para el año 2016. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 8 pp.

Al año 2000 este recurso se encontraba en una severa crisis producto de las altas tasas de explotación aplicadas inadecuadamente, ya que estas habrían correspondido al manejo pesquero de pequeños pelágicos. Esto causó que su población estuviera compuesta principalmente por juveniles bajo la talla de captura (Informe País, 2000¹⁵²).

El estado del jurel del Pacífico Sur manifiesta un importante nivel de deterioro a partir del año 2004. La dificultad operacional provocada por el desplazamiento del recurso, teniendo que realizarse la captura del jurel en zonas más alejadas, se ha visto reflejada en bajos rendimientos de pesca. Esta situación fue progresiva hasta el año 2011.

FIGURA 6.39

Desembarque total de jurel en toneladas, entre los años 1999 y 2015.



Fuente: Anuarios Estadísticos, Sernapesca

Se presume que la situación de deterioro se mantendría a futuro, ya que no se aprecian signos de recuperación y la biomasa continúa en niveles deprimidos, según lo informado por la Organización Regional de Pesca del Pacífico Sur (SPRFMO). Esto también ha sido establecido en las evaluaciones realizadas en años anteriores por IFOP. Para revertir esta situación se aconseja aplicar medidas de manejo que permitan la extracción exclusiva para consumo humano a cargo de la flota artesanal dentro de los países que conforman la SPRFMO, y la extracción para fines de investigación que permitan apoyar el manejo pesquero. Además, se destaca la importancia de continuar la investigación orientada a la estandarización en las estimaciones a nivel de miembros de la Organización Pacífico Sur y nacional que permitan disminuir la incertidumbre asociada a las evaluaciones de los últimos años (Aranis et al., 2016, op. cit.).

¹⁵²Universidad de Chile. 2000. Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile - 1999. Recuperado de: www.uchile.cl/.../descargar-informe-en-pdf-10-mb_64137_0_3917.pdf

6.2.2 Estado de la contaminación de los ecosistemas marinos y del borde costero

Uno de los procesos de contaminación marina de mayor preocupación es la de carácter químico, la que puede provenir desde una fuente natural (como por ejemplo, una erupción volcánica) o un origen antropogénico. En Chile, a excepción de su capital administrativa (que no se localiza en un sector costero), las mayores poblaciones se concentran en las bahías o cercanas a ellas. Estas son áreas protegidas en forma natural, por lo que en ellas se desarrollan actividades múltiples, generalmente incompatibles entre sí. La mayoría de las actividades desarrolladas actualmente en las bahías producen alteraciones y modificaciones del ambiente, pudiendo en su conjunto producir daños considerables en esta área (Ahumada 1995)¹⁵³. La diversidad de contaminantes que pueden llegar a acumularse en estas áreas puede transformar los sedimentos en una matriz de alta toxicidad, con procesos de desfaunación creciente (Mudge & Seguel 1999¹⁵⁴, Rudolph et al. 2002¹⁵⁵). La materia orgánica presente en altas concentraciones en los sedimentos puede afectar el balance del oxígeno disuelto de los mismos, mientras que altos contenidos de metales pesados e hidrocarburos afectan la salud de los organismos, reducen la biodiversidad y la abundancia de especies (Van Den Hurk et al. 1996¹⁵⁶; Nendza 2002).

6.2.2.1 Contaminación por metales traza

El término metal pesado es ampliamente utilizado en materia de contaminación ambiental; un metal pesado es un miembro de un grupo de elementos no muy bien definido que exhibe propiedades metálicas. Muchas definiciones diferentes han propuesto basarse en la densidad, otras en el número atómico o peso atómico, y algunas en sus propiedades químicas o de toxicidad. De acuerdo a Ahumada (1994)¹⁵⁷, los metales pesados corresponde a un grupo de elementos con características químicas semejantes: un mismo estado de oxidación (generalmente cationes bivalentes), igual distribución electrónica de las capas externas (metales de transición) y pesos atómicos comprendidos entre 63,55 y 200,59 g mol⁻¹. Estos elementos son constituyentes naturales del agua de mar y se encuentran en bajas concentraciones por lo que son conocidos como oligoelementos o elementos traza (concentraciones de $\mu\text{g L}^{-1}$). Estos se encuentran naturalmente en el agua de mar en concentraciones traza (Paredes 1998¹⁵⁸; Harrison & Hoare 1980¹⁵⁹, Quilodrán 2004).

Dada la relación entre los metales traza y los sedimentos, estos últimos pueden usarse como registro de la evolución histórica de la contaminación de un sistema dado, ya que los sedimentos reflejan las condiciones químicas de las masas de agua sobre ellos (Ryan & Windom 1988¹⁶⁰; Valette-Silver 1993¹⁶¹). Muchas resultan ser las posibles fuentes de metales pesados a las aguas y sedimentos marinos, siendo una de ellas de origen litogénico o geoquímico a partir de los minerales que por causas de erosión, lluvias, etc. son arrastradas al agua. No obstante, actualmente la mayor concentración es de origen antropogénico es decir, debido a la actividad humana. La minería, los procesos industriales, los residuos domésticos son fuente importante de contaminación, que aportan metales al aire, a las aguas marinas y finalmente a los sedimentos marinos, que se constituyen en el depósito final de las sustancias introducidas al mar por procesos naturales y antrópicos.

Para determinar cómo ha evolucionado en el tiempo la condición de las aguas y sedimentos marino respecto a los metales pesados a nivel nacional, se ha considerado la información entregada por el Programa de Observación del Ambiente

¹⁵³Ahumada R. 1995. Bahías: áreas de uso múltiple, un enfoque holístico del problema de la contaminación. Ciencia y Tecnología del Mar, Número Especial: 59-68.

¹⁵⁴Mudge S & C Seguel. 1999. Organic contamination of San Vicente Bay, Chile. Marine Pollution Bulletin 11(38): 1011-1021.

¹⁵⁵Rudolph A, R Ahumada & C Pérez. 2002. Dissolved oxygen content as an index of water quality in San Vicente Bay, Chile (36° S). Environmental Monitoring and Assessment 78: 89-100.

¹⁵⁶Van den Hurk P, RHM Eertman & J Stronkhorst. 1996. Toxicity of Harbour Canal sediments before dredging and after off-shore disposal. Marine Pollution Bulletin 34(4): 244-249.

¹⁵⁷Ahumada R. 1994. Nivel de concentración y bioacumulación de metales pesados (Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Pb y Zn) en tejidos de organismos bénticos de bahía San Vicente. Revista de Biología Marina 29(1): 2-18.

¹⁵⁸Paredes MT. 1998. Determinación de metales pesados en dos especies de bivalvos del estuario de Valdivia y la Bahía de Corral (X región) mediante análisis electroterómico. Tesis, Escuela de Biología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 52 pp.

¹⁵⁹Harrison P & R Hoare. 1980. Metals in biochemistry, 78 pp. Chapman and Hall, London.

¹⁶⁰Ryan J & H Windom. 1988. A geochemical and statistical approach for assessing metal pollution in coastal sediments. In: Seeliger V, L de Lacerda & S Patchinelam (eds). Metals in coastal environments of Latin America, pp. 47-58. Springer-Verlag, Berlin.

¹⁶¹Valette-Silver N. 1993. The use of sediment cores to reconstruct historical trends in contamination of estuarine and coastal sediments. Estuaries 16: 577-588.

FIGURA 6.40

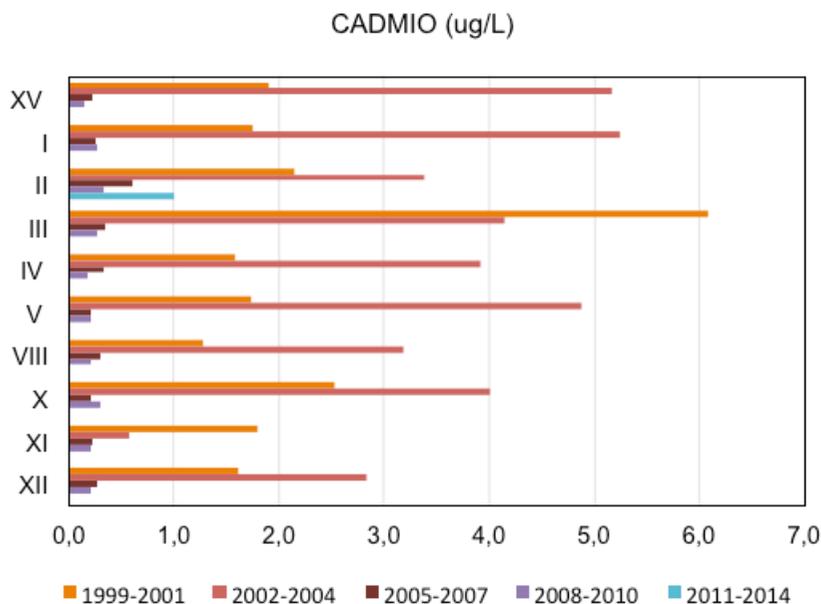
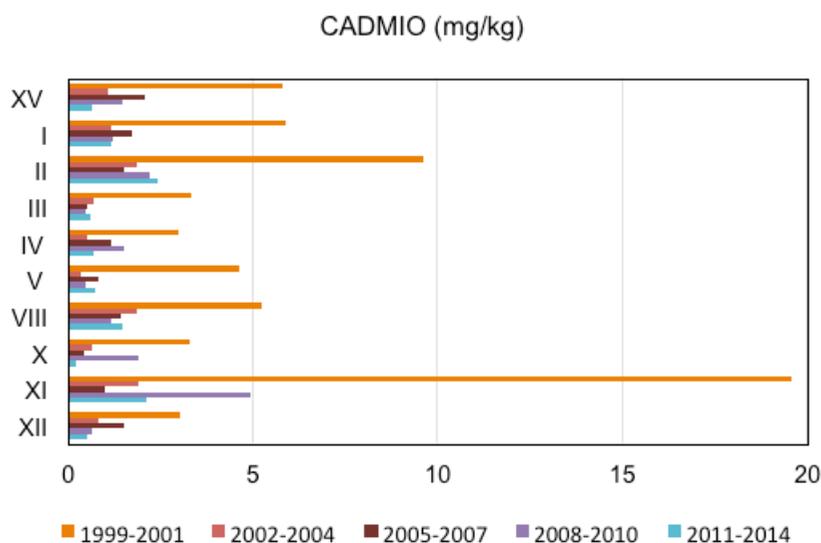
Cuerpos de agua monitoreados en POAL (DIRECTEMAR).



Litoral (POAL) que lleva a cabo la Dirección del Territorio y Marina Mercante (DIRECTEMAR). La información disponible en la actualidad considera hasta el año 2014.

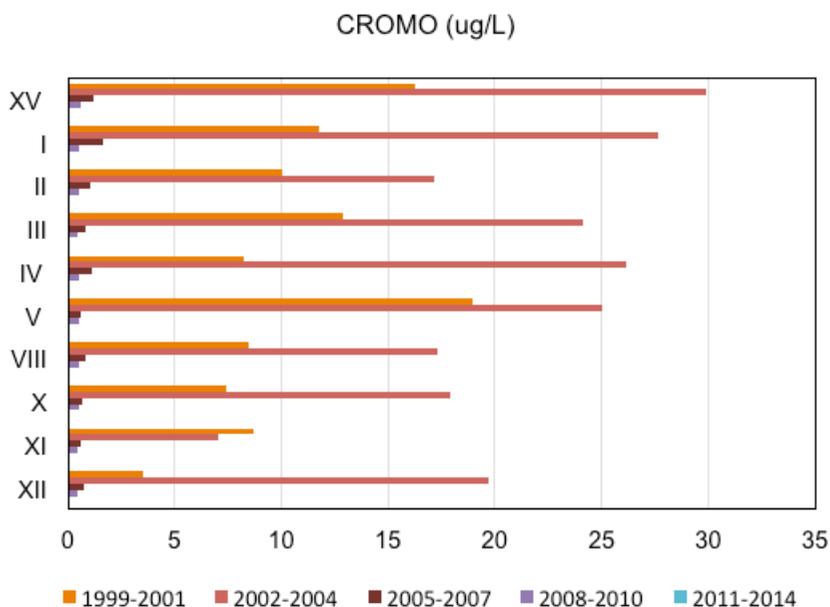
El POAL fue elaborado para monitorear las fluctuaciones anuales de los niveles de concentración de los principales componentes de desechos domésticos, industriales, de hidrocarburos de petróleo y compuestos orgánicos persistentes (COP's) en las bahías, lagos y ríos sometidos a la jurisdicción de la DIRECTEMAR (Figura 6.40). Este programa se focaliza principalmente en aquellos cuerpos de agua más usados o intervenidos en Chile considerando los efectos potenciales de dos grandes factores: las descargas de las actividades que se desarrollan en el entorno terrestre del cuerpo de agua (industrias, establecimientos de servicios sanitarios, etc.) y en los impactos producidos por las principales actividades que se llevan a cabo en el cuerpo de agua mismo (tales como pesca, acuicultura, balneario, navegación, etc.).

En las Figuras 6.41 y 6.42 se puede observar cómo han evolucionado las concentraciones de cadmio en las aguas y sedimentos marinos a nivel nacional, respectivamente. Claramente la situación de las aguas ha mejorado mucho en los últimos años (período 2011-2014). Prácticamente en todas las regiones en este último período se hallan bajo el límite de detección (LD) analítico. Sólo en la II Región el promedio de cadmio en las aguas fue superior al LD ($1,0 \mu\text{g/L}$). Sin embargo, este valor es menor al límite de calidad ambiental del Cuadro 6.9 (valor crónico de $8,8 \mu\text{g/L}$). La condición de los sedimentos también muestra una mejor condición. Sólo a modo comparativo, el promedio de todo el país en el período 1999-2001 fue de $6,34 \text{ mg/kg}$, mientras que en el período 2011-2014 fue de sólo $1,06 \text{ mg/kg}$, concentración muy inferior al límite establecido (valor PEL $4,21 \text{ mg/kg}$). Esta situación se repite en cada una de las regiones del país.

FIGURA 6.41.**Concentraciones de cadmio en las aguas marinas.****FIGURA 6.42.****Concentraciones de cadmio en los sedimentos marinos.**

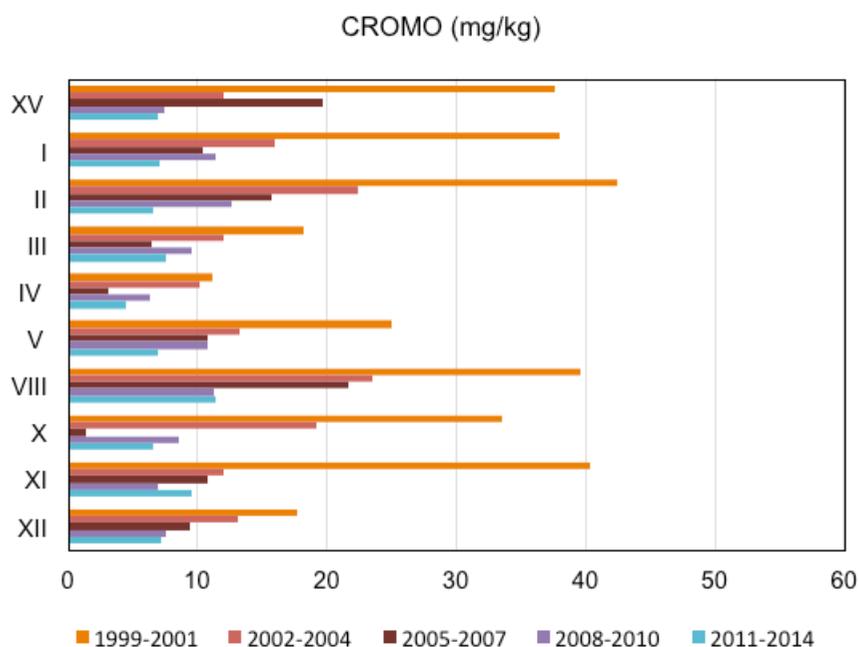
La situación para el cromo total (Figuras 6.43 y 6.44) es similar a la descrita para el cadmio. En los últimos años (período 2011-2014) en todas las regiones las concentraciones se hallaron bajo el límite de detección, indicando la buena condición del cromo total en las aguas marinas nacionales.

FIGURA 6.43.
Concentraciones de cromo en las aguas marinas.



Los sedimentos, en tanto, han mantenido los niveles de cromo respecto al período 2008-2010. En este el período la concentración promedio a nivel nacional fue de 9,2 mg/kg, mientras que en el último período 2011-2014 disminuyó en un 19,6%, a 7,4 mg/kg. Esta situación dista de la apreciada en el período 1999-2001, donde el promedio nacional alcanzó 30,3 mg/kg. De lo anterior se desprende que los contenidos de cromo total de los sedimentos marinos se han mantenido bajos desde el año 2008, hallándose sus niveles muy por debajo de los criterios ambientales internacionales (160 mg/kg, Cuadro 6.8).

FIGURA 6.44.
Concentraciones de cromo en los sedimentos marinos.

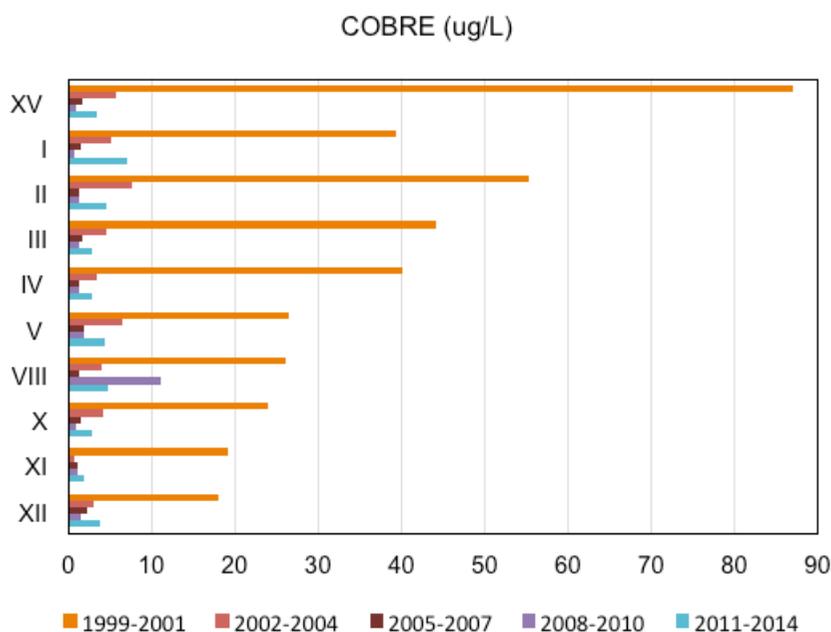


El cobre, en tanto, ha presentado durante todos los períodos analizados, contenidos por sobre el límite de detección a nivel nacional, tanto en las aguas (Figura 6.45) como en los sedimentos (Figura 6.46). Esto no es de extrañar, dada la naturaleza eminentemente cuprífera del país. Específicamente en las aguas, los niveles de cobre han sido similares en los últimos dos períodos: 2008-2010: 2,28 $\mu\text{g/L}$ y 2011-2014: 3,84 $\mu\text{g/L}$. Estos valores promedio a nivel nacional son muy inferiores al registrado 1999-2001: 38,03 $\mu\text{g/L}$. Los valores actuales son levemente superiores al criterio ambiental sugerido (3,1 $\mu\text{g/L}$), valor que se supera en todas las regiones del norte (XV, I y II Regiones). Deben seguir haciéndose esfuerzos, por tanto, en la gestión ambiental para disminuir estos contenidos, aunque parte de ellos son reflejo de las condiciones orográficas propias del norte de Chile.

Los contenidos de cobre en los sedimentos presentan una situación similar a la descrita para las aguas. En los últimos dos períodos, las concentraciones sedimentarias han mantenido valores promedio nacionales similares: 2008-2010: 99,2 mg/kg y 2011-2014: 130,1 mg/kg. Estos valores promedio a nivel nacional se encuentran muy lejanos a los hallados entre 1999-2001: 10.179 mg/kg, o los registrados entre 2005-2007: 9.577 mg/kg promedio nacional. La distribución de los contenidos de cobre en los sedimentos, en tanto, da cuenta del efecto acumulativo de las actividades de las mineras en el norte de Chile: el promedio de cobre en el último período entre las regiones XV - III fue de 276,5 mg/kg, entre la IV y IX, 51,2 mg/kg y entre la X-XII 13,8 mg/kg. Por lo anterior, en la actualidad, los contenidos promedio para las Regiones XV - III superarían el valor del criterio ambiental recomendado (108 mg/kg), mientras que las restantes estarían bajo éste, mostrando una mejor condición. Esta situación se ha mantenido desde el año 2008 en adelante.

FIGURA 6.45

Concentraciones de cobre en las aguas marinas.



Los contenidos de mercurio en las aguas marinas se han mantenido bajos en los últimos años, hallándose inferiores al límite de detección en el período 2011-2014 (Figura 6.47). Esta situación es similar a la registrada desde el 2002 al 2010. Si se observan en detalle los datos, aparentemente la situación parece distinta, pero la diferencia está dada porque en esos años la autoridad ambiental decidió presentar como valor mínimo el límite de detección (1,0 $\mu\text{g/L}$), mientras que en la actualidad este valor se registra como bajo dicho límite. Por lo anterior, claramente las aguas a nivel nacional se

hallan bajo el criterio de calidad establecido a nivel internacional ($0,94 \mu\text{g/L}$). En los sedimentos (Figura 6.48) el mercurio ha fluctuado a través de los años, habiéndose registrado en algunos períodos anteriores contenidos superiores al criterio ambiental propuesto ($0,94 \text{ mg/kg}$). Es el caso de los períodos 1999-2001 y 2008-2010 en la II Región ($1,58 \text{ mg/kg}$, y $1,69$, respectivamente), y la XV Región en el período 2005-2007: $1,58 \text{ mg/kg}$. En los últimos 4 años el promedio nacional fue de $0,116 \text{ mg/kg}$, bajo el criterio ambiental internacional, lo que da cuenta de una mejor condición de los sedimentos marinos para el mercurio, situación que se reitera en todas las regiones.

FIGURA 6.46.

Concentraciones de cobre en los sedimentos marinos.
COBRE (mg/kg)

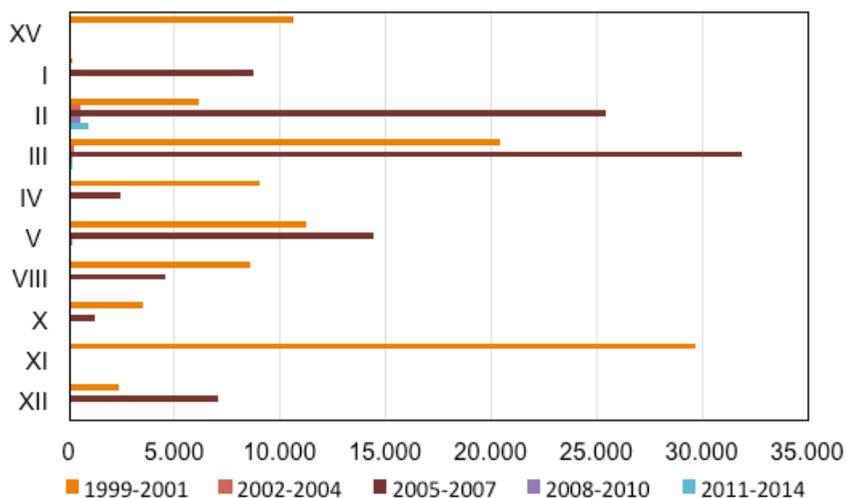


FIGURA 6.47.

Concentraciones de mercurio en las aguas marinas.
MERCURIO ($\mu\text{g/L}$)

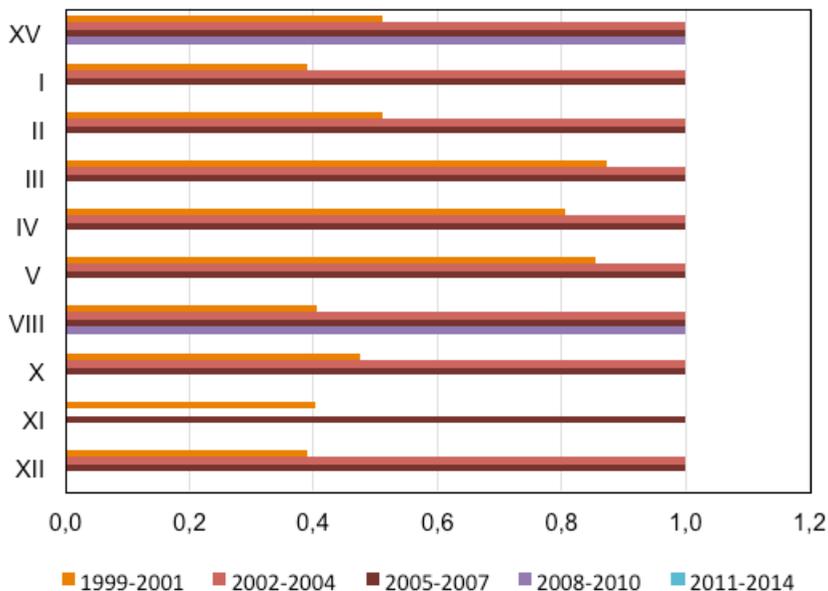
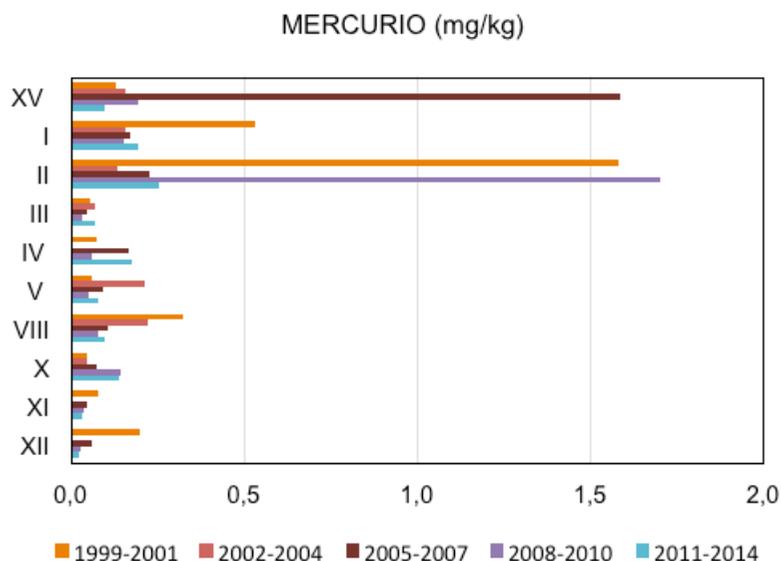
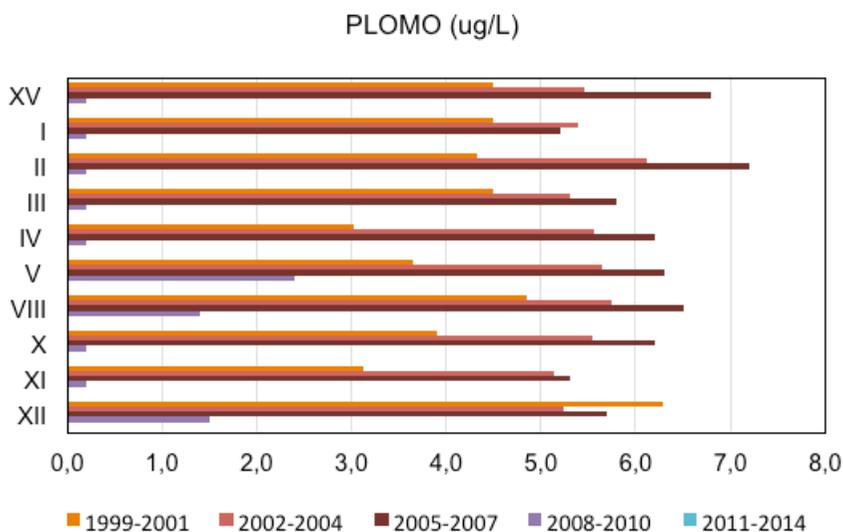


FIGURA 6.48**Concentraciones de mercurio en los sedimentos marinos.**

Los contenidos de plomo en las aguas marinas han mostrado una clara disminución a través de los años (Figura 6.49). En la actualidad el plomo en las aguas marinas se encuentra bajo el límite de detección analítico, lo que da cuenta de cómo ha ido disminuyendo en el tiempo este metal traza en el cuerpo de agua marino nacional. Nótese, por ejemplo, que en el período 1999-2001, el contenido promedio nacional fue de $4,27 \mu\text{g/L}$, mientras que en el período 2008-2010 fue de $0,67 \mu\text{g/L}$, disminuyendo luego a concentraciones actuales bajo el LD. Esto último indica que en la actualidad las aguas marinas del litoral nacional presentan contenidos de plomo bajo el criterio ambiental propuesto (Cuadro 6.4). La situación de los sedimentos es similar a la descrita para la aguas (Figura 6.50).

FIGURA 6.49.**Concentraciones de plomo en las aguas marinas.**

En el período 1999-2001 el promedio nacional de plomo en los sedimentos fue de 56,57 mg/kg, mientras que en el último período 2001-2014 sólo alcanzó los 0,375 mg/kg, cercanos al límite de detección analítico. Esta condición se ha mantenido en todas las regiones, las que han visto como las concentraciones de plomo en los sedimentos marinos han ido disminuyendo fuertemente en el tiempo, hallándose en todos los casos valores inferiores al límite ambiental internacional sugerido (Cuadro 6.8, PEL: 112 mg/kg).

CUADRO 6.4:

Criterios utilizados para la evaluación de calidad ambiental de aguas marinas.

Concentraciones en $\mu\text{g/L}$ (ppb) (1).

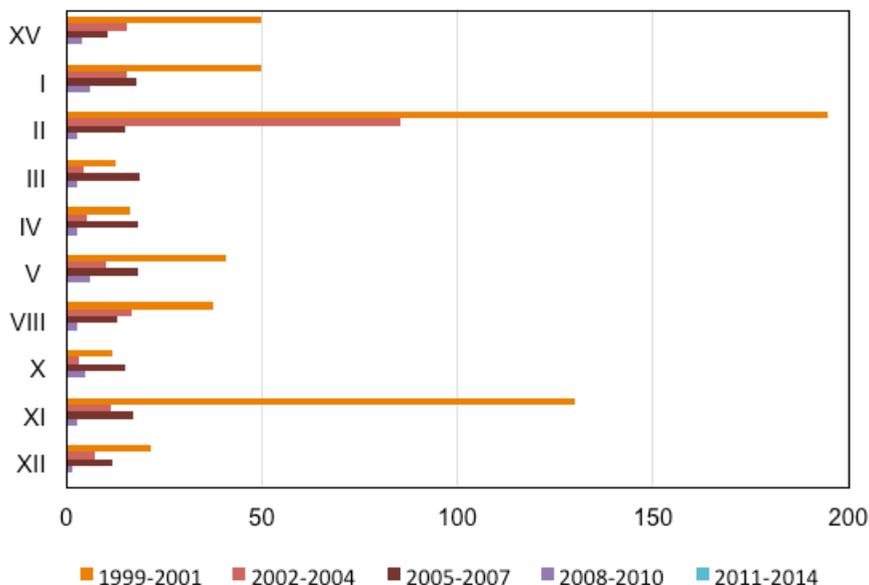
Parámetros	CMC	CCC
Cadmio	40	8,8
Cromo Total (Cr+3 + Cr+6)	11.400	77,4
Cobre	4,8	3,1
Mercurio	1,8	0,94
Plomo	210	8,1
Zinc	90	81
HAP (1)	300	-
PCB (1)	0,033	0,03

(1) Buchman MF. 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 pp.

FIGURA 6.50.

Concentraciones de plomo en los sedimentos marinos.

PLOMO (mg/kg)



Respecto al zinc, los niveles registrados en las aguas marinas han disminuido igualmente en el tiempo (Figura 6.51), apreciándose una baja ostensible desde el período 1999-2001, en el que el contenido promedio nacional fue de 4,267 $\mu\text{g/L}$, a contenidos bajo el límite de detección en el último período 2011-2014. Si bien entre los años 2008-2010 las concentraciones de zinc en las aguas marinas no estuvieron bajo el LD, presentaron también a nivel nacional un contenido promedio bajo, del orden de 0,670 $\mu\text{g/L}$. Estos niveles se hallan muy por debajo de los 81 $\mu\text{g/L}$ sugeridos por la guía internacional (Cuadro 6.4).

FIGURA 6.51.

Concentraciones de zinc en las aguas marinas.

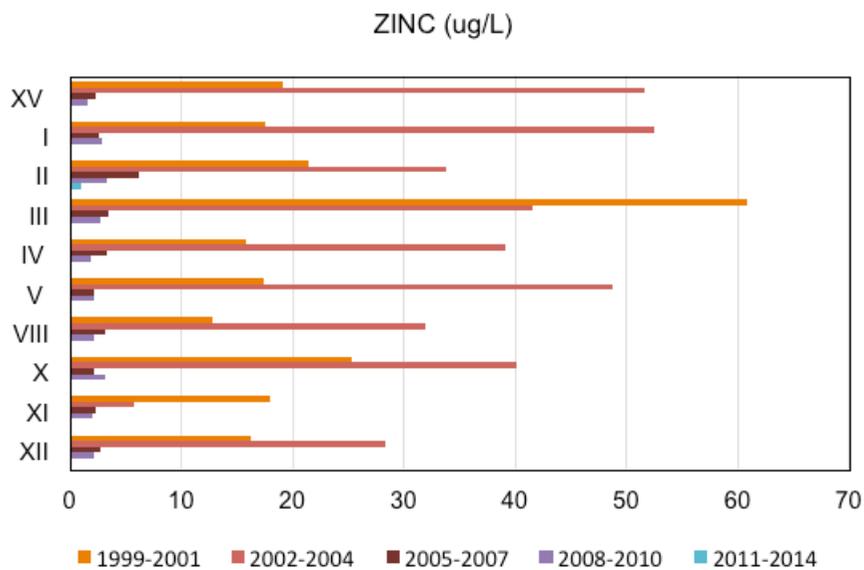
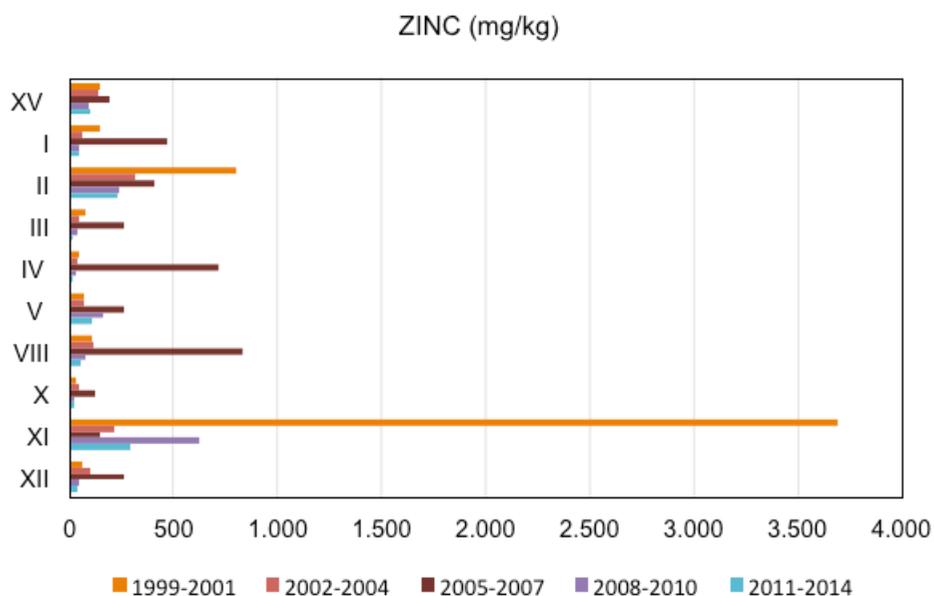


FIGURA 6.52.

Concentraciones de zinc en los sedimentos marinos.



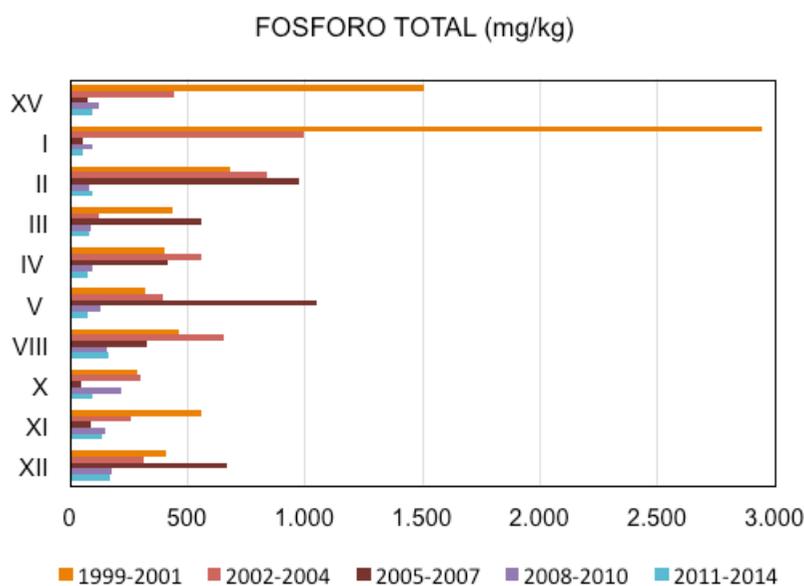
En cuanto a los sedimentos (Figura 6.52), si bien la situación ha sido más fluctuante, sí se aprecia una baja muy importante desde el período 1999-2001, donde la concentración promedio nacional fue de 516,7 mg/kg de zinc, disminuyendo a los 92,0 mg/kg del último período. Esta baja se presenta homogéneamente en todas las regiones, hallándose en todos los casos valores de zinc inferiores al límite ambiental internacional sugerido (Cuadro 6.8, PEL: 271 mg/kg).

6.2.2.2 Contaminación por materia orgánica, nitrógeno y fósforo total

La materia orgánica es aquella que se encuentra conformada por moléculas orgánicas resultantes de los seres vivos y la podemos hallar en los animales y vegetales, en los organismos muertos y en los restos de alimentos. En su generalidad, la molécula orgánica está compuesta de carbono y forma enlaces carbono-carbono y carbono-hidrógeno; en algunos casos también pueden contener nitrógeno, azufre, fósforo, oxígeno, entre otros. La distribución de la materia orgánica en el mar es la resultante del gradiente de productividad biológica existente en la columna de agua, y de un ambiente de fondo que puede favorecer la preservación de sustancias orgánicas, debido a su baja concentración de oxígeno disuelto. Adicionalmente, como consecuencia secundaria, la actividad antrópica puede generar aportes de materia orgánica, y de los nutrientes fósforo y nitrógeno. De especial relevancia resulta esto en las regiones del sur de Chile, donde como se ha señalado, la actividad de la acuicultura es muy importante. Aquí, esta actividad puede conllevar un incremento en el ingreso de materia orgánica al sedimento, debido principalmente al alimento no consumido y fecas que ella produce. En tanto, en regiones con alta actividad pesquera y deficientes sistemas de tratamiento de aguas residuales, se puede igualmente generar un aumento de nutrientes y materia orgánica en los sedimentos.

En este contexto, en la Figura 6.53 pueden visualizarse los contenidos de fósforo total en los sedimentos marinos a nivel nacional. Se puede apreciar que desde el período 1999-2001 a la actualidad, los niveles de este nutriente han disminuido fuertemente.

FIGURA 6.53.
Concentraciones de fósforo total en los sedimentos marinos.



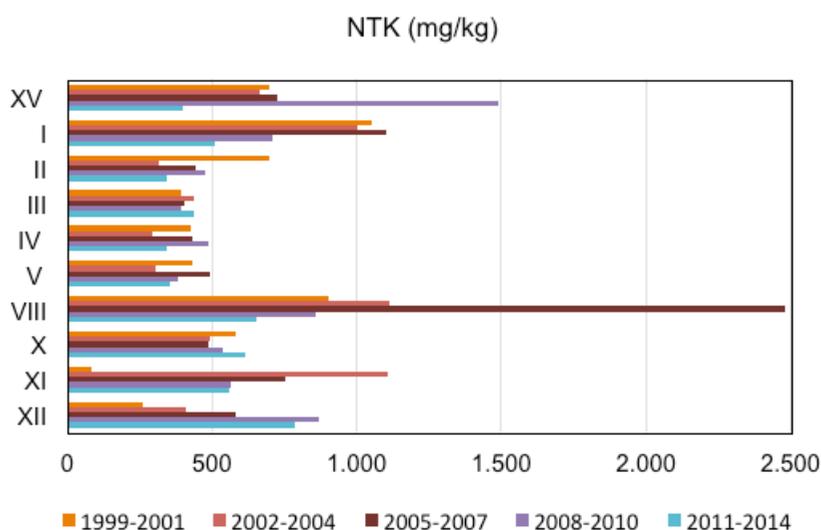
Así, el promedio nacional de fósforo total en los sedimentos marinos entre los años 1999-2001 fue de 800,8 mg/kg, mientras que entre 2011-2014 fue de 104,8 mg/kg, una disminución cercana al 87%.

Un aspecto comparativamente interesante se puede desprender al calcular el promedio de fósforo total en los sedimentos marinos a nivel nacional (104,8 mg/kg), con el mismo de las regiones X y XI en conjunto. Esta última es levemente superior (116,8 mg/kg), probablemente reflejando el enriquecimiento orgánico de la zona de acuicultura. Esto no se aprecia con las Regiones III y IV, que también poseen cultivos, aunque no tan intensivos como en el sur de Chile, donde el promedio de fósforo total (78,9 mg/kg), es menor que a nivel nacional. En cualquier caso, debe hacerse notar que el promedio nacional y los promedios regionales de fósforo total en los sedimentos resultan menores al criterio ambiental internacional sugerido (600 mg/kg).

Por su parte, las concentraciones promedio de nitrógeno total Kjeldahl (NTK) en los sedimentos marinos se detallan en la Figura 6.54. Debe hacerse hincapié que el nitrógeno total Kjeldahl refleja la cantidad total de nitrógeno en los sedimentos, suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, urea, aminas, etc.). Los valores de NTK no han variado ostensiblemente, como promedios nacionales, durante todos los años analizados. Estos han oscilado entre 499,5 mg/kg el último período 2011-2014 y 676,8 mg/kg en el período anterior 2008-2010.

FIGURA 6.54

Concentraciones de nitrógeno total Kjeldahl (NTK) en los sedimentos marinos.

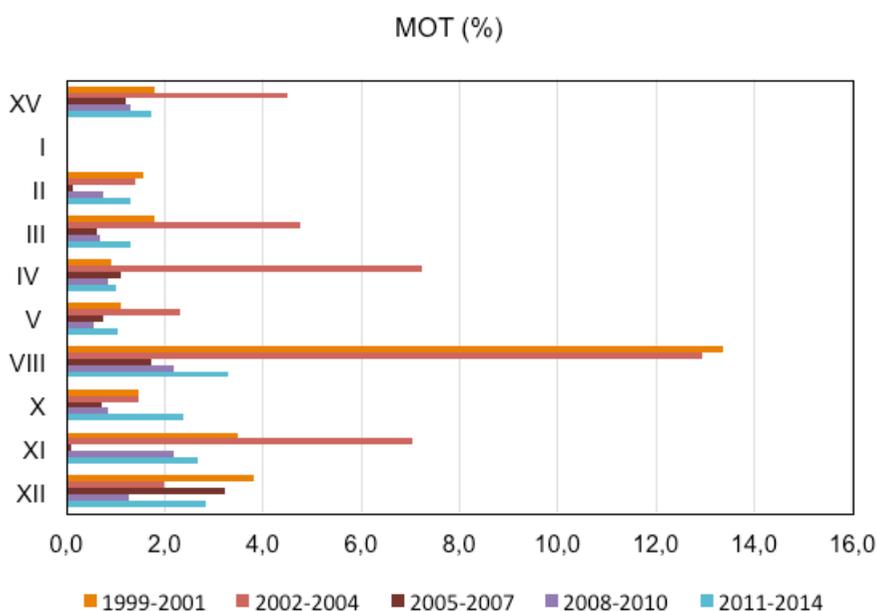


No obstante, el análisis por región muestra como la VIII Región ha sido históricamente la que ha presentado los mayores niveles de NTK. Esto se vincula, probablemente, con los graves problemas de contaminación marina por riles en Talcahuano y San Vicente, que como se mencionó anteriormente, alcanzaron sus niveles críticos con las industrias pesqueras que operaron en Canal El Morro o Rocuant y Bahía de San Vicente, vertiendo sus riles al medio marino (a veces directamente sobre las playas) (EULA 2014)²⁸. Si bien hoy en día la situación ha cambiado, y los contenidos de NTK han disminuido mucho, aún el valor de la VIII Región (651,1 mg/kg), es mayor que el promedio nacional (499,5 mg/kg). Lo anterior se refleja igualmente en el estado ambiental de los sedimentos respecto a este parámetro: al comparar los niveles de NTK con la guía internacional, se aprecia que si bien el promedio nacional es menor a esta guía (550 mg/kg), varias regiones se hayan sobre este límite: VIII, X, XI y XII. Debe considerarse que la situación de la XII Región se aleja de las restantes, pues el contenido de nitrógeno se vincularía a aportes naturales, más que antrópicos.

En la Figura 6.55 se observa la evolución en el tiempo por región, de los contenidos de materia orgánica total (MOT) en los sedimentos. La situación del MOT sedimentario es similar al NTK, aunque para el MOT se aprecia una baja más marcada a lo largo de los años. En el período 1999-2001 el promedio nacional fue de 3,4%, disminuyendo a 1,9% para los años 2011-2014. Esta baja ha sido ostensiblemente más acentuada para el caso de la VIII Región, con dos períodos críticos: 1999-2001 (13,4% promedio) y 2002-2004 (12,9%). Estos valores distan de los 3,3% del último período analizado. Claramente el ya mencionado aporte de las empresas pesqueras a través de sus riles en la VIII Región repercutió fuertemente en los años pasados en los contenidos de MOT de los sedimentos marinos. También resulta relevante mencionar que el promedio de las X y XI Regiones (5,04%) es claramente superior al promedio nacional de MOT sedimentario (1,9%), lo que refleja el impacto de la acuicultura en el sur de Chile.

FIGURA 6.55

Concentraciones de materia orgánica total (MOT) en los sedimentos marinos.



Los datos antes mencionados muestran como han disminuido en el tiempo los contenidos de MOT sedimentario. No obstante, la comparación de los promedios regionales con el valor propuesto como criterio internacional, muestra claras evidencias de enriquecimiento orgánico en muchas de las Regiones, exceptuando sólo las II, III, IV y V Regiones, por lo que el seguimiento de esta variable ambiental resulta importante para la realidad nacional.

6.2.2.3 Contaminación por PCB e hidrocarburos aromáticos y totales

Los bifenilos policlorados, conocidos por las siglas PCB (en inglés) o BPC (en español, aunque menos extendida), son un grupo de sustancias químicas sintéticas. Todos los PCB son sustancias sintéticas con una estructura básica similar. Contienen átomos de carbono, hidrógeno y cloro. El gran número de combinaciones posibles de estos átomos permite formar 209 tipos diferentes de PCB, algunos más perjudiciales que otros.

Los PCB se utilizan en una amplia gama de productos, como aparatos eléctricos, revestimientos de superficies, tintas, adhesivos, pirorretardantes y pinturas. Los PCB pueden liberarse al medio ambiente, por ejemplo, al incinerar o almacenar en vertederos residuos que los contienen. Cerca del 10% de los PCB fabricados desde 1929 siguen presentes en el medio ambiente. Hoy en día, la fabricación y utilización de PCB está prohibida, o sometida a restricciones importantes en muchos

países, debido a su posible impacto sobre la salud y el medio ambiente. Los PCB son, por lo general, muy estables, lo que explica su persistencia en el medio ambiente. A temperaturas altas, los PCB pueden arder y generar subproductos peligrosos como las dioxinas. Los PCB no suelen evaporarse o disolverse en el agua con facilidad. Sin embargo, son muy solubles en grasas y sustancias análogas, lo que explica su capacidad para acumularse en la grasa animal y a lo largo de la cadena alimentaria (ATSDR 1995)¹⁶³.

Por su parte, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), también conocidos como polinucleares aromáticos, son un grupo de más de 100 sustancias químicas diferentes persistentes, constituidas por dos o más anillos bencénicos, de baja solubilidad en agua, baja presión de vapor y con afinidad por la fracción húmica del detritus (Kim et al. 1999)¹⁶⁴. Proviene tanto de fuentes naturales como antrópicas. Como fuentes naturales de HAP se cuenta, por ejemplo: biosíntesis y diagenesis de detritus (Kennish 1992)¹⁶⁵ y como fuentes antrópicas: quema de combustibles, incendios forestales y desechos municipales. Su acumulación en los sedimentos representa un riesgo para la salud y los ecosistemas acuáticos, dado que han sido definidos como tóxicos, mutagénicos y/o cancerígenos (Rudolph et al. 2001)¹⁶⁶.

La información con que se cuenta para evaluar la evolución de los hidrocarburos en el contexto del POAL, corresponde a los Bifenilos Policlorados (PCB), los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y Totales (HCT). Las concentraciones de HAP en las aguas marinas se han mantenido bajo el límite de detección analítico (0,1 $\mu\text{g/L}$) conservando así la buena condición ambiental destacada para este parámetro, si se le compara con la guía internacional para HAP que considera un valor de toxicidad aguda de 300 $\mu\text{g/L}$ (Cuadro 6.9). Sólo una excepción se produjo el año 2012 en el que sólo una muestra registro una concentración de 0,65 ppb en bahía San Vicente (VIII región). Por su parte, las concentraciones de PCB en sedimento para el período 2008-2014 muestran presencia en cuerpos de agua de las Regiones II, V, VIII y X en sectores muy puntuales como pozas de abrigo de instalaciones portuarias, similar a lo indicado en el Informe País 2012.

Por otro lado, los Hidrocarburos Totales (HCT) en sedimento (Figura 6.56) muestran claros indicios de bajas en todas las regiones para el período 2011-2014. De hecho, para el período anterior evaluado 2008-2010 el promedio nacional de hidrocarburos fue de 138,1 mg/kg en los sedimentos, mientras que para 2011-2014 alcanzó los 41,4 mg/kg. Esta baja podría relacionarse con múltiples factores, destacando probablemente la mejora en la gestión de los residuos de HCT especialmente en los más importantes complejos marítimo-portuarios y de mayor movimiento de naves, disminución en las aguas residuales descargadas por los sistemas de alcantarillado y disminución de derrames de petróleo a nivel nacional. Esto se condice con la disminución a nivel mundial de derrames al medio marino, de acuerdo a lo señalado por la International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF 2015)¹⁶⁷.

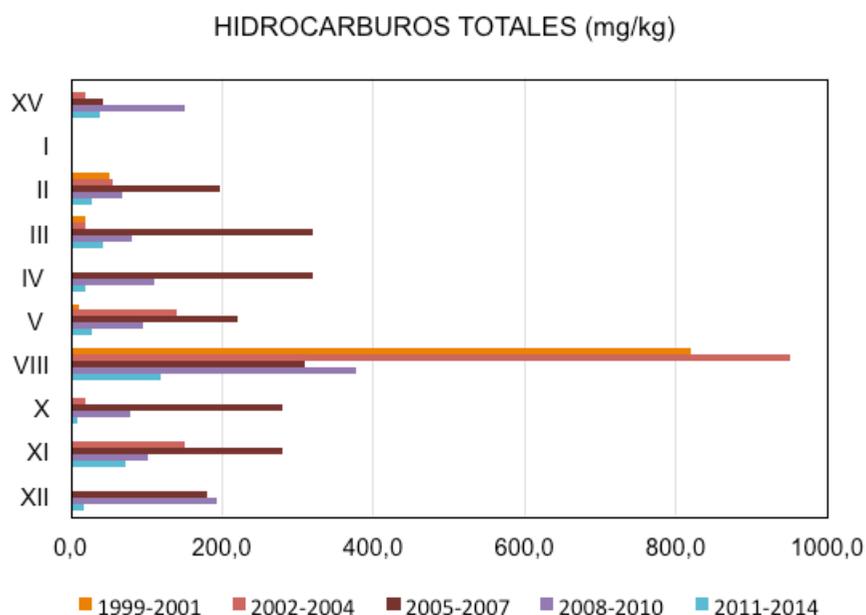
¹⁶³ATSDR, Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 1995. Reseña Toxicológica de los Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública, Atlanta.[en inglés]

¹⁶⁴Kim GB, KA Maruya, RF Lee, JH Lee, CH Koh & S Tanabe. 1999. Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from Kyeonggi Bay, Korea. *Marine Pollution Bulletin* 38: 7-15.

¹⁶⁵Kennish MJ. 1992. Ecology of estuaries: Anthropogenic effects, 494 pp. Marine Science Series, CRC Press, Florida.

¹⁶⁶Rudolph A, R Yañez & L Troncoso. 2001. Effects of exposure of *Oncorhynchus mykiss* to the water-accommodated fraction of petroleum hydrocarbons. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 66: 400-406.

¹⁶⁷ITOPF, International Tanker Owners Pollution Federation. 2015. Oil Tanker Spill Statistics 2015. <http://www.itopf.com/knowledge-resources/data-statistics/statistics/>

FIGURA 6.56.**Concentraciones de hidrocarburos totales (HCT) en los sedimentos marinos.**

6.3 EVOLUCIÓN DE LAS CAUSAS Y DETERMINANTES QUE INCIDEN EN EL ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO

6.3.1 Desequilibrios de las actividades productivas derivadas de la explotación del mar

Cuando se habla de desequilibrio de las actividades productivas derivadas de la explotación del mar con la sustentabilidad del recurso, se hace referencia principalmente a cómo han evolucionado las pesquerías en Chile. Por tal razón, se dará una pequeña reseña del sector pesquero productivo nacional, para seguidamente evaluar el estado actual del equilibrio productivo.

Hasta el año 1976, el sector pesca se radicaba en el Ministerio de Agricultura, con responsabilidad asignada específicamente a la División de Protección Pesquera del Servicio Agrícola y Ganadero. En 1976 se traspasó al Ministerio de Economía, creándose la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA), y posteriormente, en el año 1978, el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). En el año 1992, ambas instituciones agregaron Acuicultura a su nominación como entidad. Un cambio importante sucedió en enero de 2013, cuando se promulgó la modificación de la Ley de Pesca y Acuicultura, dirigida a la sostenibilidad y recuperación de las pesquerías.

En la actualidad, los actores privados se han agrupado en varios gremios. En primer lugar, la pesca industrial, la que se reúne en la Sociedad Nacional de Pesca (SONAPESCA), organización pesquera con carácter nacional. La integran empresas armadoras e industrias pesqueras que representan diversos rubros de producción a lo largo del país (congelados, conservas, salados, ahumados, harina y aceite de pescado, entre otros).

En segundo lugar, otro actor de gran relevancia, son los pescadores artesanales. La legislación chilena define a la pesca artesanal como la actividad pesquera extractiva realizada por personas naturales en forma personal, directa y habitual y, en el caso de las áreas de manejo, por personas jurídicas compuestas exclusivamente por pescadores artesanales, inscritos

como tales. Un pescador artesanal es aquél que se desempeña como patrón o tripulante en una embarcación artesanal. Si éste es dueño de hasta dos embarcaciones será armador artesanal; si su actividad principal es la extracción de mariscos, será mariscador y si realiza recolección y segado de algas será alguero. Dichas categorías de pescador artesanal no son excluyentes entre sí, por lo que una persona puede ser calificada y actuar simultánea o sucesivamente en dos o más de ellas, siempre que todas se ejerciten en la misma Región. Se entiende por embarcación artesanal aquella con una eslora máxima no superior a 18 metros y 80 metros cúbicos de capacidad de bodega, operada por un armador artesanal, identificada e inscrita como tal en los registros correspondientes. Se incluye a buzos de pesca extractiva, recolectores de orilla y algueros. Salvo excepciones debidamente autorizadas, para la pesca artesanal están reservadas las cinco primeras millas marinas, actividades en la playa y en las aguas interiores del país. Cabe señalar que en la primera milla, en general, sólo se puede realizar pesca extractiva con embarcaciones de hasta 12 metros de eslora.

Estos pescadores artesanales están agrupados en varias organizaciones, como la Confederación Nacional de Pescadores Artesanales de Chile (CONAPACH) y la Confederación Nacional de Federaciones de Pescadores Artesanales (CONFEPACH), que agrupa a su vez a catorce organizaciones. Otra entidad gremial importante es el Consejo Nacional por la Defensa del Patrimonio Pesquero (CONDEPP). El tercer actor lo constituye la acuicultura. Este subsector cuenta con entidades gremiales como la Asociación de la Industria del Salmón de Chile (SalmonChile), que reúne a varias empresas productoras, y la Asociación de Productores de Salmón Coho y Trucha (ACOTRUCH), entidad creada recientemente, a fin de obtener, entre otras medidas, una diferenciación de las normas sanitarias para estas especies con respecto al salmón del Atlántico.

Coincidentemente con lo observado en las concesiones para acuicultura, el mayor número de AMERB otorgadas ha sido para la Décima Región (292), seguido de la Cuarta Región, la Octava y la Décimo primera (con 81, 76 y 75 concesiones, respectivamente).

6.3.2 Contaminación de las actividades terrestres residenciales, productivas y de consumo

Los más de cuatro mil kilómetros de costas le permiten al país generar una serie de actividades productivas relacionadas al uso del borde costero, una de éstas corresponde a la obtención de energía a través de la instalación de centrales termoeléctricas, cuya construcción se ha realizado en forma progresiva durante los últimos años, generando debates en la opinión pública respecto a su ubicación y la vulnerabilidad que pueden generar al entorno que rodean. De acuerdo a lo publicado por el Ministerio de Energía¹⁶⁸ en base a información recopilada hasta el año 2015, la cantidad de plantas en operación a nivel nacional asciende a 119, esto en comparación al año 1999 muestra un ascenso cercano al 70%, considerando que hasta ese año existían sólo 38.

Ante esta situación de desarrollo productivo y cambios en el uso del borde costero, se debe tomar en cuenta los posibles efectos nocivos que se han asociado a la obtención de este tipo de energía, que debe contar con una fuente de agua para el correcto funcionamiento de su sistema de enfriamiento, en el caso de aquellas ubicadas en cercanía al borde costero se requiere la extracción de agua marina y su posterior devolución a una distinta temperatura.

Otros factores de importancia que se pueden mencionar respecto al posible impacto que conlleva el aumento en la cantidad de este tipo de plantas durante los últimos 17 años corresponden a: la emanación de químicos; la generación de ruido a partir del funcionamiento de las plantas; interferencias dentro de una posible zona recreativa; el impacto visual provocado; disminución en la biodiversidad del área circundante; entre otros.

Otro cambio importante que se ha generado respecto a la situación nacional entre los últimos años de la década de los noventa y el 2015 en el ámbito costero marino tiene relación con el desarrollo de la actividad portuaria del país. Este

¹⁶⁸Ministerio de Energía. Hidroelectricidad Sustentable, Centrales hidroeléctricas [en línea]. Disponible desde: <http://www.hidroelectricidadsustentable.gob.cl/>

cambio se produjo en base a la nueva normativa legal del año 1997, que permitió una modernización del sector portuario estatal a través de la autorización de concesiones para frentes de atraque y la incorporación de nuevas tecnologías, generándose mayor competitividad entre los puertos estatales y privados. Bajo estas nuevas condiciones, se incentivó la descentralización de la empresa portuaria, promoviendo la participación privada lo que ha mejorado la eficiencia del sector, ya que se han hecho mayores inversiones en tecnología y en infraestructura. Actualmente, el transporte marítimo es una de las principales vías de comercio exterior para Chile y provee una forma de comunicación para el transporte rápido y de mayor eficiencia para movilizar grandes volúmenes de carga. La mayor parte del comercio exterior nacional fluye por mar, siendo las exportaciones e importaciones una parte básica dentro del desarrollo de la economía chilena, cuyos mercados más importantes se localizan en la región Asia-Pacífico, seguida por Norteamérica, Sudamérica y Europa (MOPTT, 2005¹⁶⁹) (MOP, 2009¹⁷⁰). En el cuadro que se muestra a continuación se puede observar la diferencia en tonelaje del movimiento de cargas del sector portuario de los años 1999 y 2015.

Ante este gran crecimiento portuario observado, donde en algunos puertos se ha quintuplicado los volúmenes de carga transportada (Cuadro 6.5), es de importancia considerar los impactos que se pueden estar generando en el ambiente terrestre y marino respecto a las nuevas construcciones portuarias y a las operaciones que se realizan ahora en mayor magnitud, generándose una mayor carga en el uso del borde costero terrestre y en aguas oceánicas a través del tráfico marítimo. Esta tendencia observada de crecimiento y desarrollo portuario se presenta a nivel mundial con un estimado de aumento de tráfico marítimo a una tasa de 3,4% en el año 2014, mismo aumento obtenido en el año 2013 (UNCTAD/RMT/2015¹⁷¹).

CUADRO 6.5.

Movimiento de carga por empresa portuaria, años 1999 y 2015.

Empresa Portuaria	1999	2015
Arica	1.355.850	3.067.205
Iquique	985.923	2.061.573
Antofagasta	2.518.809	2.287.872
Coquimbo	242.725	733.232
Valparaíso	3.716.604	10.235.260
San Antonio	6.490.189	17.405.822
Talcahuano-San Vicente	2.495.616	5.622.777
Puerto Montt	461.415	864.138
Chacabuco	75.226	485.361
Austral	80.583	450.521
Total	18.422.775	43.213.762

Fuentes: Cámara Marítima y Portuaria de Chile A.G. (CONAMA) y SEP¹⁷².

¹⁶⁹Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones. 2005. Sistema Portuario de Chile 2005. Dirección Nacional de Obras Portuarias [en línea]. Disponible desde: www.dop.cl

¹⁷⁰Ministerio de Obras Públicas. 2009. Infraestructura Portuaria y Costera, Chile 2020. Dirección de Obras Portuarias. [en línea]. CONAMA. 2000. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial, Actividad Portuaria. Santiago, diciembre 2000.

¹⁷¹United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). 2015. Review of Maritim Transport. United Nations. Disponible desde: <http://www.unctad.org>

¹⁷²SEP http://www.sepchile.cl/documentacion/estadisticas-portuarias/?no_cache=1

Dentro de las fuentes de generación de contaminación e impactos ambientales debidas a actividades portuarias se encuentran las operaciones de carga, descarga, almacenamiento, transporte, disposición de residuos, obras de mantenimiento de instalaciones, junto a las actividades de transformación que se desarrollan en la zona aledaña al puerto. Por otro lado, el impacto urbano y vial de los puertos se relaciona con los volúmenes de carga transportados y los tipos de materiales y productos movilizados. Producto del alto tráfico de camiones pesados, las vías aledañas al puerto sufren deterioro, se produce congestión vehicular debido al tráfico de camiones que entran y salen al puerto, y a aquellos camiones que se estacionan en las calles cercanas al puerto, a la espera de cargar o descargar sus productos transportados.

Adicionalmente, se produce daño al valor estético y paisajístico, lo que genera conflictos con la comunidad aledaña al puerto. El impacto visual se produce por la presencia de los patios de acopio de contenedores en los puertos, generando estructuras relativamente altas, y por períodos de tiempo relativamente largos.

Otro problema considerado como contaminación por poblaciones aledañas a islas y fiordos de la zona sur austral se relaciona con las pesquerías y acuicultura en gran escala, la que no se ajusta a sus prácticas consuetudinarias históricas de obtención de recursos marinos costeros. Actualmente, los usos consuetudinarios se ven amenazados por la expansión de las industrias surgidas en torno a la explotación de recursos marinos para el mercado internacional (Skewes et al. 2012¹⁷³). Ante ello se considera imperativo por parte de comunidades costeras el propiciar formas de vinculación sustentables entre actores como la recuperación de espacios comunitarios, en un contexto donde se privilegia la privatización y competitividad.

6.3.3 Factores que influyen en la contaminación del mar y del borde costero por grupo de regiones

Desde 1999 a la fecha una serie de investigaciones ha dado más luces sobre la contaminación y el estado del borde costero y la situación del mar chileno. De esta manera a 2015 se puede tener una visión más precisa de lo que sucede en las regiones:

- Regiones XV, I, II y III

Las Regiones XV, I, II y III (Arica Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama, respectivamente), abarcan todo el Norte Grande y parte del Norte Chico de Chile. Esta zona se asocia evidentemente con la explotación y refinación de diversos minerales. No obstante, el cobre encabeza el listado entre los minerales más importantes de Chile, siendo en la actualidad el mayor país productor del mundo con un 34% del total de producción de cobre (COCHILCO 2015)¹⁷⁴. Lo anterior, ambientalmente, no ha sido gratuito. La producción del cobre se ha acompañado de pasivos ambientales, siendo los más importantes desde el punto de vista del medioambiente marino, la existencia de tranques de relaves cuyos residuos fueron descargados al mar durante años, ya sea en forma directa, a través de emisarios submarinos, como en forma indirecta, a través de cursos de aguas naturales (ríos, esteros). Esto trajo consigo amplias zonas costeras con presencia de altas concentraciones de metales pesados, tales como cobre, mercurio, cadmio, níquel y zinc, entre otros. Caso emblemático lo constituye Chañaral: desde 1938 y hasta 1991 los relaves de Potrerillos y El Salvador se vaciaron, a través del río Salado, en el litoral de Chañaral, lo que repercutió directamente en la calidad ambiental de sus playas. De acuerdo a Fernández et al. (2001)¹⁷⁵, las aguas marinas de la zona intermareal de Chañaral presentaron valores de cobre promedio de 190 ppb, dos

¹⁷³Skewes J, R Álvarez y M Navarro. 2012. Usos consuetudinarios, conflictos actuales y conservación en el borde costero de Chiloé insular. Magallania (Chile). Vol. 40(1):109-125.

¹⁷⁴<http://www.cochilco.cl/>

¹⁷⁵Fernández E, ML Silva, I Sánchez, O Pavez, R Díaz & P Fabry. 2001. Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar, Viña del Mar, p. 31.

órdenes de magnitud por sobre los medidos más al interior y en otras áreas de la Región de Atacama. Esta alteración de las aguas y sedimentos por metales pesados no sólo puede causar la muerte de muchos organismos marinos, sino también algunos de ellos, como los moluscos filtradores, pueden bioacumular grandes concentraciones en sus tejidos, traspasando estos elementos en la trama trófica, pudiendo alcanzar al ser humano que consume a estos organismos. Esto resulta especialmente relevante en ciudades costeras del norte de Chile (Arica, Iquique, Antofagasta, por mencionar algunas), dada la gran cantidad de caletas pesqueras que se localizan en esta zona del litoral: 49 caletas pesqueras oficiales entre la XV y II Regiones de acuerdo al D.S. 240/1998 que fija nomina oficial de caletas de pescadores artesanales.

Otra fuente importante de aportes de contaminantes al medio marino la constituyen los puertos comerciales, pesqueros y/o de cabotaje del norte de Chile. En esta zona del país es posible encontrar tres grandes puertos: Arica, Iquique y Antofagasta. A esto se adicionan otros puertos de menor envergadura como Patache, Mejillones, Taltal, Tocopilla, Huasco, Chañaral y Caldera (DIRECTEMAR 2016)¹⁷⁶. La ubicación de los puertos privilegia el interior de las bahías, considerando la protección a vientos y/o marejadas y, en general, la presencia de corrientes de menores magnitudes, aumentando así los tiempos de residencia y la sedimentación de partículas en dichos sectores. La actividad portuaria es compleja, requiere de servicios de carga/descarga, suministros, combustible, traslado de personal y reparaciones, lo que sumado a eventos de derrames crónicos de hidrocarburos e ingreso de residuos, hacen de las zonas portuarias sistemas fuertemente alterados, con una alta presión ambiental y una paulatina alteración de la calidad de las aguas y sedimentos (Ahumada 1995, Rudolph et al. 2002). Existe abundante evidencia sobre la acumulación de contaminantes en el sedimento de las instalaciones portuarias y sus alrededores. Aguirre-Martínez et al. (2009)¹⁷⁷, por ejemplo, en estudio comparativo de los puertos de Iquique, San Vicente y Talcahuano, mostró que el de Iquique presentó las mayores concentraciones de metales (20 $\mu\text{g/g}$ de cadmio; 370 $\mu\text{g/g}$ de plomo y 514 $\mu\text{g/g}$ de cobre). Otras bahías del Norte Grande han sido profusamente estudiadas, como la Bahía de Mejillones del Sur (Valdés & Sifeddine 2009¹⁷⁸; Valdés et al. 2000¹⁷⁹, 2005¹⁸⁰, 2008¹⁸¹), Bahía San Jorge (Calderón & Valdés 2012)¹⁸², sistema de bahías de Caldera (Valdés & Castillo 2014)¹⁸³, por mencionar algunas. Calderón & Valdés (2012)¹⁹ encontraron que la mayor concentración de metales pesados en sedimentos correspondió al sector del Puerto de Antofagasta; en tanto, Valdés & Castillo (2014)²⁰ concluyeron que los niveles de metales medidos en las bahías Caldera, Calderilla, Inglesa y Salada, mostraron un enriquecimiento incipiente de metales pesados asociado a la actividad antrópica desarrollada en la zona pero que, de momento solamente, suponen un riesgo ocasional para las comunidades bentónicas. Por su parte, Valdés & Sifeddine (2009)¹⁵ demostraron que en la Bahía Mejillones los sedimentos marinos estarían levemente enriquecidos en la actualidad por níquel, plomo y zinc, aun cuando los valores se mantendrían dentro de un rango cercano a los niveles preindustriales.

Otra fuente de aporte de contaminantes al medio marino en la zona norte analizada la constituyen los procesos de elaboración de la harina de pescado. Si bien la nueva institucionalidad ambiental ha permitido la disminución notable de la descarga de residuos industriales líquidos directamente desde el borde costero a las aguas y sedimentos marinos, no ha impedido la descarga del pescado desde las bodegas de los barcos, aportando principalmente agua y materia orgánica, reflejados en restos de pescado, escamas, vísceras, sangre, que son devueltos, la mayor de las veces, sin tratamiento alguno.

¹⁷⁶<<http://www.directemar.cl/>>

¹⁷⁷Aguirre-Martínez G, A Rudolph, R Ahumada, R Loyola & V Medina. Toxicidad no específica en sedimentos portuarios, una aproximación al contenido de contaminantes críticos. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44: 725-735.

¹⁷⁸Valdés J & A Sifeddine. 2009. Composición elemental y contenido de metales en sedimentos marinos de la bahía Mejillones del Sur, Chile: evaluación ambiental de la zona costera. *Latin American Journal of Aquatic Research* 37(2): 131-141.

¹⁷⁹Valdés J, L López, SL Mónaco & L Orlieb. 2000. Condiciones paleoambientales de sedimentación y preservación de la materia orgánica en bahía Mejillones del Sur (23°S), Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 35(2): 169-180.

¹⁸⁰Valdés J, G Vargas, A Sifeddine, L Ortlieb & M Guíñez. 2005. Distribution and enrichment evaluation of heavy metals in Mejillones bay (23°S), northern Chile: geochemical and statistical approach. *Marine Pollution Bulletin* 50: 1558-1568.

¹⁸¹Valdés I, D Román, G Alvarez, L Ortlieb & M Guíñez. 2008. Metals content in surface waters of an upwelling system of the northern Humboldt Current (Mejillones Bay, Chile). *Journal of Marine Systems* 71: 18-30.

¹⁸²Calderón C & J Valdés. 2012. Contenido de metales en sedimentos y organismos bentónicos de la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 47(1): 121-133.

¹⁸³Valdés J & A Castillo. 2014. Evaluación de la calidad ambiental de los sedimentos marinos en el sistema de bahías de Caldera (27°S), Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research* 42(3): 497-513.

Otra actividad que se vincula a los sectores costeros y que en los últimos años ha aumentado en Chile su presencia en el norte del país, son las centrales termoeléctricas, especialmente las que utilizan como fuente de energía el carbón. (Ver Capítulo 9 Energía) Como parte de su proceso de producción de energía, estas plantas deben ser enfriadas, para lo cual utilizan principalmente un sistema de enfriamiento directo en el que agua de mar es captada y bombeada a los condensadores, para luego ser emitida a una temperatura 8 a 12°C por encima de su temperatura de entrada, siendo posteriormente devuelta con esta nueva temperatura al mar. Se estima que las termoeléctricas requieren de aproximadamente 95 litros de agua para producir 1 kWh, (Feeley III et al. 2008)¹⁸⁴. En el caso de termoeléctricas costeras, adicionalmente, la captación de agua implica además que grandes cantidades de organismos planctónicos sean sometidos a rápidos incrementos de temperatura y presión, daños mecánicos por abrasión y efecto de biocidas antiincrustantes, provocando impactos negativos sobre su abundancia, composición y sobrevivencia (Bamber & Seaby 2004)¹⁸⁵. Roco (2010)¹⁸⁶ demostró que el efecto combinado de aumento de temperatura en 6°C y presencia de antiincrustantes disminuye drásticamente las tasas de ingestión de alimento y de crecimiento y la supervivencia de juveniles del gasterópodo *Concholepas concholepas*, además de afectar la producción de proteínas de estrés térmico. En la actualidad las centrales termoeléctricas forman parte del paisaje costero nacional, especialmente en algunas bahías. Así, en Bahía de Mejillones se encuentra la Central Termoeléctrica Mejillones, Central Termoeléctrica Angamos y la Central Termoeléctrica Andina y se encuentra en construcción la Central Termoeléctrica Kelar. En Tocopilla se encuentra la Central Termoeléctrica Norgener (Unidades I y II), mientras que más al norte, cerca de Patache, se haya la Central Tarapacá. Por el sur, se encuentra la Central Termoeléctrica Taltal.

Junto con lo anterior, y teniendo como característica también la toma de agua, han comenzado a aparecer las plantas desalinizadoras, como respuesta a la escasez de agua potable y de agua para usos industriales en el norte de Chile. Una planta desaladora capta agua del mar y la procesa mediante distintos sistemas hasta convertirla en apta para el consumo humano y/o para usos industrial y agrícola. Desde el punto de vista medioambiental el funcionamiento de estas plantas se correlaciona con varios impactos en el medio marino: generación de descarga de salmuera (por lo general, hasta 69 g/L, considerando que el agua de mar en el norte de Chile promedia los 34-35 g/L), que pueden contaminar los acuíferos y dañar los ecosistemas acuáticos, debido al contenido en sales; succión de aguas con contenido de plancton, afectando la productividad primaria y secundaria; y aporte de contaminantes, debido a los pretratamientos químicos y anticorrosivos (cloruro férrico, ácido cítrico, ácido sulfúrico, entre otros compuestos).

El uso de agua de mar para propósitos de enfriamiento y de desalinización y su posterior descarga de aguas calientes e hipersalinas hacia el mar, evidentemente provoca efectos mortales inmediatos sobre diversos componentes de la flora y de la fauna, así como efectos indirectos, tales como alteración en la movilidad y comportamiento, crecimiento, tamaño o alteración de la madurez sexual de tales organismos.

- Regiones IV a VII

Las Regiones IV a VII (Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins y Maule, sin contar la Región Metropolitana), el desarrollo de la zona se basa fundamentalmente en las actividades comercial, silvoagropecuaria e industrial, en esta última destaca la industrialización de harina de pescado y conservas, así como también la minera, representada por la extracción de oro, plata, cobre y manganeso, ambas presentes en menor escala a la existente en la zona norte.

¹⁸⁴Feeley III TJ, TJ Skone, GJ Stiegel, JR, A Mcnemar, M Nemeth, B Schimmoller, JT Murphy & L Manfredo. 2008. Water: A critical resource in the thermoelectric power industry. *Energy* 33: 1-11.

¹⁸⁵Bamber RN & RMH Seaby. 2004. The effects of power station entrainment passage on three species of marine planktonic crustacean, *Acartia tonsa* (Copepoda), *Crangon crangon* (Decapoda) and *Homarus gammarus* (Decapoda). *Marine Environmental Research* 57: 281-294.

¹⁸⁶Roco R. 2010. Efecto del aumento de temperatura y presencia de pintura anti-incrustante sobre la supervivencia, crecimiento, alimentación y estrés en juveniles de loco *Concholepas concholepas* (Gastropoda, Muricidae): Impacto potencial de termoeléctricas costeras. Tesis de Licenciatura, Universidad Católica del Norte, Coquimbo.

Por lo anterior, las principales fuentes de contaminación de mar la constituyen la agricultura (fertilizantes, herbicidas, fungicidas e insecticidas principalmente), los que suelen alcanzar el mar desde zonas interiores a través de los ríos. Ejemplo de ello lo representa la cuenca del río Aconcagua en la V Región, que se constituye en el soporte para los principales asentamientos humanos, procesos productivos y de servicios de la Región de Valparaíso. De acuerdo al CENMA (2015)¹⁸⁷ el río Aconcagua es el segundo eje de crecimiento de la región donde se llevan a cabo diferentes actividades de minería en la cordillera, como es la División Andina de CODELCO Chile en el río Blanco, y en las cabeceras de algunos tributarios (Estero Catemu, Los Litres). Existen también importantes proyectos hidroeléctricos en la zona (Termoeléctricas San Isidro y Nehuenco), que son alimentados con aguas de la parte alta de la primera sección del río Aconcagua, y una importante y extensa actividad agrícola. Otras actividades como extracción de áridos, industria manufacturera, turismo y servicios de transporte se desarrollan en la cuenca, haciendo de ella una zona de alta demanda y múltiples usos. La acción antrópica sobre el río Aconcagua ha influido en la pérdida evidenciada en la calidad del suelo y de las aguas marinas sobre las cuales descarga el río.

Otra fuente evidente de aporte de contaminantes a las aguas marinas en estas regiones son las descargas domésticas de aguas servidas y residuos industriales líquidos, como consecuencia de la alta actividad industrial y la presencia de los núcleos urbanos más importantes (Santiago, Valparaíso), con alta densidad poblacional. En estas regiones se encuentran 2 de las tres regiones más grandes de Chile: Metropolitana de Santiago (7.399.042 habitantes) y Valparaíso (1.842.880 hab.). Lo anterior genera gran cantidad de aguas servidas, que si bien gran parte de ellas reciben un tratamiento antes de ser vertidas al mar, aún persisten aguas que se vierten directamente al mar por múltiples efluentes existentes a lo largo de la línea de costa, generando principalmente contaminación microbiológica por altos contenidos de coliformes fecales. Esto último no sólo repercute en la salud de las personas en forma directa por contagio de enfermedades infecciosas (cólera, hepatitis, etc.), sino que también se puede afectar la salud de la población a través del consumo de pescados y mariscos contaminados con agentes patógenos causantes de una serie de enfermedades, especialmente del tipo gastrointestinal.

Finalmente, debe destacarse que entre las Regiones IV y VII también se halla un sistema importante de bahías que alberga muchas actividades industriales, destacando las del tipo portuaria, pesquera, acuícola y energía. Así, el sistema de bahías de la IV Región, constituye un foco importante de actividad portuaria, pesquera y acuícola, que ha generado impacto en las mismas. Destacan las bahías de Coquimbo, Guanaqueros y Tongoy. En éste se encuentra el puerto de Coquimbo y el de Tongoy, con sus respectivos aportes de polutantes al medio marino. La actividad pesquera también resulta relevante: sólo en la IV Región se localizan 33 caletas pesqueras oficiales (D.S. 240/1998). La actividad acuícola es activa también en la IV Región, la que produjo en el año 2014 (SERNAPESCA 2014)¹⁸⁸, 1.189 toneladas del alga pelillo, 90 ton. de abalón rojo, 3.340 ton. de ostión del norte y 30 ton. de ostra del pacífico. El cultivo de organismos filtradores como ostiones y ostras, aunque no implica un suministro externo de alimento, también tiene diferentes efectos ambientales y concentran elementos de desecho en las inmediaciones a los centros donde son cultivados (Buschmann 2001)¹⁸⁹. Sin embargo, es necesario indicar que sus efectos son al menos 15 veces menores que el de organismos que requieren un aporte exógeno de alimento como en el caso de los salmones. A pesar de ello, debe indicarse que los filtradores producen un aumento de la biodepositación en el lugar de cultivo junto con una disminución de la sedimentación en un área geográfica mayor, fenómeno que no ocurre en el cultivo de salmones.

Las bahías en la V Región también presentan ocupación portuaria, pesquera y de proyectos energéticos, entre otros usos. Así, la bahía de Quintero presenta múltiples usos, todos los cuales generan intervención antrópica. Destacan Centrales Termoeléctricas, el Puerto de Ventanas (aportando carbón y cobre al borde costero), terminales marítimos de combustibles,

¹⁸⁷CENMA, Centro Nacional del Medio Ambiente. 2015. Estudio para actualización de antecedentes técnicos para desarrollar la norma secundaria de calidad para la protección de las aguas continentales en la cuenca del río Aconcagua, Región de Valparaíso. Informe Final. SEREMI Medio Ambiente, Región de Valparaíso, Ministerio de Medio Ambiente, Valparaíso. 100 pp.

¹⁸⁸ www.sernapesca.cl

¹⁸⁹Buschmann AH. 2001. Impacto ambiental de la acuicultura. El estado de la investigación en Chile y el Mundo, 63 pp. Terram Publicaciones, Santiago.

las caletas pesqueras de El Embarcadero y El Manzano, playas de uso turístico como Loncura y Ventanas, Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (Ventanas – Los Lunes y Norweste Península Los Molles), entre otras actividades.

Desde la VI a la VII Regiones la información sobre contaminación marina es muy escasa. No se registran puertos de importancia, con excepción del puerto privado de Constitución. Se ha identificado que en la Región del Maule casi la totalidad de las localidades descargan indirectamente sus aguas servidas al mar, ríos, esteros o canales, los que tienen como punto común de encuentro el océano.

- Regiones VIII a X

Esta es una zona que cuenta con variados recursos naturales, los que constituyen el desarrollo de múltiples actividades, que incluye la agrícola, ganadera, industrial forestal, del papel y la celulosa, minería del carbón y del acero, constituyéndose además como la principal zona productora de harina de pescado y desarrollo de la acuicultura del país. También se constituye como una zona con alta densidad poblacional. De hecho, la VIII del Biobío es la segunda región con mayor cantidad de habitantes (2.127.902 habitantes, INE 2014)¹⁹⁰. También destaca entre estas regiones el sector silvoagropecuario, cuya producción constituye la materia prima fundamental para el desarrollo de la agroindustria de la zona, como por ejemplo, lecherías, molineras, plantas faenadoras de carnes, entre otras.

La VIII Región se caracteriza por poseer bahías de múltiples usos altamente intervenidas. Ejemplo de ello es la Bahía San Vicente-Talcahuano. En la bahía San Vicente coexisten distintas actividades: un complejo siderúrgico, industrias químicas, industrias pesqueras, astilleros menores, actividades de cabotaje, puerto pesquero artesanal, bancos de mariscos de explotación artesanal y áreas de cultivo marinos. Ahumada et al. (1989)¹⁹¹ indicaron que en términos estéticos, en esta bahía el deterioro ambiental es evidente y se observan incompatibilidades de usos. En la década de los 80, el crecimiento de la industria pesquera de la Región del Biobío fue notable, instalándose numerosas industrias que poseían tecnologías inadecuadas u obsoletas para evitar la contaminación marina con sus aportes de riles a las bahías de la zona. Las industrias de harina de pescado, ubicadas en Talcahuano y San Vicente, emitieron altos niveles de grasas y aceites al mar, como también significativas concentraciones de desechos nitrogenados, provenientes de la degradación de proteínas musculares del proceso de cocción de peces y de su sangre. En muchos casos, estas aguas fueron vertidas con altas temperaturas y con compuestos químicos. En 1988, los problemas de contaminación marina por riles en Talcahuano y San Vicente alcanzaron sus niveles más críticos, con nueve industrias pesqueras en operación en Canal El Morro o Rocuant y seis en Bahía de San Vicente, vertiendo sus riles al medio marino, a veces directamente sobre las playas. Los efectos más negativos se observaron en Marisma Rocuant transformando rápidamente este ecosistema en un lugar pestilente por los malos olores, con vegetación cubierta de aceites y grasas y eliminado todo rastro de vida acuática que existía en el (EULA 2014)¹⁹². Hoy en día la situación ha cambiado, pero aun la marisma no se recupera totalmente, pese a que desde el año 1990, existen diversos reglamentos y decretos que obligaron a las industrias pesqueras de la zona a mejorar sus procesos productivos, principalmente sus riles, y, de este modo atenuar la contaminación del medio marino, terrestre y atmosférico. Los problemas de contaminación más serios que produjeron los riles pesqueros sin un adecuado tratamiento en el ambiente marino costero fueron: a) disminución del oxígeno disuelto en la columna de agua debido a la demanda para oxidar la materia orgánica; b) creación de bolsones de aguas sin oxígeno; c) aumentos de la temperatura del agua; y, d) cubrimientos de la superficie del agua y orillas de playas con capas de aceites y grasas insolubles.

¹⁹⁰ www.ine.cl

¹⁹¹ Ahumada R, A Rudolph, S Madariaga & F Carrasco. 1989. Descripción de las condiciones oceanográficas de la Bahía San Vicente y antecedentes sobre los efectos de la contaminación. *Biología Pesquera*, Chile 18: 37-52.

¹⁹² EULA. 2014. Proyecto Análisis de Riesgos de Desastres y Zonificación Costera, Región del Biobío. Código BIP 30098326, Expediente Comunal Talcahuano, Gobierno Regional Región del Biobío, 89 pp.

Otras áreas costeras que están afectadas por la descargas de riles son Lota, Coronel y Arauco, donde la existencia de industrias pesqueras en las dos primeras, y de celulosa, en la última, sumadas a las descargas directas de aguas servidas crean situaciones de alta contaminación química y orgánica con la consiguiente desfaunación en el bentos marino.

La Bahía de Concepción también ha sido estudiada desde ya hace algunos años. Chuecas (1989)¹⁹³ determinó en sedimentos marinos de la bahía que las concentraciones promedios máximas de mercurio (1,32 ppb) corresponderían a valores muy superiores, tanto al estándar EPA (0,10 ppb) como también a la concentración natural promedio (0,05 ppb). No obstante Carrera et al. (1993)¹⁹⁴ consideraron que los niveles de cadmio, cobre, cobalto, níquel, plomo y zinc en la bahía de Concepción eran bajos y similares a los niveles considerados como naturales. También Franco et al. (2001)¹⁹⁵ analizaron los contenidos de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en la bahía Concepción, concluyendo que los sedimentos de las estaciones localizadas cercanas a los puertos de Penco y Lirquén y desembocadura del río Andalién (y puerto de Talcahuano) presentaron las mayores concentraciones de hidrocarburos alifáticos. Los resultados indicaron también al puerto de Talcahuano, como el área de mayor acumulación de hidrocarburos tanto alifáticos como aromáticos.

Como se mencionó anteriormente, la alta población de la VIII Región ha generado también problemas en la descarga de aguas servidas al mar. La habilitación de emisarios submarinos para eliminar las aguas servidas se ha incrementado en la VIII Región. En la actualidad, existen tres emisarios de este tipo ubicados en los sectores de Penco-Lirquén, Tomé y Coronel Sur, y pronto estarán en funcionamiento los de Coronel Norte, Lota y San Vicente-Talcahuano. Este último será el de mayores proporciones, internándose en el mar 1.800 m en Punta Los Lobos, en el sector norte de la Bahía de San Vicente.

Finalmente, la costa de la VIII Región se está transformando en una importante zona de actividad portuaria, para atender la demanda de transporte de diversos tipos de cargas que llegan o salen vía marítima. En el litoral de la región existen muelles para la operación de buques de cargas en Lirquén, Talcahuano, San Vicente, Huachipato y Lota y desembarque de pesca en Tomé, Lirquén, Penco, Talcahuano, San Vicente, Lota, Coronel y Lebu. Como se ha descrito, toda la actividad portuaria tiene potenciales impactos sobre el ambiente marino en su construcción (instalación de pilotes y molos de protección para los muelles), los que una vez funcionando pueden alterar los flujos de corrientes y depositación de sedimentos. Junto con lo anterior se debe destacar la actividad de reparación y/o construcción de buques y naves mayores en diques o astilleros como los de ASMAR, en el suroeste de la Bahía de Concepción y de empresas privadas, en el sector norte de la Bahía de San Vicente, dentro del puerto del mismo nombre. Esta actividad genera focos de contaminación por el uso de pinturas tóxicas antiincrustantes a base de compuestos químicos como el estaño, por eliminación de restos de pinturas y arena en el proceso de repintado de los cascos y estructuras de las naves, y en general los residuos de diferentes tipos resultantes de la mantención o carena de las embarcaciones (CONAMA 2013)¹⁹⁶.

En la IX Región de La Araucanía la contaminación de los cursos de agua se debe a la presencia de ciudades ubicadas en las riberas de los ríos, como Temuco, Lautaro, Nueva Imperial y Carahue, entre otros. La mayor parte de ellas vierten sus aguas servidas sin tratamientos y a pesar que actualmente se piensa que los ríos aún son capaces de autodepurar sus aguas, no se ha evaluado científicamente el impacto futuro, al ritmo actual de crecimiento de las ciudades. El litoral marino de la IX Región se extiende por unos 120 km. La costa es en general, rectilínea y por lo mismo abrupta, careciendo de puertos abrigados que permitan una explotación industrial de los recursos marinos, aunque hay un predominio de líneas arenosas y vastos campos de dunas. Los dos ríos más importantes que desembocan en el mar son el Imperial, en Puerto Saavedra, y el río Toltn. El estudio efectuado por CADE-IDEPE (2004)¹⁹⁷ para la Dirección de Aguas de Chile caracterizó la cuenca del

¹⁹³Chuecas L. 1989. Contaminación marina por metales pesados en el litoral de la región del Biobío, Concepción, Chile: el caso del mercurio y el cadmio. *Ambiente y Desarrollo, Chile* 1: 137-145.

¹⁹⁴Carrera ME, V Rodríguez, R Ahumada & P Valenta. 1993. Metales trazas en la columna de agua y sedimentos blandos en Bahía de Concepción, Chile. *Determinación mediante voltametría de redisolución*. *Revista de Biología Marina* 28: 151-163.

¹⁹⁵Franco C, A Rudolph, J Becerra & A Barros. 2001. Análisis de hidrocarburos en sedimentos de Bahía Concepción por cromatografía en capa fina. *Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar, Viña del Mar*, p. 33.

¹⁹⁶CONAMA. 2013. *De mar a cordillera. Octava Región del Biobío*, 147 pp. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago.

¹⁹⁷<<http://www.sinia.cl/1292/w3-article-31018.html>>

río Imperial detallando el conjunto de ríos que aportan a la cuenca y determinando una serie de fuentes de contaminación del tipo difusa desde centros poblados, por plaguicidas y fertilizantes, que podrían modificar parámetros como pH, metales traza como el cobre, cromo, hierro, manganeso y aluminio, entre otros, que llegarían finalmente al mar.

Otro aspecto significativo de la IX Región es la intensa explotación de los recursos marinos, la cual se ha intentado paliar con el establecimiento de AMERBs, localizadas en Queule y la barra del Toltén. Una situación similar se aprecia en la XIV Región de Los Ríos. No obstante en ella, el foco de la contaminación se ha centrado en sus ríos, siendo emblemático el caso del denominado "desastre" del Santuario de la Naturaleza del Río Cruces – un área protegida oficialmente desde 1981 por el Estado de Chile y por la Convención RAMSAR –, que comenzó a dar sus primeras señales en mayo de 2004, a cuatro meses de la entrada en operación de la Planta de Celulosa de CELCO, con cambios de conducta de los cisnes de cuello negro, hasta registrar la muerte de más de mil cisnes. Este río pasa en su trayecto por las localidades de San José de la Mariquina, Punucapa y Valdivia, y se une finalmente al río Valdivia que desemboca en el mar. El río Valdivia, por su parte, nace en la ciudad de Valdivia donde confluyen los ríos Calle-Calle y Cau-Cau, en el sureste de la Isla Teja. Luego fluye al sur de la isla y recibe las aguas del río Cruces para terminar en la Bahía de Corral, donde desemboca. La importancia de la cuenca del río Valdivia y su influencia en el estado ambiental de la costa en donde desembocan queda de manifiesto en que en enero de 2015, mediante DS. 1/2015 MMA, se "establecen normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Valdivia", reconociendo la relevancia del estuario del río Valdivia, dada su función biológica irremplazable en la producción y el desarrollo de numerosas especies, a tal punto que son reconocidos como verdaderas "áreas de crianza" y hábitats promotores para el desarrollo de larvas de distintas especies de peces, debido a su alta producción biológica, tanto primaria como secundaria. Asimismo, en la parte terminal del río Cruces se ubica el humedal río Cruces, de tipo costero estuarial, que se formó como consecuencia del hundimiento del terreno por el terremoto de 1960. Éste fue declarado "Santuario de la Naturaleza Río Cruces y Chorocamayo" (Decreto Supremo N° 2.734 del 3 de junio de 1981 del Ministerio de Educación). Adicionalmente, por ser un sitio de relevancia para las especies, comunidades, ecosistema en general y en particular para aves acuáticas y peces, el 27 de julio del año 1981 fue declarado Humedal de Importancia Internacional en el marco de la Convención de RAMSAR, denominado "Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter" (N° Lista RAMSAR 6CL001). Finalmente, la importancia del río Valdivia y su influencia en el estado del borde costero donde desemboca, se refleja en la alta biodiversidad del mismo, contando con registros de 61 especies de microalgas, 120 especies de plantas acuáticas, 67 especies de invertebrados acuáticos y 20 especies de fauna íctica (70% endémicas y 17 en alguna categoría de conservación).

Cabe mencionar, adicionalmente, que en las riberas de la cuenca del río Valdivia habita una población de aproximadamente 370 mil habitantes (INE 2015). Asimismo, los usos de suelos colindantes corresponden a bosque nativo (49%), actividad agropecuaria (28%) y plantaciones forestales (15%). Las principales actividades económicas asociadas a la cuenca y al sistema estuarial corresponden a las actividades silvoagropecuarias, agrícolas, ganaderas, industriales, con un gran número de empresas de este rubro (principalmente empresas forestales e industrias de la madera) y, en menor medida, actividades de acuicultura (cultivos de mitílidos y salmónidos). Además, esta cuenca es de importancia turística para la región y en ella se realizan actividades de pesca deportiva, destacándose además su uso como fuente de provisión de agua potable. La población urbana de la parte baja de la cuenca se concentra mayoritariamente en la ciudad de Valdivia, la cual en su mayoría posee servicios de alcantarillado y de tratamiento de aguas servidas. No obstante, claramente todas estas actividades ejercen presión sobre la calidad de las aguas de la cuenca del río Valdivia, lo que llevó a la elaboración de la citada norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Valdivia. Esto será de vital importancia, pues en las riberas de la cuenca se hallan 12 caletas pesqueras, mientras que en el borde costero de la desembocadura del río se localizan 45 AMERs (SUBPESCA 2016)¹⁹⁸.

¹⁹⁸<www.subpesca.cl>

En tanto, la X Región presenta, como principal fuente contaminante del mar, la fuerte actividad de Acuicultura, cuya expansión en cuerpos de agua marinos y lacustres, ha producido beneficios socioeconómicos sustanciales para el país. Sin embargo, en algunos cuerpos de aguas que son utilizados para esta actividad ha acarreado cambios ecológicos indeseables. Los principales impactos asociados a la acuicultura en la X Región se relacionan con el aporte de la actividad de salmonicultura de fecas y restos de alimentos de los peces a los sedimentos, lo que contamina el borde costero y el fondo marino. Además, el cultivo de salmones presenta riesgos para las demás especies de la zona. También los salmones presentan enfermedades cuyo tratamiento involucra antibióticos, con el consecuente daño para el ambiente marino (por contaminación) y riesgo para la salud de las personas. Pese a que esto ha sido controlado en los últimos años, faltan estudios para comprobar la ausencia de estos en aguas y sedimentos. Adicionalmente, la acuicultura aporta con el enriquecimiento de nutrientes inorgánicos solubles en agua (nitrógeno y fósforo), lo que produce, entre otros efectos, consumo de oxígeno disuelto para su degradación. Otros efectos indeseados incluyen: interacción entre las especies cultivadas (escapadas) y las naturales; la introducción y transferencia de especies exóticas, ambos fenómenos que afectan la biodiversidad de especies y en consecuencia la estabilidad del ecosistema, los usos de importantes extensiones de agua y la disminución del valor paisajístico de algunos sectores.

Independiente de lo anterior, las aguas y fondos marinos de la X Región no se hayan exentas de otros contaminantes, como hidrocarburos. Bonert et al. (2010)¹⁹⁹ analizaron la presencia de hidrocarburos en sedimentos superficiales del Seno Reloncaví y el Golfo de Corcovado. Los autores detectaron la presencia de hidrocarburos alifáticos procedentes de plantas terrestres, pero confirmaron en la localidad de Quellón²⁰⁰ la presencia de muestras asociadas a combustibles derivados del petróleo. Alarcón (2002)²⁰⁰, por su parte, determinó la presencia de elementos traza (Cd, Cu, Ni, Pb, Hg y As) en agua de mar y sedimentos de la Bahía de Puerto Montt. En agua de mar Alarcón (2002)³⁷ halló concentraciones promedio de Cu de 1,80 µg/L, Cd 0,03 µg/L, Ni 0,8 µg/L, Pb 0,59 µg/L, As 0,7 µg/L y para Hg de 0,24 µg/L. En las muestras de sedimento el autor determinó concentraciones promedio de Cu de 29,6 mg/kg, Cd 0,06 mg/kg, Ni 13,19 mg/kg, Pb 2,07 mg/kg, As 2,59 mg/kg y Hg de 0,02 mg/kg. El autor concluye que hay un efecto de las actividades producidas por el hombre en las zonas cercanas a la Bahía de Puerto Montt, debido a las descargas de sus desechos directamente al mar, como las empresas salmoneras, astilleros, los emisarios del alcantarillado, etc. Además habría evidencias de la contaminación antrópica debida a los vehículos motorizados, humo de las chimeneas, etc., dada la elevada concentración de los metales analizados especialmente en el punto de muestreo de Puerto Montt. Estas conclusiones fueron compartidas por el estudio de Peña (2006)²⁰¹, quien concluyó que habría localidades como Chiquihue y Puerto Montt que presentan mayores concentraciones de ciertos metales en sedimentos a diferencia de las otras localidades: Cu 38,92 (µg/g) en Chiquihue, Cd 0,148 (µg/g) en Puerto Montt, Pb 12,97 (µg/g) en Puerto Montt, Hg 0,24 (µg/g) en Puerto Montt y As 11,59 (µg/g) en Chiquihue. Esto evidenciaría impacto de estas localidades por elementos traza.

- Regiones XI a XII

Estas regiones basan su desarrollo económico esencialmente en su amplio potencial silvoagropecuario, pesquero y minero. En este último caso, resulta relevante la explotación de hidrocarburos, la que se lleva a cabo tanto en el continente como en la plataforma continental sobre el Estrecho de Magallanes.

¹⁹⁹Bonert C, L Pinto & R Estrada. 2010. Presencia de hidrocarburos en agua y sedimentos entre el Seno Reloncaví y el Golfo Corcovado (X Región) - CIMAR 10 Fiordo. Ciencia y Tecnología del Mar 33(2): 89-94.

²⁰⁰Alarcón S. 2002. Determinación de elementos traza (Cd, Cu, Ni, Pb, Hg y As) en agua de mar y sedimento de la Bahía de Puerto Montt, año 2002. Tesis de Grado, Título de Químico Farmacéutico, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 88 pp.

²⁰¹Peña N. 2006. Determinación de elementos traza (Ni, Cu, Pb, Cd, As y Hg) en el Seno de Reloncaví, 2003. Tesis de Grado de Químico Farmacéutico, Universidad austral de Chile, Valdivia, 91 pp.

En particular, la XII Región presenta actividades de extracción de petróleo desde plataformas marinas, a lo que se suma el elevado tráfico de barcos que navegan la zona de los canales y que cruzan el Estrecho de Magallanes. Dado que esta es una zona de fiordos, estrechos y canales, la convierte en un área de riesgo y daño ambiental potencial por hidrocarburos debido a las dificultades que presentan a la navegación y la cercanía a la costa. Un hecho histórico que avala este riesgo lo constituye el varamiento del B/T "Metula", que en agosto de 1974 encalló en el Estrecho de Magallanes, derramando aproximadamente 57 millones de litros de petróleo (Gunnerson & Peter 1976)²⁰². Junto a lo anterior, el tráfico marítimo también trae asociado el vertimiento de toda clase de restos de víveres, residuos resultantes de las faenas domésticas y trabajo rutinario desarrollado a bordo de un buque.

Por lo anterior, no es de extrañar que Lecaros et al. (1997)²⁰³, ya antes de 1999, hallaron hidrocarburos alifáticos en sedimentos marinos del estrecho de Magallanes y Canal Beagle. El 50% de las estaciones muestreadas por esos autores mostraron características propias de una contaminación reciente y el 30% restante indicios claros de contaminación crónica, estas últimas todas localizadas en el estrecho de Magallanes. Años antes, Lecaros & Lorenzo (1994)²⁰⁴ también informaron de presencia de metales pesados (bario, cobre, cobalto, cromo, manganeso, níquel, vanadio y zinc) en sedimentos del Estrecho de Magallanes y del Canal Beagle.

Otro problema asociado también con la navegación, la cual se hace extensivo tanto a la XI como a la XII Regiones, es el vertimiento de residuos de plásticos al mar. Estos dañan aves, mamíferos y reptiles marinos, que mueren ahogados o ahorcados al enredarse con fibras o restos de plástico, o intoxicados al ingerir partículas de plástico que confunden con alimento. Esto se ha convertido en un problema global para los océanos, como lo ha descrito recientemente Eriksen et al. (2014)²⁰⁵ y Jambeck et al. (2015)²⁰⁶. El problema de los desechos plásticos también se ha comenzado a agravar en las regiones más australes dado el auge de la acuicultura, que aporta con restos de redes, boyas, balsas jaulas plásticas y otros desechos, que también derivan hacia la costa y se acumulan en las playas, contaminando y ensuciándolas; como también pueden terminar por depositarse en los fondos marinos, lo que implica muy escasa probabilidad de degradarse.

A pesar de lo anterior, una extensa región de esta zona permanece aún casi virgen. Constituye el sector menos alterado y contaminado de nuestro país, aun cuando existen casos puntuales de contaminación. En este contexto, el Programa CIMAR (Cruceros de Investigación Marina del Comité Oceanográfico Nacional - CONA), se tradujo en un importante centro de recopilación de valiosa información del área de los fiordos y canales australes. Entre octubre de 1995 y marzo de 1999 se llevaron a cabo 4 Programas CIMAR-FIORDO, los que prosiguieron con 6 campañas más entre noviembre de 2001 y noviembre de 2006. Fruto de estos cruceros se generaron decenas de publicaciones científicas, cuyo extensión se escapa de esta revisión y que se encuentran recopilados por Silva & Palma (2006)²⁰⁷. En esta recopilación destaca el trabajo de Ahumada (2006)²⁰⁸ que analizó muestras de sedimentos para el análisis de Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, V y Zn, en tres zonas en la región de fiordos y canales australes: Puerto Montt a laguna San Rafael, golfo Penas a Estrecho Magallanes y Estrecho Magallanes a Cabo de Hornos. En este estudio se confirmó que los fiordos australes se han mantenido en condiciones prístinas y que es preciso cautelar esta condición. El único sector que registró un enriquecimiento de los metales Zn y Pb correspondió al área de Puerto Chacabuco en Aysén. Silva (2006)²⁰⁹ caracterizó físico-químicamente los sedimentos superficiales de canales y fiordos australes, entre Puerto Montt y el estrecho de Magallanes, en cuanto a

²⁰² Gunnerson Ch & G Peter. 1976. El derramamiento petrolífero del METULA. NOAA Special Report. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 37 pp.

²⁰³ Lecaros O, R Juan & M Lorenzo. 1997. Hidrocarburos alifáticos en sedimentos de fondo marino en el Estrecho de Magallanes y canal Beagle. *Revista de Biología Marina* 32(2): 203-213.

²⁰⁴ Lecaros O & M Lorenzo. 1994. Presencia de metales pesados en sedimentos del Estrecho de Magallanes y del Canal Beagle. *Revista de Biología Marina* 29 (1): 127-136.

²⁰⁵ Eriksen M, LCM Lebreton, HS Carson, M Thiel, CJ Moore, JC Borerro, F Galgani, P Ryan, J Reisser. 2014. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS ONE* 9(12): e111913.

²⁰⁶ Jambeck J, R Geyer, C Wilcox, T Siegler, M Perryman, A Andrady, R Narayan & K Law. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean, *Science* 13(347): 768-771.

²⁰⁷ Silva N & S Palma. 2006. Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos, Comité Oceanográfico Nacional, Valparaíso. [CD-ROM]

²⁰⁸ Ahumada R. 2006. Metales menores y trazas de los sedimentos superficiales de canales y fiordos australes. En: Silva N & S Palma (eds). Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos, pp. 77-81. Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.

²⁰⁹ Silva N. 2006. Características físicas y químicas de los sedimentos superficiales de canales y fiordos australes. En: Silva N & S Palma (eds). Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos, pp. 69-75. Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.

contenidos de materia orgánica total (MOT), carbono orgánico (C-org) y nitrógeno orgánico (N-org). Este y los estudios de Silva et al. (1998²¹⁰, 2001²¹¹) determinaron que la región de canales y fiordos australes puede ser segregada en áreas con concentraciones mayoritariamente altas de MOT (> 5%), C-org (> 1,6%) y N-org (> 0,2%) y en áreas con concentraciones mayoritariamente bajas de MOT (< 2%), C-org (< 0,8%) y N-org (< 0,2%). No obstante, el origen de estos compuestos sería más bien natural y no antropogénico. Ahumada (2006)⁴⁵ también analizaron el contenido de algunos metales pesados (Cd, Cu, Pb, Zn) en muestras de agua entre Puerto Montt y el estrecho de Magallanes, concluyendo que, en general, los valores de concentración de metales en el agua son bajos y se encuentran en el límite de detección del método utilizado.

Interesante resulta ser también el estudio efectuado por Ahumada et al. (2015)²¹², quienes analizaron el efecto sobre el contenido de zinc en los sedimentos marino del fiordo Aysén luego del terremoto y tsunami del año 2007. Los autores pudieron determinar que los contenidos de Zn no presentaron diferencias respecto a estudios anteriores, detectándose resuspensión y redistribución de los contenidos de Zn total en los sedimentos como un proceso local leve.

Finalmente, respecto al Territorio Chileno Antártico hasta hace algunos años, esta zona se encontraba virtualmente sin intervención; no obstante, en la actualidad, las mismas bases científicas se han constituido en verdaderos depósitos de basura, lo que se ha agravado con la explosiva masificación de cruceros hacia aguas antárticas. Dentro de los escasos estudios publicados sobre contenidos de elementos químicos en los sedimentos marinos, destaca el de Alam & Sadiq (1993)²¹³, quienes determinaron, entre otros elementos, que los contenidos de cadmio oscilarían entre 4,0-22,0 mg/kg, el cromo fluctuaría entre 0,0- 65,9 mg/kg, el cobre entre 3,9-105,6 mg/kg, plomo entre 22,5-128,0 mg/kg, el níquel entre 5,5-92,2 mg/kg y el zinc entre 28,6- 271,2 mg/kg. Dado el origen de los sedimentos de la región Antártica derivado de la intemperización de rocas locales, la composición de los sedimentos estudiados reflejaría más bien la composición de las mismas rocas. No obstante, los comparativamente altos niveles de Cd, Cr y V hallados en los sedimentos de Isla Horse Shoe y de Cd, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, V y Zn desde Marsh Martin, sugerirían que la temprana acción antropogénica habría comenzado a impactar la calidad de los sedimentos. También posibles derrames de hidrocarburos se reflejarían en los niveles de Ni y V en los sedimentos.

6.3.4 Contaminación por aguas servidas

Como todas las urbes del mundo, las ciudades con mayor población generan mayores volúmenes de aguas servidas, las que en cualquier caso son sometidas a tratamiento. El volumen de aguas tratados en Chile el 2013 en los 280 sistemas de tratamiento operativos actualmente alcanzó los 1.119 millones de metros cúbicos, lo que representa un incremento de un 3% con respecto al periodo anterior. Del total de aguas servidas, la distribución según su destino final se aprecia en la Figura 6.57. El 23% de las aguas tratadas van al mar, mientras que el 11,8% de los tratamientos de las aguas servidas se resuelven a través de emisarios submarinos, lo que se traduce en vertimiento de materia orgánica que altera las propiedades de las aguas y sedimentos marinos receptores.

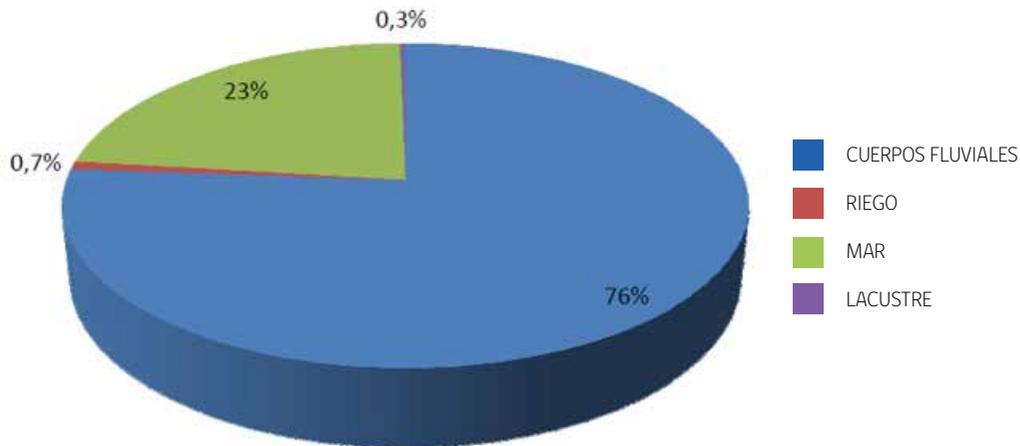
²¹⁰Silva N, J Maturana, JI Sepúlveda & R Ahumada. 1998. Materia orgánica, C y N, su distribución y estequiometría, en sedimentos superficiales de la región norte de los fiordos y canales australes de Chile (Crucero CIMAR-Fiordo 1). *Ciencia y Tecnología del Mar* 21: 49-74.

²¹¹Silva N, V De Vidts & J Sepúlveda. 2001. Materia orgánica, C y N, su distribución y estequiometría, en sedimentos superficiales de la región central de los fiordos y canales australes de Chile (Crucero CIMAR Fiordo 2). *Ciencia y Tecnología del Mar* 24: 23-40.

²¹²Ahumada R, M Garrido, E Gonzalez & A Rudolph. 2015. Distribución y concentración de Zn total en sedimentos del fiordo Aysén, sur de Chile, posterior al terremoto y tsunami de 2007. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 50(1): 53-60.

²¹³Alam IA & M Sadiq. 1993. Metal concentrations in Antarctic sediment samples collected during the Trans-Antarctica 1990 Expedition, *Marine Pollution Bulletin* 26(9): 523-527.

FIGURA 6.57
Destino de las aguas tratadas en Chile en el año 2013. Romeu (2014)²¹⁴.



Dada la extensa costa con que cuenta el litoral nacional, junto con la discontinuidad de ocupación del territorio, la dispar densidad poblacional y las diversas actividades productivas que se llevan a cabo a lo largo del territorio, hace que las fuentes de contaminación que afectan al borde costero y a los ecosistemas marinos sean distintos dependiendo de las regiones en las cuales se centre el estudio. Por lo anterior, a continuación se hará un breve repaso de las fuentes de contaminación que pueden menoscabar el borde costero considerando las regiones naturales de Chile.

6 4 EVOLUCIÓN DE LOS FACTORES E INICIATIVAS QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO

6.4.1 Medidas de gestión del espacio marítimo del borde costero y de sus recursos

En el Título II de la Ley General de Pesca y Acuicultura “De la Administración de las Pesquerías”, específicamente en facultades de conservación de los recursos hidrobiológicos, se establece lo siguiente: “En cada área de pesca, independiente del régimen de acceso a que se encuentre sometida, el Ministerio, mediante decreto supremo fundado, podrá establecer una o más prohibiciones o medidas de administración de recursos hidrobiológicos”.

Estas medidas incluyen entre otras, restricciones de acceso, cuota, restricción de artes y aparejos de pesca, tamaño mínimo legal y vedas. A continuación, sólo a modo ilustrativo, se indican algunos aspectos importantes que definen la explotación y protección de los recursos.

6.4.1.1 Establecimiento de las franjas reservadas para la pesca artesanal

Los Artículos 47 y 47 bis de la Ley General de Pesca y Acuicultura, establecen que se reserva a la pesca artesanal el ejercicio de las actividades pesqueras extractivas en una franja del mar territorial de cinco millas marinas medidas desde las líneas de base normales y la primera milla marina, para el desarrollo de actividades pesqueras extractivas de embarcacio-

²¹⁴ Romeu G. 2014. El mercado del tratamiento de aguas en Chile. Oficina Económica y Comercial, Embajada de España, Santiago de Chile, 64 pp. <<http://www.cepcos.es/Uploads/docs/El%20mercado%20de%20tratamiento%20de%20aguas%20en%20Chile%20%28Diciembre%202014%29.pdf>>

nes de una eslora total inferior a 12 metros, respectivamente, a partir del límite norte de la República y hasta el paralelo 43°25'42" de latitud sur, y alrededor de las islas oceánicas.

A objeto de cautelar el debido cumplimiento de lo establecido en sendos artículos de la Ley, se crearon las líneas de una y 5 millas marinas, medidas desde la línea de la costa, con la finalidad de incorporarlas en la cartografía del software de Monitoreo Satelital de Naves Pesqueras, empleado actualmente tanto por Directemar como por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, en el monitoreo de las naves pesqueras industriales y artesanales, constituyendo así la línea oficial respecto del cual se fiscalizan las actividades pesqueras de dichas naves.

Por la relevancia del Área de Reserva a la Pesca Artesanal y del área de una milla exclusiva para embarcaciones menores a 12 metros de eslora y, en el ámbito de facilitar una estandarización de los límites de ésta área en aquellos software de monitoreo satelital al que acceden los armadores, el Sernap publica la Resolución Exenta N° 7181 del 10 de agosto de 2015, con el conjunto de los puntos geográficos que conforman ambas líneas (Sernapesca 2016)²¹⁵.

6.4.1.2 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)

Dentro de las cinco millas reservadas a la pesca artesanal se autoriza a los pescadores para solicitar Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), las que corresponden a áreas de fondo del litoral geográficamente delimitadas, de acceso exclusivo a organizaciones de pescadores artesanales, legalmente constituidas, donde deben ejecutarse acciones que favorezcan la recuperación y manejo de los recursos bentónicos explotados. Estas áreas son entregadas por el SERNAPESCA, previa aprobación por parte de la SUBPESCA de un Proyecto de Manejo y Explotación del área solicitada, a través de un convenio de uso.

Hasta el año 1999 había 141 Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB), lo que implicaba un total de 34.306 hectáreas ocupadas (Cuadro 6.6). Ya en el año 2015, la suma de AMERB desde 1997 llegaba a un total de 776 (con 119.694 ha). Cabe advertir que no se incluyen en estas cifras, un total de 29 AMERB que fueron decretadas, y luego desafectadas por falta de interés (Comunicación personal con profesionales de Subsecretaría de Pesca).

²¹⁵Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). 2016. http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=1806&Itemid=889. Consultado el 22/08/2016.

CUADRO 6.6

Concesiones para AMERB por región, entre 1999 y 2015.

Año	Región															Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIV	XV		
1997		4	8	15	14											41
1998	3	5	2	5	5		7	33	3			1		2		66
1999		3	1	8	4			5	3		7	1	2			34
2000		1	4	1	1	18	1	2		1	4	5				38
2001		2	7	5	9	3	1	10		12		1	9			59
2002	3	5	1	12	1	12		8		31	15	1	14			103
2003	2	2		2				3		47	19		4			79
2004	2	2	7	7	1			5		20	10		9			63
2005	1	2		4	1	2	5	4		42						61
2006	4		8	8	3			2		26	2		2	1		56
2007		3		5	1		3	1		63	14		3			93
2008	1	1								9						11
2009		1						2		1						4
2010	3	2			1		2			32	4		1			45
2011		2		2	1					1						6
2012		1	1	5						1						8
2013				1				1		5			1			8
2015				1												1
2016			1		1		1			1						4
Total	19	36	40	81	43	35	20	76	6	292	75	9	45	3		780

6.4.1.3 Régimen Artesanal de Extracción

El Régimen Artesanal de Extracción (RAE) es una medida de administración pesquera adicional a las que la autoridad puede establecer de acuerdo a los artículos 3º, 4º y 47º de la Ley General de Pesca y Acuicultura. El Reglamento que regula el Régimen Artesanal de Extracción se encuentra contenido Decreto Supremo N° 296 del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, publicado en el Diario Oficial con fecha 20 de diciembre de 2004. Este régimen se establece por decreto y se aplica a pesquerías que tengan su acceso suspendido. Consiste en la distribución de la fracción artesanal de la cuota global de captura de una determinada región, ya sea por área, tamaño de las embarcaciones, caleta, organización de pescadores artesanales o individualmente. La aplicación de esta medida de administración y a las pesquerías que aplica, se aprecia en el Cuadro 6.7.

CUADRO 6.7

Régimen Artesanal de Extracción (RAE) por especie a agosto de 2016.

Especies	Región	Unidad de asignación	Resolución distribución de cuota
Merluza común	IV, V, VI, VIII, VIII	Por área	R.Ex. N°62-2010
Anchoveta, Sardina común y jurel	V	Por organización	R.Ex.N°749-2010
Anchoveta, Sardina común	VIII	Por organización	R.Ex.N°831-2010
Anchoveta, Sardina común y jurel	XIV	Por organización	R.Ex.N°124-2010
Anchoveta, Sardina común y jurel	X	Por organización	R.Ex.N°125-2010
Merluza del sur	XI región	Por área	R.Ex. N°7-2010

- Áreas Apropriadadas para el ejercicio de la Acuicultura (AAA): Los decretos sobre las Áreas Aptas para la Acuicultura (AAA) son aquellos espacios geográficos definidos según la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), mediante la debida consulta a los organismos encargados de los usos alternativos de esos terrenos o aguas, en los cuales el Estado está facultado para recibir y aceptar a trámite solicitudes de concesión de acuicultura. Estas áreas no son excluyentes para la realización de otras actividades en su interior, como pueden ser las de turismo, concesiones marítimas, áreas de manejo, etc.

6.4.1.4 Reglamentos y Concesiones para acuicultura

La acuicultura es una de las actividades productivas más importantes del país. Iniciada hace unos 40 años, y llega a ser actualmente el segundo productor mundial de peces salmónidos y de moluscos mitílidos. No obstante, entre 2007 y 2010 se produjo una grave crisis en el sector salmonicultor, debido a un brote de virus *Isa*, lo que obligó a refundar las bases de su regulación. Ello llevó a que en el año 2010 se publicase la Ley N° 20.434, la cual vino a completar el nuevo modelo ambiental de la acuicultura, realizándose ajustes a las concesiones. Esta ley fue complementada en el año 2012 con la Ley N° 20.583. La nueva ley contempló un ordenamiento territorial, con cierre al acceso de nuevas concesiones de acuicultura de salmones por un plazo de cinco años en la región de Los Lagos y de Aysén (Fuentes 2014²¹⁶). La idea era no seguir entregando concesiones para cultivo de peces salmónidos, hasta ordenar territorialmente la actividad y de este modo no aumentar la carga en los sitios de cultivo, hasta que se implementara completamente el nuevo modelo productivo. Para completar el proceso de ordenamiento se produjo una relocalización de concesiones de salmones, pudiendo ubicarse en un nuevo sector, para conseguir mejores condiciones desde el punto de vista ambiental y sanitario. Además, la nueva ley establece que no es posible aumentar ni el número ni la superficie de las concesiones, y que se ha de establecer una distancia de 1,5 millas entre centros de cultivo y los parques y reservas marinas.

Si bien esta nueva ley mejora en cierta medida la normativa ambiental en concesiones acuícolas, y define claramente los objetivos, se le ha criticado que no se crearon instrumentos adecuados, indicándose que la regulación futura de la acuicultura debe considerar la experiencia del pasado, generando disposiciones flexibles, claras, transparentes, que cumplan con los objetivos de la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos y la salvaguarda de los ecosistemas en que existen, utilizando para ello el enfoque precautorio y ecosistémico, y que se integre adecuadamente la información científica (Fuentes 2014 op. cit.)

Uno de los principales objetivos de la implementación de las AMERB, junto con promover una ordenación pesquera, fue la conservación de las especies marinas bentónicas en determinadas zonas del litoral, lo que posibilitaría el manejo sustentable de esos recursos. Si bien el efecto sobre los recursos bentónicos es evaluado a través de los programas de seguimiento (evaluando capturas y abundancia de las especies principales), en el aspecto socioeconómico se ha observado una mejora significativa en una parte importante de las caletas de pescadores (Zúñiga et al. 2010²¹⁷), aunque los efectos económicos referidos a mayores ingresos, y patrimonio para los pescadores solo se apreciarán en el largo plazo.

En el año 1999 se encontraban vigentes 1.808 concesiones de acuicultura, solicitadas principalmente para cultivo de algas, moluscos y peces (Cuadro 6.8). Al compararlo con el año 2015, el total de concesiones para acuicultura vigentes subió a 3.278, con una superficie total de 34.358 hectáreas para este último año. (No se cuenta con el número de hectáreas de 1999).

²¹⁶Fuentes J. 2014. Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso N° 42. Evolución del régimen ambiental de la acuicultura en Chile.

²¹⁷Zúñiga S. P. Ramírez & M. Valdebenito. 2010. Medición de los impactos socio-económicos de las Áreas de Manejo en las comunidades de pescadores del norte de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 38(1): 15-26.

CUADRO 6.8**Concesiones para acuicultura por región y por grupo de organismos, entre 1999 y 2015.**

REGION	1999	2015	1999	2015	1999	2015	1999	2015
	ALGAS		MOLUSCOS		PECES		OTROS	
XV REGION ARICA PARINACOTA			7	9			1	
I REGION DE TARAPACA				16		1		
II REGION DE ANTOFAGASTA	3		5	7			1	
III REGION DE ATACAMA	35	32	24	41		1	3	
IV REGION DE COQUIMBO	10	6	52	49			3	1
V REGION DE VALPARAISO				1			1	
VI REGION DEL LIBERTADOR GRAL. B. O'HIGGINS				1				
VIII REGION DEL BIOBIO	13	4	9	8				
IX REGION DE LA ARAUCANIA	2	1	14	51			1	
XIV REGION DE LOS RÍOS		5		15		12		
X REGION DE LOS LAGOS	517	502	470	1.175	390	509	13	
XI REGION AYSÉN DEL GRAL. C. IBAÑEZ DEL CAMPO	2	2	5	5	195	717	2	
XII REGION MAGALLANES Y DE LA ANTART. CHILENA			1	4	29	103		
TOTAL	582	552	587	1382	614	1.343	25	1

Datos aportados por la Bióloga Marina Srta. Marisol Álvarez, de la Unidad de Gestión y Políticas, División de Acuicultura de la Subsecretaría de Pesca, en agosto de 2016.

Al compararlas por organismos, el total de las concesiones entregadas para el cultivo de algas variaron escasamente en el periodo comparado, en tanto que las áreas otorgadas para el cultivo de moluscos y peces fueron más del doble, comparadas con 1.999. La Región que concentró la mayor proporción de concesiones entregadas para cultivo es la Décima, tanto en 1999 (con 1.390 concesiones) como también en 2015 (con 2.186).

6.4.1.5 Zonificación del Borde Costero:

Se enmarca dentro de la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República - PNUBC - (Decreto Supremo N° 475 de 1994, del Ministerio de Defensa Nacional). La Zonificación es el proceso de ordenamiento y planificación de los espacios que conforman el Borde Costero del litoral, que tiene por objeto definir el territorio y establecer sus múltiples usos, expresados en usos preferentes y graficados en planos que identifiquen, entre otros aspectos, los límites de extensión, zonificación general y las condiciones y restricciones para su administración. La Zonificación consiste en generar condiciones favorables a la conservación, al equilibrio medioambiental y social, y a la inversión pública y privada, proporcionando estabilidad y certeza respecto del uso sustentable de los espacios contenidos en el Borde Costero Regional.

6.4.1.6 Áreas Protegidas: Parques Marinos y Reservas Marinas

Dado el desequilibrio existente entre las actividades productivas derivadas de la explotación del mar y el estado de los recursos marinos, en Chile se han debido crear áreas destinadas a proteger el patrimonio natural. La Política Nacional de Áreas Protegidas actual reconoce la posibilidad de desarrollo de tres subsistemas de Áreas Protegidas marinas en Chile: i) el subsistema público en el ámbito marino (administrado por el Servicio Nacional de Pesca), ii) el subsistema público-privado en el ámbito marino (Subsecretaría para las Fuerzas Armadas y SEA, delegan y supervisan administración a terceros) y iii) el subsistema privado, tanto en propiedad como en gestión.

Los principales sistemas y marcos regulatorios vigentes para las áreas protegidas, y reconocidos actualmente como áreas con protección oficial por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), relacionados con el ámbito marino, son:

- Las figuras de la Ley de Pesca, cuya creación es conducida por la Subsecretaría de Pesca y son administradas por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, ambos dependientes del Ministerio de Economía: Parques Marinos, Reservas Marinas y Reservas Genéticas.
- Las Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos AMCP-MU, actualmente bajo la tuición de las Comisiones Regionales de AMCP formadas por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), Gobierno Regional, Intendencia, Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), Ministerio de Bienes Nacionales (MBN), Dirección del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR), Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), Consejo Zonal de Pesca, ONG y Universidades (D.S. 827/95 Ministerio de Relaciones Exteriores, D.F.L. 340/60 Ministerio de Defensa, D.F.L. 2222/78 Ministerio de Defensa, D.S. 475/94 Ministerio de Defensa).
- Espacio costero marítimo de los pueblos originarios: la Ley N° 20.249, publicada en el Diario Oficial el 16 de febrero de 2008, crea la figura jurídica del espacio costero marino de los pueblos originarios. El objetivo de la ley es preservar el uso consuetudinario de dichos espacios, a fin de mantener las tradiciones y el uso de los recursos naturales por parte de las comunidades indígenas vinculadas al borde costero.

En el Cuadro 6.9, se aprecia el desarrollo que ha tenido en Chile en la gestión tendiente a la generación de áreas marinas protegidas entre 1999 y 2015. En comparación a la importante cantidad de áreas costeras entregadas en concesión para labores productivas y de explotación de recursos marinos, la gestión destinada a la protección de espacios marinos y costeros ha sido más bien magra, orientada principalmente a la conservación de los recursos pesqueros y la diversidad biológica marina.

CUADRO 6.9

Antecedentes de la gestión de áreas protegidas marinas en Chile entre 1999 y 2015.

AÑO	HITO
1999	Mediante D.S. N° 547 se crea la primera Área Marina y Costera Protegida (AMCP), denominada "Parques Submarinos Coral Nui Nui, Motu Tautara y Hanga Oteo, Isla de Pascua", sobre la base de las atribuciones de administración del borde costero de ese ministerio. A ella se han agregado otras cinco AMCP
2004	El Fondo Mundial de Naciones Unidas para el Medio Ambiente - FMAM, aprueba el financiamiento del proyecto "Conservación de la biodiversidad de importancia mundial a lo largo de la costa chilena" (GEF-Marino). El proyecto, desarrollado por CONAMA crea en Chile las primeras tres Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos.
2005	El Consejo Directivo de CONAMA aprueba la Política Nacional de Áreas Protegidas, cuyo principal objetivo es el establecimiento de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, marinas y terrestres e integre los esfuerzos públicos y privados.
2009	Se inicia el Proyecto GEF-SNAP, iniciativa ejecutada por CONAMA, financiada por el FMAM y apoyada por el PNUD para dotar a Chile de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, cuyo objetivo es generar un modelo de gestión institucional y financiero para las áreas protegidas terrestres y acuáticas, tanto públicas como privadas del país.
2010	Se promulga el DS N°235 del Ministerio de Economía que decreta la creación del Parque Marino "Motu Motiro Hiva", primer área protegida marino-oceánica de Chile en torno a la Isla Salas y Gómez. El parque, de 15 millones de hectáreas, ha sido establecido para preservar los ecosistemas marinos en torno a la isla y los montes submarinos de la plataforma continental del cordón Salas y Gómez.
2015	Se aprueba proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Silvestres Protegidas, acuáticas y terrestres.

6.4.2 Los cambios en la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)

Una de las primeras modificaciones a la Ley N° 18.892²¹⁸, Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), en el período comprendido entre los años 1999 al 2015, fue la promulgación de la Ley N° 19.907 del 2003, la cual prohibió el uso de redes y los sistemas de arrastre de fondo, con excepción de aquellos recursos que pudieran capturarse mediante dicho sistema, pero que debieran ser autorizados expresamente por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, previo informe técnico que asegure la preservación del medio marino, el cual de ninguna forma considera los crustáceos que están señalados en el reglamentos correspondiente.

En este mismo año, el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción había promulgado la Política Nacional de Acuicultura, por medio del D.S.(MINECON) N°125, del 24 de julio de 2003, cuyo objetivo fue promover el máximo nivel posible de crecimiento económico de la acuicultura chilena en el tiempo, en un marco de sustentabilidad ambiental y equidad en el acceso a la actividad.

La estrategia de implementación de esta política consideró la participación activa, tanto del sector público como privado: un sector público responsable, eficiente y transparente que asegure la sustentabilidad ambiental y la igualdad de oportunidades en el acceso y ejercicio de la actividad para todos los interesados; y un sector privado que ejerza responsable, eficaz y sustentablemente la actividad de acuicultura.

Los principales aspectos que abordó la Política Nacional de Acuicultura se asocian al crecimiento económico, la sustentabilidad ambiental, la protección del patrimonio sanitario, la equidad en el acceso, la investigación y capacitación, la institucionalidad pública y el marco jurídico-legal, los cuales se han traducido en principios básicos orientadores que garanticen el logro del objetivo propuesto.

Al respecto, es preciso hacer presente que, previo al surgimiento de la Política Nacional de Acuicultura y en virtud de lo que estaba dispuesto en el artículo 74 de la LGPA, la cual dispone que *"la mantención de la limpieza y del equilibrio ecológico de la zona concedida, cuya alteración tenga como causa la actividad acuícola será de responsabilidad del concesionario, de conformidad con los reglamentos que se dicten"*, el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a través de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), ya había promulgado el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), a través del D.S.(MINECON) N°320, del 24 de agosto de 2001, publicado en el D.O. de fecha 14 de diciembre del mismo año, también conocido como "RAMA", en atención a las siglas de su nombre, el cual estableció los requerimientos ambientales para autorizar la operación de centros de cultivo²¹⁹, y el Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas, promulgado por el D.S.(MINECON) N° 319, del 24 de agosto de 2001, ambos publicados en el D.O. de fecha 14 de diciembre del mismo año, también conocido como el "Reglamento Sanitario de la Acuicultura" o "RESA", en atención a las siglas de ésta.

El primero de los Reglamentos, el RAMA, incorporó como instrumento de gestión, la obligación de efectuar una Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) para todos aquellos proyectos de acuicultura que fueran a efectuarse en una porción de agua y fondo, los cuales estuvieran sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Este instrumento, tuvo como principal objetivo determinar, previo al otorgamiento de la concesión de acuicultura, si las condiciones del fondo eran apropiadas para su ejercicio y exigir un seguimiento anual de los centros de cultivo, a través de la entrega de Información Ambiental (INFA). De igual forma, este Reglamento dispuso la necesidad de generarse un procedimiento que definiese las metodologías y técnicas que debían observarse para que los solicitantes y titulares de concesiones de acuicultura realicen las evaluaciones ambientales, tanto en la etapa de solicitud de la concesión, como en el informe que deben presentar anualmente todos los titulares de centros de cultivo. Dicha metodología, fue dispuesta inicialmente, mediante la Resolución Exenta N°404/2003, de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, publicada en el D.O. de fecha 10 de febrero de 2003.

²¹⁸ Véase, Ley N°18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura, publicada en el D.O. de fecha 23 de diciembre de 1989.

²¹⁹ Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2006. Informe Ambiental de la Acuicultura, Departamento de Acuicultura, Valparaíso, <www.subpesca.cl>

En el año 2004 y a partir de las disposiciones establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura sobre materias de áreas marinas y costeras protegidas, el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción aprobó el Reglamento de Parques Marinos y Reservas Marinas, mediante el D.S.(MINECON) N°238, promulgado el 16 de septiembre del señalado año, por medio del cual se dispuso que los parques marinos se establecerán en áreas de pesca, independiente del régimen de acceso a que se encuentren sometidos; en cambio, las Reservas Marinas podrán establecerse en la franja del mar territorial de cinco millas marinas, medidas desde las líneas de base normales, a partir del límite norte de la República y hasta el paralelo 41°26,6' de Latitud Sur y alrededor de las islas oceánicas, en las aguas situadas al interior de las líneas del mar territorial y en aguas terrestres.

Posterior a ello, en el año 2005, el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a través de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, dicta el Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas (conocido como "REPLA"), el cual en conjunto con el RAMA y el RESA, ha conformado la "triada ambiental para la acuicultura".

Este último reglamento, el cual tuvo su sustento legal a partir de la obligación dispuesta en el artículo 86 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, la que dispone que el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción dictará decreto supremo en que se contenga el reglamento que establecerá las medidas de protección y control para evitar la introducción de especies que constituyan plagas, aislar su presencia en caso de que éstas ocurran, evitar su propagación y propender a su erradicación, define lo que debe entenderse como plaga hidrobiológica o plaga, como *"la población de una especie hidrobiológica que por su abundancia o densidad puede causar efectos negativos en la salud humana, en las especies hidrobiológicas o en el medio, originando detrimento de las actividades pesqueras extractivas o de acuicultura y pérdidas económicas"*.

Asimismo, también, establece lo que no se entiende como plagas, de manera que son *"aquellas especies que sean objeto de una medida de administración pesquera, se encuentren amparadas por alguna categoría de protección oficial, o se hubieren incluido en alguno de los listados de enfermedades a que se refiere el decreto supremo N° 319 de 2001 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que aprueba el Reglamento de medidas de protección, control y erradicación de enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas"*.

En el año 2006, se dictó la Ley N° 20.091, que modificó el artículo 2° de la LGPA, introduciendo la definición de autorización de acuicultura, vivero o centro de acopio y centro de matanza. Además, esta ley modificó el artículo 69, en términos que dispuso que las concesiones y autorizaciones de acuicultura puedan ser transferibles y, en general, susceptibles de negocios jurídicos. Pero, además, en materia reglamentaria, durante el precitado año se promulgaron diversos cuerpos normativos, entre los que se destaca el D.S.(MINECON) N° 49/2006, Reglamento de Centros de Acopio y Centros de Fae-namiento, y el D.S. (MINECON)N° 50/2006, que modificó el D.S. (MINECON) N° 290/2003, Reglamento de Concesiones y Autorizaciones de Acuicultura.

Durante el año 2007, se volvió a enmendar el artículo 2° de la LGPA, en orden a sustituir el entonces numeral 15), en cuyo texto original definía a la Pesca industrial como *"actividad pesquera extractiva realizada por armadores industriales, utilizando naves o embarcaciones pesqueras, de conformidad con esta ley"*, pero que en esta enmienda, sustituía dicho numeral por el de *"Embarcación pesquera artesanal o embarcación artesanal: es aquella explotada por un armador artesanal e inscrita en el Registro Pesquero Artesanal, de una eslora máxima no superior a 18 metros, 80 metros cúbicos de capacidad de bodega, y de hasta 50 toneladas de registro grueso"*.

En este mismo año, pero en materia reglamentaria, se dictó el Reglamento que fijaba los niveles mínimos de operación de centros de cultivo por especie y área, mediante el D.S.(MINECON) N°383, del 31 de diciembre de 2007, el cual dispuso que, en casos de centros de cultivo que tengan autorizado un grupo de especies de aquéllos señalados en el artículo 21 bis del D.S.(MINECON) N° 290/1993, el nivel mínimo de operación sería de un 5% de la producción anual; en cambio, aquellos que tuvieran autorizadas especies pertenecientes a un mismo grupo de aquéllos señalados en ya indicado artículo 21 bis

del D.S.(MINECON) N° 290/1993, podrían operar con un nivel mínimo de 5% de la producción anual en cualquiera de las especies autorizadas.

Por otro lado y tal como lo explica Fuentes (2014)²²⁰, con el comunicado del primero brote de virus ISA en la salmonicultura, efectuado a principios del mes de julio de 2007, el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) dicta un plan de contingencia para el control de esta enfermedad y un plan de control de su vector "Caligus"; pero, recién el 8 de octubre de 2008, se dicta por primera vez un programa sanitario específico de vigilancia y control de una enfermedad de alto riesgo de Lista 2, cuyos principales objetivos fue la detección temprana de la presencia del patógeno, basada en el muestreo permanente de los centros de cultivo; establecer restricciones al transporte de ejemplares y mortalidades y el control del "Caligus". De esta forma, por primera vez se establece una zonificación sanitaria con restricciones a las zonas infectadas y en vigilancia y a los que se denominaron "centros sospechosos" y "en riesgo", categorías estas últimas que no se encontraban reconocidas expresamente por el Reglamento Sanitario de la Acuicultura (RESA).

Asimismo, se implementó por primera vez la exigencia de eliminación de ejemplares o de cosecha obligatoria anticipada contemplada en el RESA, sin que existieran cuestionamientos de legalidad o constitucionalidad a su aplicación²²¹. Además, se impusieron obligaciones para las diversas etapas de cultivo, tanto desde el punto de vista de las medidas sanitarias que evitaran la diseminación de la enfermedad, como con un estricto control del transporte, lo que incluyó la prohibición del traslado interregional.

A partir de lo anterior, mediante los D.S.(MINECON) N°416/2008 y D.S.(MINECON) N°349/2009, se modificó el Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas o "RESA", incorporando una definición específica de emergencia sanitaria y extendiendo el control a los prestadores de servicios, tales como centros de acopio, centros de faenamiento y las embarcaciones de transporte o "wellboat"; pero, además, se adicionaron medidas para ser adoptadas ante una emergencia sanitaria, las que podrían aplicarse, también, frente a casos de enfermedades establecidas en la lista 2 del referido Reglamento; se dispuso la facultad de destrucción de redes y artes de cultivo; se incorporó la obligación de ensilar la mortalidad.

De igual forma, las referidas modificaciones del RESA, permitieron crear las áreas de manejo sanitario conjunto, las cuales consistían en imponer condiciones de operación coordinada entre los centros de cultivo integrantes de una misma área. Así, la medida de coordinación más importante que fue establecida, correspondió al período de descanso de tres meses que debía cumplirse por todos los centros integrantes del área, una vez terminada la cosecha, para evitar que el virus ISA tuviera huéspedes en donde alojarse durante ese lapso, lo que obedecía a las recomendaciones provenientes del sector científicas²²².

Según Jessica Fuentes (2014), la señalada medida se puso en práctica mediante la Resolución Exenta N°1449 de 2009, del SERNAPESCA, la cual instauró por primera vez las áreas de manejo sanitario, las que en la actualidad son conocidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura como "Agrupaciones de Concesiones", pero que coloquialmente son denominadas como "barrios". De la misma manera, la ya indicada resolución del SERNAPESCA, permitió establecer una densidad de cultivo máxima para los centros de cultivo, con el propósito de asegurar que no se excediera de un determinado número de peces por jaula y, de esta forma, evitar el estrés que permite potenciar la diseminación de enfermedades. Así, la referida Autoridad Pesquera pudo exigir a los productores rebajar la cantidad de peces por jaula, decisión que hasta ese momento estaba inserta dentro del propio concepto de libertad empresarial.

Además, en el año 2008, se promulgó la Ley N°20.293, la que fue publicada en el D.O. de fecha 25 de octubre de 2008, la cual introdujo modificaciones a la LGPA, en términos de protección de cetáceos, reptiles y aves marinas, incluyendo una

²²⁰ Fuentes-Olmos J. 2014. Evolución del régimen ambiental de la acuicultura en Chile. Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso 42: 441-447.

²²¹ Véase, Op. Cit. N°13, pág.464

²²² Véase, Op. Cit. N°13, pág.465

modificación del Título II de la ley, en el que se incorporó en el párrafo 4° de la LGPA. Con respecto a los cetáceos, se estableció la prohibición de dar muerte, cazar, capturar, acosar, tener, poseer, transportar, desembarcar, elaborar o realizar cualquier proceso de transformación, así como la comercialización o almacenamiento de cualquier especie de cetáceo que habite o surque los espacios marítimos de soberanía y jurisdicción nacional²²³.

De esta forma, la intervención estatal de amplio alcance sobre la actividad económica, fundada en una crisis de gran envergadura, se consolidó legalmente mediante la modificación efectuada en el año 2010 a la LGPA, a través de la Ley N° 20.434, la cual fue publicada en el D.O. de fecha 8 de abril de 2010²²⁴. Esta nueva normativa para la acuicultura, permitió realizar cambios en el modelo productivo para hacerlo sustentable.

En el cumplimiento de lo establecido en el artículo 9°, transitorio de la Ley N°20.343 que modificó la LGPA, en términos que *“la Subsecretaría de Pesca deberá dictar la resolución conforme a la cual fije la metodología para la determinación del banco natural de recursos hidrobiológicos”*, en el año 2010, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura promulgó su Resolución Exenta N°2353, del 4 de agosto del precitado año, por medio del cual estableció la metodología para determinar la existencia de bancos naturales de recursos hidrobiológicos en los sectores solicitados para concesiones de acuicultura. Esta disposición, fue posteriormente modificada por Resolución Exenta N°387, del 30 de enero del 2014, a través de la cual se eliminó del listado correspondiente al Índice Ponderado de Banco Natural de Recursos Hidrobiológicos Bentónicos Máximo (IPBANMáx), señalado en el numeral 11 de la Resolución Exenta N°2353, el recurso jaiba, considerando todas sus especies.

Sin perjuicio de los motivos por el cual la SUBPESCA aprobó la ya individualizada Resolución Exenta N°2353, ésta con el tiempo ha cobra una gran importancia en materia ambiental marina, ya que ha permitido determinar aquellos bancos naturales de recursos hidrobiológicos en sitios en donde se elabora los estudios de líneas de base ambiental marina para aquellos proyectos que son sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Por otra parte, durante el mismo año 2010, se promulgó la primera modificación de la Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, el cual además de crear el Ministerio de Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente, modificó el artículo 3, letra d), y artículo 48 de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), en materia de la declaración de Parques y Reservas Marinos, el cual originalmente estaba bajo competencia del Ministerio de Economía, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, pasando a las atribuciones del Ministerio del Medio Ambiente.

En el año 2011, se promulga el D.S.(MINECON) N°72, el cual reemplaza el anterior Reglamento de Importación Habitual de Especies, fortaleciendo de esta forma la certificación sanitaria para la importación e incorporando la metodología de análisis de riesgo para determinar la posibilidad de ingreso al país de especies, de acuerdo a lo propuesto por Oficina Internacional de Salud Animal (OIE), el que es referencia internacional para el comercio internacional.

En el año 2012, se dicta la Ley N°20.583, la cual vino a complementar la ya citada Ley N°20.434, que había establecido el nuevo modelo ambiental de la acuicultura. De esta forma, se procedió a cerrar el acceso a nuevas concesiones de acuicultura de salmones por un plazo de cinco años (2012-2017) en la región de Los Lagos y de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. De acuerdo a Fuentes (2014)²²⁵, el objetivo de esta medida, fue no seguir entregando concesiones de salmones hasta ordenar territorialmente la actividad y no aumentar la carga en los sitios de cultivo, hasta que se implementara completamente el nuevo modelo productivo que estaba establecido en el artículo 2° de la Ley N°20.434.

Importante es destacar que, la Ley N°20.583 permitió crear la institución de la “relocalización de concesiones de salmones”, con el objetivo de completar el proceso de ordenamiento establecido en el artículo 5 de la Ley N°20.434, el cual

²²³ Véase, Art. 2° Ley N°20.293. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso.< <http://bcn.cl/1vg56>>

²²⁴ Véase, Op. Cit. N° 13, pág.466

²²⁵ Véase, Op. Cit. N° 13, pág. 466

consistió en que las concesiones otorgadas pudieran ser ubicadas en un nuevo sector, siempre dentro de áreas apropiadas, con el propósito de conseguir mejores condiciones que propicien un mejor desempeño ambiental y sanitario; pero, sin la posibilidad de aumentar el número total ni la superficie de la concesión anterior, lo que obliga al titular a renunciar a una concesión de la que es beneficiario para reemplazarla por una nueva en otro sector.

Además, esta modificación de la LGPA permitió establecer una distancia de 1,5 millas náuticas entre los centros de cultivo y los parques y reservas marinas, y se eliminó la posibilidad de realizar acuicultura en lagos, eliminando la posibilidad de áreas apropiadas para la acuicultura (AAA) en ellos; mientras que, en los ríos, sólo fue permitido efectuar acuicultura de carácter extensivo.

En cuanto a la zonificación del borde costero del litoral, esta nueva legislación propició incorporar en la LGPA una zonificación regional, la cual debía ser aprobada previamente por la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero (CNUBC), obligando a las áreas apropiadas para la acuicultura a adecuarse a ésta y rechazándose las solicitudes pendientes en áreas que fueran incompatibles.

Para Jessica Fuentes (2014), esta modificación se debió al agotamiento de las AAA en las regiones de Los Lagos y de Aysén; sin embargo, en la búsqueda de nuevas áreas para el referido procedimiento, esta disposición se vio afectada por la aparición de dos nuevas regulaciones, que minimizaron búsqueda de zonas potenciales para efectuar acuicultura. La primera de ella, correspondió al Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, el cual había sido ratificado por nuestro país mediante el D.S.(MINREL) N°236 del 2008, en cuyo artículo 6° se impone la necesidad de consultar a los pueblos indígenas las medidas legislativas y administrativas que sean susceptibles de afectarlos directamente. De este modo, la creación de cualquier nueva área apropiada, debe pasar por la consulta a los pueblos indígenas.

La segunda disposición normativa que incidió en el procedimiento de relocalización de concesiones de acuicultura, fue la Ley N° 20.249 sobre espacio costero marino de pueblos originarios, el cual establece que la preferencia de las comunidades indígenas para solicitar espacios de borde costero, por sobre toda otra solicitud, mientras se resuelve el supuesto de su derecho a acceder a ese espacio, es decir, que se acredite el uso consuetudinario que dicho solicitante ha tenido del sector respectivo²²⁶.

En febrero de 2013, se publica la Ley N°20.657, que modifica la LGPA en el ámbito de la sustentabilidad de recursos hidrobiológicos; además, en materia de acceso a la actividad pesquera industrial y artesanal, y con respecto a las regulaciones para la investigación y fiscalización. Importante es destacar que, el artículo 7° de la referida ley, ha dispuesto que la relocalización de centros de cultivo que se efectúe de conformidad con la ley N° 20.434, no podrán sobreponerse a las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, ni a parques y reservas marinas, parques nacionales, espacios costeros marinos de los pueblos originarios, áreas donde haya presencia de banco natural o algún caladero de pesca, y a sectores de interés turístico que estén definidos en la zonificación respectiva. Para ello, al momento de ingresar una solicitud de relocalización, la SUBPESCA deberá informar técnicamente la existencia o no de caladero de pesca en el sector solicitado que se hubiese solicitado.

²²⁶ Véase, Op. Cit. N° 13, pág. 467

6.4.3 Marco institucional y normativo

El país, en el contexto de una política nacional para uso del borde costero, define a esta franja litoral como aquella que comprende los terrenos de playa fiscales, la playa, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores, y el mar territorial de la República, siendo considerada una unidad geográfica y física de especial importancia para el desarrollo integral y armónico de la nación (Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, Gobierno de Chile, 2015²²⁷).

Teniendo en cuenta esta alta complejidad del borde costero y para atender adecuadamente las solicitudes de uso, el Estado de Chile elaboró la Política Nacional de Uso del Borde Costero, por medio del decreto N° 475, del 14 de diciembre de 1994, del Ministerio de Defensa Nacional.

Este instrumento establece como disposición principal, la generación de una zonificación regional, la que es administrada por una Comisión Regional, la que permite la aprobación de concesiones con distintas finalidades, pero que deben ser acordes con los objetivos planteados por la zonificación.

6.4.3.1 Instituciones de gestión ambiental: capacidad de gestión

Conforme fue señalado en el Informe País del año 2012²²⁸, el marco legal que regula el uso del borde costero en Chile está constituido por una serie de Ministerios que participan, en mayor o menor medida, en la construcción de la estructura jurídica y política de esta área medio ambiental, entre los cuales se pueden considerar, entre otros, al Ministerio de Bienes Nacionales; al Ministerio de Obras Públicas; Ministerio de Defensa Nacional; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Ministerio de Agricultura; y al Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Figura 6.58).

No obstante ello, en la comentada distribución orgánica, no se incluyó a otros actores tan importantes en la gestión ambiental de los recursos marinos, considerando el borde costero, como lo son el Ministerio de Medio Ambiente y la Superintendencia de Medio Ambiente.

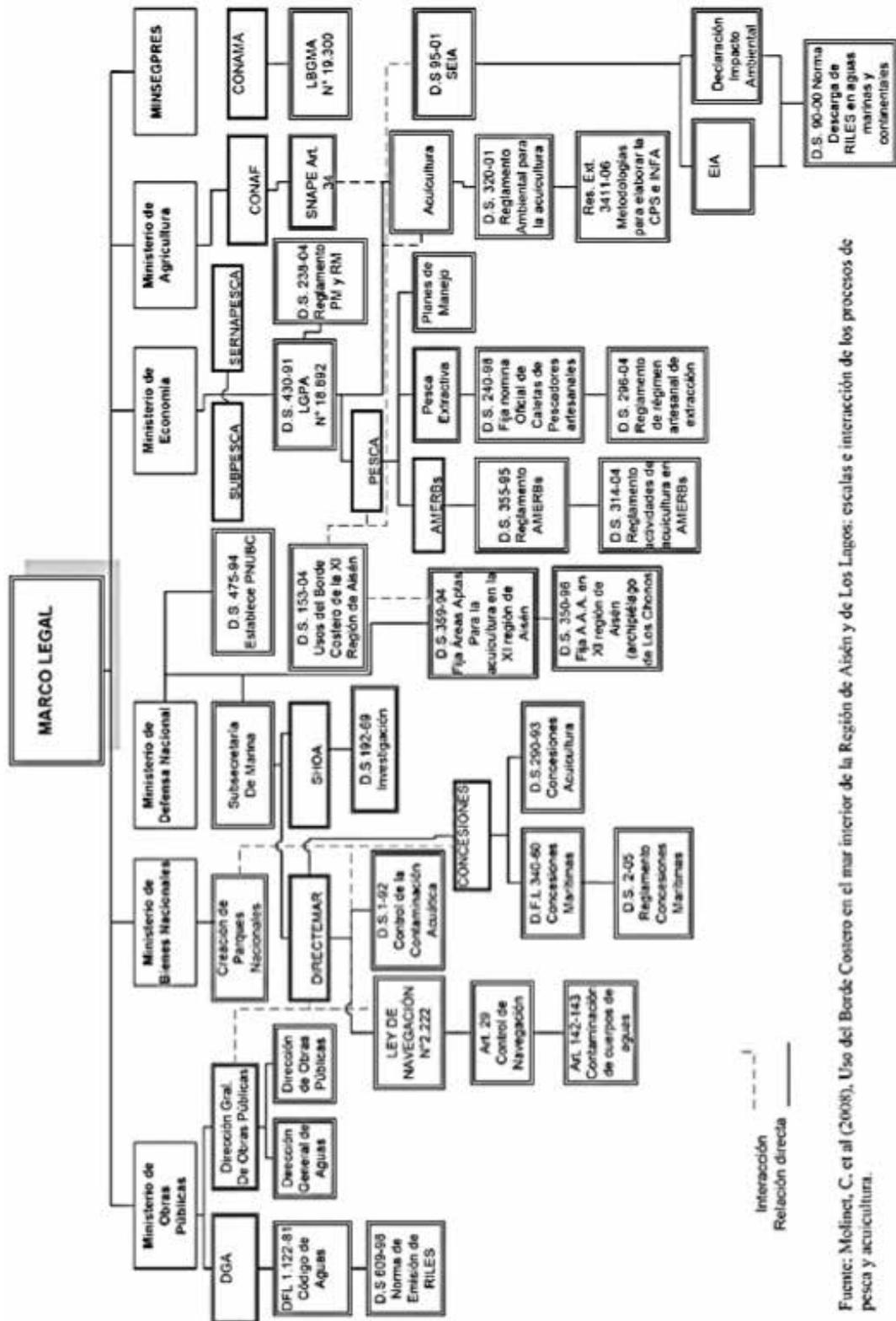
Estas dos instituciones fueron creadas a partir de la Ley N°20.417, publicada en el D.O. de fecha 20 de enero de 2010, la cual modificó la Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, creando al Ministerio de Medio Ambiente, al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

²²⁷ Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, Gobierno de Chile, 2015. <http://www.ssffaa.cl/politica-nacional-uso-del-borde-costero/>

²²⁸ Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile 2012. Centro de Análisis de Políticas Públicas, Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile, Noviembre. 2013, 296 pp.

FIGURA 6.58.

Estructura del marco legal que regula el uso del borde costero en Chile (Informe País 2012)



Fuente: Molinet, C. et al (2008), Uso del Borde Costero en el mar interior de la Región de Aisén y de Los Lagos: escalas e interacción de los procesos de pesca y acuicultura.

En cuanto a la evaluación de los proyectos o actividades que son sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) con respecto al uso del borde costero, la regulación legal agregó al artículo 8 de la Ley N°19.300 (modificada por la ley N°20.417), exige que se reciba informe de parte del Gobierno Regional, del Municipio respectivo y de la Autoridad Marítima competente, cuando corresponda, sobre la compatibilidad territorial del proyecto presentado.

Además, de acuerdo a lo que fue establecido en el Mensaje Presidencial de la Ley N°20.417, que modificó la institucionalidad ambiental, las competencias del Ministerio se pueden dividir en tres ámbitos:

- **a) Políticas y regulaciones ambientales generales.** Incluye aquellas vinculadas a cuentas ambientales, biodiversidad y áreas protegidas.
- **b) Políticas y regulaciones para la sustentabilidad.** Lo anterior implica que debe llegarse a los necesarios acuerdos con los sectores a cargo del fomento productivo, así como la promoción de convenios de colaboración con Gobiernos Regionales y Municipalidades.
- **c) Políticas y regulaciones en materia de riesgo y medio ambiente.** El Ministerio se compondrá de una subsecretaría, abordando sus divisiones al menos las siguientes materias, que han sido evaluadas como centrales para la gestión ambiental que viene: Regulación Ambiental; Información y Economía Ambiental; Educación, Participación y Gestión Local; Recursos Naturales y Biodiversidad; Cambio Climático y Cumplimiento de Convenios Internacionales, y Planificación y Gestión.

Todo lo anterior, demuestra claramente las competencias que posee el señalado Ministerio en la gestión ambiental de los ecosistemas marinos y del borde costero nacional.

En cuanto a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), a dicha institución le corresponde de forma exclusiva ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental de los proyectos que se han aprobado ambientalmente, incluyendo aquellos que operan en el medio marino o en su borde costero. Además, le compete ejecutar, organizar y coordinar las medidas de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión, y de los Planes de Manejo, cuando corresponda, y de todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la Ley.

Para desarrollar la referida labor, la SMA puede utilizar tres modalidades de fiscalización:

- a) A través de una modalidad directa, es decir, mediante sus propios funcionarios;
- b) A través de las facultades que poseen los distintos órganos de la administración del Estado con competencia ambiental. De manera que, está facultado para encomendarles determinadas labores de fiscalización sobre la base de los programas y subprogramas que se pueden definir en conjunto;
- c) Mediante la acción de terceros, que están debidamente acreditados y autorizados por la SMA, tales como, entidades técnicas de fiscalización y entidades técnicas de certificación.

Asimismo, la SMA posee la rectoría técnica de la actividad de fiscalización ambiental, por cuanto debe establecer los criterios de fiscalización que deberán adoptar todos los organismos sectoriales que cumplan funciones de fiscalización ambiental para efectos de llevar a cabo sus labores.

Otro organismo, que poseen competencias en la gestión de los ecosistemas marinos, incluyendo el borde costero, es la Dirección General de Territorio Marítimo y de Marina Mercante, organismo dependiente jerárquicamente de la Armada de Chile y conocida como DIRECTEMAR, encuentra sus fundamentos jurídicos para proteger los ecosistemas marinos y el borde costero a partir de lo dispuesto en el artículo 5° de la Ley de Navegación²²⁹.

²²⁹ Véase, Op. Cit. N°3

Esta misma Ley, en su Título IX "De la Contaminación"²³⁰, párrafo 1º, establece un principio general en materia de contaminación acuática, cuya disposición ya era norma exigida desde el año 1941, conforme se consagró en el artículo 185º del Reglamento de Orden, Seguridad y Disciplina de las Naves y Litoral de la República.

"A dicha disposición, la Ley de Navegación, en cambio, quiso replantear de una manera más profunda el enfoque tradicional, agregándole el carácter absoluto a la citada prohibición²³¹. Además, permitió especificar las actividades que serían sometidas a ella y los cuerpos de agua sujetos a su tutela.

Cabe hacer presente, que este mismo principio general es reproducido fidedignamente en el artículo 2º del Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática²³². Además, como cuerpo normativo de la Ley de Navegación, el antes mencionado Reglamento incorpora otras prohibiciones que se inspiraron en aquel dispuesto en el artículo 142; ejemplo de ello son, la prohibición de transporte marítimo de sustancias nocivas o peligrosas que puedan ocasionar daños o perjuicios a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional, que señalan el artículo 10º, la prohibición de efectuar descargas de aguas sucias a toda nave o artefacto naval, como se dispone en su artículo 92º, o la prohibición de introducir o descargar directa o indirectamente a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional de cualquier materia, energía o sustancias nocivas o peligrosas desde fuentes terrestres, que se indica en su artículo 136º y que actualmente representa uno permisos ambientales sectoriales que otorga la Autoridad Marítima a las actividades o proyectos sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.²³³

Orgánicamente, la citada Autoridad Marítima Nacional, ejerce sus competencias ambientales, a través de sus órganos operativos, los cuales son las Gobernaciones Marítimas y las Capitanías de Puerto, las cuales se encuentran distribuidas desde Arica hasta el territorio antártico (en las bahías de Fildes y Paraíso).

Desde el punto de vista técnico, esta Autoridad Marítima Nacional supervisa las actividades que se encuentran bajo su jurisdicción, mediante su Dirección de Intereses Marítimos, en donde se administran y se evalúan aquellos proyectos u operaciones que pueden afectar la calidad del medio acuático, incluyendo sus ecosistemas marinos y dulceacuícolas continentales²³⁴, así como también, las concesiones marítimas otorgadas por el Ministerio de Defensa Nacional y las autorizaciones transitorias de ocupación del borde costero²³⁵.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.- esta institución, la que se encuentra bajo la supervisión del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, posee amplias atribuciones jurídicas destinadas a regular y administrar la actividad pesquera y de acuicultura nacional, a través de políticas, normas y medidas de administración, de acuerdo a un enfoque precautorio y ecosistémico que promueva la conservación y sustentabilidad de los recursos hidrobiológicos para el desarrollo productivo nacional²³⁶.

De esta manera, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), posee una amplia función reguladora de las actividades que inciden en los recursos hidrobiológicos, incluyendo, entre otras, las actividades pesqueras extractivas y de transformación, la acuicultura y cualquier proyecto que pueda afectar el ecosistema en donde se encuentren las especies y recursos hidrobiológicos. Las facultades con que ésta autoridad pesquera actúa ya fueron enunciados en el subcapítulo 6.4.1 precedente.

A su vez, el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) es la institución dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, cuya misión es fiscalizar el cumplimiento de las normas pesqueras y de acuicultura, proveer servicios para fa-

²³⁰ Véase, Artículos 142 al 162 del D.L. N° 2.222, del 21 de mayo de 1978, publicado el 31 de mayo de 1978.

²³¹ Véase, Op. Cit. N° 4

²³² Véase, D.S.(M) N° 1 del 6 de enero de 1992, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática, modificado por el D.S.(M) N° 820 del 5 de noviembre de 1993, que fue publicado en el D.O. del 17 de noviembre de 1993.

²³³ Véase, Artículo N° 115 del D.S.(MMA) N° 40/2012, actual Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

²³⁴ DIRECTEMAR posee jurisdicción sobre aquellos ríos y lagos que son navegables por embarcaciones que posean sobre 100 toneladas de registro grueso.

²³⁵ Véase, Artículo 4º del D.S.(M) N°2/2005, Reglamento de Concesiones Marítimas.

²³⁶ Véase, misión institucional en <www.subpesca.cl>

cilitar su correcta ejecución y realizar una gestión sanitaria eficaz, a fin de contribuir a la sustentabilidad del sector y a la protección de los recursos hidrobiológicos y su medio ambiente. De esta forma, SERNAPESCA es el órgano fiscalizador de las normas pesqueras y de protección de los recursos hidrobiológicos.

La referida institución pesquera, junto con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, fueron creadas por D.L. N° 2.442, del 29 de Diciembre de 1978, la cual modificó radicalmente la institucionalidad pública pesquera que existía hasta antes de esa fecha.

Posteriormente, como respuesta a las ya comentadas modificaciones de la Ley General de Pesca y Acuicultura, SERNAPESCA debió reestructurar su organización, con el objeto de hacer frente a los nuevos desafíos ambientales y las exigencias de un comercio internacional dinámico y globalizado, de manera que, actualmente, contribuye a la sustentabilidad del sector y a la protección de los recursos hidrobiológicos y su medio ambiente, a través de una fiscalización integral y gestión sanitaria que influye en el comportamiento sectorial promoviendo el cumplimiento de las normas.

De esta forma, SERNAPESCA actualmente desempeña sus funciones legales, en orden a fiscalizar la pesca extractiva (artesanal e industrial), la pesca recreativa, la acuicultura, el comercio exterior de recursos hidrobiológicos, efectuar difusión de las normas pesqueras y de acuicultura, efectuar la vigilancia epidemiológica de manera oficial, efectuar vigilancia ambiental cuando se vean afectados los recursos hidrobiológicos y apoyar a la SUBPESCA en la gestión normativa.

La Superintendencia de Servicios Sanitarios, también conocida por sus siglas como "SISS", es otro organismo de la administración del Estado que tiene competencias en la gestión ambiental del borde costero y de los ecosistemas marinos. Esta institución, la cual es funcionalmente descentralizada, con personalidad jurídica y patrimonio propio, está sujeta a la supervigilancia del Presidente de la República, a través del Ministerio de Obras Públicas²³⁷, y es la sucesora legal del antiguo Servicio Nacional de Obras Sanitarias (SENDOS). Sus funciones sustantivas, se enfocan al control de las empresas concesionarias sanitarias y, por consiguiente, en la gestión de los residuos industriales líquidos (RILes).

Para esto, la SISS posee competencias para proponer normas técnicas relativas al diseño, construcción y explotación de las descargas de los residuos industriales líquidos y velar por el cumplimiento por parte de los entes fiscalizadores, de las disposiciones legales y reglamentarias, normas técnicas, instrucciones, órdenes y resoluciones que dicte relativas a la prestación de servicios sanitarios y descargas de los referidos residuos líquidos, entre otros, a los cuerpos de agua marinos.

6.4.4 Normativas específicas que atañen a la explotación y conservación de los recursos marinos.

En concordancia con lo que fue señalado en el Informe País del año 2012²³⁸, la normativa nacional que se encuentra relacionada con la explotación y conservación de los recursos marinos, ha experimentado notorios avances desde 1999, los cuales se han sumado a las importantes transformaciones que ha experimentado la institucionalidad ambiental de nuestro país.

La principal norma legal que ha venido a regular la explotación y conservación de los recursos marinos y dulceacuícolas ha sido la Ley General de Pesca y Acuicultura²³⁹, incluyendo las distintas modificaciones que se ha sucedido hasta el año 2016²⁴⁰. No obstante ello, varias han sido las iniciativas administrativas que, a partir de lo emanado desde la LGPA, han sido dictados por el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo) y por su Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, para la protección de los recursos hidrobiológicos y el ecosistema acuático en general.

²³⁷ Véase, Ley N° 18.902 de enero de 1989

²³⁸ Véase, Op. Cit. N°20, pág. 304

²³⁹ Véase, Op. Cit. N°11

²⁴⁰ La más recientes modificación de la Ley General de Pesca y Acuicultura, corresponde a la efectuada por la Ley N°20.825, publicada con fecha 7 de abril de 2015

Una de ellas, fue la Política Nacional de Acuicultura, promulgada por el D.S.(MINECON) N°125, del 24 de julio de 2003, entre cuyos objetivos tiene el de promover la eficiencia, efectividad, corresponsabilidad y transparencia de la gestión ambiental pública y privada, asociada al diseño, control y cumplimiento de regulaciones en toda la cadena productiva de la industria de Acuicultura y la conservación del patrimonio genético de recursos nativos cultivados.

Sin embargo es necesario destacar que la eficacia y eficiencia de la aplicación de estas normativas legales respecto a la explotación sostenible de los recursos pesqueros es muy baja, afirmación que se comprueba claramente al analizar las cifras que muestran el colapso y sobreexplotación de la mayoría de las pesquerías más importantes del país. Un desarrollo sostenible de esta actividad implica contar con una mejor y más oportuna información sobre la pesca que se realiza (hasta un tercio de los recursos capturados no son informados), un sistema de fiscalización más eficaz y con mayor presencia en terreno para un control de desembarques. Una situación adicional es la variabilidad ambiental, la cual en algunos años puede afectar negativamente el reclutamiento, lo cual es necesario conocer, para aplicar medidas adicionales en el resguardo de los recursos, lo que ha de ser respaldado por estudios científicos.

Adicional a lo anterior, la sobreexplotación de recursos marinos ha ocurrido también porque en ciertas ocasiones las cuotas establecidas son fijadas en función de las presiones ejercidas por parte de las entidades pesqueras (industriales y artesanales), más bien que teniendo en cuenta los criterios y estudios científicos que son aportados año a año. El factor productivo no sostenible, basado en criterios economicistas a corto plazo, ha sido una constante en la explotación de recursos marinos, no solo en Chile, sino también en el resto del planeta, considerando que la situación de colapso y sobreexplotación de recursos pesqueros es similar en la mayor parte de los ecosistemas marinos del mundo que contienen estos recursos. De no mediar cambios importantes en el actual proceder humano respecto a estos recursos, la mayor parte de los stocks comerciales pesqueros estarán colapsados dentro de pocos años más. Por otro lado, ésta sobreexplotación está generando cambios sociales y económicos que amenazan no sólo a los ecosistemas marinos, sino también a la seguridad alimentaria y a los medios de subsistencia de múltiples comunidades que se han estructurado por siglos en torno a los recursos pesqueros y, en algunos casos, también a sociedades más grandes.

Respecto a la acuicultura, la legislación ha establecido la triada reglamentaria, compuesta por el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), aprobado por el D.S.(MINECON) N°320, del 24 de agosto de 2001; el Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas (RESA), promulgado por el D.S.(MINECON) N° 319, del 24 de agosto de 2001; y el Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas (REPLA). El cual fue promulgado por el D.S.(MINECON) N° 345, del 19 de diciembre de 2005.

Pero, en materia de áreas y especies protegidas, es importante señalar al Reglamento de Parques Marinos y Reservas Marinas, promulgado por el D.S.(MINECON) N°238, promulgado el 16 de septiembre del 2004, por medio del cual se dispuso que los parques marinos se establecerán en áreas de pesca, independiente del régimen de acceso a que se encuentren sometidos; en cambio, las Reservas Marinas podrán establecerse en la franja del mar territorial de cinco millas marinas, medidas desde las líneas de base normales, a partir del límite norte de la República y hasta el paralelo 41°26,6' de Latitud Sur y alrededor de las islas oceánicas, en las aguas situadas al interior de las líneas del mar territorial y en aguas terrestres.

Asimismo, sobre el este mismo asunto, en el año 2006 se aprobó el Reglamento para Aplicar el Acuerdo para Promover el Cumplimiento de las Medidas Internacionales de Conservación y Ordenación por los Buques Pesqueros que Pescan en Alta Mar, por medio de la cual se obliga a las personas naturales y jurídicas que deseen efectuar actividades pesquera en Alta Mar, es decir, fuera de las aguas jurisdiccionales nacionales a solicitar una autorización de pesca a la SUBPESCA. Lo anterior, además de contribuir a lo dispuesto en la Resolución 15/93 de la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), celebrado en noviembre de 1993, extiende el ámbito jurisdiccional de la citada Autoridad Pesquera más allá de los límites fronterizos establecidos por la Zona Económica Exclusiva de Chile.

Luego de ello, mediante el D.S. (MINECON) N°136/2007, publicado en el D.O. de fecha 20 de febrero del 2008, se aprobó el Plan de Acción Nacional para reducir capturas incidentales de Aves en Pesquerías de Palangre

En los años 2008 y 2009, la Autoridad Pesquera emite dos instrumentos, dirigidos a modificar el reglamento sanitario de la acuicultura. Estos correspondieron al D.S.(MINECON) N°416/2008 y el D.S.(MINECON) N°349/2009, los cuales modificaron al Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas o "RESA", incorporando una definición específica de emergencia sanitaria y extendiendo el control a los prestadores de servicios, tales como centros de acopio, centros de faenamiento y las embarcaciones de transporte o "wellboat"; pero, además, se adicionaron medidas para ser adoptadas ante una emergencia sanitaria, las que podrían aplicarse, también, frente a casos de enfermedades establecidas en la lista 2 del referido Reglamento; se dispuso la facultad de destrucción de redes y artes de cultivo y se incorporó la obligación de ensilar la mortalidad.

Durante el año 2009, el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción promulga el D.S.(MINECON) N° 350/2009, el cual modifica el Reglamento Ambiental de la Acuicultura (RAMA), haciendo más preventivo a este instrumentos, ya que no se podía volver a iniciar un período productivo sin contar con el resultado favorable de un informe ambiental.

Con la dictación de la Ley N° 20.434, publicada en el D.O. de fecha 8 de abril de 2010, la cual modifica la LGPA, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura ajusta los indicadores ambientales en la acuicultura, haciéndolos más exigentes y preventivos ante situaciones indeseadas, además de fortalecer la normativa sobre seguridad para estructuras de cultivo, de manera que se pueda prevenir los escapes y desprendimiento de las especies en la acuicultura, cambiando el enfoque de mitigación a uno precautorio, y se limitó el tiempo de otorgamiento de las concesiones de acuicultura, hasta un máximo de 25 años, pudiendo renovarse.

En materia de bancos naturales, la Resolución Exenta N°2353, del 4 de agosto del 2010, de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, modificada por Resolución Exenta N°387, del 30 de enero del 2014, aprobó la metodología para determinar la existencia de bancos naturales de recursos hidrobiológicos en los sectores solicitados para concesiones de acuicultura, haciéndolo extensivo para los estudios de líneas de base ambiental marina de aquellos proyectos que son sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Con la promulgación de la Ley N°20.417, en el año 2012, el cual modificó por primera vez a la Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, también, enmendó la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), en términos que transfirió al Ministerio del Medio Ambiente la facultad de declarar los Parques y Reservas Marinos, el cual originalmente estaba bajo competencia del Ministerio de Economía, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

En materia de conservación de los recursos antárticos, la Ley N° 20.509, publicada en el D.O. de fecha 10 de mayo, estableció la prohibición para que toda persona natural chilena que se embarque en naves nacionales o extranjeras, no pueda efectuar actividades de pesca que contravengan las medidas de conservación de conservación establecidas por la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, promulgada mediante el D.S. (MINREL) N°662 de 1981.

En materia de protección de los recursos marinos naturales, la aprobación del D.S.(MINECON) N° 72 en el año 2011, permitió reemplazar al anterior Reglamento de Importación Habitual de Especies, fortaleciendo de esta forma la certificación sanitaria para la importación e incorporando la metodología de análisis de riesgo para determinar la posibilidad de ingreso al país de especies, de acuerdo a lo propuesto por Oficina Internacional de Salud Animal (OIE), el que es referencia internacional para el comercio internacional.

Además, en el mismo año 2012, se promulga la Ley N°20.625, el cual, entre otras medidas, modifica el Título II, incorporando el párrafo 1° bis, con medidas respecto al descarte de especies hidrobiológicas e imponiendo la devolución al mar de mamíferos marinos, reptiles, pingüinos y otras aves marinas, salvo que se encuentren severamente dañados o heridos, en cuyo caso deberán ser retenidos a bordo, para efectos de ser enviados a un centro de rehabilitación de especies hidrobiológicas.

Finalmente, en el mes de junio del 2014, se firmó el proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), cuyo objetivo es la conservación del ecosistema en todo el territorio nacional, principalmente las zonas de alto valor ambiental y aquellas que por condiciones de amenaza o degradación, necesitan medidas para su preservación. Entre las funciones del SBAP, está la administración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), que incluye también superficies privadas, la creación y elaboración de planes de manejo de áreas zonas; la implementación de políticas y estudios de conservación de la biodiversidad, en particular de aquellos ecosistemas frágiles y degradados; la preservación de ambientes y especies terrestres y marinos.

6.4.4.1 Normativas que atañen a la gestión ambiental del borde costero.

Conforme fue señalado en el Informe País del año 2012²⁴¹, varias son las normas que regulan el uso del borde costero, algunas de larga data como el D.F.L. N° 340, Ley sobre Concesiones Marinas, promulgado en abril de 1960. Sin embargo, este tema junto con el desarrollo acelerado del país en las últimas décadas se ha transformado en algo complejo, tanto en sus aspectos políticos como legales. Por eso en los últimos años ha sido necesario hacer varios esfuerzos para producir un ordenamiento de los procedimientos facilitando la participación ciudadana. Como resultado de este esfuerzo se ha generado una "Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República (PNUBC)", promulgada por D.S. (M) N° 475, del 14 de diciembre de 1994. Esta política, mantiene una serie de principios que hacen considerar la actividad en torno al borde costero como Política de Estado, Nacional, Multidisciplinaria y Sistémica.

Asimismo, en el mismo Informe País 2012 que consideró las principales normas legales que regulan el uso del borde costero, se deben complementar los siguientes alcances:

- **a) Que, el D.S. N° 660 del 14 de junio de 1988**, del Ministerio de Defensa Nacional, fue sustituido por el nuevo Reglamento sobre Concesiones Marítimas, publicado en el D.O. de fecha 20 de Abril de 2006.
- **b) Que, la Ley N°18.362**, el cual creó el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, fue modificada por la Ley N°20.417, que modificó a su vez la Ley N°19.300, sobre Base Generales del Medio Ambiente, estableciendo que "*La administración y supervisión del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado corresponderá al Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.*"
- **c) Que, la misma Ley N°20.417**, individualizada precedentemente, también, modificó la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), en términos que le transfirió al Ministerio del Medio Ambiente la facultad de declarar los Parques y Reservas Marinos, el cual originalmente estaba bajo competencia del Ministerio de Economía, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- **d) Que, existen otros instrumentos jurídicos** que participan, también, en la gestión ambiental del borde costero, tales como: Nuestra propia Constitución Política de la República, La Ley N° 19.300, sobre Base Generales del Medio Ambiente, modificado por la Ley N°20.417, el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, modificado en el año 2012 por el D.S. (MMA) N°40, la Ley de Navegación, promulgada por el D.L. N°2.222

Sin perjuicio del nutrido detalle de normas que han venido a colaborar en la gestión ambiental del borde costero, para algunos investigadores, tales como Belisario, Arenas y Guijón (2008)²⁴², el borde costero, tal como está concebido en la legislación chilena, tiene una extensión muy reducida sujeta a regulación específica, lo que no permite abarcar de una manera adecuada la planificación de lo que se debería considerar una zona costera.

²⁴¹ Véase, Op. Cit. N° 20, pág. 304

²⁴² Andrade B, F Arenas & R Guijón. 2008. Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. Revista de Geografía Norte Grande 41: 23-48.

Para estos estudiosos, su adecuada delimitación debiera incorporarse criterios ambientales y funcionales y no solo administrativos, lo cual permitiría determinar para cada tramo del litoral, la extensión más adecuada para un manejo más satisfactorio.

Esto, no pretende afectar ni desestabilizar la propiedad privada ni la pública, o el ejercicio de las facultades que ellas brindan, sino asegurarlas en forma sustentable y permanente en el tiempo. Para ello, es consustancial el conocimiento científico y técnico detallado de toda esa zona de interacción.

De esta forma, la institucionalidad para el uso del borde costero, no obedece actualmente a una política que permita su regulación permanente e integral, ya que por ahora parece obedecer más a la finalidad, no despreciable pero restringida, de realizar una gestión eficiente y sustentable de un ámbito territorialmente reducido, conforme a criterios recomendados, pero no obligatorios para los agentes involucrados.

Este enfoque restringido de planificación costera se adapta a la regulación sectorial del uso de recursos del litoral, pero no es suficiente a la escala necesaria para el ordenamiento territorial de la zona costera.

6.4.4.2 Normativa nacional e internacional aplicable a la realidad nacional

Con la finalidad de poder evaluar, a modo referencial, el estado de la calidad de las distintas matrices ambientales respecto a los metales pesados y a otros parámetros adicionales, a continuación se entrega un breve resumen de las normativas vigentes a nivel nacional para aguas y algunos criterios aplicados a sedimentos en distintos países desarrollados, ya sea a través de directrices o en su defecto, en normas de calidad para un determinado indicador ambiental.

En el país, la calidad ambiental secundaria que poseen los cuerpos de agua marinos no se encuentra regulada en algún instrumento reglamentario oficial. Sólo se cuenta con el D.S. N° 144/2009 "Normas de Calidad Primaria para la Protección de las Aguas Marinas y Estuarinas Aptas para Actividades de Recreación con Contacto Directo", promulgado por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia el 30 de diciembre del 2008 y publicado en el Diario Oficial el 07 de abril del 2009 (D.S. (MINSEGPRES) N° 144/2009)²⁴³. Éste dirige sus objetivos a establecer la calidad de un cuerpo de agua cuando ha sido monitoreado en varias ocasiones. Su propósito general es la protección de la calidad de las aguas marinas y estuarinas, de manera de salvaguardar la salud de las personas. Las normas primarias "anuales" de calidad ambiental para cada uno de los compuestos o elementos presentes en aguas marinas y estuarinas que se utilicen para actividades de recreación con contacto directo se indican en el Cuadro 6.10.

CUADRO 6.10

Valores anuales de calidad primaria para aguas destinada a uso recreativo con contacto directo.

Indicador	Unidad	Percentil	Estándar
Color	Escala Pt-Co	80	100
pH	Unidad de pH	95	6,0 - 8,5 (1)
Cianuro	mg/L	95	0,77
Arsénico	mg/L	95	0,11
Cadmio	mg/L	95	0,033
Cromo	mg/L	95	0,55
Mercurio	mg/L	95	0,011
Plomo	mg/L	95	0,11
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	100	1.000

²⁴³D.S. N° 144/2009 MINSEGPRES. Normas de Calidad Primaria para la Protección de las Aguas Marinas y Estuarinas Aptas para Actividades de Recreación con Contacto Directo. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Santiago de Chile.

Fuente: D.S. (SEGPRES) N° 144/200951. El pH está expresado en términos de valor mínimo y máximo.

Si bien la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), elaboró en su momento la “Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas”, en la actualidad la Autoridad Ambiental ha recomendado, en el contexto de diversos Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental, dejar de utilizar, pues nunca se constituyó en un cuerpo normativo.

En tanto, actualmente el país no dispone de regulaciones ambientales que establezcan límites mínimos y/o máximos de concentración para sustancias químicas en sedimentos marinos. En consecuencia, tal como lo estipula el D.S. N° 40/2013 en su Artículo 11, se pueden utilizar normas de calidad ambiental y de emisión de referencia de otros estados, mencionados en el mismo artículo. En general, existe una variada gama de directrices o regulaciones ambientales extranjeras aplicables a la calidad secundaria de sedimentos marinos (y aguas, la mayoría de ellas basadas en niveles o contenidos de sustancias químicas (criterio de concentración). Asimismo, se han generado criterios de calidad en base a estudios de ecotoxicidad (bioensayos) en la biota marina (criterio de exposición). Dichos criterios no representan una norma primaria de valores máximos permitidos para los sedimentos marinos, si no que se utilizan como guía para las autoridades que deben tomar decisiones en cuanto a la remoción, dispersión o disposición de dichos sedimentos, ya que indican la posible toxicidad para los organismos marinos bentónicos.

Para esta revisión, se han considerado guías internacionales para los metales pesados y para los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y los Bifenilos Policlorados (PCB). Los valores considerados han sido los TEL y PEL de la normativa de Canadá. El valor TEL (Threshold Effect Level) o Nivel de Efecto Umbral, representa la concentración por debajo de la cual no se espera que ocurran efectos biológicos adversos. También estos valores se conocen como valores ISQG (por sus siglas en inglés, Interim Sediment Quality Guideline) o Guía Provisional de Calidad del Sedimento de Canadá. En tanto, el Nivel de Efecto Probable (PEL, por sus siglas en inglés, Probable Effect Level), es la concentración sobre la cual aparecen con frecuencia efectos biológicos adversos. Buchman (2008)²⁴⁴ recopiló estas guías en el Screening Quick Reference Tables de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

En el Cuadro 6.11 se indican los límites mínimo (TEL) y máximo (PEL) del criterio ambiental aplicado. Adicionalmente, de modo comparativo se han adicionado también los criterios para los contenidos de Fósforo Total, Nitrógeno Total y Materia Orgánica Total en sedimentos marinos, de acuerdo a Persaud et al. (1993)²⁴⁵.

CUADRO 6.11

Criterios utilizados para la evaluación de calidad ambiental de sedimentos marinos. Concentraciones en mg/kg.

Parámetros	TEL	PEL
Cadmio (1)	0,68	4,21
Cromo Total (1)	52,3	160
Cobre (1)	18,7	108
Mercurio (1)	0,13	0,7
Plomo (1)	30,24	112
Zinc (1)	124	271
HAP (1) (2)	1,684	16,77
PCB	0,0216	0,189
Fósforo Total (3)	600	
Nitrógeno Total (3)	550	
Materia Orgánica Total (MOT) (3) (4)	1,724	

²⁴⁴ Buchman MF. 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 pp.

²⁴⁵ Persaud D, R Jaagumagi & A Hayton. 1993. Guidelines for the Protection and Management of Aquatic sediment quality in Ontario. Ontario ministry of Environment and Energy Report. <http://www.itrcweb.org/contseds-bioavailability/References/guide_aquatic_sed93.pdf>

²⁴⁶ Hernández S, C Franco & C Herrera. 2008. Carbono orgánico y materia orgánica en sedimentos superficiales de la bahía Concepción. Ciencia Ahora 21(11): 28-34

(1) Buchman MF. 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 pp.

(2) Suma de HAP (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos) de alto y bajo peso molecular.

(3) Persaud D, R Jaagumagi & A Hayton. 1993. Guidelines for the Protection and Management of Aquatic sediment quality in Ontario. Ontario Ministry of Environment and Energy Report.

(4) El valor de MOT es expresado en la normativa canadiense en forma de Carbono Orgánico Total (%). Considerando la conversión de %MOT = %C*1,724 (Hernández et al. 2008)²⁴⁶, se obtuvo el valor referencial de MOT.

También, a modo comparativo, complementariamente en el Cuadro 6.12 se entregan los valores referenciales de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA, por sus siglas en inglés United States Environmental Protection Agency), para aguas marinas, actualizados al 2016, de acuerdo a la National Recommended Water Quality Criteria – Aquatic Life Criteria Table²⁴⁷. La USEPA considera los valores CMC (“Criterion Maximum Concentration”) y CCC (“Criterion Continuous Concentration”). El primer valor correspondería a la toxicidad aguda (CMC) y el segundo a la crónica (CCC).

CUADRO 6.12

Crerios utilizados para la evaluación de calidad ambiental de aguas marinas.

Concentraciones en $\mu\text{g/L}$ (ppb) (1).

Parámetros	CMC	CCC
Cadmio	40	8,8
Cromo Total (Cr+3 + Cr+6)	11.400	77,4
Cobre	4,8	3,1
Mercurio	1,8	0,94
Plomo	210	8,1
Zinc	90	81
HAP (1)	300	-
PCB (1)	0,033	0,03

(1) Buchman MF. 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 pp.

Para los fines comparativos de la evolución de los niveles de metales traza en aguas en el litoral nacional, se utilizará el valor CCC, pues constituye un reflejo de la toxicidad crónica a la que se verían sometidos los organismos marinos. Debe recordarse que la toxicidad “crónica” se refiere a los efectos producidos por una exposición prolongada (semanas a meses) a una sustancia, generalmente a dosis inferiores a las necesarias para causar una intoxicación aguda.

6.5 CONCLUSIONES

Entre los aspectos que más ha variado dentro del patrimonio de borde costero está la destinación que se ha hecho de él para actividades principalmente productivas, por medio del otorgamiento de áreas costeras conocidas como concesiones marinas. De estas, las concesiones para acuicultura son las que más han aumentado; de un total de 1808 en 1999, a 3.278 en 2015, concentradas principalmente en la Región de los lagos.

²⁴⁷ <<https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>>

En el periodo de años que se compara (1999–2015) hubo mejoras en la normativa ambiental en concesiones acuícolas, no obstante se le ha criticado que no se crearon instrumentos adecuados para la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos y la salvaguarda de los ecosistemas en que se encuentran.

En segundo lugar, el incremento en las concesiones costeras ha sido para Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB), subiendo de un número de 141 áreas en 1999 a 776 en 2015, con un total de 119.694 hectáreas. Si bien uno de los objetivos principales de las AMERB fue la conservación de las especies marinas bentónicas en determinadas zonas del litoral, para un manejo sustentable de recursos biológicos bentónicos, falta un seguimiento claro que valide ese objetivo en las concesiones entregadas con ese fin.

En comparación a la importante cantidad de áreas costeras entregadas en concesión para labores productivas y de explotación de recursos marinos, la gestión destinada a la protección de espacios marinos y costeros ha sido escasa, orientada principalmente a la conservación de los recursos pesqueros y la diversidad biológica marina.

La disminución de los distintos recursos pesqueros, ya sea por extracción humana o por factores ambientales, ha sido fuerte y sostenida, llegando a una situación dramática y preocupante en 2015. La tasa de variación de las principales pesquerías pelágicas disminuyeron en más del 70%, respecto a 1999, mientras que la pesquería demersal de peces se redujo por sobre el 82%. Los crustáceos considerados en el análisis y los erizos disminuyeron sus desembarques en torno a un 45% en el periodo comparado. Los moluscos están entre los recursos que menos variación han registrado en estos 16 años comparativos (-21,5%), debido principalmente a que están manejados por las AMERB. Esta realidad de colapso y sobreexplotación de la mayoría de las pesquerías más importantes del país es altamente preocupante, y de no mediar cambios importantes en el actual proceder humano respecto a estos recursos, la mayor parte de los stocks comerciales pesqueros estarán colapsados dentro de pocos años más. Por otro lado, ésta sobreexplotación está generando cambios sociales y económicos que amenazan no sólo a los ecosistemas marinos, sino también a la seguridad alimentaria mundial.

Los Comité Científico de la Subsecretaría de Pesca que evalúan los recursos pesqueros, chilenos califican a 9 pesquerías en condiciones de colapso, otras 10 en estado de sobreexplotación, 7 pesquerías se encuentran en estado de plena explotación y dos pesquerías Subexplotadas.

Adicionalmente, se agrega una variable compleja como lo es cierto grado de incertidumbre respecto al real estado de ciertas pesquerías, el que podría ser más delicado aún, dado que para algunas especies los reportes no incluyen los niveles de descarte de la flota industrial, o el sub-reportaje correspondiente a la extracción de la flota artesanal, los que suelen alcanzar valores de alta importancia.

La revisión antes expuesta muestra que poco a poco ha ido aumentando el acervo de información respecto a contenidos de metales pesados y compuestos orgánicos en las aguas y sedimentos marinos. No obstante, esta información, se encuentra concentrada en aquellas bahías que presentan o una mayor densidad poblacional o mayor cantidad de actividades industriales. Sólo la región sur de canales y fiordos nacionales es la excepción, dados los distintos cruceros CIMAR-Fiordos dirigidos por el CONA que permitieron aumentar fuertemente la información disponible en estos sectores.

En tanto, el seguimiento de la evolución en el tiempo de los niveles de metales pesados, nutrientes y compuestos hidrocarbonados, muestra, por una parte, una clara disminución de los contenidos de todos los metales pesados en aguas y sedimentos, especialmente acentuado en esta última matriz ambiental. Cadmio, cromo, mercurio, plomo y zinc se hallarían bajo los criterios internacionales utilizados en el último período evaluado (2011–2014.). Sólo el cobre mostró concentraciones por sobre el límite ambiental internacional en aguas de la XV, I y II Regiones, mientras que los sedimentos mostraron contenidos promedios superiores a la guía propuesta entre las Regiones XV y III, dando cuenta de la actividad cuprífera local y las condiciones orográficas de esta zona.

Los nutrientes (nitrógeno y fósforo total) y materia orgánica total revelaron una baja importante a lo largo de los años. Sin embargo, los promedios regionales en los sedimentos dan cuenta de la intensidad de algunas actividades llevadas a cabo en el borde costero de algunas regiones. Así, la X y XI Regiones mostraron contenidos de todos estos parámetros superiores al promedio nacional, reflejando probablemente la actividad de los hidrocultivos locales. En tanto, los comparativamente altos niveles de nitrógeno total y materia orgánica total en los sedimentos de la VIII Región, dando cuenta del impacto que aún se puede apreciar de las descargas de riles de las empresas pesqueras en años pasados. Si bien este es el caso más importante en cuanto a enriquecimiento orgánico, otras regiones presentan situaciones, aunque menos críticas, similares, exceptuándose de esto sólo las II, III, IV y V Regiones.

En general los niveles de HAP y BPC se han mantenido bajos en todas las regiones, exceptuando casos puntuales de presencia de BPC en cuerpos de agua de las Regiones II, V, VIII y X, aunque bajos los estándares internacionales. Mientras que los contenidos hidrocarburos totales (HCT) en sedimentos marinos han disminuido notablemente en el tiempo, lo que estaría probablemente vinculados a la mejora en la gestión ambiental de los residuos de HCT en relación a los puertos y al movimiento de naves, a las descargas de aguas residuales y la disminución de derrames de petróleo a nivel nacional.

En general, el borde costero nacional muestra claras mejoras en su condición ambiental, considerando las aguas y sedimentos marinos.

Con la aparición de la nueva institucionalidad ambiental, creada a mitad de la década de los noventa, las iniciativas regulatorias que hasta ese momento se encontraban amparadas en los sectores muy puntuales de la administración del Estado, tendieron a consolidar el nuevo sistema de gestión ambiental producido para evaluar todos los proyectos o actividades que se instalarían en el borde costero nacional.

Las principales modificaciones que experimentó la Ley General de Pesca y Acuicultura, como principal norma establecida para la explotación y conservación de los recursos marinos, han seguido esta tendencia dirigida a formar parte de la actual institucionalidad ambiental, a tal punto que, las facultades que poseía la actual Autoridad Pesquera para declarar parques y reservas marinas, hoy en día forma parte de las competencias de la Autoridad Ambiental.

Algo muy similar ha experimentado la normativa que atañe a la gestión ambiental del medio ambiente acuático, en donde las autorizaciones o permisos ambientales sectoriales se han concentrado en un único instrumento de gestión ambiental, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en donde se canalizan todos los requerimientos demandados por las distintas organizaciones en un único acto, denominado Resolución de Calificación Ambiental.

Sin embargo, aun cuando nuestro país ha demostrado iniciativas normativas destinadas a la protección y ordenamiento del borde costero, ésta no ha evolucionado de la misma forma que experimentó la regulación ambiental. Así, la institucionalidad para el uso del borde costero no ha obedecido a una política que permita su regulación permanente e integral, ya que por ahora parece obedecer más a una finalidad sectorial, en donde yace restringida, lo cual ha restringido una necesaria planificación del borde costero, que esté adaptada a los requerimientos ambientales y de conservación de los ecosistemas marinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, L. Cubillos & A. Cortés. 2008. *Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2005. Informe Final, Proyecto FIP 2005-09: 348 pp.*
- Aguayo, M. 1995. *Biology and fisheries of Chilean hakes (M. gayi and M. australis)*. In: J. Alheit & T.J. Pitcher (eds.). *Biology, fisheries and markets*. Chapman & Hall, London, pp. 305-338.
- Aguayo, M., Payá, I., Céspedes, R., Miranda, H., Catasti, V., Lillo, S., Gálvez, P., Adasme, L., Balbontín, F. y Bravo, R. (2001). *Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Proyecto FIP 99-15: 114.*
- Aguirre-Martínez G, A Rudolph, R Ahumada, R Loyola & V Medina. *Toxicidad no específica en sedimentos portuarios, una aproximación al contenido de contaminantes críticos. Revista de Biología Marina y Oceanografía 44: 725-735.*
- Ahumada R, M Garrido, E Gonzalez & A Rudolph. 2015. *Distribución y concentración de Zn total en sedimentos del fiordo Aysén, sur de Chile, posterior al terremoto y tsunami de 2007. Revista de Biología Marina y Oceanografía 50(1): 53-60.*
- Ahumada R, A Rudolph, S Madariaga & F Carrasco. 1989. *Descripción de las condiciones oceanográficas de la Bahía San Vicente y antecedentes sobre los efectos de la contaminación. Biología Pesquera, Chile 18: 37-52.*
- Ahumada R. 1994. *Nivel de concentración y bioacumulación de metales pesados (Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Pb y Zn) en tejidos de organismos bénticos de bahía San Vicente. Revista de Biología Marina 29(1): 2-18.*
- Ahumada R. 1995. *Bahías: áreas de uso múltiple, un enfoque holístico del problema de la contaminación. Ciencia y Tecnología del Mar, Número Especial: 59-68.*
- Ahumada R. 2006. *Metales menores y trazas de los sedimentos superficiales de canales y fiordos australes. En: Silva N & S Palma (eds). Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos, pp. 77-81. Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.*
- Alam IA & M Sadiq. 1993. *Metal concentrations in Antarctic sediment samples collected during the Trans-Antarctica 1990 Expedition, Marine Pollution Bulletin 26(9): 523-527.*
- Alarcón S. 2002. *Determinación de elementos traza (Cd, Cu, Ni, Pb, Hg y As) en agua de mar y sedimento de la Bahía de Puerto Montt, año 2002. Tesis de Grado, Título de Químico Farmacéutico, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 88 pp.*
- Andrade B, F Arenas & R Guijón. 2008. *Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. Revista de Geografía Norte Grande 41: 23-48.*
- Arana P. 1970. *Nota sobre la presencia de ejemplares de merluza de cola (Macruronus magellanicus Lönnberg) frente a la costa de Valparaíso. Investigaciones Marinas 1 (3): 50-60.*
- Arana P. 2009. *Reproductive aspects of the Patagonian toothfish (Dissostichus eleginoides) off southern Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 37(3): 381-394.*
- Arana, P.M. (ed.). 2012. *Recursos pesqueros del mar de Chile. Escuela de Ciencias del Mar, PUCV, Valparaíso, 308 pp.*
- Aranís, A. 1989. *La Pesquería de la Zona Norte de Chile. En: El Norte Grande, III Jornadas Territoriales. Editorial Universitaria, Santiago: 145 – 155.*

- Aranís, A., A. Gómez, K. Walker, G. Muñoz, L. Caballero, G. Eisele, J. Cerna, et al. 2016. Informe Final. Convenio de Desempeño, 2015. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur, V-XI Regiones, año 2015. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT/Junio 2016. 338 pp + Anexos.
- Aranís, A., A. Gómez, K. Walker, G. Muñoz, L. Caballero, G. Eisele, J. Cerna, et al. 2016. Informe Final. Convenio de Desempeño, 2015. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur, V-XI Regiones, año 2015. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT/Junio 2016. 338 pp + Anexos.
- Aranís, A., A. Gómez, K. Walker, G. Muñoz, L. Caballero, G. Eisele, J. Cerna, et al. 2016. Informe Final. Convenio de Desempeño, 2015. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur, V-XI Regiones, año 2015. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT/Junio 2016. 338 pp + Anexos.
- Art. 2° Ley N°20.293. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso.<
<http://bcn.cl/1vg56>>
- Artículo 4° del D.S.(M) N°2/2005, Reglamento de Concesiones Marítimas.
- Artículo 4°, inciso 2°, Ley N°19.300, modificada por la Ley N° 20.417
- Artículo N° 115 del D.S.(MMA) N° 40/2012, actual Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Artículos 142 al 162 del D.L. N° 2.222, del 21 de mayo de 1978, publicado el 31 de mayo de 1978.
- ATSDR, Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 1995. *Reseña Toxicológica de los Hidrocarburos aromáticos policíclicos*. Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública, Atlanta.[en inglés]
- Balbontín F. y R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de primera madurez sexual, y datos biométricos en la merluza del sur (*Merluccius australis*). *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso, 28 (1), 111-132.
- Balbontín F. y R. Bravo. 2012. Aspectos reproductivos de merluza del sur y merluza de cola, Subproyecto de Proyecto FIP 2012-07 Evaluación de stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral. Informe Final.
- Balbontín F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar.* 17:285-334.
- Bamber RN & RMH Seaby. 2004. The effects of power station entrainment passage on three species of marine planktonic crustacean, *Acartia tonsa* (Copepoda), *Crangon crangon* (Decapoda) and *Homarus gammarus* (Decapoda). *Marine Environmental Research* 57: 281-294.
- Barahona, J. y C. Molinet. 2015. Reporte Técnico CCTB N°12/2015. Explotación de la pesquería de erizo destino fresco en la X – XI Región. Comité Científico Bentónico. Recuperado de http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-91701_documento.pdf
- Barahona, J. y C. Molinet. 2015. Reporte Técnico CCTB N°12/2015. Explotación de la pesquería de erizo destino fresco en la X – XI Región. Comité Científico Bentónico. Recuperado de http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-91701_documento.pdf
- Barahona, N. y A. Olgúin. 2007. IFOP. Programa de Seguimiento del estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Pesquería de pulpo del sur *Enteroctopus megalocyathus*. Informe Final.

- Barahona, N., P. Araya, G. Muñoz, C. Vicencio, V. Pezo, A. Olguín, P. Mora, N. Salas, D. Subiabre, C. Vargas, C. Molinet, M. Díaz y P. Díaz. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas. Informe Final. Junio 2015. Convenio IFOP – Ministerio de Economía. 280 pp.
- Belleggia M., N. Andrada, S. Paglieri, F. Cortés, A. Massa, D. Figueroa and C. Bremec. 2016. Trophic ecology of yellownose skate *Zearaja chilensis*, a top predator in the south-western Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology*, 88, 1070–1087.
- Béné, C., M. Barange, R. Subasinghe, P. Pinstруп-Andersen, G. Merino, G. Hemre, and M. Williams. 2015. Feeding 9 billion by 2050—putting fish back on the menu. *Food Security*, 7: 261–274.
- Bonert C, L Pinto & R Estrada. 2010. Presencia de hidrocarburos en agua y sedimentos entre el Seno Reloncaví y el Golfo Corcovado (X Región) - CIMAR 10 Fiordo. *Ciencia y Tecnología del Mar* 33(2): 89-94.
- Braun M, V Valenzuela, G Claramunt, H Reyes, M Pizarro, V Cataste, G Herrera, P Moreno, C Gaspar & E Díaz. 2005. Evaluación del stock desovante de anchoveta I y II regiones Año 2005. Informe Final. Proyecto FIP N° 2005-03: 1-155.
- Bucarey, D., C. Canales, C. Montenegro, M. Zilleruelo y D. Párraga. 2015. Informe de Estatus. Convenio desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016: Langostino colorado. Subsecretaría de Economía y EMT/Septiembre 2015. 90 pp + Anexos.
- Bucarey, D., J. Cavieres, C. Montenegro, M. Zilleruelo, D. Párraga y C. Bravo. 2015. Informe de Estatus. Convenio desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016. Langostino amarillo. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA, Octubre 2015. 94 pp + Anexos.
- Buchman MF. 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 pp.
- Buschmann AH. 2001. Impacto ambiental de la acuicultura. El estado de la investigación en Chile y el Mundo, 63 pp. Terram Publicaciones, Santiago.
- Bustamante, C. 2006. Caracterización ecológica del ecosistema bentónico submareal en las áreas costeras de la VIII Región, Chile, Criterios de manejo y legislación para la conservación marina. Tesis, Escuela de Biología Marina Facultad de Ciencias Universidad Austral de Chile.
- Bustos E. y S. Olave 2001. Manual; El cultivo del erizo (*Loxechinus albus*). IFOP. División de Acuicultura. 22 pág.
- Bustos, E. y F. Navarrete. 2001. Manual: El cultivo del Loco (*Concholepas concholepas*). Proyecto FONDEF D9611101. IFOP, Chile. 32 pp.
- Calderón C & J Valdés. 2012. Contenido de metales en sedimentos y organismos bentónicos de la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 47(1): 121-133.
- Campos, B.; Brown, D.; Duran L.; Melo C. & J. Urban. 1999. Estudio de edad y reproducción del recurso almeja en la IV y V Regiones. Informe Final, proyecto FIP 97-32. Fondo de Investigación Pesquera Universidad de Valparaíso. 108 pp + tablas y figs.
- Canales C. & P. Arana. 2012. Estimación de la biomasa de langostino amarillo (*Cervimunida johni*), aplicando Modelo Lineal Generalizado a registros de captura por área barrida en la zona central de Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40(2): 316-334

- Cañon, J.R. 1985. La variabilidad ambiental en la zona norte de Chile y su influencia en la pesquería pelágica durante El Niño 1982-83. *Invest. Pesq. (Chile)* 32: 119-128.
- Carrera ME, V Rodríguez, R Ahumada & P Valenta. 1993. Metales trazas en la columna de agua y sedimentos blandos en Bahía de Concepción, Chile. Determinación mediante voltametría de redisolución. *Revista de Biología Marina* 28: 151-163.
- Castilla J.C. 1990. El erizo chileno *Loxechinus albus*: importancia pesquera, historia de vida, cultivo en laboratorio y repoblación natural. *Cultivos de moluscos en América Latina* (83-96).
- Castilla, J. C. 1981. Perspectivas de investigación en estructura y dinámica de comunidades intermareales rocosas de Chile central. II. Depredadores de alto nivel trófico. *Medio Ambiente*, 5(12): 190-215.
- Castilla, J.C. 1976. Ecosistemas marinos de Chile: principios generales y proposición de clasificación. En: "Preservación del Medio Ambiente Marino", F. Orrego (ed.). Instituto de Estudios Internacionales, Universidad de Chile, Santiago, pp. 22-37
- Castro C, Alvarado C. 2009. La Gestión del Litoral Chileno: un Diagnostico. Red IBERMAR (CYTED), Universidad Católica de Chile. Instituto de Geografía, Santiago, pp. 2-11.
- Cavieres, J. y C. Canales. 2016. Documento Técnico. Final de Objetivo Específico 4.2.5. Implementación metodológica de evaluación de stock de recursos bentónicos. Convenio desempeño 2015. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas, 2015. Subsecretaría de Economía y Emt/Enero 2016. 102 pp.
- CENMA, Centro Nacional del Medio Ambiente. 2015. Estudio para actualización de antecedentes técnicos para desarrollar la norma secundaria de calidad para la protección de las aguas continentales en la cuenca del río Aconcagua, Región de Valparaíso. Informe Final. SEREMI Medio Ambiente, Región de Valparaíso, Ministerio de Medio Ambiente, Valparaíso, 100 pp.
- Cerna F., L. Cubillos., G. Plaza. 2013. Análisis histórico del crecimiento somático de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) frente a la costa central de Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 41(3): 558-569.
- Chesheva Z. 1992. Data on the biology of the Magellan hake, *Macruronus magellanicus*, from the Southwestern Atlantic. *Journal of Ichthyology* 32(7): 137-141.
- Chiang, J. 1988. Niveles de metales pesados en organismos, agua y sedimentos marinos recolectados en la V región de Chile. *Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste Chile, Viña del Mar, 9-13 mayo*, pp. 205-215.
- Chong J. 2000. Ciclo de maduración ovárica, fecundidad y talla de madurez en *Macruronus Magellanicus* (Lönnberg, 1907) de la zona sur de Chile. *Biología Pesquera* 28: 3-13.
- Chong, J., N. Cortés, R. Galleguillos y C. Oyarzun. 2001. Estudio biológico pesquero del recurso pulpo en la X y XI Regiones. Informe Final. Proyecto FIP N° 99-20, 212 pp.
- Chuecas L. 1989. Contaminación marina por metales pesados en el litoral de la región del Biobío, Concepción, Chile: el caso del mercurio y el cadmio. *Ambiente y Desarrollo, Chile* 1: 137-145.
- Cisternas, F. y W. Sielfeld. 2008. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* v.36, N°.2, Valparaíso. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-560X2008000200002>.
- CONAMA, 2008. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores (Santiago de Chile), 640 pp.
- CONAMA. 2013. De mar a cordillera. Octava Región del Biobío, 147 pp. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago.

- Cortez, T., G. Castro & A. Guerra. 1995. Feeding dynamics of *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile waters. *Mar. Biol.*, 123: 497-503.
- Cortéz, T.; A. González; A. Guerra. 1999. growth of cultured *Octopus mimus* (Cephalopoda, Octopodidae). *Fisheries Research*, 40: 81-89.
- Cubillos L & D Arcos. 2002. Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) in the 1990s, and impact of the 1997-98 El Niño. *Aquatic Living Resources* 15, 87-94.
- Cubillos L & H Arancibia. 1993. On the seasonal growth of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off Talcahuano, Chile. *Rev Biol Mar (Valparaíso)* 28, 43-49.
- Cubillos L., C. Alarcón, H. Arancibia. 2007. Selectividad por tamaño de las presas en merluza común (*Merluccius gayi gayi*), zona centro-sur de Chile (1992-1997). *Invest. Mar., Valparaíso*, 35 (1): 55-69.
- D.F.L. N° 208, del 21 de julio de 1953, publicado en el D.O. del 3 de agosto del mismo año.
- D.L. N° 2.222, del 21 de mayo de 1978, publicado en el D.O. del 31 de mayo del mismo año.
- D.S. N° 144/2009 MINSEGPRES. Normas de Calidad Primaria para la Protección de las Aguas Marinas y Estuarias Aptas para Actividades de Recreación con Contacto Directo. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Santiago de Chile.
- D.S.(M) N° 1 del 6 de enero de 1992, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática, modificado por el D.S.(M) N° 820 del 5 de noviembre de 1993, que fue publicado en el D.O. del 17 de noviembre de 1993.
- D.S.(M) N° 1.340 bis, del 14 de junio de 1941, publicado en el D.O. del día 27 de agosto de 1941.
- Davis TJ, D Blasco & M Carbonell. 1996. Manual de la Convención Ramsar. Una guía a la Convención sobre los humedales de importancia internacional, 211 pp. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- DIRECTEMAR posee jurisdicción sobre aquellos ríos y lagos que son navegables por embarcaciones que posean sobre 100 toneladas de registro grueso.
- Eriksen M, LCM Lebreton, HS Carson, M Thiel, CJ Moore, JC Borerro, F Galgani, P Ryan, J Reisser. 2014. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS ONE* 9(12): e111913.
- Espíndola. F., C. Canales y E. Garcés. 2016. Informe de Status. Convenio de desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016. Raya volantín regiones VIII a XII, 2016. Subsecretaría de Economía y EMT. Recuperado de: <http://www.ifop.cl/wp-content/uploads/RepositorioIfop/InformeFinal/P-483237.pdf>
- EULA. 2014. Proyecto Análisis de Riesgos de Desastres y Zonificación Costera, Región del Biobío. Código BIP 30098326, Expediente Comunal Talcahuano, Gobierno Regional Región del Biobío, 89 pp.
- FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and Challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO. 2016. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura.
- FAO/SIDA. 1983. Manual de métodos del medio ambiente acuático. Parte 9. Análisis de la presencia de metales y organoclorados en los peces. FAO, Documento Técnico de Pesca 212: 1- 35.

- Fariña JM, MD Bertness, B Silliman, N Aragonese & E Gayo. 2012. *Historia natural y patrones ecológicos del humedal costero El Yali, Chil.* En: Fariña JM & A Camaño (eds). *Humedales costeros de Chile. Aportes científicos a su gestión sustentable*, pp. 215-249. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Feeley III TJ, TJ Skone, GJ Stiegel, JR, A Mcnemar, M Nemeth, B Schimmoller, JT Murphy & L Manfredo. 2008. *Water: A critical resource in the thermoelectric power industry.* *Energy* 33: 1-11.
- Fernández E, ML Silva, I Sánchez, O Pavez, R Díaz, & P Fabry. 2001. *Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar, Viña del Mar*, p. 31.
- FIP N°2008-40. IFOP. 2010. *Informe Final Corregido– Universidad Arturo Prat - ICYT. Caracterización biológico pesquera de las actividades extractivas del recurso pulpo en el X Región.* Recuperado de: <http://www.fip.cl/Archivos/Hitos/Informes/INFORME%20HITO%20FINAL384Adjunto1.pdf>
- FIP.(1996). *Informe Técnico N°47/1996. Universidad Arturo Prat. Caracterización del Ciclo Reproductivo del Recurso Pulpo (Octopus mimus) en las Regiones I a III.* Recuperado de: <http://www.fip.cl/Archivos/Hitos/Informes/inffinal%2096-47.pdf>
- FIP.(1996). *Informe Técnico N°48/1996. Instituto de Fomento Pesquero, Dirección Zonal III y IV regiones. Análisis de la pesquería de los recursos lapa, jaiba y pulpo de la III y IV regiones.* Recuperado de: <http://www.fip.cl/Archivos/Hitos/Informes/inffinal%2096-48.pdf>
- Franco C, A Rudolph, J Becerra & A Barros. 2001. *Análisis de hidrocarburos en sedimentos de Bahía Concepción por cromatografía en capa fina.* Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar, Viña del Mar, p. 33.
- Fuentes J. 2014. *Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso N° 42. Evolución del régimen ambiental de la acuicultura en Chile.*
- Fuentes-Olmos J. 2014. *Evolución del régimen ambiental de la acuicultura en Chile. Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso 42: 441-447.*
- Gallardo, V., I. Cañete, S. Enríquez-Briones, R. Roa, A. Acuña & M. Baltazar. 1993. *Biología del langostino colorado Pleuroncodes monodon H. Milne Edwards, 1837 y especies afines (Crustacea, Decapoda, Anomura, Galatheidae): sinopsis.* En: F. Faranda & O. Parra (eds). *Elementos básicos para la gestión de los recursos vivos marinos costeros de la región del Biobío.* Programa EULA, Universidad de Concepción, Monografías Científicas, 2: 67-113.
- Gili R, M Donoso, V Ojeda, A Lopez, & H Miranda. 1999. *Parámetros poblacionales de raya volantín de VIII a X Regiones y métodos de asignación de edades.* Instituto de Fomento Pesquero Informe técnico 97–20. Valparaíso: IFOP.
- Guerra, A., T. Cortez y F. Rocha. 1999. *Redescripción del pulpo de los Changos, Octopus mimus Gould, 1852, del litoral chileno-peruano (Mollusca, Cephalopoda).* *Iberus* 17 (2):37-57.
- Guiler E. 1959. *The intertidal ecology of the Montemar área, Chile.* *Papers and Proceedings Royal Society of Tasmania*, 93: 33-58.
- Gunnerson Ch & G Peter. 1976. *El derramamiento petrolífero del METULA.* NOAA Special Report. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 37 pp.
- Gutiérrez, J. & O. Zúñiga. 1977. *Pleuroncodes monodon H. Milne Edwards, 1837 en la bahía de Mejillones del sur, Chile (Crustacea, Decapoda, Anomura).* *Rev. Biol. Mar, Valparaíso*, 16(2): 161- 169.
- Guzmán N.; S. Saá & L. Ortlieb. 1998. *Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastrópoda y Pelecypoda) en la zona de Antofagasta, 23° S (Chile).* *Estad. Oceanol.* 17:17-86.

- Guzmán, N., S. Saá and L. Ortlieb. 1998. *Descriptive catalogue of nearshore Molluscs (Gastropoda Pelecypoda) from Antofagasta area, 23°S (Chile)*. *Estud. Oceanol.* 17: 17-86.
- Harrison P & R Hoare. 1980. *Metals in biochemistry*, 78 pp. Chapman and Hall, London.
- Hernández S, C Franco & C Herrera. 2008. *Carbono orgánico y materia orgánica en sedimentos superficiales de la bahía Concepción*. *Ciencia Ahora* 21(11): 28-34
- Herrera M. 2002. *El Problema de los Residuos Líquidos Urbanos en Chile: Aspectos Jurídicos y Científico-Técnicos que Influyen en su Solución y Control*. En: *Libro de Resumen de las VI Jornadas de Derecho del Medio Ambiente*, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Herrera M. 2009. *Evolución del Derecho Ambiental Marítimo en Chile y Proposición de una actualización del Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática*. Tesis de Grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, Escuela de Derecho, Universidad de Aconcagua, Santiago de Chile, 84 pp.
- HLPE. 2014. *Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*. FAO, Rome.
- Hollowed, A. B. Aydin, K. Essington, T. Ianelli, J. Megrey, B. Punt, and A. Smith. 2011. *Experience with quantitative ecosystem assessment tools in the northeast Pacific*. *Fish and Fisheries*, 12: 189–208.
- Horn, P. 2002. *Age and growth of Patagonian toothfish (Dissostichus eleginoides) and Antarctic toothfish (D. mawsoni) in waters from the New Zealand subantarctic to the Ross Sea, Antarctica*. *Fisheries Research*, 56: 275-287.
- IFOP 2014. *2º Informe final Proyecto 2.9: Investigación del estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables en Merluza común, año 2014*
- IFOP.(2014). *Segundo Informe-Final. Proyecto 2.8: Investigación del estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables en merluza del sur, año 2014*. Recuperado de: <http://www.ifop.cl/wp-content/uploads/merluza-del-sur.pdf>
- IFOP.(2016). *Informe de Status. Convenio de desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales – Merluza del sur, 2016*.
- IFOP.(2016). *Informe de Status. Convenio de desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales – Merluza del sur, 2016*. Recuperado de: <http://www.ifop.cl/wp-content/uploads/RepositorioIfop/InformeFinal/P-483243.pdf>
- Inf. Téc. N° 248-2015. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2015. *Cuota global anual de captura de merluza del sur en las áreas y sus unidades de pesquería, año 2016.*, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 7 p
- Inf. Técnico. N° 126-2015. Subpesca. (2015). *Modifica cuota global anual de captura de merluza del sur en las áreas y sus unidades de pesquería de la zona sur-austral, comprendidas entre los paralelos 41°28'6LS y 57°LS, año 2015*. Recuperado de: http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/2015/RPESQ126-2015CuotaMerluzasur_2015.pdf
- *Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile 2012*. Centro de Análisis de Políticas Públicas, Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile, Noviembre. 2013, 296 pp.
- *Informe Técnico 36/2016, Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2016. Modificación de la Cuota Global Anual de Captura de jurel para el año 2016*. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 8 pp.
- *Informe Técnico N° 37/2003. Subsecretaría de Pesca. Prórroga de la Veda Extractiva del Recurso “Loco”, Regiones I a XI*. Recuperado de www.subpesca.cl/institucional/602/articles-72751_documento.doc

- *Informe Técnico N°015/2012. Subsecretaría de Pesca. Veda extractiva del Recurso Loco 2012 – 2017, Regiones XV a XI.* Recuperado de http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/RPESQ_015-2012_Prorroga_Veda_extractiva_Loco_XV-XI_Reg_2012-2017.pdf.
- *Informe Técnico N°15/2012, Subpesca. 2012. Veda extractiva del recurso loco 2012-2017, regiones XV a XI. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Subsecretaría de Pesca. Valparaíso, enero, 2012.*
- *Informe Técnico N°74/2010. Dirección Zonal de Pesca X-XIV Regiones. 2010. Acoge medidas administrativas para el recurso algas pardas (*Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis pyrifera*) en zonas de libre acceso de las regiones de los ríos y los lagos recomendadas mediante Inf. Téc. DZP N° 005/2010. Unidad de Recursos Bentónicos, Subsecretaría de Pesca.*
- *Informe Técnico N° 006/2015. Subpesca. 2015. Comité Científico Técnico Bentónico. Veda extractiva del recurso macha, V, VI y VII regiones. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-88799_documento.pdf*
- *Informe Técnico N° 106-2016. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2016. Modificación de la distribución de la fracción artesanal de la cuota global anual de captura de sardina común y anchoveta, regiones V a X, año 2016. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 10 pp.*
- *Informe Técnico N° 106-2016. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2016. Modificación de la distribución de la fracción artesanal de la cuota global anual de captura de sardina común y anchoveta, regiones V a X, año 2016., Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 10 pp.*
- *Informe Técnico N° 121/2016. Subsecretaría de Pesca. 2016. Veda Reproductiva de merluza común (*Merluccius gayi*), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso.*
- *Informe Técnico N° 126/2012. Subpesca. 2012. Suspensión temporal de la inscripción en el RPA para todas las categorías del recurso pulpo del sur (*Enteroctopus megalocyathus*, Gould, 1852) en la X Región de Los Lagos. Unidad de Recursos Bentónicos, división Administración Pesquera. Subsecretaría de Pesca. Recuperado de: www.subpesca.cl/institucional/602/articles-79034_documento.docx.*
- *Informe Técnico N° 129/2011, Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2011. Cuota Global Anual de Captura de jurel para las unidades de pesquería de la XV-II, III-IV, V-IX y XV-X regiones, año 2012. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 74 pp.*
- *Informe Técnico N° 207/2015 Subpesca. 2015. Cuota global de captura de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*), año 2016.*
- *Informe Técnico N° 232/2014. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2014. Cuota global anual de captura de merluza común (*Merluccius gayi gayi*), año 2015, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, 5 p.*
- *Informe Técnico N° 237/2015. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2015. Cuota global anual de captura de merluza común (*Merluccius gayi gayi*), año 2016., Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, 5 p*
- *Informe Técnico N° 246-2015. Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2015. Cuota global anual de captura de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) para sus unidades de pesquería, regiones V-X y XI-XII, año 2016. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 17 p.*
- *Informe Técnico N° 246-2015 Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2015. Cuota global anual de captura de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) para sus unidades de pesquería, regiones V-X y XI-XII, año 2016, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 17 p.*

- *Informe Técnico N°006/2015. Subpesca. 2015. Comité Científico Técnico Bentónico. Veda extractiva del recurso macha, V, VI y VII regiones. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-88799_documento.pdf.*
- *Informe Técnico N°021/2009. Subpesca. 2009. Suspensión transitoria de la inscripción en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) para el recurso almeja, en las regiones de Arica y Parinacota (XV) y Tarapacá (I). Unidad de Recursos Bentónicos. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Subsecretaría de Pesca. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-72878_documento.doc*
- *Informe Técnico N°03/2015. Subpesca. 2015. Comité Científico Técnico de Recursos Crustáceos Demersales. Determinación de Estado de Situación y Rango de Captura Biológicamente Aceptable, año 2016. Langostino Amarillo (III-IV Región) y Langostino Colorado (XV-VIII Región). Recuperado de: http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-91897_documento.pdf*
- *Informe Técnico N°064/2015. Subpesca. 2015. Suspensión transitoria de la inscripción en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) para el recurso macha, entre las Regiones XV de Arica–Parinacota y XI de Aysén, Período 2015-2020. Unidad de Recursos Bentónicos, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Recuperado de: http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/2015/RPESQ_064-2015_Cierre_Macha_XV-XI_2015-2019.pdf*
- *Informe Técnico N°064/2015 Subpesca. 2015. Suspensión transitoria de la inscripción en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) para el recurso macha, entre las Regiones XV de Arica – Parinacota y XI de Aysén, Período 2015-2020. Unidad de Recursos Bentónicos, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Recuperado de: http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/2015/RPESQ_064-2015_Cierre_Macha_XV-XI_2015-2019.pdf*
- *Informe Técnico N°1/2015 Subpesca. 2015. Comité Científico Técnico de Recursos Demersales de Aguas Profundas. Puntos Biológicos de Referencia de las Pesquerías Demersales de Aguas Profundas.*
- *Informe Técnico N°134/2015. Subpesca. 2005. Cuota Global Anual Langostino Amarillo (Cervimunida johni) III y IV Región, Año 2006. Recuperado de: www.subpesca.cl/institucional/602/articles-7050_documento.pdf.*
- *Informe Técnico N°152/2015. Subpesca. 2015. Veda extractiva para el recurso macha (Mesodesma donacium), V, VI y VII regiones, 2015-2018. Unidad de Recursos Bentónicos, Departamento de Pesquerías. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Recuperado de: http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/2015/RPESQ_152-2015_VEDA_EXT_MACHA_V-VII_R_2015.pdf.*
- *Informe Técnico N°19/2005. Subpesca. 2005. Extensión del área de operación de las flotas artesanales bentónicas en las regiones X y XI, 2005 – 2006, Plan de Manejo y cuota de captura de erizo 2005. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.*
- *Informe Técnico N°30/2014. Subsecretaría de Pesca. 2014. Cuota de captura recurso erizo (Loxechinus albus) Regiones X y XI, 2014. Recuperado de http://www-old.subpesca.cl/transparencia/documentos/2014/RPESQ_030-2014_Cuota_Captura_Erizo_X-XI_2014.pdf*
- *Informe Técnico N°4/2015. Subpesca. 2015. Asesoría administración pesquería de raya en su unidad de pesquería, año 2016. Comité Científico Técnico de Recursos Demersales Zona Centro-Sur. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-91756_documento.pdf*
- *Informe Técnico N°41/2016. Subpesca. 2016. Modificación y diseño de cuota global anual de captura de langostino colorado (Pleurocondes monodon), entre la XV y la IV Región, año 2016. Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.*

- *Informe Técnico N°75/2000 Subpesca. 2000.. Cuota global de captura para las pesquerías de los recursos anchoveta y sardina española, en la unidad de pesquería III-IV regiones, año 2001. Recuperado de: www.subpesca.cl/institucional/602/articles-72339_documento.doc*
- *Informe Técnico N°77/2016 Subpesca. 2016. Cuota Anual de Captura de Raya Volantín y Raya Espinosa en la Unidad de Pesquería comprendida entre el Límite Norte de la VIII Región y el Paralelo 41°28,6'L.S., año 2016.*
- *Instituto de Fomento Pesquero. 2016. Informe de Estatus. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016: Bacalao de profundidad, 2016. Recuperado de: http://www.ifop.cl/?page_id=10666*
- *ITOPF, International Tanker Owners Pollution Federation. 2015. Oil Tanker Spill Statistics 2015. <http://www.itopf.com/knowledge-resources/data-statistics/statistics/>*
- *Jambeck J, R Geyer, C Wilcox, T Siegler, M Perryman, A Andrady, R Narayan & K Law. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean, *Science* 13(347): 768-771.*
- *Kennish MJ. 1992. Ecology of estuaries: Anthropogenic effects, 494 pp. Marine Science Series, CRC Press, Florida.*
- *Kim GB, KA Maruya, RF Lee, JH Lee, CH Koh & S Tanabe. 1999. Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from Kyeonggi Bay, Korea. *Marine Pollution Bulletin* 38: 7-15.*
- *La más reciente modificación de la Ley General de Pesca y Acuicultura, corresponde a la efectuada por la Ley N°20.825, publicada con fecha 7 de abril de 2015*
- *Lamilla J. 2012. Distribución espacio-temporal de *Zearaja chilensis* y *Dipturus trachyderma* en el área marítima de la región de Magallanes y Antártica chilena. Informe Final, Pesca de Investigación. 64 pág.*
- *Larraín A. 1975. Los equinoideos regulares fósiles y recientes de Chile. *Gayana Zoología* 35: 1-188.*
- *Lecaros O & M Lorenzo. 1994. Presencia de metales pesados en sedimentos del Estrecho de Magallanes y del Canal Beagle. *Revista de Biología Marina* 29 (1): 127-136.*
- *Lecaros O, R Juan & M Lorenzo. 1997. Hidrocarburos alifáticos en sedimentos de fondo marino en el Estrecho de Magallanes y canal Beagle, *Revista de Biología Marina* 32(2): 203-213.*
- *Ley N° 3.133, publicada en el Diario Oficial del día 7 de septiembre de 1916*
- *Ley N° 1.333, sobre Neutralización de los Residuos Líquidos, publicada en el D.O. del 7 de septiembre de 1916.*
- *Ley N° 18.902 de enero de 1989*
- *Ley N° 9.006, publicada en el D.O. del 9 de octubre de 1948, modificada por el D.F.L. N° 15, del 22 de enero de 1968, publicada en el D.O. del 29 de enero del mismo año.*
- *Ley N°18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura, publicada en el D.O. de fecha 23 de diciembre de 1989.*
- *Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, K. Hunt, H. Hidalgo, L. Muñoz, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez y Á. Saavedra. 2012. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en aguas exteriores de la X y XI regiones, año 2011. Proyecto FIP 2011-04. Informe final.*
- *Link, J., A. Overholtz, et al. 2011. Ecosystem-based fisheries management in the Northwest Atlantic. *Fish and Fisheries*, 12: 152-170.*
- *López D. 1994. El medio ambiente, 385 pp. Cátedra, Madrid.*

- *Marín V, L Delgado & I Vila. 2006. Sistemas acuáticos, ecosistemas y cuencas hidrográficas. En: Vila I, A Veloso, R Schlatter & C Ramírez (eds). Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile, pp. 13-19. Editorial Universitaria, Santiago.*
- *McGranahan G, D Balk & B Anderson. 2007. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. Environment & Urbanization 19(1): 17-37.*
- *Medina, M. y H. Arancibia. 1992. Interacciones tróficas entre el jurel (Trachurus murphyi) y la caballa (Scomber japonicus) en el ecosistema pelágico de la zona norte de Chile. Invest. Cient. Tecnol., Ser. Cienc. Mar, 2: 67-78.*
- *Menni R, A Jaureguizar, M Stehmann, L Lucifora. 2009. Marine biodiversity at the community level: zoogeography of sharks, skates, rays and chimaeras in the southwestern Atlantic. Biodiversity Conservation. DOI 10.1007/s10531-009-9734-z.*
- *Ministerio de Energía. Hidroelectricidad Sustentable, Centrales hidroeléctricas [en línea]. Disponible desde: <http://www.hidroelectricidadsustentable.gob.cl/>*
- *Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones. 2005. Sistema Portuario de Chile 2005. Dirección Nacional de Obras Portuarias [en línea]. Disponible desde: www.dop.cl*
- *Ministerio de Obras Públicas. 2009. Infraestructura Portuaria y Costera, Chile 2020. Dirección de Obras Portuarias. [en línea]. CONAMA. 2000. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial, Actividad Portuaria. Santiago, diciembre 2000.*
- *Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2016*
- *misión institucional en <www.subpesca.cl>*
- *Molinet, C.; Arevalo, A.; Gonzalez, M. et al. 2005. Patrones de distribución de larvas y asentamiento de Concholepas concholepas (Bruguiere, 1789) (Gastropoda, Muricidae) en fiordos y canales del sur de Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 78 (3): 409 - 423.*
- *Mudge S & C Seguel. 1999. Organic contamination of San Vicente Bay, Chile. Marine Pollution Bulletin 11(38): 1011-1021.*
- *Myers N, RA Mittermeier, CG Mittermeier, GAB da Fonseca & J Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.*
- *Nendza M. 2002. Inventory of marine biotest methods for the evaluation of dredged material and sediments. Chemosphere 48(8): 865-883.*
- *ODEPA. 2014. (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). Sector pesquero: evolución de sus desembarques, uso y exportación en las últimas décadas. Ministerio de Agricultura. 14 pp.*
- *of heavy metals in Mejillones bay (23°S), northern Chile: geochemical and statistical approach. Marine Pollution Bulletin 50: 1558-1568.*
- *Ojeda, P. 1983. Distribución latitudinal y batimétrica de la ictiofauna demersal del extremo austral de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 56:61-70.*
- *Osorio C. 2002. Moluscos marinos en Chile especies de importancia económica. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, 213p.*
- *Osorio C., J. Atria y S. Mann. 1979. Moluscos marinos de importancia económica en Chile. Biol. Pesq. Chile 11: 3-47.*

- Palma, S. & P. Arana. 1997. Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837), frente a la costa de Concepción, Chile. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 27: 203-221.
- Paredes MT. 1998. Determinación de metales pesados en dos especies de bivalvos del estuario de Valdivia y la Bahía de Corral (X región) mediante análisis electrotrémico. Tesis, Escuela de Biología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 52 pp.
- Paredes, F. & R. Bravo. 2005. Reproductive cycle, size at first maturation, and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes* in the SE Pacific. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 39: 1085-1086.
- Payá, I. 2014. Segundo Informe Final. Convenio II: "Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2014". Proyecto 2.2: Investigación del estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables en merluza de cola, 2014. Merluza de cola, año 2014. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía/Septiembre 2013. 129 pp + Anexos.
- Payá, I. 2015. Informe de Estatus. Convenio de Desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016". Merluza de cola, año 2016. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT/Agosto 2015. 99 pp + Anexos.
- Peña N. 2006. Determinación de elementos traza (Ni, Cu, Pb, Cd, As y Hg) en el Seno de Reloncaví, 2003. Tesis de Grado de Químico Farmacéutico, Universidad austral de Chile, Valdivia, 91 pp.
- Pérez-Vargas AD, M Bernal, C Delgadillo, EF González-Navarro & MF Landaeta. 2016. Benthic food distribution as a predictor of the spatial distribution for shorebirds in a wetland of central Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 51(1): 147-159.
- Persaud D, R Jaagumagi & A Hayton. 1993. Guidelines for the Protection and Management of Aquatic sediment quality in Ontario. Ontario ministry of Environment and Energy Report. <http://www.itrcweb.org/contseds-bioavailability/References/guide_aquatic_sed93.pdf>
- Queirolo, D., M. Ahumada, R. Wiff, J. Paramo, P. Arana, M. Lima & A. Flores. 2015. Informe Final. Convenio de Desempeño, 2014. Evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII Regiones, año 2014. Subsecretaría de Economía y EMT. Instituto de Fomento Pesquero.
- Queirolo, D., M. Ahumada, R. Wiff, J. Paramo, P. Arana, M. Lima & A. Flores. 2015. Informe Final. Convenio de Desempeño, 2014. Evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII Regiones, año 2014. Subsecretaría de Economía y EMT. Instituto de Fomento Pesquero.
- Quilodrán B. 2002. Síntesis y caracterización de resinas con capacidad extractivas de iones metálicos con impacto en el medio ambiente. Tesis de Magíster en Ciencias, Mención Química, Universidad de Concepción, Concepción,
- Ramorino, L. 1975. Ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. *Rev. Biol. Mar.* 15(2): 149-177.
- Retamal, M. 1981. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana Zool.*, 44: 1- 10.
- Rivera J. & E. Santander 2005. Variabilidad estacional de la distribución y abundancia de larvas de langostino colorado en la zona norte de Chile (*Decapoda*, *Anomura*, *Galatheididae*). *Invest. Mar.*, Valparaíso, 33(1): 3-23.
- Rivera-Marfán J. 1998. Historia de la Autoridad Marítima, Armada de Chile, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Valparaíso. <<http://revistamarina.cl/revistas/1999/3/libros.pdf>>
- Rochelle D., H. Wennhage, U. Bergström, Romuald N., and T. Ysebaert. 2014. Ecological value of coastal habitats for commercially and ecologically important species. *ICES Journal of Marine Science*, 71(3), 648-665.

- Roco R. 2010. *Efecto del aumento de temperatura y presencia de pintura anti-incrustante sobre la supervivencia, crecimiento, alimentación y estrés en juveniles de loco Concholepas concholepas (Gastropoda, Muricidae): Impacto potencial de termoeléctricas costeras. Tesis de Licenciatura, Universidad Católica del Norte, Coquimbo.*
- Romero M. S. 2011. *Proyecto FIP N° 2008-49 “Estimación de parámetros reproductivos y determinación de parámetros de crecimiento en los recursos almejas y culengue del norte de Chile (Regiones XV, I y II)”*
- Romero, M., W. Stotz, P. Araya, F. Ruiz y J. Aburto. 2011. *Informe Final Proyecto FIP N°2008-49. Estimación de parámetros reproductivos y determinación de parámetros de crecimiento en los recursos almejas y culenge del norte de Chile (Regiones XV, I y II). Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina. Recuperado de: www.fip.cl/Archivos/Hitos/.../INFORME%20HITO%20FINAL256Adjunto1.pdf*
- Romeu G. 2014. *El mercado del tratamiento de aguas en Chile. Oficina Económica y Comercial, Embajada de España, Santiago de Chile, 64 pp. <<http://www.cepco.es/Uploads/docs/El%20mercado%20de%20tratamiento%20de%20aguas%20en%20Chile%20%28Diciembre%202014%29.pdf>>*
- Rubilar PS, I Payá, A Zuleta, C Moreno, F Balbontín, H Reyes, R Céspedes, H Pool, L Adasme & A Cuevas. 2002. *Dinámica del reclutamiento de merluza del sur. Informe Final FIP-IT/2000-13: 1-142.*
- Rubilar, P., L. Ariz, V. Ojeda, E. Lozada, G. Jerez, C. Osorio & I. Olivares. 2001. *Estudio biológico pesquero de la macha en la X Región. Informe final. FIP 2000-17. 242 p.*
- Rubilar, P., L. Ariz, V. Ojeda, E. Lozada, G. Jerez, C. Osorio & I. Olivares. 2001. *Estudio biológico pesquero de la macha en la X Región. Informe final. FIP 2000-17. 242 p.*
- Rudolph A, R Ahumada & C Pérez. 2002. *Dissolved oxygen content as an index of water quality in San Vicente Bay, Chile (36°S). Environmental Monitoring and Assessment 78: 89-100.*
- Rudolph A, R Yañez & L Troncoso. 2001. *Effects of exposure of Oncorhynchus mykiss to the water-accommodated fraction of petroleum hydrocarbons. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 66: 400-406.*
- Ryan J & H Windom. 1988. *A geochemical and statistical approach for assessing metal pollution in coastal sediments. In: Seeliger V, L de Lacerda & S Patchinelam (eds.). Metals in coastal environments of Latin America, pp. 47-58. Springer-Verlag, Berlin.*
- Sancho, A., B. Ortiz-Von Halle & N. Naranjo. 2003. *La pesca y el comercio de bacalao de profundidad Dissostichus eleginoides en América del sur: Una perspectiva regional. Informe de la red Traffic. 191 pp.*
- Santelices B. 1980. *Muestreo cuantitativo de comunidades intermareales de Chile Central. Arch. Biol. Med. Exp. 13: 413-424.*
- Schlatter R & W Sielfeld. 2006. *Avifauna y mamíferos acuáticos de humedales en Chile. En: Vila I, A Veloso, R Schlatter & C Ramírez (eds). Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile, pp. 141-187. Editorial Universitaria, Santiago.*
- SEP http://www.sepchile.cl/documentacion/estadisticas-portuarias/?no_cache=1
- Serra R, M Aguayo, O Rojas, J Cañón & F Inostroza. 1979. *Anchoveta Engraulis ringens (Jenyns) Teleostomi Clupeiformes Engraulidae. En: CORFO-IFOP (eds). Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero: I Peces. AP 79/18: 1-52.*
- Serra R. & I. Tsukayama. 1988. *Sinopsis de datos biológicos y pesqueros de la sardina Sardinops sagax (Jenyns, 1842) en el Pacífico Suroriental. FAO Sinopsis sobre la pesca N° 13.*

- Serra, R. 1991. Long - term variability of the Chilean sardine. In: *Proceedings of the International Symposium on the Long - Term Variability of Pelagic Fish Populations and their Environment*. T. Kawasaki, S. Tanaka, Y. Toba and A. Taniguchi (eds.) New York: Pergamon Press. pp 165 - 172.
- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). 2016. http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=1806&Itemid=889. Consultado el 22/08/2016.
- Sielfeld W, R Peredo, R Fuentes, V Malinarich & F Olivares. 2012. Humedales costeros del Norte de Chile. En: *Fariña JM & A Camaño (eds). Humedales costeros de Chile. Aportes científicos a su gestión sustentable*, pp. 147-213. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Silva N & S Palma. 2006. *Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos*, Comité Oceanográfico Nacional, Valparaíso. [CD-ROM]
- Silva N, J Maturana, JI Sepúlveda & R Ahumada. 1998. *Materia orgánica, C y N, su distribución y estequiometría, en sedimentos superficiales de la región norte de los fiordos y canales australes de Chile (Crucero CIMAR-Fiordo 1)*. *Ciencia y Tecnología del Mar* 21: 49-74.
- Silva N, V De Vidts & J Sepúlveda. 2001. *Materia orgánica, C y N, su distribución y estequiometría, en sedimentos superficiales de la región central de los fiordos y canales australes de Chile (Crucero CIMAR Fiordo 2)*. *Ciencia y Tecnología del Mar* 24: 23-40.
- Silva N. 2006. *Características físicas y químicas de los sedimentos superficiales de canales y fiordos australes*. En: *Silva N & S Palma (eds). Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos*, pp. 69-75. Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.
- Skewes J, R Álvarez y M Navarro. 2012. *Usos consuetudinarios, conflictos actuales y conservación en el borde costero de Chiloé insular*. *Magallania (Chile)*. Vol. 40(1):109-125.
- Stuardo J & C Valdovinos. 1989. *Estuarios y lagunas costeras: ecosistemas importantes de Chile Central*. *Ambiente y Desarrollo* 5: 107-115.
- Subpesca. 2015. *Comité de Manejo Pesquería de Merluza Común. Plan de manejo de la pesquería de merluza común*. Recuperado de: http://www.subpesca.gov.cl/institucional/602/articles-93150_documento.pdf.
- Subpesca. 2016. *Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015*.
- Subpesca.(2014). *Bases de Información para la Elaboración del Plan de Manejo Congrio Dorado – Unidad de Pesquería Sur*. Recuperado de http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-89747_documento.pdf
- Subpesca.(2015). *Bases de Información para la Elaboración del Plan de Manejo de la Pesquería de merluza común*. Recuperado de http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-90069_documento.pdf
- Subpesca.(2016). *Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015*. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf
- Subpesca.(2016). *Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015*. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf
- Subpesca.(2016). *Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015*. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf
- Subpesca.(2016). *Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015*. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf

- *Subpesca.(2016). Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015.*
- *Subpesca.2016. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2015.*
- *Subsecretaría de Pesca y Acuicultura 2015. Plan de manejo de la pesquería de merluza común, Subpesca. Recuperado de: http://www.subpesca.gov.cl/institucional/602/articles-93150_documento.pdf*
- *Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y Ministerio del Medio Ambiente. 2015. Plan de adaptación al cambio climático Pesca y Acuicultura. Propuesta Gobierno de Chile.*
- *Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2006. Informe Ambiental de la Acuicultura, Departamento de Acuicultura, Valparaíso, <www.subpesca.cl >*
- *Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2008. Sardina española XV, I y II regiones (Sardinops sagax). Ficha pesquera, Noviembre 2008.*
- *Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2016. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas 2015. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf*
- *Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2016. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas 2015. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf*
- *Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2016. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas 2015.*
- *Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2016. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas 2015. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-92703_recurso_1.pdf*
- *Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, Gobierno de Chile, 2015. <http://www.ssffaa.cl/politica-nacional-uso-del-borde-costero/>*
- *Tarifeño, E. 1990. La macha (Mesodesma donacium Lamarck, 1818) y sus posibilidades de cultivo. Research associate, institute of evolutionary and environmental biology. University of California. Los Angeles. 31 p.*
- *Tascheri R. & G. Claramunt. 1996. Aproximación a los cambios intra-anales en el contenido de energía del ovario de sardina (Sardinops sagax Jenyns, 1842) en el norte de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 24: 51-66.*
- *Torres P, J Ortiz, S Figueroa, R Jerez & D Arcos. 2012. En: Fariña JM & A Camaño (eds). Humedales costeros de Chile. Aportes científicos a su gestión sustentable, pp. 289-350. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.*
- *United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). 2015. Review of Maritim Transport. United Nations. Disponible desde: <http://www.unctad.org>*
- *Universidad de Chile (1999), Informe País: Estado del Medio Ambiente, Santiago, Chile.*
- *Universidad de Chile. (2000). Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile – 1999*
- *Universidad de Chile. 2000. Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile – 1999. Recuperado de: www.uchile.cl/.../descargar-informe-en-pdf-10-mb_64137_0_3917.pdf*
- *Universidad de Chile. 2000. Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile – 1999. Recuperado de: www.uchile.cl/.../descargar-informe-en-pdf-10-mb_64137_0_3917.pdf*
- *Valdés I, D Román, G Alvarez, L Ortlieb & M Guíñez. 2008. Metals content in surface waters of an upwelling system of the northern Humboldt Current (Mejillones Bay, Chile). Journal of Marine Systems 71: 18-30.*

- Valdés J & A Castillo. 2014. Evaluación de la calidad ambiental de los sedimentos marinos en el sistema de bahías de Caldera (27°S), Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research* 42(3): 497-513.
- Valdés J & A Sifeddine. 2009. Composición elemental y contenido de metales en sedimentos marinos de la bahía Mejillones del Sur, Chile: evaluación ambiental de la zona costera. *Latin American Journal of Aquatic Research* 37(2): 131-141.
- Valdés J, G Vargas, A Sifeddine, L Ortlieb & M Guiñez. 2005. *Distribution and enrichment evaluation*
- Valdés J, L López, SL Mónaco & L Ortlieb. 2000. Condiciones paleoambientales de sedimentación y preservación de la materia orgánica en bahía Mejillones del Sur (23°S), Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 35(2): 169-180.
- Valenzuela-Fuenzalida R. 1976. *Contaminación Marina y Derecho Nacional, el ordenamiento jurídico como expresión de una política nacional para evitar la contaminación del medio marino*, 71 pp. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.
- Valette-Silver N. 1993. *The use of sediment cores to reconstruct historical trends in contamination of estuarine and coastal sediments*. *Estuaries* 16: 577-588.
- Van den Hurk P, RHM Eertman & J Stronkhorst. 1996. Toxicity of Harbour Canal sediments before dredging and after off-shore disposal. *Marine Pollution Bulletin* 34(4): 244-249.
- Vásquez J, JC Castilla & B Santelices. 1984. Distributional patterns and diets of four species of sea urchins in giant kelp forest (*Macrocystis pyrifera*) of Puerto Toro, Navarino Island, Chile. *Marine Ecology Progress Series* 19: 55-63.
- Vega M. A., H. Arancibia y M. A. Carmona. 2005. *Taxonomía, claves y caracteres diagnósticos de pulpos costeros comunes de aguas chilenas*. Documento Técnico UNITEP N° 7, Parte I, Unidad de Tecnología Pesquera, Universidad de Concepción, 32p.
- Ward R., Appleyard S., Daley R., Reilly A. 2001. Population structure of pink ling (*Genypterus blacodes*) from southeastern Australian water, inferred from allozyme and microsatellite analyses. *Mar Fresh Res* 52:965-973.
- Western Hemisphere Shorebird Reserve Network (WHSRN) (www.whsrn.org)
- Wolff, M. & T. Aroca. 1995. Population dynamics and fishery of the Chilean squat lobster *Cervimunida johni* porter (Decapoda, Galatheididae) off the coast of Coquimbo, northern Chile. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso, 30(1): 57-70.
- Worm, B., E. Barbier, et al. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314: 787-790.
- Yool A. Fashman M. 2001. An examination of the 'continental shelf pump' in an open ocean general circulation model. *Global Biogeochemical Cycles* 15(4):831-844.
- Young Z, Aranda E, Salas R, Lea-Plaza C, Badilla MJ, Ortiz J, Vidal L, Toro R. 1984. *Perfiles Indicativos del Sector Pesquero Nacional: Recursos, Tecnología, Producción y Mercado, Congrios. Corfo-Ifop (AP 85/13), Chile*. 121 p.
- Young, Z., H. González & P. Gálvez. 1998. *Análisis de la pesquería de bacalao de profundidad en la zona sur-austral. Informe Final FIP-IFOP 96-40, 54 pág. + Anexo.*
- Young, Z., J. Oliva, A. Olivares & E. Díaz. 1999. *Aspectos reproductivos del recurso bacalao de profundidad en la I a X Regiones. Informe Final FIP-IFOP 97-16, 51 p + Anexo.*
- Zamora, S y W. Stotz. 1992. Ciclo reproductivo de *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en Punta Lagunillas. *Revista Chilena de Historia Natural* 65 (1):121-135.

- Zedler JB & S Kercher. 2005. *Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability. Annual Review of Environment and Resources 30: 39-74.*
- Zuleta A., P. Rubilar, & C. Moreno. 1995. *Inves. CTP, Congrio dorado Unidad de Pesquería Norte. Informe Final. Instituto de Ecología Y Evolución. UACH-Subsecretaría de Pesca. 37 pag.*
- Zúñiga S. P. Ramírez & M. Valdebenito. 2010. *Medición de los impactos socio-económicos de las Áreas de Manejo en las comunidades de pescadores del norte de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 38(1): 15-26.*
- Zúñiga, M. Y C. Canales. 2015. *Informe de Estatus y Cuota. Convenio de Desempeño 2014. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2015 en sardina común V-X regiones: Sardina común V-X Regiones 2015. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT/septiembre 2014. 87 pp + Anexos.*

SITIOS WEB

- <<http://www.cochilco.cl/>>
- <<http://www.directemar.cl/>>
- <<http://www.directemar.cl/programa-observacion-ambiente-litoral.html>>
- <<http://www.sinia.cl/1292/w3-article-31018.html>>
- <<https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>>
- <www.ine.cl>
- <www.sernapesca.cl>
- <www.subpesca.cl>



07

MINERALES E HIDROCARBUROS

7. MINERALES E HIDROCARBUROS

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar algunos de los cambios que experimentó la relación entre la minería y el medio ambiente en Chile en el periodo 1999-2015. El análisis **se focaliza en la industria del cobre** por cuanto sus efectos han tenido un enorme peso en el desarrollo económico, social y ambiental del país representando el 86,5% del total de las exportaciones mineras en dicho periodo (Cochilco, Anuario 2015).

Con relación a los hidrocarburos es conocida su drástica reducción desde hace ya más tres décadas. Es obvio que la declinación de las actividades de exploración y de producción petrolera ha sido determinante en la reducción de los impactos ambientales. No obstante es importante destacar que entre 1999 y 2015 se puso en marcha un amplio programa de remediación de sitios de perforación y extracción para solucionar un pasivo ambiental que se venía arrastrando desde que empezó la explotación petrolera en Magallanes y que afectaba los predios ganaderos de la zona.

Respecto a la producción de litio se observa que esta aumentó al doble entre 1999 y 2015 debido al aumento de la demanda global. Los contratos del Estado de Chile con las dos empresas productoras de litio, Soquimich y Sociedad Chilena de Litio (SCL) no se modificaron en este periodo en cuanto a pagos de royalties ni en cuanto a permisos de producción. El impacto ambiental generado por la extracción de litio desde el Salar de Atacama constituyó un debate intenso durante este periodo y es un aspecto en que se ha propuesto que el Estado cree una agencia para proteger los salares frente a la explotación de sus sales. Las dos compañías mencionadas llegaron recientemente a un acuerdo para monitorear conjuntamente el Salar, cuidando que no se genere una reducción en los niveles del acuífero. El KCl coproducto en la producción de litio en el Salar de Atacama triplicó su producción en el periodo llegando a 1,8 millones de toneladas en 2015.

En referencia al yodo, Chile es el primer productor del mundo de este elemento llegando a 21 mil toneladas en 2015, es decir un volumen pequeño en relación a los otros productos mineros de relevancia.

Respecto a la producción de oro de mina¹, esta se redujo en cerca de 30% en el periodo, en parte significativa debido a las fluctuaciones de precio del metal pero también debido a la detención del proyecto Pascua Lama por problemas ambientales.

El hierro, casi duplicó su producción en el periodo llegando a cerca de 10 millones de toneladas en 2015 en base a la expansión de operaciones existentes. Las minas de hierro están ubicadas en las regiones de Atacama y de Coquimbo. Los nuevos proyectos de minas de hierro no llegaron a construirse debido a la baja del precio del hierro con el término del superciclo.

¹ Esta representó dos tercios de la producción de oro del país en 1999 y 56% en 2015.

En este periodo comenzó a producir mina Invierno, ubicada en Isla Riesco, Región de Magallanes, con lo que el país llegó a producir 4 millones de toneladas en 2015², lo que llevó, sin embargo, a pérdidas económicas en dicho año debido a la fuerte reducción del precio del carbón.

Cabe agregar que tanto en hierro como en carbón Chile no es un productor importante a nivel global, mientras que sí lo es en litio, cloruro de potasio y yodo.

Entre los cambios analizados cuantitativamente se encuentran primero los efectos sobre las reservas y producción, incluido el decaimiento de la concentración (o leyes) de cobre en la roca. En segundo lugar se analiza efectos económicos relevantes para el país generados por la industria del cobre tales como las exportaciones, inversiones, tributación, empleo, productividad, y el crecimiento del Producto Interno Bruto. Y, finalmente se analiza algunos de los principales impactos ambientales, incluyendo el consumo de energía y de agua, la generación de desechos masivos, la emisión de gases efecto invernadero y de anhídrido sulfuroso en las fundiciones.

Intentar medir el cambio del medio ambiente desde una perspectiva científica técnica como producto de la actividad minera no solo es complejo sino que es insuficiente en la actualidad. Tan importante como los cambios medibles con métodos establecidos en el medio ambiente es considerar las demandas percibidas y exigidas por la población, las que han cambiado mucho más rápidamente que el medio ambiente mismo en la última década en Chile.

La tarea es compleja por ello, ya que el impacto ambiental está compuesto no sólo por variables objetivas y medibles, que pueden denominarse ambientales, sino que por variables perceptuales, las que dependen del juicio que hacen las personas y los reguladores (Slovic, 1987; Soliv et al, 1991).

7.1 EVOLUCIÓN AMBIENTAL EN LOS CICLOS ECONÓMICOS DE CHILE

En el período 1999-2015 se cuenta con dos ciclos económicos y el comienzo de un tercero. Primero la crisis asiática que comenzó a fines de 1997 y cuyas secuelas terminaron en Chile en 2003. Segundo el superciclo de los commodities, que comenzó en 2004, llegó a su máximo rendimiento en 2007, fue interrumpido durante 12 meses por la crisis financiera global de 2008, alcanzó el máximo precio de los commodities en 2011. A partir de dicho año sistemáticamente hasta la fecha de este artículo en 2016. Ya en 2015 se podía decir que el superciclo había terminado y se entraba de lleno al tercer ciclo.

Estos tres periodos tuvieron consecuencias muy distintas en Chile.

En 1997, junto al comienzo de la crisis asiática, comenzaba la aplicación de la Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente, que había sido dictada en 1994 al fin del gobierno de Patricio Aylwin y que tuvo la filosofía de realizar cambios ambientales para proteger el medio ambiente en forma gradual y en la medida de lo posible, de acuerdo al mensaje del Presidente de la República que acompañó el envío de la Ley al Congreso Nacional. La Ley buscaba no llenarse de normativas y leyes incumplibles sino que crear planes y normas viables.

La minería venía realizando estudios y evaluaciones de impacto ambiental desde 1994 en forma voluntaria y si bien algunos de dichos estudios fueron testimoniales, sirvieron después de base para la aplicación formal de la Ley. La minería fue pionera entre las industrias chilenas en la aplicación de las nuevas normativas ambientales a principios de los 90.

Chile contaba en 1997 con tan poca información sobre su territorio que el peso de obtener la información ambiental para los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) recayó en las empresas mandantes de los proyectos de inversión. Además, no había jurisprudencia sobre qué debían contener los estudios de impacto ambiental, ni qué era importante evaluar, ni qué impactos era necesario colocar en los primeros lugares de la atención. Los servicios del Estado carecían en 1997 del conocimiento básico sobre la protección del medio ambiente y la salud.

² En 1999 Chile producía 507 mil toneladas de carbón.

En los 19 años transcurridos desde el inicio de la Evaluación de Impacto Ambiental por parte del Estado, primero la Comisión Nacional del Medio Ambiente, Conama, y posteriormente el Servicio de Evaluación Ambiental, formaron un cuerpo de profesionales con conocimiento ambiental los numerosos EIA que son presentados en todo el territorio. En este período la organización del Estado en torno al manejo ambiental se modificó profundamente, primero con la Ley de Bases del Medio Ambiente en 1994, y posteriormente con la dictación de la Ley 20.417 en 2010 modificatoria de la Ley de Bases. La Ley 20.417 dio origen a nuevas instituciones, entre ellas el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental, la Superintendencia Ambiental y los Tribunales Ambientales. Se crearon también numerosas normas de calidad, planes de descontaminación y de prevención. Al mismo tiempo que ocurrían estos fenómenos, el país se hizo más rico con respecto a 1999, aumentando el PIB per cápita medido en moneda constante en 53,4%³, dejándolo en 2015, a las puertas de niveles económicos que son considerados de países desarrollados.

Desde 1997 a 2004 el promedio de tiempo de evaluación de los nuevos proyectos mineros fue en promedio 209 días (Zegarra, 2016). El progreso económico y social del país junto a bajos índices de desempleo (Meyer, 2016) llevó a su población a ser mucho más exigente en la protección del medio ambiente después de 2004. El mayor número de normativas ambientales y a las exigencias del personal del SEA llevó a aumentar el periodo de evaluación de estos nuevos proyectos mineros a 850 días en 2015. Según la Tesis de Zegarra, la duración de las evaluaciones estaba directamente correlacionada con el número de preguntas formuladas por la autoridad ambiental al mandante. El análisis de los 39 nuevos proyectos mineros que se consideró en el estudio llevó a concluir que la prolongación del período del tiempo de las evaluaciones no se debió a la complejidad ni tamaño de los proyectos, sino a los otros factores indicados.

Es importante agregar que la duración promedio de los proyectos mineros de cobre es la más alta entre todos los proyectos mineros del mundo. Esta alcanza más de 11 años entre el momento en que se realiza la ingeniería de perfil y la puesta en marcha de los proyectos, superando en 22% a su seguidor más cercano, el hierro (CRU, 2014). Si bien lo que afecta a los proyectos mineros de cobre es un fenómeno global no hay que olvidar que más de un tercio de los proyectos nuevos en los últimos 25 años se ha llevado a cabo en Chile. Proyectos que toman más tiempo cuestan más, lo que significa que Chile ha tenido un impacto muy significativo en el encarecimiento de los proyectos mineros de cobre, y consecuentemente en la pérdida de competitividad de estos.

A la vez el número de recursos de protección y causas administrativas que terminaron siendo resueltas negativamente tanto en la Corte Suprema como por el Consejo de Ministros creado por la Ley 20.417 fue importante desde 2012 en adelante (Fallo de la Corte Suprema sobre Central Termoeléctrica Castilla, 28-08-2012; Fallo Corte Suprema sobre proyecto El Morro, 8-10-2014; Fallo Corte Suprema sobre el tranque de relaves El Mauro, 21-10-2014). Estos tres casos fueron fallados debido a la oposición de comunidades aledañas a estos tres proyectos. En el caso de la Central y Puerto Castilla, ambos muy importantes para la minería, fue la pequeña comunidad de Totoral ubicada a unos 20 km al suroeste de la Central/Puerto, con menos de 200 habitantes, la que no alcanzó acuerdo con el proyecto y determinó, en última instancia, el fallo de la Corte Suprema. En el caso de El Morro, fue la Comunidad Agrícola "Los Huasco Altinos", de origen Diaguita, la que causó, en dos ocasiones, la invalidación del RCA del proyecto por parte de la Corte Suprema. Y en el caso del tranque El Mauro, perteneciente a la empresa Minera Los Pelambres, fue una parte de la comunidad de Caimanes, situada a 8 km aguas abajo del tranque, con población total de 1.200 personas, la que logró un fallo de la Corte Suprema en 2014 que permitió, en definitiva, que ese grupo de la comunidad obtuviera compensaciones por parte de Minera Los Pelambres.

El mensaje entregado por la Corte Suprema en estos tres y varios otros casos desde 2012 en adelante fue clarísimo. En todos los casos en que un proyecto, no importando sus dimensiones, tuviese discrepancias con las comunidades vecinas, aunque estas fueran exiguas en población, se respetaría el derecho de estas últimas, consagrado por la Constitución⁴. En el

³ Base de datos del Banco Mundial.

⁴ El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza. Artículo 8 de la Constitución de Chile.

caso de Castilla se suspendió en forma definitiva el proyecto, en el caso de Los Pelambres se llegó a una negociación con la comunidad, y en el caso de El Morro quedó sin resolverse ya que la comunidad “Los Huasco Altinos” se negó a discutir el tema incluso con el mediador que fue la Conadi.

Por otra parte la Superintendencia Ambiental comenzó a fiscalizar la aplicación de las Resoluciones de Calificación Ambiental, RCA, cuestión que no se había hecho antes. El resultado fue, obviamente, la identificación de muchos incumplimientos por parte de las empresas mineras, las que habían firmado los RCA en tiempos en que prácticamente no había fiscalización. Es tal vez por ello que dichos cuerpos legales (RCA) escritos con anterioridad a la dictación de la Ley 20.417 son un ejemplo de documentos de muy mala calidad, muchas veces sin estructura ni redacción entendible, y con centenares de medidas de cumplimiento, muchas de las cuales carecerían de importancia efectiva en términos de su potencial para minimizar, eliminar, prevenir y reducir impactos ambientales.

Este breve análisis indica que es importante medir los impactos ambientales que ha tenido la industria minera del cobre desde 1999, pero también que es crucial que se considere el efecto de las mayores exigencias que se la ha impuesto a los grandes proyectos mineros y energéticos en el país. Esto último quedó demostrado en el estudio de la UC sobre escenarios de desarrollo de la minería entre 2015 y 2035 (UC, 2016), en que se concluye que cuando se retrasa la entrada en operación de proyectos mineros de cobre chilenos, el precio debiese subir porque los proyectos chilenos son más competitivos que sus competidores de otras partes del mundo.

Retrasar la entrada en operación de proyectos mineros no es neutral para la economía chilena sino que reduce la inversión, el empleo, la producción futura, el pago de impuestos, las exportaciones, y el crecimiento del PIB.

Este artículo analiza en primer lugar las reservas y producción de cobre, incluyendo sus variables derivadas, posteriormente examina los efectos de la minería del cobre en los principales indicadores económicos del país, y termina con un análisis de algunos de los impactos ambientales más relevantes, incluyendo el consumo de energía y agua, la generación de residuos masivos, las emisiones de gases efecto invernadero, y las emisiones de anhídrido sulfuroso de las fundiciones de cobre.

7.2 FACTORES PRODUCTIVOS

7.2.1 Reservas de cobre

Uno de los indicadores de mayor relevancia que se analizan en el periodo 1999–2015 en la industria del cobre chileno es que el cociente entre las reservas de cobre (USGS⁵, varios años) y la producción anual de cobre (anuarios de Cochilco), aumentó desde 20 en 1999 a 36,1 en 2015 (Cuadro Anexo 7.1). Ello indica que el nivel de descubrimientos de nuevos yacimientos y expansión de las actuales operaciones mineras, sumado a las reservas añadidas debido a la instalación de nuevas tecnologías de extracción y procesamiento, y debido al mayor precio del cobre, **creció en 81% en 16 años. Ello significa que Chile es en 2015 más rico en yacimientos de cobre que en 1999 a pesar de haber extraído 89,3 millones de toneladas de cobre contenido en estos años.**

En dicho periodo Chile produjo el 34% del cobre de mina del mundo, tenía en 2015 el 29,2 de las reservas mundiales del metal y el 30,5% de los proyectos mineros⁶ de cobre conocidos en el mundo y que podían realizarse en los siguientes 30 años.

⁵ Servicio Geológico de los Estados Unidos.

⁶ Que superaban los 50 mil toneladas de cobre contenido por año.

Por su lado **las reservas mundiales de cobre aumentaron 139 % entre 1999 y 2015** a pesar de haberse producido 262,7 millones de toneladas de cobre contenido.⁷

Dirigir la política sobre RNR de esta manera trae aparejado un riesgo muy considerable a los países, como es el peligro que los RNR pueden valer menos en el futuro que en el presente debido a sustitución o baja demanda, o ambos, tal como ocurrió con el salitre en Chile y con el estaño en Bolivia (Strauss, 1986).

La abundancia o escasez de un recurso no renovable (RNR) es clave a la hora de determinarse las políticas de las empresas, tal como quedó demostrado por el Club de Roma (Meadows et al, 1972), el que predijo que habría escasez de una buena variedad de metales en el futuro, elevándose su precio. Las grandes empresas petrolíferas se lanzaron entonces a adquirir yacimientos en todo el mundo. De esta manera Exxon Minerals adquirió en 1974 Disputada de Las Condes y Shell adquirió el yacimiento Choquelimpie en la Región de Arica. Ya en la década del 70 quedó claro a nivel global, sin embargo, que el precio de los más importantes metales en el mundo iba en descenso real, indicando una mayor abundancia. Las compañías petroleras comenzaron a vender sus activos mineros.

Incluso el anuncio de mayor escasez de un RNR en el futuro puede detonar la investigación en sustitutos, como se teme en la actualidad debido a los artículos publicados por diversos autores (Elshkaki, 2016; Comisión Europea, 2016; Northeya, 2014). Estos autores han empujado la creación de una comisión del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con objeto de diseñar políticas globales que aborden la futura mayor escasez del cobre y su exigencia creciente por energía. Esto último está basado en el descenso de las leyes de cobre lo que exige cada vez el consumo de más energía.

No todos los autores concluyen lo mismo, sin embargo, como es evidente de las publicaciones de Mudd (2013), Tilton (2014), y de Lagos (2014).

7.2.2 La producción de cobre

La producción de cobre aumentó en 31,9% entre 1999 y 2015, pero casi todo este aumento se produjo en los primeros años hasta 2004. Desde 2004 a 2015 el crecimiento de la producción fue solo 7% a pesar que la inversión en el periodo 2001 y 2015 fue de 103 mil millones de dólares moneda 2014. **Entre 1999 y 2015 entraron en producción 8 grandes nuevas minas y la gran expansión de Pelambres (2000). Las nuevas grandes minas fueron El Tesoro (2001), Spence (2007), Gabriela Mistral (2008), Esperanza (2011), Caserones (2014), Ministro Hales (2014) y Sierra Gorda (2014).** Estas minas produjeron 882 mil toneladas de cobre contenido en 2015, es decir el 15,1% del total de la producción nacional, lo que equivale a decir que en 2015 sin este nuevo aporte el país habría producido 4,93 millones de toneladas de cobre en vez de las 5,81 que produjo.

La reducción de la producción de las minas existentes se debió obviamente, a la reducción de la ley de cobre en la roca extraída en dichas minas y que fue enviada a las plantas de lixiviación y concentradoras. Ello ha sido denominado el rendimiento decreciente de la minería, el que tiene amplias repercusiones en la menor rentabilidad, productividad laboral, exportaciones, tributación, y crecimiento del PIB. A su vez este rendimiento decreciente exige mayor inversión y genera mayor empleo.

⁷ Las anteriores cifras desvirtúan el enfoque teórico del célebre matemático Harold Hotelling (Hotelling 1931) que impuso el concepto de la Renta de Hotelling o Renta de Uso, en que las reservas de los recursos no renovables (RNR), incluidas las de cobre, son fijas. La renta de Hotelling es igual al valor presente neto de pérdidas futuras debido a la producción actual de una unidad adicional de producto. En la teoría de Hotelling si las firmas no recuperan sus costos de producción más la renta de Hotelling tienen un incentivo para producir menos hoy y más en el futuro. El problema consiste en que hay muy pocas, sino ninguna, estimación confiable de dicha renta.

Esta teoría trajo amplias consecuencias a la extracción de recursos minerales, entre otros, la forma como se contabiliza la riqueza mineral de los países en sus cuentas nacionales, y por qué es necesario que los países cobren un Royalty por la extracción de sus RNR. Otra de las consecuencias es que de cumplirse la premisa de la teoría de Hotelling, es mejor económicamente guardar una parte del metal en la tierra para extraerlo en el futuro en vez de extraerlo hoy.

⁸ Antes de la cual esta mina pertenecía a la mediana minería.

A pesar del pequeño aumento de la producción de cobre desde 2004 Chile redujo levemente su participación en el mundo desde 34,5% en 1999 a 30,5% en 2015.

7.2.3 Envejecimiento de la explotación de yacimientos

El más importante efecto del **envejecimiento de las explotaciones de cobre de mina es la reducción de la ley de cobre en la roca tratada en las plantas concentradoras y en las pilas de lixiviación**, lo que genera un aumento de la cantidad de material que debe ser tratada en dichas plantas para mantener la misma cantidad de cobre contenido producido. En la medida que la explotación va descendiendo en nivel respecto al nivel de partida, la ley o concentración de cobre en la roca tiende a reducirse. El grado de reducción de la ley con una profundidad creciente depende del yacimiento. En algunos de los grandes yacimientos chilenos observamos que dicha ley se reducirá muy poco con la profundidad en los próximos 20 a 30 años. Andina, Teniente y Chuquicamata están en este caso.

En otras palabras, mantener la producción requiere de la ampliación frecuente de la capacidad de planta, lo que significa añadir inversiones y costos considerables a las operaciones. Por otra parte, hay varios otros efectos, aparte de la reducción de la ley, que contribuyen al aumento de costos con el tiempo de explotación. Está el movimiento total de materiales, el que debiese aumentar más que la cantidad de material enviado a plantas en las explotaciones a cielo abierto debido a la forma de cono invertido que tienen dichas explotaciones y que exige mover más material estéril por tonelada de material tratado en la medida que se profundizan los rajes. Esto último induce a tener crecientes distancias de transporte y mayores cantidades de energía y agua necesarias para producir la misma cantidad de cobre contenido. La mayor dureza de la roca encontrada en la medida que se profundizan las explotaciones es otro factor de aumento de costos pues debe consumirse más energía para moler la roca.

En términos cuantitativos los conceptos anteriores se traducen en **que la masa de relaves generados por las grandes minas⁹ que producen concentrados en Chile creció en 54% desde 2000 a 2014¹⁰**, la misma cifra en que creció el movimiento total de materiales. La Ley de cobre de dichas minas se redujo en 28% en el mismo periodo.

7.3 EL APOORTE ECONÓMICO Y EN EL EMPLEO

7.3.1 Exportaciones, aporte fiscal, inversión, PIB

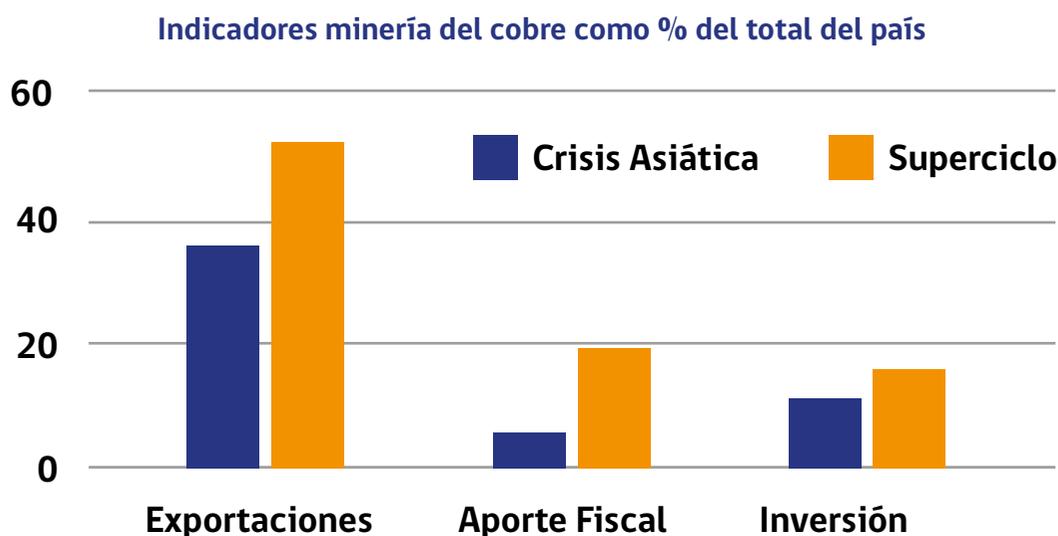
La minería del cobre tuvo importantes efectos en los ciclos económicos experimentados por el país en el periodo de análisis. Durante la crisis asiática y el superciclo la minería del cobre representó exportaciones, aporte fiscal e inversiones del total país de acuerdo a la Figura 7.1.

⁹ Considera El Teniente, Los Bronces, Andina, Los Pelambres, Candelaria, Escondida, Esperanza - Centinela, Chuquicamata y Collahuasi, que representaban el 89% de la producción chilena de cobre contenido mediante este proceso en 2014 y el 90% en 2000..

¹⁰ Comparado con el aumento de un 25,3% de la producción de cobre contenido.

FIGURA 7.1:

Porcentaje de exportaciones de bienes, aporte fiscal, e inversiones de la minería del cobre con respecto al total país durante la crisis asiática (1999–2003) y el superciclo (2004–2014)



El periodo comprendido entre 1999 a 2003 se considera como la crisis asiática y sus secuelas, mientras que desde 2004 a 2014 existió el superciclo. Ya en 2015 se podía considerar que el superciclo había llegado a su fin.

Durante la crisis asiática las exportaciones de cobre representaron cerca del 35% de las exportaciones totales de bienes del país, mientras que al comenzar el superciclo dicha participación subió a más de 55% indicando no solo el auge del precio del cobre sino el estancamiento de las exportaciones no mineras. Esto último tuvo que ver con el tipo de cambio, el que fue máximo en 2003 y mínimo en 2011, con una variación de 30% entre ambos años¹¹.

Las inversiones mineras de cobre constituyeron el número uno de inversiones de todas las industrias del país entre 1999 y 2014, llegando a ser un cuarto de las inversiones totales del país en 2013 (Tabla 1). Ello dio origen a una fuerza de trabajo de cerca de 40 mil contratistas en construcciones mineras. A ello hay que sumar los empleos generados por el auge de la construcción privada y pública en las ciudades mineras, especialmente en Antofagasta, Calama y Copiapó.

Uno de los efectos más relevantes del superciclo fue el **explosivo aumento del aporte de la minería al fisco el que llegó a constituir el 34% del total país en 2006** (Cuadro Anexo 7.1). Al mismo tiempo es importante observar que durante los ciclos de bajo precio el aporte de la minería al presupuesto fiscal se derrumbó a niveles muy bajos, por ejemplo entre 1999 y 2003 fue de 3,8%.

La mayor tributación minera del cobre aumentó muy aceleradamente el presupuesto fiscal del país, el que en 1999 era de 21,4 mil millones de dólares (moneda 2015) y en 2012 había crecido a 61,8 mil millones de dólares (moneda 2015), es decir un crecimiento real de 8,5% por año. Después de 2012 el presupuesto fiscal medido en dólares corrientes se redujo debido al aumento del tipo de cambio.

¹¹ Este efecto es conocido como la enfermedad "holandesa" (Sachs et al, 1997) debido al mismo fenómeno que ocurrió en dicho país con la explotación del petróleo

El crecimiento del PIB per cápita medido en moneda de 2011 de igual poder de adquisición (ppp) indica que el país creció 2,2%, 3,1, y 0,9% en los periodos 1999 a 2003, 2004 a 2013, y 2013 a 2015, respectivamente. Aunque no hay relación causal demostrada entre el precio del cobre y el crecimiento del Producto Interno Bruto per Cápita, es evidente que el periodo de auge económico de Chile coincidió con el superciclo.

7.3.2 Empleo

El empleo directo en la minería se considera la suma de trabajadores propios de las empresas y de trabajadores contratistas de operación. A principios de los 90 comenzó a gestarse el reemplazo sistemático de trabajadores propios por contratistas en Codelco, los que tenían un costo salarial y de beneficios muy inferior a los trabajadores propios considerando que no había entonces una ley de subcontratación en el país. **Ya en 1999 los trabajadores contratistas de las principales minas de cobre del país habían aumentado 138%** respecto a 1990 (Base de datos Centro de Minería UC). Mientras **el cociente entre contratistas y trabajadores propios en dichas minas era de 0,3 en 1990, en 1999 había aumentado a 0,7, y seguiría creciendo hasta su máximo de 1,76 en 2011, para, posteriormente, retroceder hasta niveles menores a 1,5 en 2015.**

Después de numerosas movilizaciones de la Confederación de Trabajadores del Cobre (CTC), creada a principios de los 2000, se votó la Ley N° 20.123 de Subcontratación, que fue publicada el 16 de octubre de 2006. Esta indicaba, entre otros aspectos, que las empresas mandantes (minerías) eran responsables del bienestar de los trabajadores contratistas aunque estos tuvieran contratos formales con empresas de servicios. Esta Ley cambió la tendencia de costos que los contratistas tenían para las minerías. Tras la crisis financiera global de 2008 el número de contratistas se redujo en 2009, para proseguir su aumento posteriormente con la recuperación rápida del precio del cobre.

La fuerza de trabajo directa se elevó en la minería chilena entre 1999 y 2015 desde 84 mil a 238 mil trabajadores contratados (Cochilco, 2016a) (un 183% de aumento), y desde 76 a 108 mil trabajadores en la gran minería del cobre¹² (un 42% de aumento). En el mismo periodo la producción de cobre contenido producido por Chile se elevó 32%. De estas cifras se **advierde la pérdida de productividad** que sufrió esta industria durante el superciclo. Una parte muy relevante del aumento se debió al debilitamiento de factores productivos fundamentales discutidos en la sección 2.c.

Las empresas mineras comenzaron ya en 2012 una política de reducción de la fuerza de trabajo, la que afectó mayormente a los trabajadores contratistas. Aunque no se estudió el peso específico de cada uno de los factores productivos y laborales, **la reducción de hasta el 12% la fuerza de trabajo¹³ de las principales minas de cobre del país entre 2012 y 2015** no mermó en absoluto su capacidad productiva lo que indica que factores de gestión afectaron fuertemente la productividad laboral.

Respecto al empleo indirecto generado por la gran minería del cobre la metodología usada es la de Schuschny (Schuschny, 2005) y Cella (Cella, 1984), para estimar, a partir de la Matriz Insumo Producto elaborada por el Banco Central en 2012, un multiplicador indirecto de la minería de 2,18 para 2012. El empleo directo en minería ese año fue 260 mil personas¹⁴, por lo que añadiendo el empleo indirecto se llega a 829 mil personas, es decir un 10,8% del total de empleos del país.

Estas cifras no incluyen los trabajadores contratistas de la construcción que trabajaban en diversos proyectos mineros, los que llegaron un máximo de 40 mil. A ello hay que sumar el empleo generado por el auge inmobiliario creado en las ciudades mineras durante el superciclo.

¹² El periodo es 1999-2014 y la muestra considera grandes empresas productoras de cobre que representan el 94% de la producción del país.

¹³ Fue el caso de Codelco, que redujo desde 48 a 42 mil personas su fuerza de trabajo entre 2012 y 2015 (Memorias anuales de Codelco). Las otras minas mostraron el mismo comportamiento.

¹⁴ Personal ocupado en rama explotación de minas y canteras en el periodo octubre a diciembre 2012. Nueva Encuesta Nacional de Empleo. Instituto Nacional de Estadísticas.

7.4 LOS IMPACTOS AMBIENTALES MÁS GRAVITANTES

7.4.1 El consumo de agua, energía y emisión de gases efecto invernadero.

No se encontró estadísticas sobre consumo total de agua de la minería del cobre anterior a 2009. En 2009, como se observa en el Cuadro Anexo 7.1, **el 2% del consumo provenía de agua de mar, y el resto provenía de agua fresca. En 2015, en cambio, este valor había aumentado a 15% y después de 2015** había proyectos comprometidos que permitirían elevar este valor a 33,5% en 2020 (Lagos, 2016). En síntesis, había reconocimiento por parte de autoridades y empresas que las aguas frescas disponibles en las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama estaban sobre explotadas, por lo que muchos de los nuevos proyectos mineros contemplaban utilizar agua de mar.

Respecto a la **eficiencia del uso del agua, esta fue aumentada debido a la mayor recuperación de agua en los diversos procesos, y en particular, de los relaves**. La caída de la ley de cobre resultó, sin embargo, en una mayor utilización de agua por tonelada de cobre contenido desde 77 m³ de agua/ton de cobre contenido en 2009 a 83 m³/ton de cobre contenido en 2015.

La minería del cobre consumió en promedio el 34,4% de la energía generada en el país entre 1999 y 2015, mientras que en el mismo periodo emitió desde el 13% de los gases efecto invernadero (GEI) del país en 1999, aumentando dichas emisiones a 16% en 2010, último año en que se cuenta con inventario nacional de GEI.

El consumo de energía de la minería creció en 100% en estos años, casi lo mismo que el crecimiento de las emisiones de GEI (Cuadro anexo 7.1, ambas cifras superando ampliamente el aumento de producción de cobre (32%). Ello se debió no sólo a la caída de las leyes de cobre, sino que a mayores distancias de transporte de materiales, y al endurecimiento de la roca. Estos efectos ocurrieron como consecuencia de la mayor profundidad que adquirieron los rajos de explotación.

Por otra parte **la matriz de producción de energía se carbonizó** en forma muy relevante debido al bajo aporte de nuevas centrales hidroeléctricas y de energías renovables no convencionales lo que explica el aumento tan importante de la emisión de GEI.

Los coeficientes de uso de energía por mineral extraído (Cochilco, 2016b) **dan cuenta de aumento neto de 41,6% en la eficiencia energética del proceso de lixiviación, extracción por solventes, electro obtención entre 2001 y 2105**, a pesar de la caída de leyes de la roca tratada mediante este proceso; se mantuvo la eficiencia en las fundiciones pese a la caída de la ley de concentrados tratados; en la concentradora y en las minas de rajo abierto, en cambio, la eficiencia se redujo en 20% y 12,6% respectivamente, posiblemente debido a la mayor dureza de la roca tratada en las concentradoras, y debido a la mayor profundidad de los rajos explotados.

7.4.2 Generación de relaves¹⁵ y material minado total

En 2015 la producción de cobre contenido en concentrados representó el 69% del cobre de mina producido por Chile.

En 2015 Chile produjo aproximadamente 14,2 millones de toneladas de concentrados, los que contenían 4 millones de toneladas de cobre. Esta producción generó 527 millones de toneladas de relaves (Cuadro Anexo 7.1), los que fueron depositados en los denominados tranques de relaves.¹⁶

¹⁵ Los relaves son el material de rechazo de las plantas concentradoras de la minería del cobre y contienen leyes de este metal usualmente bajo 0,02%, mientras que el material que es flotado en dichas plantas se denomina concentrado de cobre, conteniendo comúnmente entre 25 y 30% de metal. Los relaves están constituidos por roca molida con el 50% de la masa de tamaño de partícula típico de menos de 150 micrones (μ) de diámetro, mientras que más del 99% de la masa está formada por partículas de menos de 1000 μ . (Jopony, 1987; Sracek, 2010).

¹⁶ La conducción de los relaves entre las plantas concentradoras y los tranques se realiza mediante tuberías o canaletas en una pulpa que contiene típicamente pequeñas partículas entre 25 y 40% de sólidos con un pH ajustado a valores por sobre 7 (Wills, 2005). Una vez que esta pulpa es depositada en el tranque se recupera gran parte del agua, la que comúnmente es reciclada al proceso de flotación.

Los relaves contienen, al igual que la corteza terrestre, muchos de los elementos de la tabla periódica. Debido a que provienen de un yacimiento mineral, la concentración de algunos metales es mayor que el promedio en la corteza. El alto pH de la pulpa significa, sin embargo, que dichos metales están presentes en forma particulada y no disueltos a libre, lo que reduce su biodisponibilidad y toxicidad para la flora y fauna acuática en forma significativa (EPA, 2016). Lo mismo ocurre con la mayoría de otros metales tóxicos.

El Cuadro Anexo 7.1 muestra **que la generación de relaves de cobre aumentó 86% entre 2000 y 2015 en Chile**, mientras que la producción de cobre contenido en estos materiales aumentó 25% en el mismo periodo. El mayor aumento del material de relaves respecto al de la producción de cobre contenido se debe a la caída de las leyes del metal. Por otra parte, el material enviado a planta se mantuvo en aproximadamente un cuarto del material minado total de sulfuros de cobre¹⁷, lo que es un buen indicador que las minas, en su mayor parte de rajo abierto, mantuvieron la generación de material estéril en línea con el material enviado a planta, contrario a lo que se habría esperado debido a la profundización de los rajos. El material estéril, a diferencia de los relaves, está seco y proviene del proceso de tronadura. La distribución del tamaño de partícula varía entre unos pocos micrones y rocas de un metro o más de diámetro. Por razones de costo este material no pasa por chancadores sino que es conducido en camiones o correas transportadoras a los botaderos de material estéril en las cercanías de las minas.

La superficie ocupada por los tranques de relave de cobre en operación en el país en 2015 se estimó en 17,9 mil hectáreas¹⁸, creciendo a tasas bajas, posiblemente menos de mil hectáreas por año.

Los tranques de relaves pueden **constituir un serio problema ambiental o social, especialmente en aquellas zonas con alta precipitación, cercano a ciudades o poblados, o bien cuando hay fuerte competencia con la agricultura**. En Chile en 2015, había 11 tranques de relaves en operación que representaban el 96% de la producción de cobre de Chile. Si bien el análisis detallado de cada uno de estos tranques está más allá de los objetivos de este trabajo, se puede indicar que **siete de ellos están en zonas muy secas y que, en consecuencia, no han tenido competencia por terrenos agrícolas¹⁹**.

7.4.3 Emisiones de anhídrido sulfuroso desde fundiciones de cobre.

Chile tiene siete fundiciones de cobre, cuatro pertenecientes a Codelco (Chuquicamata, Potrerillos, Ventanas y Caletones), una a Enami (Hernán Videla Lira, HVL), y dos privadas, Altonorte, perteneciente a Glencore, y Chagres de Anglo American. La última fundición en construirse fue la de Altonorte que nació el año 1993 con el nombre de Refimet. De estas fundiciones hay dos que son independientes, Altonorte y HVL, es decir que no pertenecen a compañías mineras que tienen comprometido fundir sus concentrados en ellas.

El Cuadro Anexo 7.1 muestra que la producción de cobre total de estas instalaciones se mantuvo relativamente constante entre 1999 y 2015, pero ello con **la reducción de capacidad de la fundición de Chuquicamata la que en 2015 produjo el 75% de la producción máxima lograda en 2001, y la fundición de Potrerillos la que redujo su producción a la mitad desde 2005 (base de datos de Incomare)**. En 2001 Chuquicamata era la mayor fundición de cobre del mundo, perdiendo dicho sitio con posterioridad.

Las inversiones realizadas en las dos fundiciones privadas permitieron aumentar su producción, paliando la reducción de las fundiciones de Chuquicamata y de Potrerillos, así como **incrementar su capacidad de captura de SO₂ a más de 95% en 2015**. De esta manera cumplieron ya con las normas de emisión del Decreto N° 28 del Ministerio del Medio Ambiente de diciembre 2013. **Por otra parte el 86% las inversiones realizadas en las 5 fundiciones estatales desde 1990 a 2014 fue ambiental**, con objeto de cumplir con los Planes de Descontaminación decretados en la década de los 90 (Montezuma, 2016). Ello llevó a una mejora sustancial, pero no suficiente, de los índices ambientales en torno a dichas instalaciones. En 2015 las fundiciones de Codelco capturaron el 88,2% del azufre que ingresó a ellas (fuente: Codelco), mientras que HVL capturó el 90,1% del azufre ingresado (fuente: Enami). Entre las cinco fundiciones estatales, había dos,

¹⁷ Es decir el material estéril no enviado a la planta concentradora no aumentó respecto al material enviado a planta.

¹⁸ La superficie de la ciudad de Santiago se estimó en 78 mil hectáreas en 2015.

¹⁹ Tranques de minas El Teniente, Los Bronces, Andina, El Soldado, Pelambres, Caserones, Salvador, Escondida, Esperanza, Chuquicamata, Collahuasi.

²⁰ Tranques de las minas Collahuasi, Chuquicamata, Escondida, Esperanza, Sierra Gorda, Salvador, Candelaria.

²¹ Caletones y Ventanas capturaron más de 93% del azufre cada una.

Ventanas y Caletones, que estaban en 2015 cerca de cumplir con el Decreto N° 28.

En 2018 todas las fundiciones chilenas deberían cumplir con el Decreto 28 del Ministerio del Medio Ambiente, el que estipula que la mínima captura de SO₂ debiese ser 95% en instalaciones existentes y 98% en fundiciones nuevas.

La captura de anhídrido sulfuroso de las siete fundiciones chilenas fue de 90,7%, en 2015, en contraste con un 62,5% en 1999. A nivel global en 2015 las fundiciones habían llegado a capturar en promedio el 97% del azufre que ingresaba a ellas, de acuerdo a la empresa Wood Mackenzie (WM) y la tendencia observada es que en grandes fundiciones este porcentaje era mayor ya que lo importante para la salud humana y el medio ambiente no es el porcentaje de captura sino que la masa de emisiones. La tendencia que se observa es que el promedio de captura de emisiones aéreas superará en los próximos años el 99% en las mayores fundiciones del mundo (WM). Desde esta perspectiva las fundiciones estatales chilenas tienen y seguirán teniendo, al menos por varios años, una deficiente performance ambiental.

7.5 CONCLUSIONES

La producción de cobre creció mucho más lentamente que el enorme progreso económico sin precedentes que detonó la minería del cobre durante el superciclo, elevando la inversión y las exportaciones, generando el gran aumento del gasto público y privado, y reduciendo el desempleo.

Por otra parte **Chile fortaleció su posición en reservas de cobre**, aumentando 112% entre 1999 y 2015 a pesar de haber producido 262,7 millones de toneladas de metal. Ello revela que el análisis de las reservas, que representan la riqueza mineral del país, es dinámico ya que responde a nuevos descubrimientos, mejores tecnologías y precios cambiantes, tres factores que son desechados por muchos analistas.

La mayor debilidad de la minería chilena del cobre fue la reducción en 56% de la ley de cobre de sus yacimientos en el periodo de análisis. La única forma de contrarrestar este rendimiento decreciente es con mayor tecnología, tal como está demostrado que ocurrió entre 1970 y 2003.

Al mismo tiempo los principales impactos ambientales de la minería del cobre, uso de energía, emisión de gases efecto invernadero, generación de relaves, aumentaron también más rápidamente que la producción debido a la caída de las leyes de cobre en los yacimientos, a la mayor profundidad de los rajos y a la mayor dureza de la roca que debe tratarse. La causa del crecimiento de dichos impactos fue, entonces, principalmente asignable a causas naturales que están relacionadas con el envejecimiento de los yacimientos y no fue producto de las políticas existentes, ni de la gestión de las empresas. De hecho la innovación tecnológica que ocurrió en la minería en este período fue insuficiente para mitigar adecuadamente estos impactos ambientales.

Las empresas **tomaron medidas para aumentar la eficiencia energética, mejorar la matriz eléctrica, reduciendo sus costos, e invirtiendo en energías renovables no convencionales (ERNC).** Al mismo tiempo comenzó un **esfuerzo por usar agua de mar** en las faenas mineras lo que ya ha permitido aliviar la presión sobre los acuíferos del norte y que en el futuro permitiría incluso reducir la captura de agua fresca por parte de la minería en algunas regiones del norte del país. El reemplazo del agua fresca por agua de mar, pasó de un 2% en 2009 a un 15% en 2015, progreso que continuaría en el futuro.

La mayor duración de las evaluaciones de impacto ambiental y el mayor número de casos que falló la Corte Suprema en favor de las comunidades y contra la minería, no significaron que aumentó el impacto ambiental producido por la minería, ni que sus proyectos se tornaron más complejos, sino que crecieron las demandas y expectativas ambientales y sociales de las personas.

BIBLIOGRAFÍA

- Baasch, Annett, Kirmer, Anita, Tischew, Sabine, 2012. *Nine years of vegetation development in a postmining site: effects of spontaneous and assisted site recovery*. *Journal of Applied Ecology* 2012, 49, 251–26
- Cella, G., 1984. *The input-output measurement of interindustry linkages*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 46, 73–84.
- Cochilco, 2016a. *Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1996-2015*. Comisión Chilena del Cobre.
- Cochilco, 2016b. *Consumo Energético de la Industria Minera del Cobre por Procesos. Información estadística sobre el consumo de energía en la minería del cobre al 2015*. Julio 2016
- Comisión Europea, 2016. *Science for Environment Policy*. European Commission DG. *Environment News Alert Service*, edited by SCU, The University of the West of England, Bristol. 16 September 2016. Issue 470. CRU, 2014. *Commodity Research Unit*.
- Elshkaki, A., Graedel, T., Ciacci, L. & Reck, B., 2016. *Copper demand, supply, and associated energy use to 2050*. *Global Environmental Change*, 39:305–315. DOI:10.1016/j.gloenvcha.2016.06.006.
- EPA, 2016. *Water Quality Standards Academy Biotic Ligand Model and Copper Criteria*, March 2016, Office of Science and Technology Office of Water, US Environmental Protection Agency, EPA Publication # 820Q16001.
- Guaita, Nibaldo, Ginocchio C., Rosanna, 2012. *Estudio de tratabilidad de las aguas claras del tranque de relaves Pampa Austral para la diversificación productiva de la Comuna de Diego de Almagro*. Proyecto FIC FNDR 2011 Gobierno Regional Atacama. CIMM, Santiago, Diciembre 2012.
- Hotelling H., 1931. *The Economics of Exhaustible Resources*. *Journal of Political Economy*, Vol. 39, No. 2 (Apr., 1931), pp. 137-175.
- Jopony, M., Usup, G., Mohamed, M., 1987. *Particle size distribution of copper mine tailings from Lohan Ranau Sabah and its relationship with heavy metal content*. *Pertanika* 10(1), 37-40 (1987)
- Lagos, Gustavo, 2014. *Copper Limits: Recycling Potential*. *Letter in Science* 09 May 2014: Vol. 344, Issue 6184, pp. 578. DOI: 10.1126/science.344.6184.578-c.
- Gustavo Lagos C.C., David Peters N., José Joaquín Jara, 2016. *Chilean copper resources production potential and environmental challenges projected to 2035*, publicación UC.
- Meadows, Donella H., Meadows, Dennis L., Randers, Jorgen, Behrens, William W., 1972. *The limits to growth*. Universe Books, New York. ISBN 0-87663-165-0
- Meyer, Andrew, 2016. *Is unemployment good for the environment?* *Resource and Energy Economics*, 45 (2016), 18-30.
- Montezuma S., Ana Isabel, 2016. *Performance Ambiental en las Fundiciones Estatales de Cobre Chilenas: 1990-2014*. Tesis de Magister en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Católica.
- Mudd, G. M., Weng, Z., Jowitt, S.M., 2013. *A Detailed Assessment of Global Cu Resource Trends and Endowments*. *Economic Geology*, v. 108, pp. 1163–1183.
- Northeya, S., Mohrb, S., Mudda, G.M., Wenga, Z. , Giurcob, D. 2014. *Modelling future copper ore grade decline based on a detailed assessment of copper resources and mining*. *Resources, Conservation and Recycling* 83 (2014) 190– 201.

- Sachs, Jeffrey D., Warner, Andrew M., 1997. *Natural resource abundance and economic growth*, . Center for International Development and Harvard Institute for International Development , Harvard University Cambridge MA, November, 1997, JEL Classification: O4, Q0, F43.
- Slovic, Paul, 1987. *Perception of Risk*, Science, New Series, Vol. 236, No. 4799 (Apr. 17, 1987), pp. 280-285.
- Slovic, P., Flynn, J., Layman, M., 1991. *Perceived Risk, Trust, and the Politics of Nuclear Waste*. Science, New Series, Vol. 254, No. 5038 (Dec. 13, 1991), pp. 1603-1607.
- Sracek, O., Mihaljevic, M., Krabek, B., Majer, V., Veselovsky, F., 2010. *Geochemistry and mineralogy of Cu and Co in mine tailings at the Copperbelt, Zambia*. Journal of African Earth Sciences 57 (2010) 14–30.
- Strauss, Simon, 1986. *Trouble in the third kingdom*, Mining Journal Books Ltd, London, U.K.
- Schuschny, A., 2005. *Tópicos sobre el modelo de insumo producto: teoría y aplicaciones*. REDIMA II, Reunión de trabajo sobre Modelización, Matrices de Insumo-Producto y Armonización Fiscal, Cepal, Santiago de Chile, 29 y 30 de agosto de 2005.
- Tilton, J.E., 2014. *Copper Limits: Opportunity Costs*. Letter in Science 09 May 2014: Vol. 344, Issue 6184, pp. 577-578. DOI: 10.1126/science.344.6184.577-b
- Tordo, G.M., Baker, A.J.M., Willis, A.J., 2000. *Current approaches to the revegetation and reclamation of metalliferous mine wastes*, Chemosphere 41 (2000) 219-228.
- UC, 2016. *Modelamiento de escenarios de desarrollo minero e impactos económicos, sociales y ambientales en Chile: 2015-2035*.
- USGS, 1999 a 2016. *Mineral Commodity Summaries: Copper*. United States Geology Survey.
- Wills, B., 2005. *Mineral Processing Technology*. 7th edition. Elsevier 2005, Oxford, UK.
- Zegarra, Luis, 2016. *Duración de la Evaluación de los Estudios de Impacto Ambiental de los proyectos Mineros Greenfield en Chile: 1997- 2015*. Tesis Magíster, Universidad Católica.

CUADRO ANEXO 7.1

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	REFERENCIAS
Reservas de cobre Chile (kkt Cu contenido)	88	88	88	160	150	140	140	150	160	160	160	150	190	190	190	209	210	USGS
Reservas de cobre globales (kkt Cu contenido)	340	340	340	480	470	470	470	480	490	550	540	630	690	680	690	700	720	USGS
Recursos globales estimados en la corteza (kkt Cu contenido)	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	>1.600	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.100	5.600	5.600	USGS
Recursos globales estimados en nódulos marinos (kkt Cu contenido)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	USGS
Producción Cobre mina Chile (kt/año)	4.406	4.612	4.723	4.598	4.912	5.433	5.341	5.380	5.584	5.335	5.392	5.432	5.284	5.471	5.803	5.777	5.812	Cochilco Anuario 1996-2015
Producción de cobre contenido en concentrados Chile (kt/año)	2.981	3.187	3.134	2.947	3.195	3.701	3.657	3.595	3.640	3.251	3.193	3.258	3.166	3.335	3.801	3.858	3.987	Base Datos Centro de Minería UC
Producción Cobre mina global (kt/año)	12.775	13.203	13.633	13.577	13.757	14.594	14.922	14.990	15.483	15.524	15.903	15.980	16.021	16.772	18.094	18.394	19.083	ICSG
Generación de relaves minería del cobre chilena (kkt/año)	nd	282	289	294	325	368	379	373	392	385	381	402	431	473	475	499	527	Base Datos Centro de Minería UC
Ley Cu Concentradora, %	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	Anuarios Cochilco
Ley Cu Lixiviación, %	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	Anuarios Cochilco
Ley Cu Lixiviación Dump y/o ROM / ROM, %	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	Anuarios Cochilco
Ley Cu Promedio Chile, %	1.4	1.3	1.3	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	Anuarios Cochilco
Número de trabajadores propios minería	46.186	nd	44.794	45.056	42.457	44.343	48.098	47.913	54.434	58.470	57.901	58.699	61.849	70.037	74.214	71.080	70.877	Cochilco Anuario 1996-2015
Número trabajadores contratistas minería	38.031	nd	48.418	54.633	57.437	68.120	85.891	86.052	98.918	106.173	116.225	132.345	135.349	166.737	155.114	178.735	167.577	Cochilco Anuario 1996-2015
Número total trabajadores propios y contratistas minería	84.217	nd	93.212	99.689	99.894	112.463	133.989	133.965	153.352	164.642	174.125	191.044	197.197	236.774	229.328	249.815	238.454	Cochilco Anuario 1996-2015
Número de trabajadores propios minería del cobre (grandes empresas, 94% de producción en 2014)	27.075	28.847	29.389	28.898	26.686	27.481	28.842	30.503	32.274	36.443	36.266	37.662	38.994	42.001	43.128	43.185	nd	Base Datos Centro de Minería UC
Número de contratistas minería del cobre (grandes empresas, 94% de producción en 2014)	18.830	22.461	26.219	26.015	30.147	33.738	39.520	40.998	46.890	49.625	48.646	50.885	68.507	66.537	65.896	64.802	nd	Base Datos Centro de Minería UC
Número total de trabajadores propios y contratistas minería del cobre (grandes empresas, 94% de producción en 2014)	45.905	51.308	55.608	54.913	56.832	61.219	68.362	71.501	79.164	86.068	84.912	88.547	107.501	108.537	109.024	107.987	nd	Base Datos Centro de Minería UC
Exportaciones mineras (kkUS\$/año nominales)	6.778	8.021	7.256	7.120	8.851	17.068	22.630	38.227	44.194	42.847	30.199	44.328	50.597	48.709	45.583	43.516	34.400	Cochilco Anuario 1996-2015
Exportaciones cobre (kkUS\$/año nominales)	6.026	7.284	6.537	6.323	7.553	14.530	17.763	33.351	37.913	36.550	26.271	39.217	43.614	41.779	39.738	37.968	30.371	Cochilco Anuario 1996-2015
Exportaciones Chile (sin servicios) (kkUS\$/año)	17.162	19.210	18.272	18.180	21.651	33.025	41.974	59.380	68.561	64.510	55.463	71.109	81.438	77.791	76.386	74.924	62.232	Banco Central. Estadísticas sitio web.
Inversión Total Cobre GMP-20 (kkUS\$/año nominales)	nd	nd	1.115	816	788	874	1.226	1.758	1.682	3.009	3.145	4.535	5.435	8.020	9.629	8.247	5.726	Cochilco Anuario 1996-2015
Inversión Grandes minas de Oro (kkUS\$/año nominales)	nd	nd	20	15	17	18	26	132	74	135	163	561	1.087	1.397	949	317	196	Cochilco Anuario 1996-2015
Inversión Total Gran Minería Privada (kkUS\$/año nominales)	1.337	234	1.135	830	805	892	1.252	1.891	1.756	3.144	3.309	5.096	6.522	9.416	10.578	8.564	5.922	Cochilco Anuario 1996-2015
Inversión Codelco (kkUS\$/año nominales)	356	504	586	844	895	893	1.845	1.219	1.605	1.975	1.681	2.309	2.252	3.687	4.437	3.800	4.261	Cochilco Anuario 1996-2015
Total Inversión Minera (kkUS\$/año nominales)	1.706	738	1.739	1.680	1.701	1.793	3.104	3.124	3.386	5.166	5.049	7.444	8.783	13.130	15.027	12.387	10.202	Cochilco Anuario 1996-2015
Tributación Minería Privada (Impuesto Específico, Impuesto a la Renta, Impuesto a los Dividendos, (kkUS\$ nominales))	101	213	138	49	110	596	1.719	4.575	6.207	4.344	1.508	3.665	4.783	4.170	2.994	2.503	1.969	Cochilco Anuario 1996-2015
Ingresos Fiscales a partir de Empresas del Estrado, Codelco y Enami (kkUS\$ nominales)	277	696	365	304	643	2.895	4.387	8.279	7.871	6.749	2.977	6.030	5.989	4.137	2.869	2.234	1.121	Cochilco Anuario 1996-2015
Tributación privada y excedentes de Codelco - Enami (US\$ moneda 2015)	546	1.269	682	471	984	4.441	7.513	15.320	16.318	12.381	5.023	10.684	11.508	8.694	6.047	4.808	3.089	Codelco y Cochilco Anuario 1996-2015
Ingresos Fiscales totales (kkUS\$ nominales)	14.880	15.918	14.901	14.167	15.277	21.047	28.131	37.811	44.208	43.468	32.731	46.788	56.978	59.036	58.252	53.633	51.010	Cochilco Anuario 1996-2015

Ingresos Fiscales totales (kkUS\$ moneda 2015)	21.461	22.212	20.217	18.922	19.950	26.772	34.611	45.067	51.243	48.512	36.660	51.558	60.865	61.786	60.085	54.438	51.010	Centro de Minería usando PPI
% Tributación minería c/r a total país	2,5	5,7	3,4	2,5	4,9	166	21,7	34,0	31,8	25,5	13,7	20,7	189	14,1	40,1	8,8	6,1	
GDP/capita, millones de US\$ ppp (moneda 2011)	14.428	14.888	15.197	15.341	15.761	16.520	17.239	17.796	18.507	18.906	18.505	19.357	20.266	21.142	21.748	21.923	22.145	Banco Mundial
Consumo energía minería del cobre (GWh)	11.389	11.944	13.131	13.737	14.985	16.134	16.342	16.596	17.737	17.959	18.977	19.152	19.965	21.577	22.523	23.128	23.606	Cochilco Anuario 1996-2015 y Estadísticas Consumo Energía Cochilco
Consumo de energía Chile (GWh)	33.877	36.293	38.386	40.084	42.836	46.144	47.815	50.611	53.008	53.179	53.442	55.260	58.493	61.556	63.645	65.178	n.d.	Comisión Nacional de Energía
Cociente Energía Minería y Energía país	0,34	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35	0,34	0,33	0,33	0,34	0,36	0,35	0,34	0,35	0,35	0,35	n.d.	
Emissiones GEI minería del cobre (alcance 1) (Millones t equiv CO ₂)	2,71	2,84	2,91	2,89	2,98	3,03	3,06	3,28	3,84	4,08	4,43	4,34	4,40	4,79	5,13	5,53	5,66	Cochilco Anuario 1996-2015
Emissiones GEI minería del cobre (alcance 2) (Millones t equiv CO ₂)	7,05	6,17	5,52	5,95	6,46	7,37	7,16	7,49	9,52	9,92	10,37	10,76	11,85	13,69	14,60	14,00	13,94	Alcance 2 (años 2006 a 2009) de Cochilco. Resto Alcance 2 estimación Centro de Minería UC.
Emissiones GEI minería del cobre (alcances 1 y 2) (Millones t equiv CO ₂)	9,76	9,01	8,43	8,85	9,44	10,40	10,22	10,78	13,36	13,99	14,81	15,09	16,25	18,48	19,73	19,52	19,60	Alcance 1 y Alcance 2 (años 2006 a 2009) de Cochilco. Resto Alcance 2 estimación Centro de Minería UC.
Emissiones GEI Chile (Millones t CO ₂ equiv)	76,99	74,49	72,30	73,24	74,33	80,11	82,01	83,24	92,77	94,02	91,05	91,58	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile. Serie temporal 1990-2010
Consumo agua fresca minería del cobre (m ³ /seg)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	12,27	12,65	12,56	12,38	12,72	12,95	13,07	Cochilco Anuario 1996-2015
Consumo agua de mar minería del cobre (m ³ /seg)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,14	0,11	0,49	0,61	0,71	0,82	1,31	Cochilco Anuario 1996-2015
Consumo de agua desalada minería del cobre (m ³ /seg)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,18	0,13	0,22	0,37	0,58	0,88	0,97	Cochilco Anuario 1996-2015
Anodos o equivalente producido en fundiciones de cobre (ktr/año)	1.490	1.494	1.490	1.449	1.512	1.592	1.666	1.642	1.568	1.451	1.523	1.560	1.533	1.381	1.338	1.408	1.414	Cochilco Anuario 1996-2015
Azufre emitido por fundiciones de cobre (kton/año)	598	457	321	215	184	238	217	364	218	188	215	198	177	149	151	148	138	Base Datos Centro de Minería UC
% azufre capturado (%)	62,5	70,4	78,3	84,9	87,1	84,4	87,0	79,4	87,2	89,1	88,1	89,4	90,3	90,8	90,2	90,7	90,7	Base Datos Centro de Minería UC

8. ASENTAMIENTOS HUMANOS

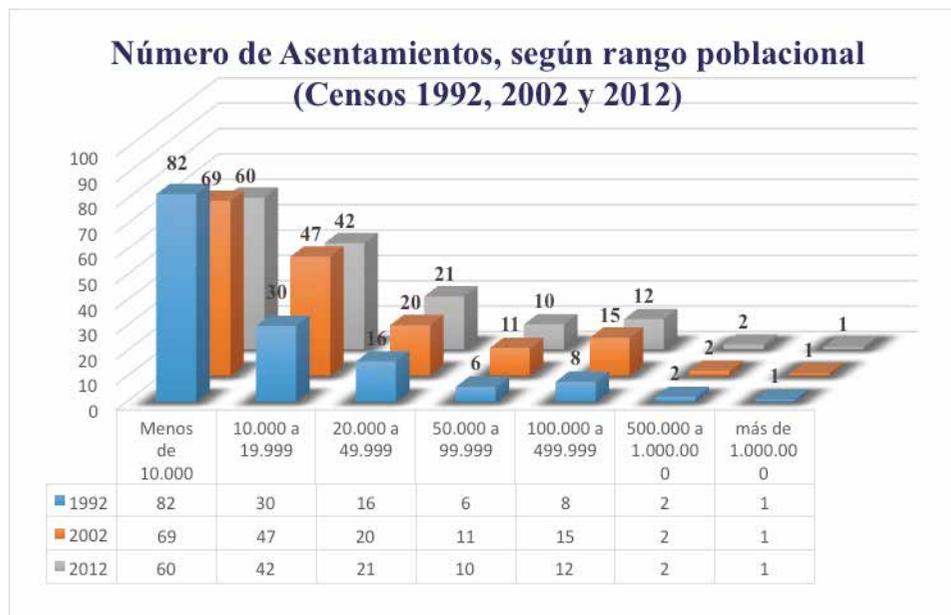
Las estadísticas de población existentes en país muestran que la población que reside en los centros urbanos cada año se incrementa. El país se urbaniza a ritmo acelerado, la población tiende a vivir en centros poblados en desmedro de residencia aisladas en el medio rural. Las cifras de porcentaje de población urbana vs. población rural, según los censos de población es bastante significativa. En el censo de 1952, la población urbana era el 60,2 %, para los inicios de la década de los años 60´s la población urbana aumentó al 68,9 %, principalmente localizada en los centros urbanos mayores de 20.000 habitantes, tendencia que se ha mantenido hasta nuestros días. Según el censo de población de 1970 la población urbana se incrementó al 75,13 %, porcentaje que alcanza al 83,45 % en 1992. Al año 2002 el porcentaje aumenta al 86,6 %. Finalmente, según los datos preliminares del censo de población de 2012 la población urbana se estimó en 86,9 (INE Censos de Población). Cifras que demuestran que cerca del 90 % de la población vive en centros poblados clasificados como urbanos (ver Figura 8.1).

Estas cifras de población urbana en el país se derivan de la clasificación que aplica el INE para población urbana, es decir entidad urbana ciudades con más de 5000 habitantes y pueblos mayores de 2000 habitantes si más del 50% de la población residente esta ocupados en los sectores secundarios o terciarios de la economía. Un estudio reciente del Banco Mundial siguiendo los criterios de la OECD estima que la población rural de Chile es del 35 % (Banco Mundial, D. Lederman, y otros, 2004)

De acuerdo a los resultados obtenidos en los censos nacionales de población oficiales de 1992 y 2002; y homologando los datos según las definiciones establecidas en el censo de 1992, los asentamientos del país se clasifican en tres categorías: aldea, entidad rural cuya población es de entre 301 a 1000 habitantes; pueblo, entidad urbana con una población que fluctúa entre 2001 y 5000 habitantes; y, ciudad, entidad urbana que posee más de 5000 habitantes y su distribución en el país aparece en la Figura 8.1 (INE, 1992, 2002 y 2012). La totalidad de asentamientos entre 10.000 a 499.999 habitantes se clasifican como ciudades, y las entidades superiores a 500.000 habitantes corresponden a ciudades que han alcanzado un grado de desarrollo que se han conurbado con otras ciudades y pueblos, produciéndose a partir de ello grandes entidades urbanas entre las cuales se cuentan el Gran Coquimbo- La Serena, el Gran Valparaíso, el Gran Concepción y el Gran Santiago¹, todas conocidas también como zonas metropolitanas.

¹ Correspondiente a las comunas de la Provincia de Santiago y a la comuna de Puente Alto.

FIGURA N° 8.1



Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

Para efectos del presente análisis de los asentamientos humanos, la base de información proviene de los censos de población, y se han clasificado en asentamientos menores de 10.000 habitantes; entre 10.000 a 19.999 habitantes; entre 20.000 a 49.999 habitantes; entre 50.000 a 99.999 habitantes; entre 100.000 a 499.999 habitantes; de 500.000 a 1.000.000 habitantes y más de 1.000.000 habitantes.

En cada una de estas categorías de entidades y dependiendo de la información disponible para el período de este análisis se tratan aspectos tales como: su distribución geográfica; características de la población; niveles o grados de urbanización; acceso a los servicios de alumbrado público, agua potable, alcantarillado y áreas verdes; condición económica, como la presencia de pobreza y la situación económica de tercera edad y los temas de seguridad ciudadana, a partir de las estadísticas de detenciones de Carabineros de Chile; y, la contaminación atmosférica. Para fines de comparación se utilizarán datos de los censos de 1992, 2002 y 2012. Para este último censo, salvo excepciones, no se dispone del total de la información, de manera que la comparación se hace fundamentalmente con los censos de 1992 y 2002.

8.1 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DE CHILE SEGÚN ESTRATOS DE TAMAÑO POBLACIONAL

8.1.1 Asentamientos Humanos menores de 10.000 habitantes

Del total de los asentamientos menores a 10.000 habitantes al año 1992, 75 clasifican como ciudades, número que posteriormente aumentó a 83, según el censo de población del año 2002.

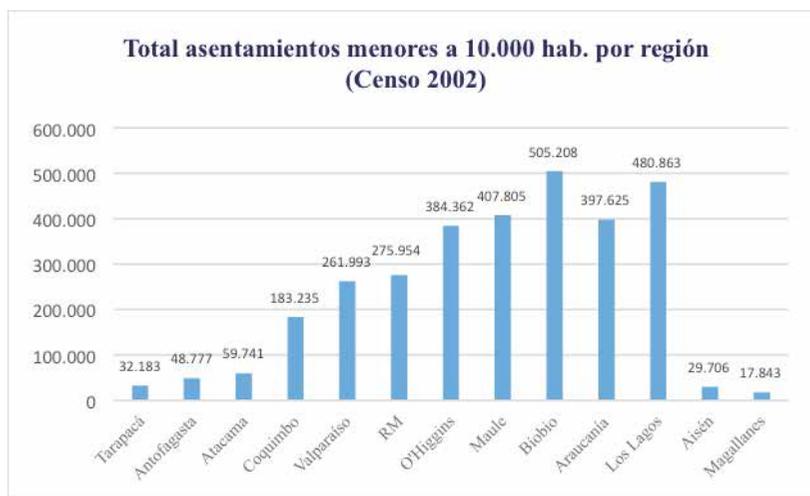
Respecto de los pueblos, estos representaban 214 entidades para el año 1992 y para el 2002 se registran 209 unidades. Las aldeas pasan de ser 349 a 302 en el año 2002, finalmente los caseríos disminuyen de ser 419 a 338 al paso de los años inter-censales (INE, 1992 y 2002).

Según datos del Censo 2002, existen a lo largo y ancho del país 37.032 asentamientos humanos que no superan los 10.000

habitantes, éstos se componen de 80 ciudades, 274 pueblos, 961 aldeas y 4.566 caseríos. Las restantes 31.151 entidades rurales no caen en ninguna de estas clasificaciones y corresponden a los asentamientos con un alto grado de dispersión geográfica que no contabilizan como una unidad político-administrativa, como, por ejemplo, caletas pesqueras o asentamientos de usos esporádicos.

En conjunto, estos asentamientos comprenden 3.279.162 habitantes del país, el 21,7% del total de la población. La mayor concentración de estas entidades se ubica en las regiones centro-sur, destacando las regiones del Maule, Biobío y Los Lagos. Por otra parte en las regiones extremas del país la presencia en número y población de estas entidades es sustancialmente menor (ver Figura 8.2).

FIGURA N° 8.2



Fuente: INE, Censo 2002

8.1.1.1 Distribución Geográfica

La distribución geográfica de las entidades menores a 10.000 habitantes presenta características según la unidad geográfica a lo largo del país. En las regiones del extremo norte del país, Arica y Parinacota, Tarapacá y parte de Atacama los asentamientos se distribuyen en torno a las quebradas al interior del territorio, en los límites entre la Depresión Intermedia y la Cordillera de los Andes, existe adicionalmente concentración de asentamientos a lo largo de la rivera de riachuelos y en la costa, cercana a los asentamientos de mayor tamaño, como ocurre en la región de Antofagasta.

En la región de Coquimbo se observa un cambio notorio en la distribución de los asentamientos, éstos se ubican principalmente, entre los cordones montañosos y en las terrazas bajas de los valles y cercanos a los ríos, principalmente el Elqui, Limarí y Choapa.

Desde la región de Valparaíso hasta la región de Los Lagos los asentamientos se concentran mayormente en la Depresión Intermedia, en los valles, interconectados por carreteras principales o caminos menores y más asequibles a los recursos hídricos. Finalmente, desde la región de Los Lagos hasta Magallanes, dada la compleja geografía, los asentamientos tienden a ubicarse en su mayoría en las mesetas patagónicas y cercanas al límite internacional con Argentina, debido a su accesibilidad desde el lado argentino.

8.1.1.2 Caracterización de los Asentamientos

Los asentamientos de menos de 10.000 habitantes están compuestos por pueblos, aldeas y caseríos cuya economía está en directa relación en las materias primas sea el uso extensivo de suelos para agricultura, ganadería o actividades predo-

minantemente extractivas. La actividad económica y las mayores oportunidades de empleo suscitan en los sectores más jóvenes de la población un permanente proceso de migración hacia las ciudades, y, por tanto, se genera un mayor grado de envejecimiento de la población en estos asentamientos en relación al nivel nacional.

8.1.1.3 Nivel de Urbanización

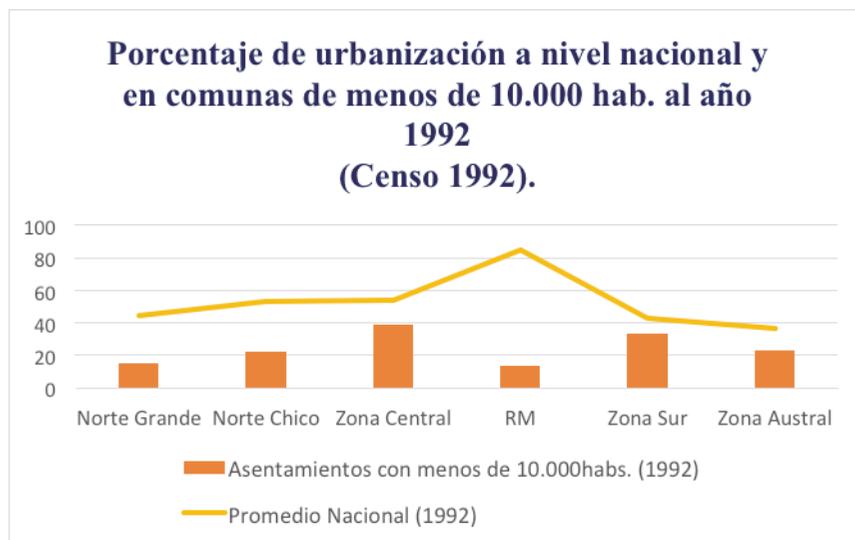
Como es de esperar, las comunas de población reducida redundan en menor inversión pública y privada, dado en el primer caso por una economía reducida y en el segundo, por una menor población beneficiaria de políticas. Ambos influyen en su grado de urbanización que se refleja en la infraestructura vial, el acceso a servicios, la densidad poblacional y conectividad, entre otros.

De acuerdo con la información censal de los años 1992 y 2002, se aprecia una constante en el porcentaje de urbanización de viviendas en comunas de menos 10.000 habitantes por debajo de la media nacional. Es posible constatar que el porcentaje de urbanización de las viviendas es superior en la zona central, donde destaca la región Metropolitana, con un 89,38% de viviendas urbanas el año 2002, en tanto, que un 99,85% de las viviendas en la provincia de Santiago caen en la misma categoría (ver Cuadros 8.1 y 8.2).

Cabe destacar que para el año 1992 sólo dos comunas Alhué y María Pinto de la Región Metropolitana (RM) están en la categoría de menos de 10.000 habitantes las que en conjunto representaban solo un 13,95% de viviendas urbanizadas. Al año 2002 en la RM sólo la comuna de Alhué no supera los 10.000 habitantes, sin embargo, presenta un aumento en su nivel de urbanización, alcanzando el 58,6% de las viviendas (INE, 2002). Ver Figuras 8.3 y 8.4

Por otra parte, las comunas de menos de 10.000 habitantes que reflejan menor grado de urbanización (2002) se concentran en el Norte Grande, las comunas de Camarones, Putre, General Lagos, Huara, Colchane, Ollagüe y Sierra Gorda exhiben iguales circunstancias. Al otro extremo del país, en la Zona Austral del país, donde comunas como Río Verde, Laguna Blanca, San Gregorio, Primavera y Timaukel no presentan urbanización (0%), según datos entregados por el INE.

FIGURA N° 8.3

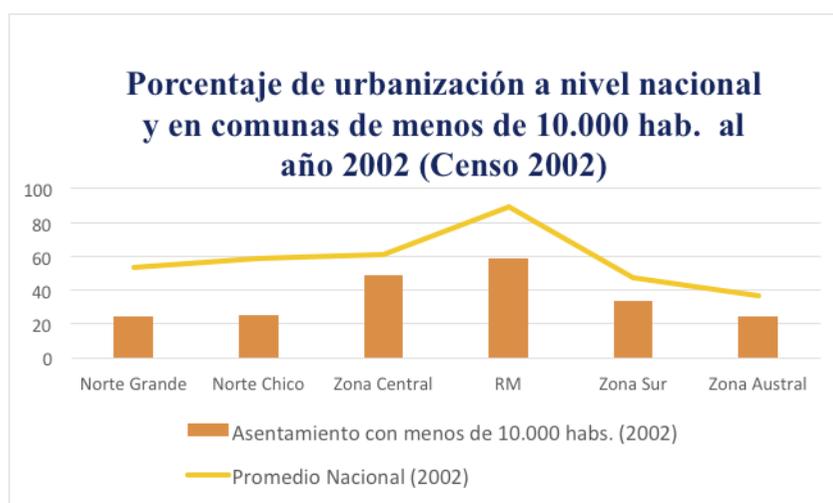


Fuente: INE (1992).

CUADRO N°8.1**Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en comunas de menos de 10.000 Habitantes (Censo 1992)**

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Comunas con menos de 10.000 hab. (1992)	15,24	22,09	39,18	13,95	33,73	22,97
Promedio Nacional (1992)	45,09	53,89	54,28	85,33	43,12	36,63

Fuente: INE (1992 y 2002)

FIGURA N° 8.4

Fuente: INE (2002).

CUADRO N°8.2**Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en comunas de menos de 10.000 Habitantes (Censo 2002)**

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Asentamiento con menos de 10.000 hab. (2002)	24,04	25,35	48,45	58,56	33,59	24,15
Promedio Nacional (2002)	53,21	58,57	60,77	89,38	47,69	36,18

Fuente: INE (2002)

8.1.1.4 Acceso a Servicios

* Alumbrado Público

La red pública es la principal fuente de acceso a electricidad en el país, al menos un 90% de las viviendas acceden a servicios eléctricos mediante este sistema en todo el país y menos del 2,95% de la población no poseía electricidad en sus hogares al año 2006. Diversas políticas han subsanado esta situación por medio de otros sistemas que posibilitan su acceso en sectores aislados o de difícil acceso con paneles solares, generadores, u otros sistemas.

El acceso a servicios mediante la red pública ha aumentado constantemente a lo largo del territorio. Como se puede apreciar en la figuras 8.5 y en el cuadro 8.2, durante los diez años correspondientes entre los años 1992 y 2002. Uno de los ejemplos más claros se aprecia en los extremos norte y sur del país, donde aparte de la cobertura a nivel nacional del servicio se aprecia un acceso semejante en las comunas de menos de 10.000 habitantes.

FIGURA N°8.5 (A)

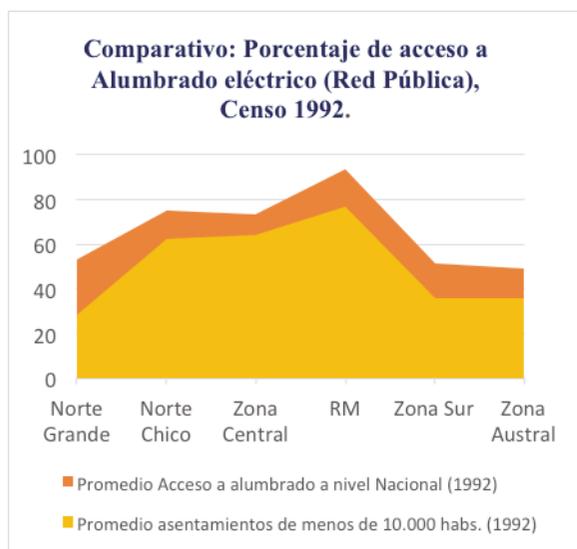
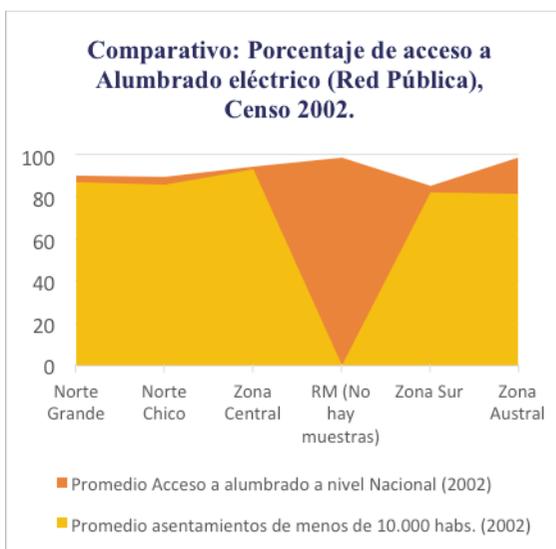


FIGURA N°8.5 (B)



Fuente INE (1992, 2002)

CUADRO N°8.2

Porcentaje de acceso a alumbrado público a nivel nacional y en comunas de menos de 10.000 hab. (Censo 2002)

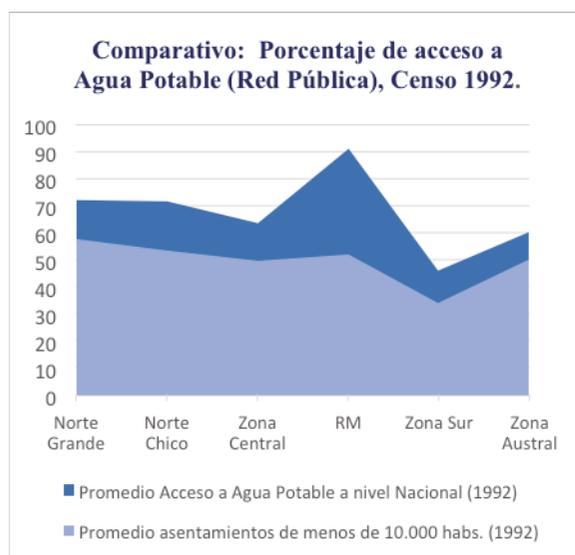
	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso alumbrado a nivel Nacional (2002)	90,2%	90,1%	94,7%	99,1%	85,7%	99,1%
Prom. comunas de menos de 10.000 hab. (2002)	86,1%	88,9%	92,3%	0%*	78,2%	81,4%

Fuente: INE (2002)

- Agua Potable

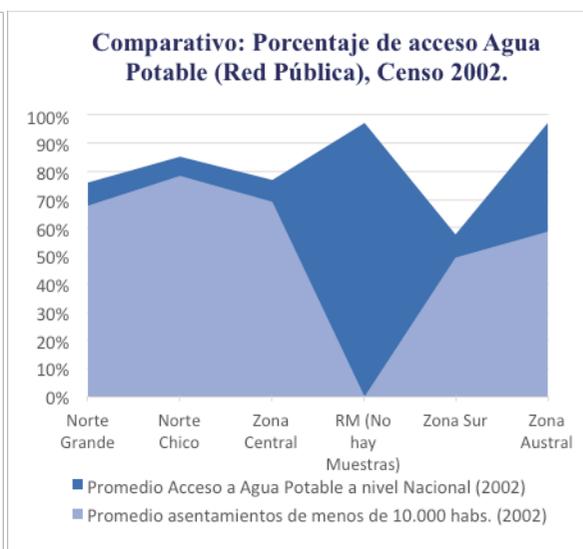
Respecto al acceso a agua potable mediante red pública en las comunas con población menos de 10.000 habitantes es posible apreciar una reducción en las diferencias entre el acceso promedio nacional (el total de comunas) versus el de las menores a 10.000 habitantes. Si bien en todas las regiones el acceso mediante red pública es la principal fuente de agua, en regiones como la Araucanía, Los Lagos y Maule también presentan un porcentaje mayor de acceso mediante pozos, en relación al resto de las regiones, con un 16,9%, 15,3% y 13,7% respectivamente (2006) (ver Figura 8.6 y Cuadro 8.4).

FIGURA N°8.6 (A)



Fuente INE (1992, 2002)

FIGURA N°8.6 (B)



CUADRO N°8.4

Porcentaje de acceso a agua potable a nivel nacional y en comunas de menos de 10.000 hab. (Censo 2002)

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a Agua Potable a nivel Nac. (2002)	76,2%	85,3%	77%	97,2%	57,5%	97,2%
Prom. comunas de menos de 10.000 habs. (2002)	64,2%	83,7%	64,1%	0%*	45,6%	58,6%

Fuente: INE (2002)

- Alcantarillado

El acceso a servicios higiénicos mediante alcantarillado es el servicio que en comparación a los anteriormente expuestos presenta un menor porcentaje de cobertura, ello queda expresado de sobremanera en el censo del año 1992, donde ciertas regiones del país rondaban solo el 50% de cobertura, regiones tales como Los Lagos (46,8%), Araucanía (47%), Maule (50,8%), Libertador Bernardo O'Higgins (52%) y Coquimbo (56%), incluso considerando el total de comunas que sobrepasan los 10.000 habitantes (ver Figura 8.7 y Cuadro 8.5).

Los casos de cobertura del servicio más bajo se presentan en las comunas de General Lagos y Camiña, seguidos por Camarones, Colchane y la Higuera en el extremo norte del país.

FIGURA N°8.7 (A)

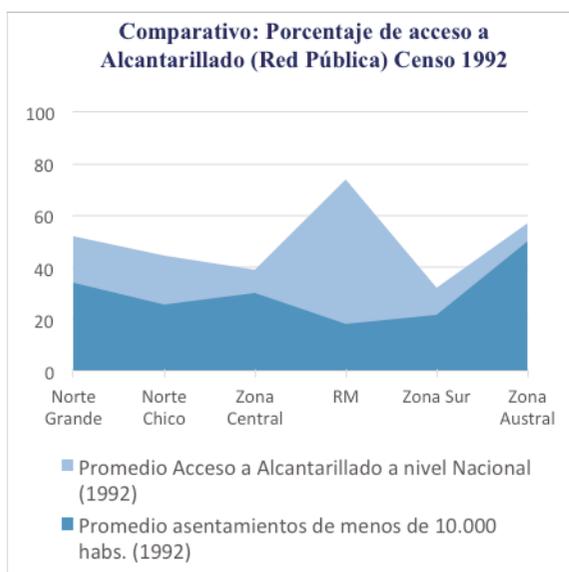
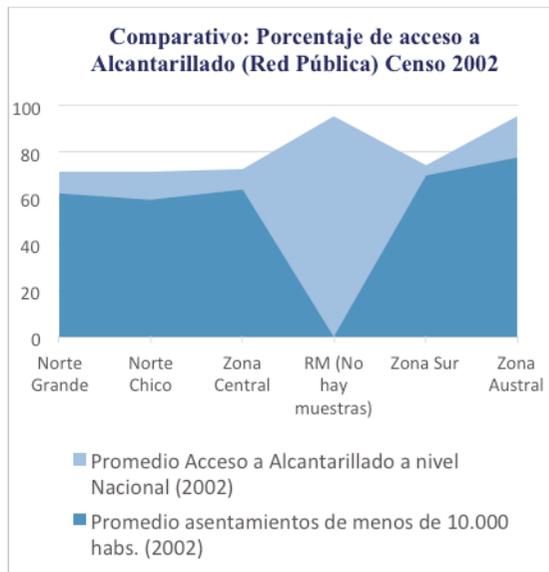


FIGURA N°8.7 (B)



Fuente INE (1992, 2002)

CUADRO N°8.5

Porcentaje de acceso al alcantarillado a nivel nacional y en comunas de menos de 10.000 hab. (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a Alcantarillado a nivel Nac. (2002)	71,3%	71,6%	72,5%	95,5%	74,1%	95,5%
Prom. comunas de menos de 10.000 hab. (2002)	58,4%	67,8%	62,8%	0%	68%	78%

Fuente: INE (2002)

- Áreas Verdes

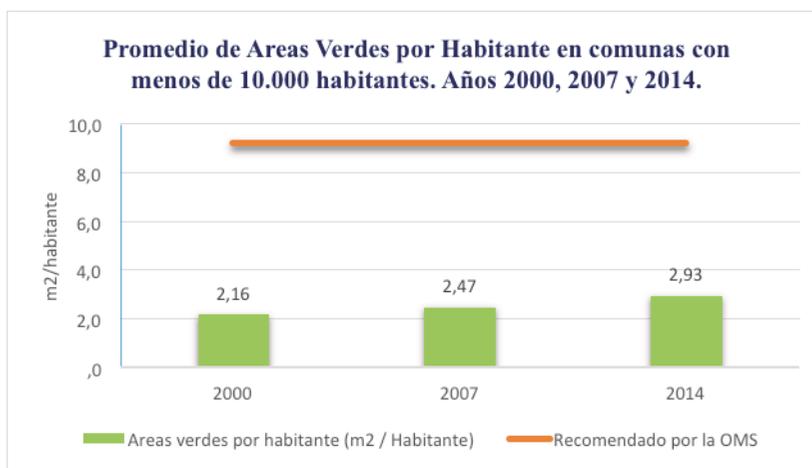
La disponibilidad de áreas verdes en todo asentamiento es vital para el desarrollo y bienestar del ser humano, mejora la calidad del aire, protege la biodiversidad, controla la temperatura en las grandes ciudades y propende a la integración social independiente del tamaño de la localidad (MMA, 2014).

Las áreas verdes han cobrado relevancia en los ámbitos de la salud del ser humano tanto por sus beneficios físicos como psicológicos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha propuesto un estándar mínimo recomendado de 9,2 metros cuadrados de área verde por habitante de determinada entidad urbana.

Los diversos estudios en el país sobre esta materia han señalado que existe una correlación directa entre el nivel socioeconómico y los metros cuadrados de áreas verdes por habitante. Ello queda de manifiesto en la ciudad de Santiago y sus comunas, sin embargo, también se perciben dicha situación de forma comparativa entre distintas ciudades a lo largo del país. De igual forma es necesario señalar que sólo las comunas de Vitacura, Lo Barnechea, Punta Arenas, Frutillar, Osorno, Ancud, Gorbea, Vilcún, Teodoro Schmidt y Fresia cumplen con los estándares propuestos por la OMS y ninguna de estas cae en la categoría de menos de 10.000 habitantes (MINVU, 2016).

En la figura 8.8 se expone el promedio de áreas verdes de los años 2000, 2007 y 2014 en relación al estándar recomendado por la Organización Mundial de la Salud. (ver Cuadro 8.6).

FIGURA N°8.8



CUADRO N°8.6

Número de metros cuadrados recomendados por la OMS y en comunas con menos de 10.000 habitantes.

	2000	2007	2014
Áreas verdes por habitante (m ² / hab.)	2,16	2,47	2,93
Recomendado por la OMS (m ² /hab.)	9,2	9,2	9,2

Fuente: MINVU (2016)

8.1.1.5 Condición Socioeconómica

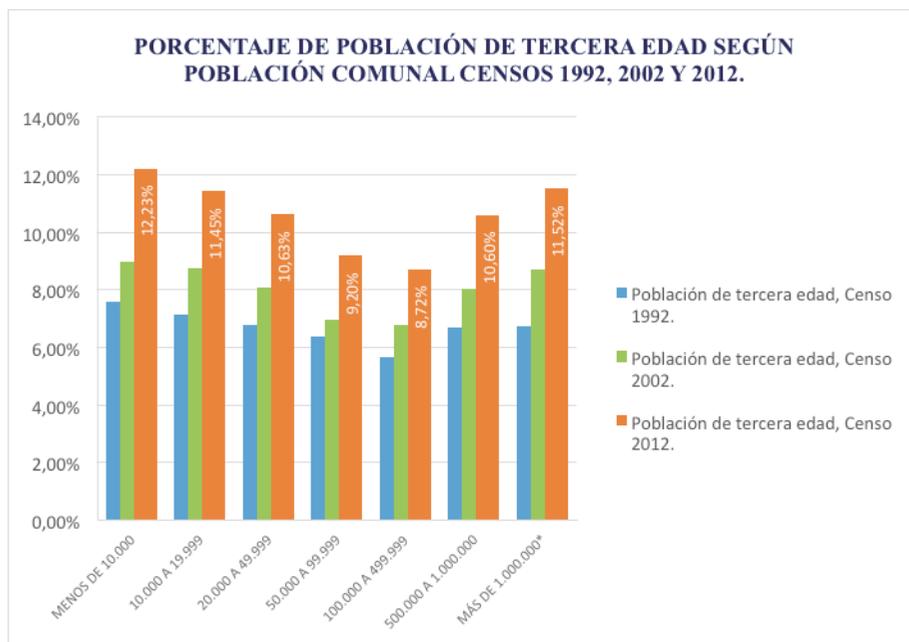
Como es de esperar, la pobreza es un fenómeno multivariable, entre estas variables se cuentan buena parte de lo anterior expuesto, carencias prevalentes en el entorno en el que se desenvuelven los individuos ya sean materiales y sociales. El limitado acceso a bienes es una variable importante, este tiene relación con las capacidades adquisitivas de bienes y servicios que posibiliten el bienestar de los individuos. En cierta forma la composición demográfica de las comunas es un factor determinante, como se mencionó con anterioridad la disponibilidad de mejores condiciones de calidad de vida y disponibilidad de empleo es un componente invariable para las migraciones de la población joven hacia los principales centros urbanos en búsqueda de mejores oportunidades (Ortiz, J. y Schiappacasse, P. 2000).

- Tercera edad

Ello queda de manifiesto en el porcentaje de población de tercera edad que en los últimos tres censos presenta una preponderancia en las comunas con menos de 10.000 habitantes, comparable al porcentaje de población de tercera edad en la Región Metropolitana; cabe destacar, sin embargo, que el crecimiento porcentual de población de tercera edad es más pronunciado en las comunas de menos de 10.000 habitantes en relación al resto de las entidades estudiadas. El grado de dispersión en las comunas respecto a esta variable, es reducido, la mayoría ronda cercanamente el 12 a 13 por ciento de población sobre los 65 años de edad, existen, sin embargo, excepciones en la Región Austral (regiones XI y XII) donde el porcentaje de adultos mayores es de un 8,62%.

El mayor número de habitantes de la tercera edad reflejan un incremento en el grado de dependencia, debido a su limitado poder adquisitivo y capacidad de solventar necesidades básicas, donde la cobertura en salud también pasa a ser un factor relevante (ver Figura 8.9).

FIGURA N°8.9



Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

- Natalidad

En concordancia con lo anterior, se presenta un menor número de nacimientos por cada 1.000 habitantes en las comunas con población menor a 10.000 habitantes respecto del promedio nacional, se observa también un leve aumento de la diferencia entre el promedio nacional y promedio de las comunas con menos de 10.000 habitantes pasando en la tasa de natalidad de 1,83 puntos de diferencia el año 2005 a 2,18 en el año 2013 (ver Cuadros 8.7 y 8.8 y Figura 8.10).

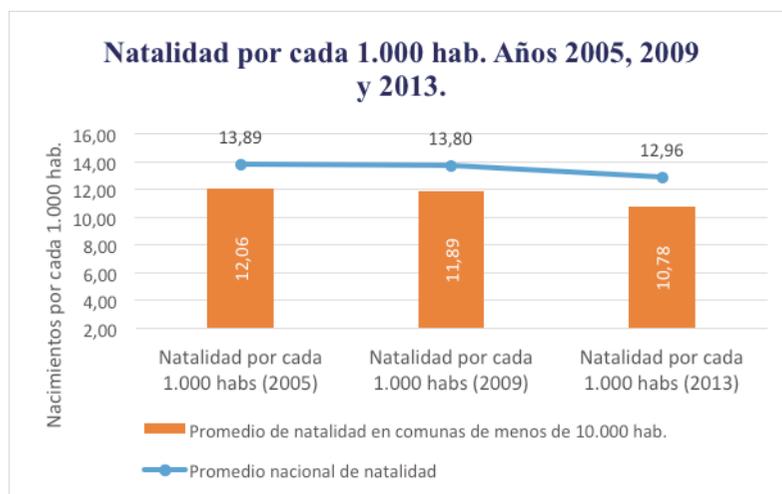
CUADRO N°8.7:

Porcentaje de Población de tercera edad en las distintas categorías de comunas.

Rango de Comunas y/o conurbaciones	Población de tercera edad, Censo 1992.	Población de tercera edad, Censo 2002.	Población de tercera edad, Censo 2012.
Menos de 10.000	7,61%	8,99%	12,23%
10.000 a 19.999	7,14%	8,75%	11,45%
20.000 a 49.999	6,80%	8,10%	10,63%
50.000 a 99.999	6,37%	6,97%	9,20%
100.000 a 499.999	5,66%	6,80%	8,72%
500.000 a 1.000.000	6,68%	8,04%	10,60%
más de 1.000.000*	6,75%	8,70%	11,52%

Fuente: INE (1992, 2002 Y 2012)

FIGURA N°8.10



Fuente: MINSAL (2013)

CUADRO N°8.8:

Número de nacimientos por cada 1.000 habitantes.

	Natalidad por cada 1.000 hab. (2005)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2009)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2013)
Promedio nacional de natalidad	13,89	13,80	12,96
Promedio de natalidad en comunas de menos de 10.000 hab.	12,06	11,89	10,78

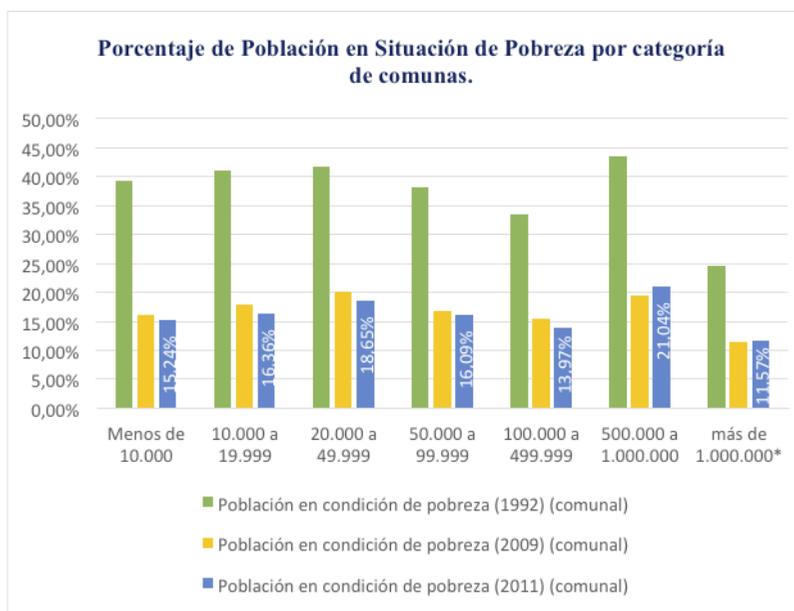
Fuente: MINSAL (2013)

- Pobreza

A pesar de los factores expuestos, que podrían profundizar las condiciones de pobreza con base a los datos de la encuesta CASEN para el año 2011, un 15,24% de la población en comunas con menos de 10.000 habitantes se encuentra en condición de pobreza, una disminución sustancial respecto al porcentaje de pobreza encontrado en estas comunas en los años 90, cuando alcanzaba al 39,21 % de la población. La población de las comunas de menos de 10.000 habitantes con un nivel de pobreza menor que el nacional se encontraba en el Norte Grande, Norte Chico y Zona Central. La explicación por una menor pobreza en las entidades bajo los 10.000 habitantes en la Zona Central, se explica porque en ella predominan entidades como balnearios y localidades de reposo, donde los porcentajes de pobreza promedian el 10,6% (comunas costeras de Valparaíso), en tanto, en otras regiones como Biobío y la Araucanía la población en condición de pobreza, en comunas de menos de 10.000 habitantes, rodea el 20,2% (ver Cuadros 8.9 y 8.10 y Figura 8.11).

En particular destacan casos como la comuna de Ercilla con un 48% de población bajo la línea de la pobreza, Puerto Saavedra con un 37,3%, Lonquimay con un 36,1%, Lebu con un 34,3% y los Sauces, Pitrufulquén, Freire, Cholchol y Hualqui con un 30% aproximado de población bajo la línea de la pobreza; comunas que tienen en común pertenecer a las regiones de Biobío y Araucanía.

FIGURA N°8.11



Fuente: Casen (1992, 2009 Y 2011)

CUADRO N°8.9:

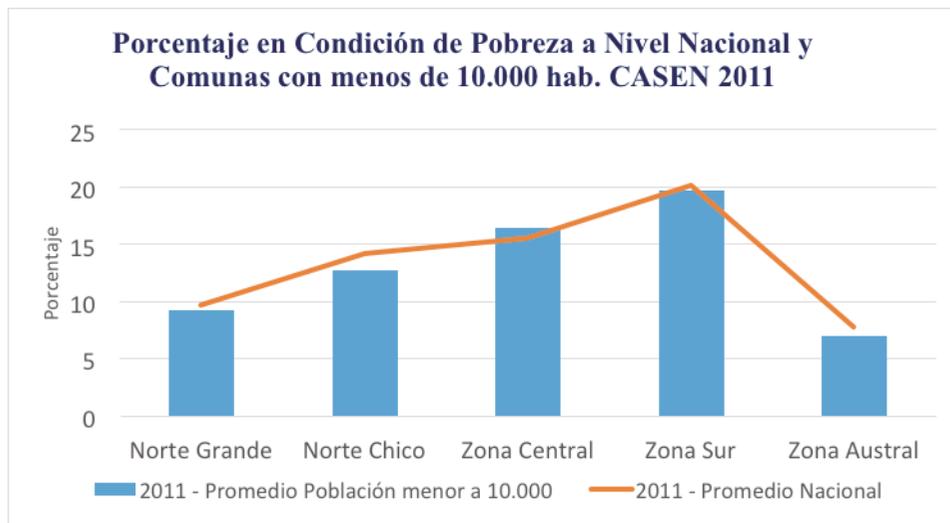
Población en condición de pobreza por categoría de comuna

Rango de Comunas y/o Conurbaciones	Población en condición de pobreza (1992) (comunal)	Población en condición de pobreza (2009) (comunal)	Población en condición de pobreza (2011) (comunal)
Menos de 10.000	39,21%	16,05%	15,24%
10.000 a 19.999	41,17%	17,92%	16,36%
20.000 a 49.999	41,71%	20,21%	18,65%
50.000 a 99.999	38,27%	16,69%	16,09%
100.000 a 499.999	33,40%	15,55%	13,97%
500.000 a 1.000.000	43,60%	19,40%	21,04%
más de 1.000.000*	24,70%	11,46%	11,57%

Fuente: CASEN (1992, 2009 Y 2011)

Dicha situación queda graficada a continuación, donde se aprecia la mayor concentración de habitantes en condición de pobreza, en comunas de menos de 10.000 habitantes, en la Zona Sur del país (19,6%), Seguido por la Zona Central con un 16,5%.

FIGURA N°8.12



Fuente: Casen (1992, 2009 Y 2011)

CUADRO N°8.10:

Porcentaje de población en condición de pobreza a nivel nacional y en comunas de menos de 10.000 habitantes.

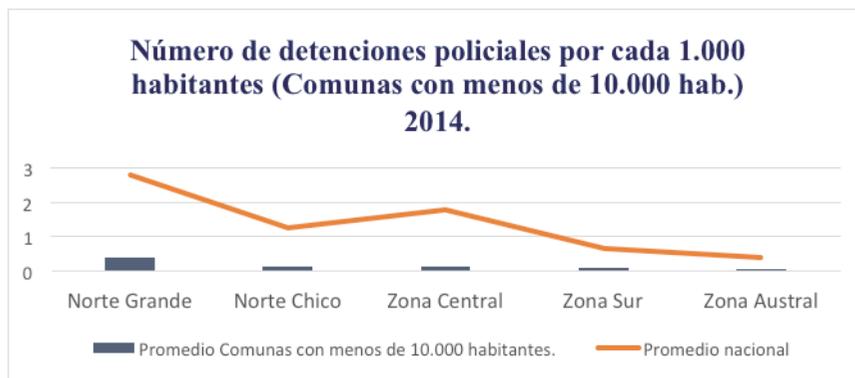
2011 - Promedio Población menor a 10.000	9,19	12,73	16,48	19,66	7,02
2011 - Promedio Nacional	9,70	14,21	15,58	20,22	7,74

Fuente: CASEN (2011)

- Detenciones

Las cifras son claras respecto del número de detenciones policiales en relación al tamaño de la entidad, existe una menor acción delictual en las comunas de menor tamaño y también existe una tendencia decreciente conforme se avanza hacia el extremo sur del país; este último hecho es percibido igualmente en el promedio nacional expuesto en la presente figura. Según estadísticas de Carabineros (2014), las comunas con menos de 10.000 habitantes del extremo austral del país registraron en promedio 60 detenciones por delitos durante el año 2014, presentándose comunas donde el número de detenciones fue cero, tales son Río Verde y Timaukel, luego está Laguna Blanca con solo 5 y Lago Verde con 7. Por otra parte, en el extremo norte del país las comunas con menos de 10.000 habitantes promedian las 300 detenciones anuales, siendo las comunas de General Lagos y Camiña las con menos detenciones, ambas con 26 registradas el 2014. La comuna con mayor número de detenciones es Huara, con 2.556 detenciones registradas el 2014, 2,6 detenciones por cada 1.000 habitantes (ver Figura 8.13).

FIGURA N°8.13



Fuente: (Carabineros, 2014)

8.1.1.6 Contaminación del Aire

La contaminación ambiental implica variados factores que posibilitan, o no, su aparición en determinados asentamientos indistintamente de su número de habitantes, urbanización o densidad. En muchas ocasiones la contaminación en pequeños asentamientos está ligada a factores exógenos a sus límites territoriales o administrativos, en otros la responsabilidad es directa debido al uso de leña para la calefacción. La contaminación ambiental es una problemática que debe ser atacada de manera integral y estructural. Si bien el crecimiento económico ha traído efectos positivos tales como la expansión y mayor acceso a servicios, aumento de posibilidades de empleo, entre otros; también genera efectos secundarios como migraciones poblacionales, desigualdad y en muchos casos falta de regulación de la actividad extractiva redundando en efectos en el medioambiente, otro factor relevante ha sido un aumento del parque automotriz en las grandes ciudades, contaminación industrial por chimeneas, aumento en la explotación minera y pesquera e intervención de afluentes de ríos.

8.1.2 Asentamientos de 10.000 a 19.999 habitantes

8.1.2.1 Distribución Geográfica

Según datos del censo 2002, existen a lo largo del país 47 localidades que poseen entre 10.000 a 20.000 habitantes; de estas, 37 se asientan en la Depresión Intermedia, aledañas a ríos o lagos, otras 10 se ubican en los sectores costeros del país. La mayoría localizadas en la Zona Central del país (26 localidades) y en la Zona Sur (14 localidades), 5 localidades con estas características están en el Norte Chico y 2 en la Zona Austral (Puerto Aysén y Puerto Natales).

Al año 2012 el total de localidades en esta categoría aumentó a 52, con un total de 1.299.132 habitantes.

8.1.2.2 Caracterización de los Asentamientos

Los asentamientos de la zona central del país en los sectores costeros son localidades en desarrollo, con creciente presencia del sector secundario y terciario, además extractivo del tipo pesquero y agrícola. En tanto las localidades ubicadas en la Depresión Intermedia son polos de desarrollo en entorno a sectores rurales y campesinos con creciente desarrollo del sector secundario y terciario, en muchos casos se trata de localidades que incrementan su población en temporada estival, dada su cercanía con la capital nacional y otros asentamientos mayores localizados al interior del país.

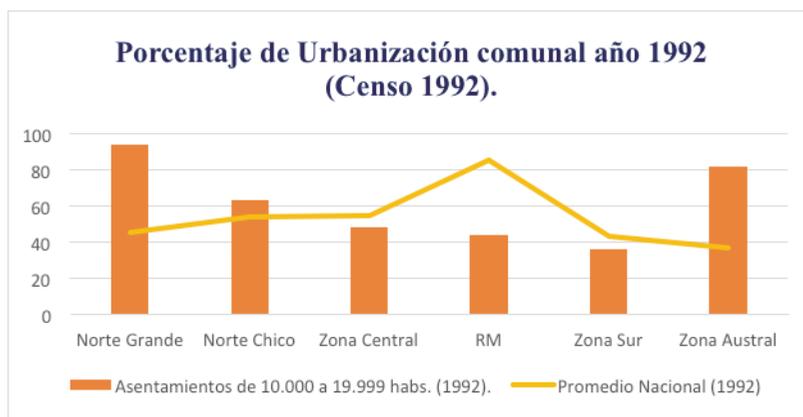
Los asentamientos de la Zona Sur del país constituyen una mezcla entre polo de desarrollo rural-campesino y asentamientos dedicados a servicios terciarios con la particularidad de explotar el sector turístico, principalmente favorecidos por su atractivo paisajístico.

8.1.2.3 Nivel de Urbanización

El grado de urbanización de estas comunas supera a de las localidades de menos de 10.000 habitantes, a su vez, como es apreciable en las figuras 8.14 y 8.15, el porcentaje de urbanización de estas entidades supera la media nacional en los extremos norte y sur del país. Uno de los aspectos característicos, que explican dicha situación, es el mayor grado de dispersión de la infraestructura y viviendas en la zona central del país, relativa a labores agrícolas; en contraste las comunas de 10.000 a 19.999 habitantes del sector norte del país presentan menor dispersión debido a una menor o nula actividad de su entorno.

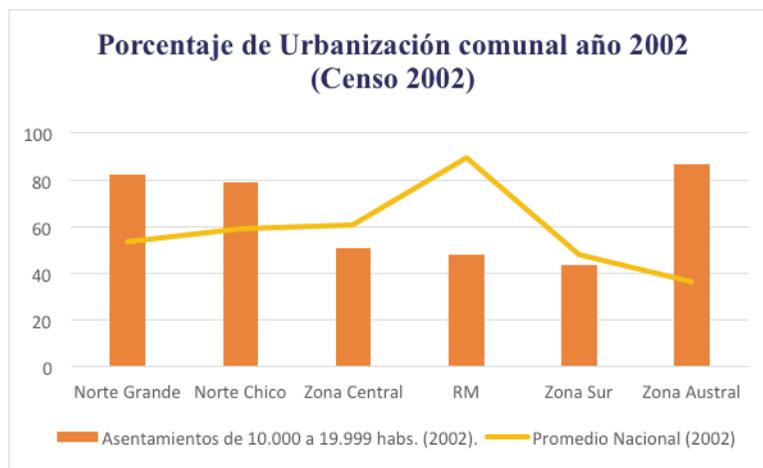
Finalmente en la Zona Austral del país, la actividad económica se enfoca la extracción de recursos marinos, un considerable sector terciario de tipo turístico y una reducida actividad ganadera, ambos casos son apreciables en la economía de las localidades de Aysén y Puerto Natales.

FIGURA N°8.14



Fuente: INE (1992)

FIGURA N°8.15



Fuente: INE (1992)

CUADRO N°8.12**Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en comunas de 10.000 a 19.999 habitantes (Censo 2002)**

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Comunas de 10.000 a 19.999 hab. (2002).	82,35	78,91	50,78	48,03	43,34	86,94
Promedio Nacional (2002)	53,21	58,57	60,77	89,38	47,69	36,18

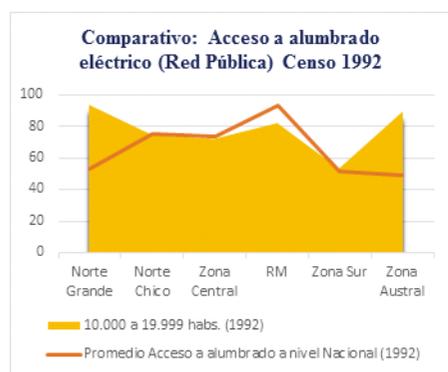
Fuente: INE (2002)

8.1.2.4 Acceso a Servicios

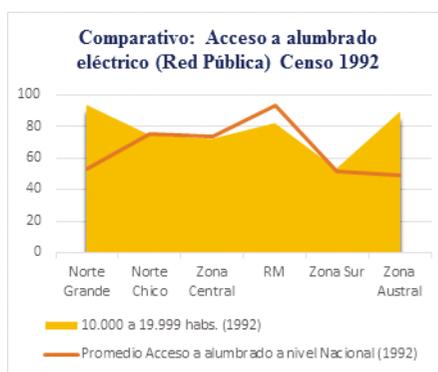
En menor grado de dispersión urbana también incide en el acceso a los servicios, principalmente en los que tienen relación a la cobertura mediante redes públicas como es el caso del alumbrado público y de redes de cañería como es el caso del agua potable y los servicios higiénicos de alcantarillado. Como se aprecia en las figuras 8.16 a y b del Censo 1992 y 2002, el acceso a dichos servicios ha tenido un notable y constante aumento a lo largo del país, con mayor grado de proximidad a la media nacional en comparación a las localidades de menor tamaño, antes analizadas, a su vez, presenta un mayor grado de cobertura en las localidades de los sectores extremos del país; en algunos casos superando la media nacional.

- Alumbrado Público

Al comparar el acceso al alumbrado público según los censos de 1992 y 2002 en las localidades de 10 a 20 mil habitantes, se observa un nivel de cobertura superior al promedio nacional en las zonas del norte y del extremo sur y una cobertura menor al promedio nacional en las Zona Central y Metropolitana en el año 1992. Para el año 2002 el déficit se han atenuado en casi todas las zonas del país, como se puede observar en la figura 8.16:

FIGURA N°8.16 (A)

Fuente: INE (1992 y 2002)

FIGURA N°8.16 (B)

CUADRO N°8.13

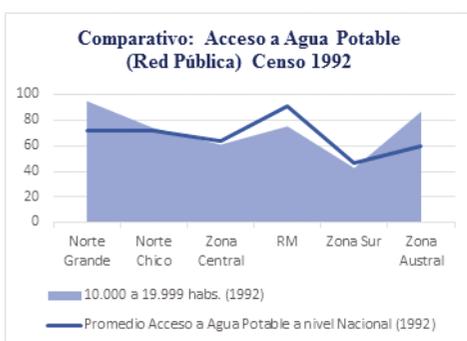
Porcentaje de acceso a alumbrado público a nivel nacional y en comunas de 10.000 a 19.999 hab. (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Promedio Acceso a alumbrado a nivel Nacional (2002)	90,23	90,08	94,72	99,14	85,72	99,14
Comunas 10.000 a 19.999 hab. (2002)	95,01	91,86	94,26	93,4	85,56	97,83

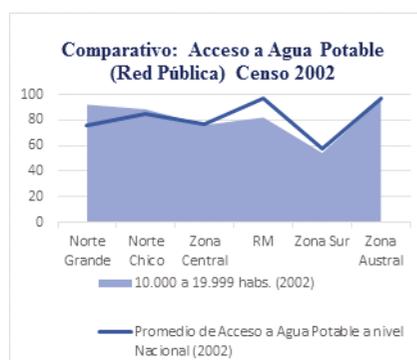
Fuente: INE (1992 y 2002)

- Agua Potable

En los servicios de agua potable se repite la situación descrita para el de alumbrado público manteniéndose en el año 2002 el déficit de cobertura con respecto al promedio nacional en las Zona Central y Metropolitana, como se observa en las siguientes figuras 8.17.

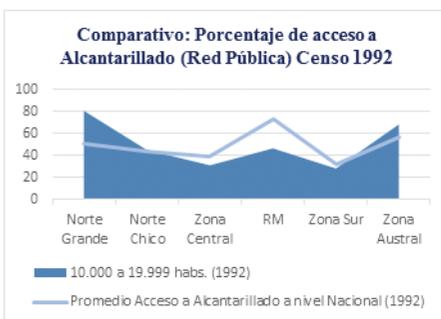
FIGURA N°8.17 (A)

Fuente: INE (1992 Y 2002)

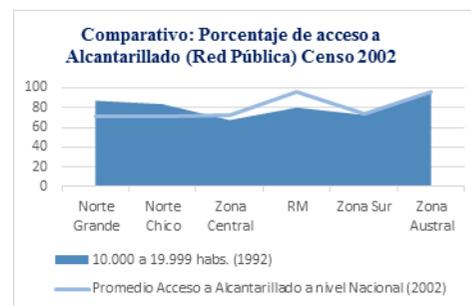
FIGURA N°8.17 (B)

- Alcantarillado

Los servicios de alcantarillado en el año 1992, en las zonas extremas del norte y sur muestran una cobertura superior respecto al promedio nacional y déficit en la zona central y metropolitana. Al año 2002 este déficit se presenta significativamente disminuido en la zona central y metropolitana, como se observa en las figuras 8.18 y en el Cuadro 8.14.

FIGURA N°8.18 (A)

Fuente: INE (1992 y 2002)

FIGURA N° 8.18 (B)

CUADRO N°8.14:

Porcentaje de acceso al alcantarillado a nivel nacional y en comunas de 10.000 a 19.999 hab. (Censo 1992).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Promedio Acceso a Alcantarillado a nivel Nacional (1992)	51,65	44,33	38,99	73,71	32,05	56,93
10.000 a 19.999 hab. (1992)	81,08	45,41	31,46	46,89	28,57	68,69

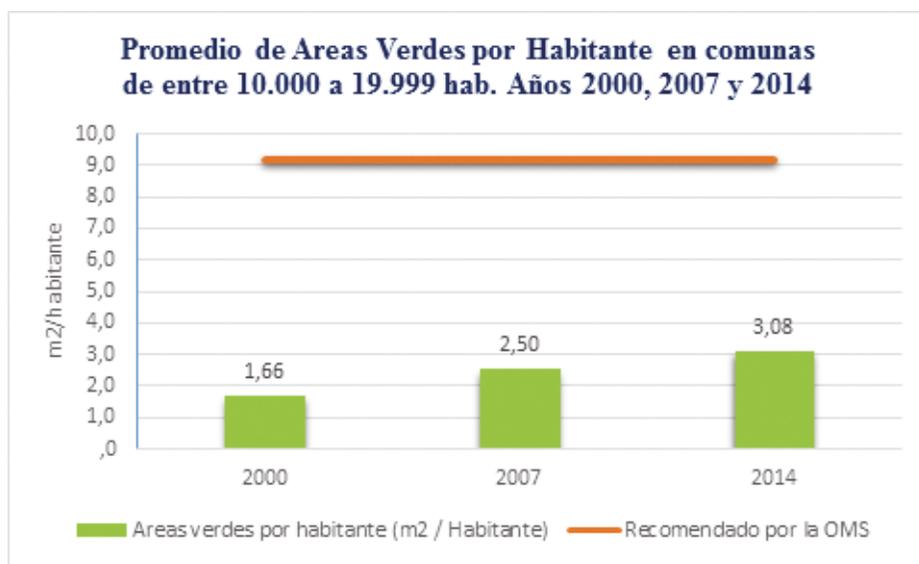
Fuente: INE (1992 y 2002)

- Áreas verdes

Respecto a la existencia de áreas verdes en las localidades de entre 10.000 a 19.999 habitantes, la situación no es mejor a la de localidades de menor tamaño. Para el año 2014 las comunas en general logran cubrir apenas un tercio de lo recomendado por la OMS. Esta situación genera una mayor preocupación en las localidades de los sectores norte del país, cuya necesidad es aún mayor dada la reducida vegetación en los climas desérticos del país.

Por otra parte, las comunas con mayor número de metros cuadrados por habitantes son: Llanquihue (X Región) con 16,1 m²/hab., Teodoro Schmidt (IX Región) con 11,1 m²/hab. y Fresia (X Región) con 9,9 m²/hab. Posterior a esta última comuna, ninguna otra cumple con el mínimo recomendado por la OMS. Los casos más extremos de comunas con falta de áreas verdes son: Pozo Almonte (I Región), Andacollo (IV Región) y Cunco (IX Región), todas con 0,1 metro cuadrado por habitante; le sigue La Cruz (V Región) con 0,2 m²/hab. y San Esteban y Calle Larga (V Región) con 0,3 m²/hab. (ver Figura 8.19 y Cuadro 8.15).

FIGURA N°8.19



Fuente: MINVU (2016)

CUADRO N°8.15:

Número de metros cuadrados por habitante (m²/ hab.) recomendados por la OMS y en comunas de 10.000 a 19.999 habitantes.

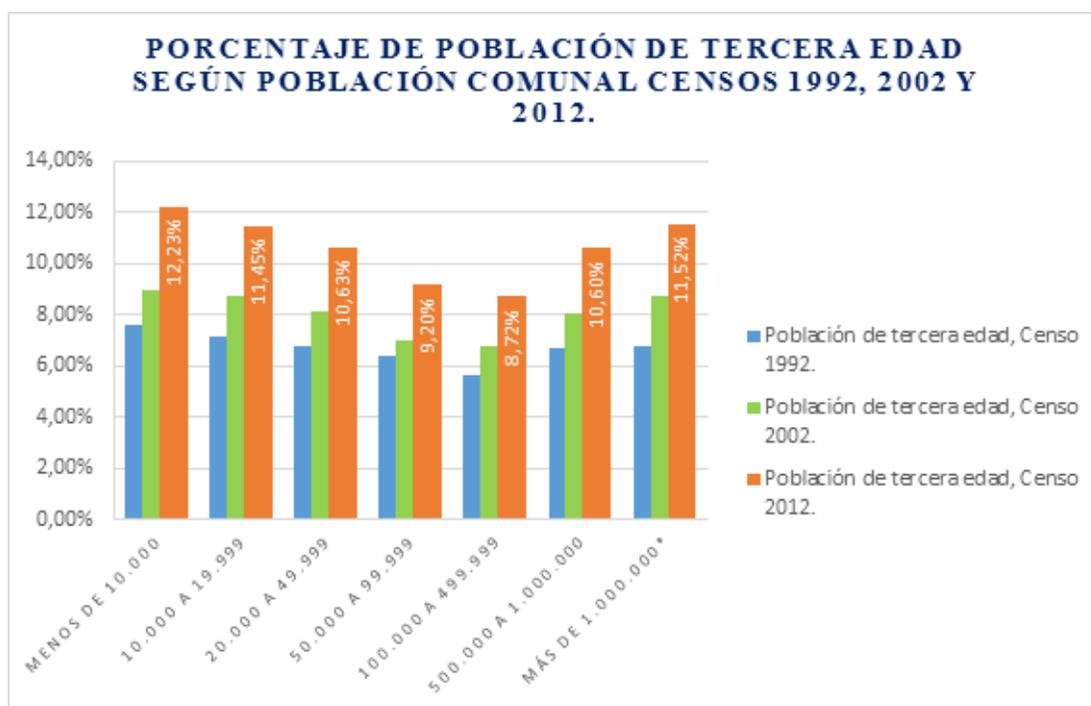
	2000	2007	2014
Áreas verdes por habitante (m ² / hab.)	1,66	2,50	3,08
Recomendado por la OMS (m ² / hab.)	9,2	9,2	9,2

Fuente: MINVU (2016)

8.1.2.5 Condiciones Socioeconómicas

- Tercera edad

Las comunas de 10.000 a 19.999 habitantes ocurre un panorama semejante al de las entidades de menos de 10.000 habitantes, si bien la tercera edad representa una proporción menor al anterior caso, la población de adultos mayores representan más del 10% de la población total. (ver Figura 8.20 y Cuadro 8.16).

FIGURA N°8.20

Fuente: CASEN (1992, 2002 y 2012)

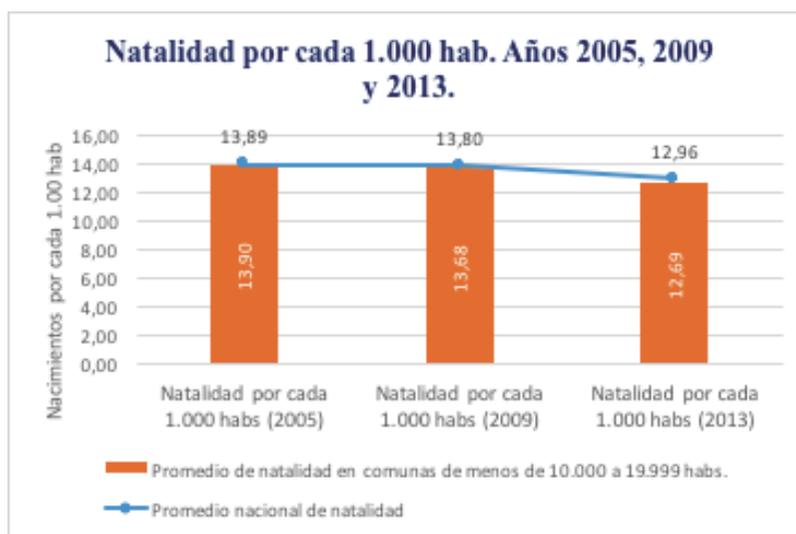
CUADRO N°8.16:**Porcentaje de Población de tercera edad en las distintas categorías de comunas.**

Rango de Comunas y/o Conurbaciones	Población de tercera edad, Censo 1992.	Población de tercera edad, Censo 2002.	Población de tercera edad, Censo 2012.
Menos de 10.000	7,61%	8,99%	12,23%
10.000 a 19.999	7,14%	8,75%	11,45%
20.000 a 49.999	6,80%	8,10%	10,63%
50.000 a 99.999	6,37%	6,97%	9,20%
100.000 a 499.999	5,66%	6,80%	8,72%
500.000 a 1.000.000	6,68%	8,04%	10,60%
más de 1.000.000*	6,75%	8,70%	11,52%

Fuente: CASEN (1992, 2009 Y 2011)

* Tasa de natalidad

La natalidad en las localidades de 10.000 a 19.999 habitantes presentan mayores tasas por cada 1.000 habitantes; alcanzando el promedio nacional a lo largo de los 3 años de estudio (2005, 2009 y 2013), solo este último año existe una disminución no significativa de la tasa de natalidad en relación al promedio. Las mayores tasas se registran en la Zona Norte del país (Norte Grande y Norte Chico) con una tasa de 16,5 nacimientos por cada 1.000 habitantes el año 2014, le sigue la Zona Sur y Austral con 12,5 nacimientos por cada 1.000 habitantes y finalmente la zona central con 11,9 nacimientos por cada 1.000 habitantes. (ver Figura 8.21 y Cuadro 8.17).

FIGURA N°8.21

Fuente: MINSAL (2013)

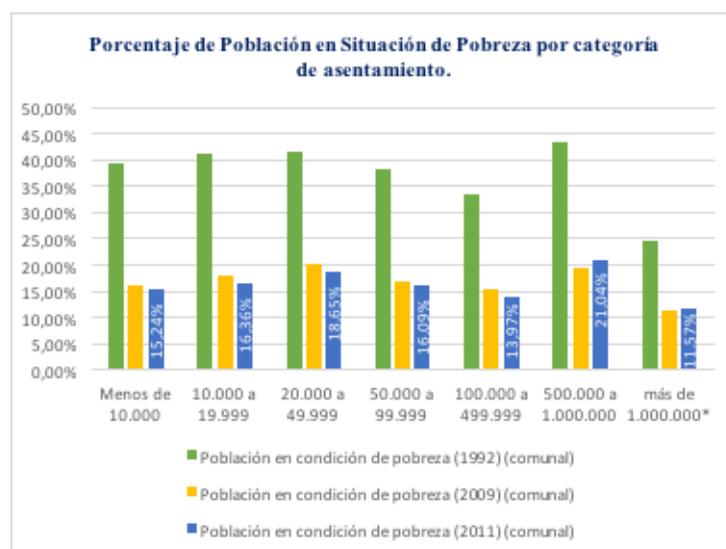
CUADRO N°8.17:**Número de nacimientos por cada 1.000 habitantes.**

	Natalidad por cada 1.000 hab. (2005)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2009)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2013)
Promedio nacional de natalidad	13,89	13,80	12,96
Promedio de natalidad en comunas de 10.000 a 19.999 hab.	13,90	13,68	12,69

Fuente: MINSAL (2013)

- Pobreza

Respecto de la situación de pobreza en las localidades estudiadas se observa que, según la CASEN 2011 la pobreza es mayor respecto al anterior caso (menores de 10.000 habitantes), sin embargo, esta situación no escapa en mayor medida de otras categorías de comunas estudiadas a nivel nacional. Ello queda expresado en la figura N°8.22 en el cual se compara los niveles de pobreza en las comunas de 10.000 a 19.999 habitantes en las distintas zonas del país, donde se aprecia que estas mediciones se encuentran en la media nivel nacional en cada zona, registrándose un porcentaje diferente en la zona del Norte Grande, donde el porcentaje de pobreza es inferior al promedio nacional. Al igual que otras categorías de comunas se aprecia una notable disminución en sus niveles de pobreza entre los años de 1992 y 2009. (ver Cuadro 8.19 y Figura 8.23).

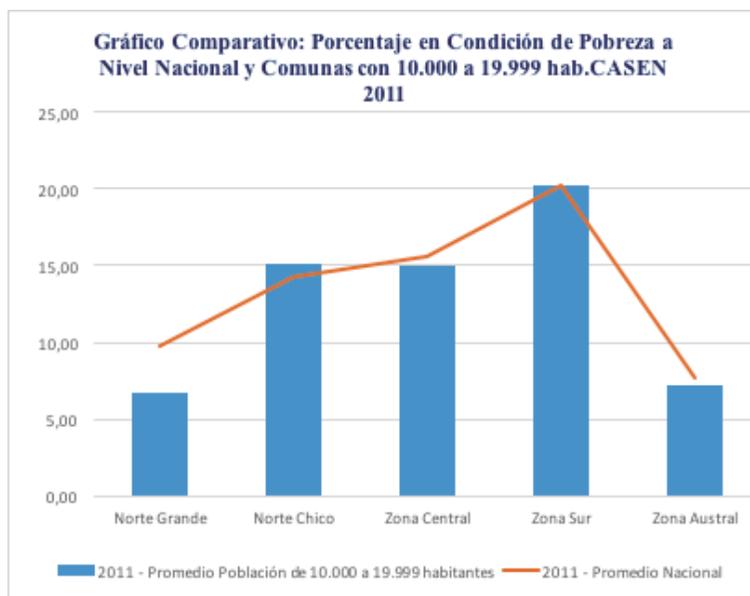
FIGURA N°8.22

Fuente: Casen (2011)

CUADRO N°8.19:**Población en condición de pobreza por tipo de comuna.**

Rango de Comunas y/o Conurbaciones	Población en condición de pobreza (1992) comunal	Población en condición de pobreza (2009) comunal	Población en condición de pobreza (2011) comunal
Menos de 10.000	39,21%	16,05%	15,24%
10.000 a 19.999	41,17%	17,92%	16,36%
20.000 a 49.999	41,71%	20,21%	18,65%
50.000 a 99.999	38,27%	16,69%	16,09%
100.000 a 499.999	33,40%	15,55%	13,97%
500.000 a 1.000.000	43,60%	19,40%	21,04%
más de 1.000.000*	24,70%	11,46%	11,57%

Fuente: CASEN (1992, 2009 Y 2011)

FIGURA N°8.23

Fuente: Casen (2011)

CUADRO N°8.20:**Porcentaje de población en condición de pobreza a nivel nacional y en comunas de entre 10.000 a 19.999 habitantes. 2011**

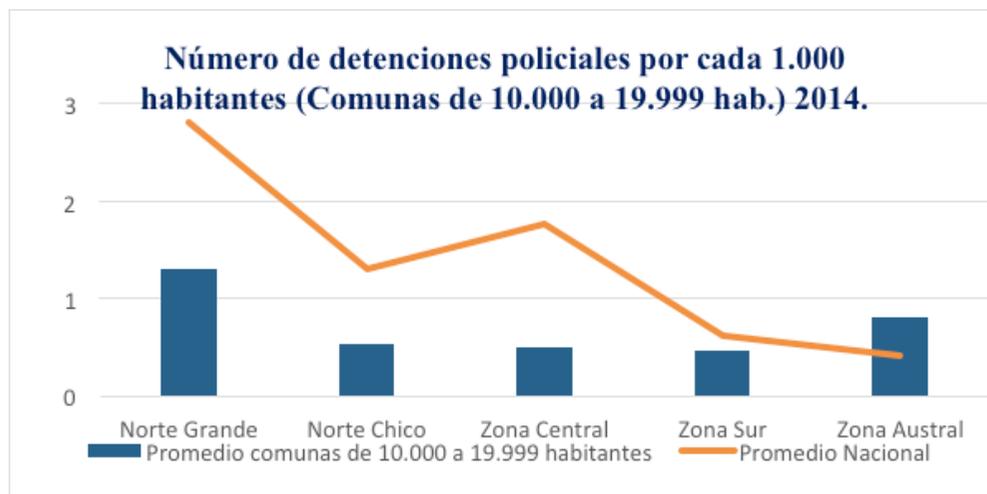
	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Poblac. de 10.000 a 19.999 habit.	2011	6,70	15,10	14,97	20,16	7,20
Promedio Nacional	2011	9,70	14,21	15,58	20,22	7,74

Fuente: Casen (2011)

Las localidades que presentan un mayor grado de pobreza se concentran en la IX Región con un promedio de 24,89%, seguida por la VIII Región donde el 23,05% de su población se encuentra bajo la línea de la pobreza en especial las comunas de Los Álamos con un 41,3% (VIII Región), la comuna de Saavedra con un 37,3% (IX Región) y Lonquimay con un 36,1% (IX Región) las tres que presentan las mayores tasas de pobreza. Le siguen posteriormente las comunas de Gorbea con un 31,6% (IX Región), Cholchol con un 30,3% (IX Región) y Combarbalá con un 26,7% (IV Región).

- Detenciones

A partir de la figura número 8.24 y aplicando los mismo parámetros se aprecia que los niveles de detención presentan diferencias respecto a las comunas previamente estudiadas. El número de detenciones en comunas con 10.000 a 19.999 hab. se se triplica en la misma zona respecto de las comunas de menos de 10.000 habitantes las cuales registraban solo 0,4 detenciones por cada 1.000 habitantes. En tanto en el extremo sur se registra un considerable aumento duplicando la media nacional en dicha zona. (ver Figura 8.24 y Cuadro 8.21).

FIGURA N°8.24

Fuente: Carabineros (2014).

CUADRO N° 8.21:**Promedio de Detenciones policiales por cada 1.000 habitantes.**

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Promedio comunas de 10.000 a 19.999 hab.		1,31	0,53	0,49	0,46	0,8
Promedio Nacional		2,8	1,3	1,76	0,6	0,4

Fuente: Carabineros (2014).

8.1.2.6 Contaminación del Aire

A pesar de constituir nuevos polos de desarrollo local, en su mayoría los casos de contaminación de estos asentamientos corresponden a factores externos y/o son resultado de polos industriales específicos. Por nombrar algunos casos, en la comuna de Pozo Almonte el año 2013 el SEREMI de medioambiente realiza los primeros monitoreos preventivos de la calidad del aire. Esta iniciativa responde a la inquietud social ante el crecimiento de la actividad local a fin de diagnosticar problemáticas ambientales frecuentes, tales como emisiones de vehículos de transportes y actividad industrial (Website MMA, 2013). En otras circunstancias, y si bien se trata de otros tipo de contaminantes, la actividad minera del Norte Grande y Chico produce efectos en las comunidades aledañas, casos de relaves mineros que superan la norma de capacidad de desechos y contaminación de aguas y esteros han sido registrados con frecuencia, el año 2013 en la comuna de Punitaqui se registran casos de contaminación del Estero Los Mantos afectando el uso de sus aguas (Honour, 2013).

En las regiones de la Sur y la Zona Austral del país, el uso de la leña es una de las principales fuentes de contaminación del aire. Desde marzo del 2016 las comunas de la provincia de Curicó, entre las que se cuentan Romeral y Sagrada Familia fueron declaradas zona saturada por contaminación del aire, en específico de material articulado fino MP2,5. Esta resolución se dio luego que tras las mediciones de la estación de monitoreo registrara la superación de la norma. La principal fuente de contaminación en el valle central es el alto consumo de leña húmeda como combustible de calefacción, situación que se ve agravada durante los meses de invierno (EMOL, 2016).

8.1.3 Asentamientos de 20.000 a 49.999 habitantes**8.1.3.1 Distribución Geográfica**

Según datos del censo 2002, existen a lo largo del país 36 localidades entre 20.000 a 49.999 habitantes; de estas una (1) se ubica en el Norte Grande (Tocopilla), dos en el Norte Chico (Vallenar e Illapel), 21 ciudades se ubican en la Zona Central, desde la V hasta la VIII región, 4 se ubican en la Región Metropolitana (Buin, Talagante, El Monte y Padre Hurtado); finalmente en la Zona Sur 8 localidades cumplen con este rango población y una (1) en la Zona Austral (Coyhaique). Del total de localidades, 28 se ubican en la Depresión Intermedia y sólo 8 en la costa del país.

8.1.3.2 Caracterización de los Asentamientos

La economía de estas localidades, catalogadas como ciudades, se hayan en un punto de mayor desarrollo respecto de las anteriores, se entremezclan actividades primarias como la agropecuaria, agrícola y minera a lo largo del país. Sin embargo, emergen como polos de empleo más diversos dado su mayor mercado interno e industrialización sea metalúrgica y química como es el caso de Tocopilla. En las zonas del Norte Chico, Zona Centro y Sur prepondera una mayor actividad

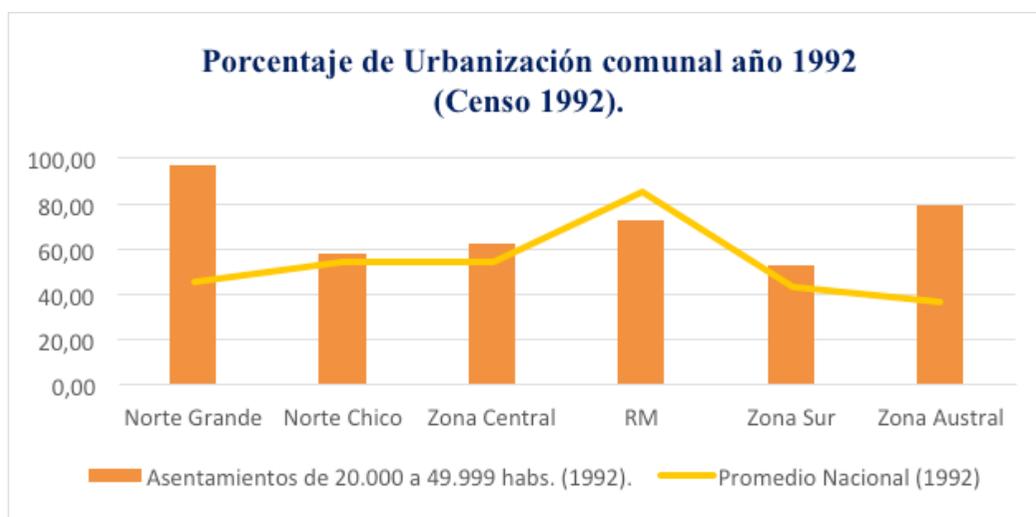
turística que posibilita el surgimiento de pequeñas y medianas empresas del área de deportes náuticos, artesanía y gastronomía, se suma la agroindustria y ganadera intensiva, además de la minero-extractiva y metalúrgica. Puertos: como el de Quintero (V Región) han experimentado un notable desarrollo producto del transporte de metales, químicos y combustibles. En la zona sur del país se añade la silvicultura y la industria celulosa, como es el caso de las comunas de Nacimiento y Arauco (VIII Región).

8.1.3.3 Nivel de Urbanización

A nivel comunal, es posible apreciar en las figura 8.26 y 8.27, que en general estas entidades en sus diferentes zonas rodean el promedio nacional de urbanización. Se destaca en la zona del Norte Grande la comuna de Tocopilla con un 94,5% de urbanización (INE, 2002); en cambio en la Zona Austral sólo la comuna de Aysén presenta un rango alto.

Al año 2016, el número de comunas en el rango de 20.000 a 49.999 habitantes es de 66, de estas 58 cuentan con plano regulador (SINIM, 2016), y no disponen actualmente con un plano regulador las comunas de Teno, Maule, Longaví, Coihueco, Vilcún, Freire, Calera de Tango y El Monte. Esta última tampoco tiene un Plan de Desarrollo Comunal. En promedio la actualización de los PLADECO de estas comunas es el año 2014, mientras que el PLADECO más antiguo es de la comuna de Maule de año 2008. No disponen de PLADECO las comunas de El Monte, Mostazal, San Vicente y Arauco. (ver Figuras 8.25 y 8.26 y Cuadros 8.22 y 8.23).

FIGURA N° 8.25



Fuente: INE (1992)

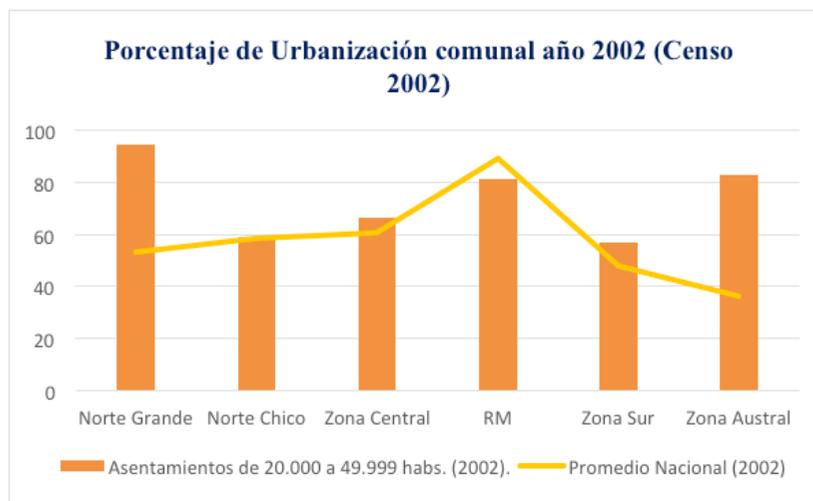
CUADRO N° 8.22:

**Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en comunas de 20.000 a 49.999 habitantes
(Censo 1992).**

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Comunas de 20.000 a 49.999 hab. (1992).	96,91	58,17	62,03	72,43	52,32	79,58
Promedio Nacional (1992)	45,09	53,89	54,28	85,33	43,12	36,63

Fuente: INE (1992).

FIGURA N° 8.26



CUADRO N° 8.23:

Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en comunas de 20.000 a 49.999 habitantes (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Comunas de 20.000 a 49.999 hab. (2002).	94,58	59,27	66,74	81,24	57,02	83,08
Promedio Nacional (2002)	53,21	58,57	60,77	89,38	47,69	36,18

Fuente: INE (1992).

Cabe señalar que en este rango de estudio se cumplen características semejantes a las anteriormente estudiadas en comunas de 10.000 a 20.000 habitantes, las comunas de las zonas centro-sur exponen un mayor grado de dispersión comparativa a las zonas extremas del país, dadas las condiciones climáticas y dedicación económica de las localidades agrícolas o ganaderas.

8.1.3.4 Acceso a los Servicios

Respecto al acceso a servicios como alumbrado, red de agua potable y servicios higiénicos de alcantarillado se aprecia un sustancial crecimiento en cobertura, cercanos al nivel nacional en sus diferentes zonas.

Los porcentajes representativos de la zona Norte Grande y Zona Austral del país son representados por las comunas de Tocopilla y Aysén, únicas localidades de estas zonas con un rango población de 20.001 a 50.000 habitantes.

- Red de Alumbrado Público

Al año 1992 el acceso al alumbrado público si bien no alcanzaba a toda la población la cobertura era del 80 %, con un déficit respecto al promedio nacional en la región Metropolitana. Al año 2002 la cobertura en este servicio muestra mejoras sustanciales con valores cercanos al 100%. (ver Figuras 8.27 y 8.28 y Cuadro 8.24).

FIGURA N° 8.27

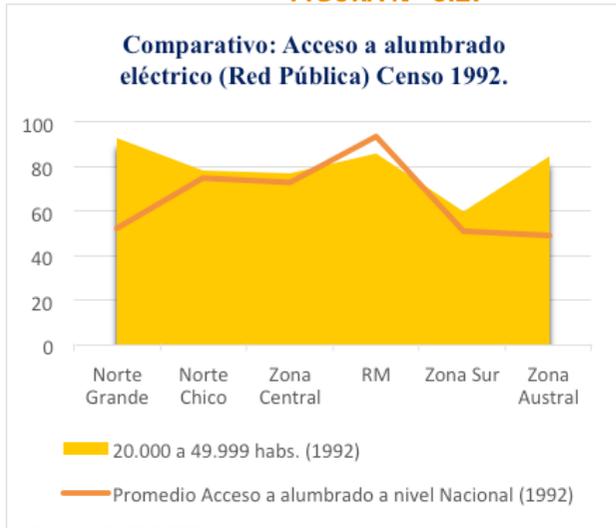
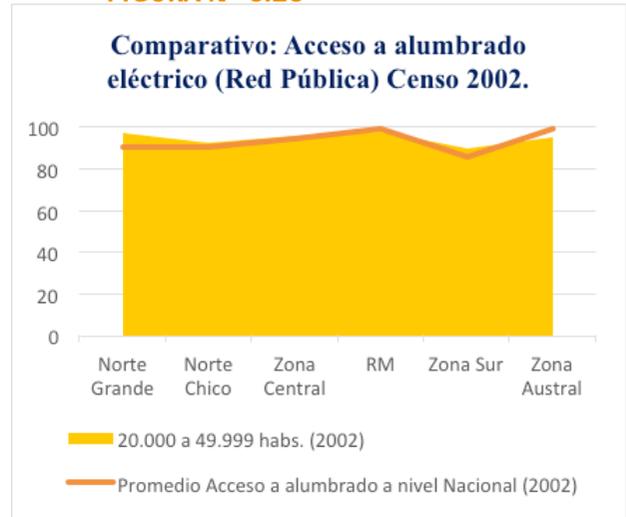


FIGURA N° 8.28



CUADRO N° 8.24:

Porcentaje de acceso al alumbrado público a nivel nacional y en comunas de 20.000 a 49.999 habitantes. (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a alumbrado a nivel Nac. (2002)	90,2%	90,1%	94,7%	99,1%	85,7%	99,1%
20.000 a 49.999 hab. (2002)	97,6%	92,6%	96,0%	98,2%	90,0%	95,4%

Fuente: INE (1992, 2002)

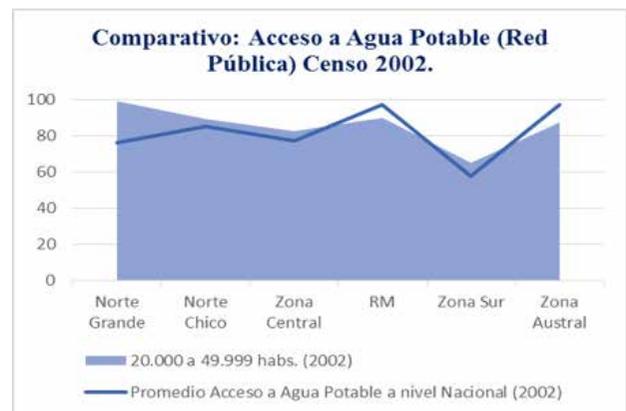
- Agua Potable

La situación de servicio de agua potable en las entidades de esta categoría, al año 1992 sólo la región Metropolitana muestra déficit con respecto al promedio nacional y las zonas extremas presentan una cobertura mayor al promedio nacional. Al año 2002 la situación es muy cercana o superior en cobertura en todas las zonas, con un mínimo déficit en la región Metropolitana y en la zona austral, como se observa en las figuras 8.29 y Cuadro 8.25).

FIGURA N° 8.29 (A)



FIGURA N° 8.29 (B)



CUADRO N° 8.25:

Porcentaje de acceso a red pública de agua potable a nivel nacional y en comunas de 20.000 a 49.999 habitantes. (Censo 2002).

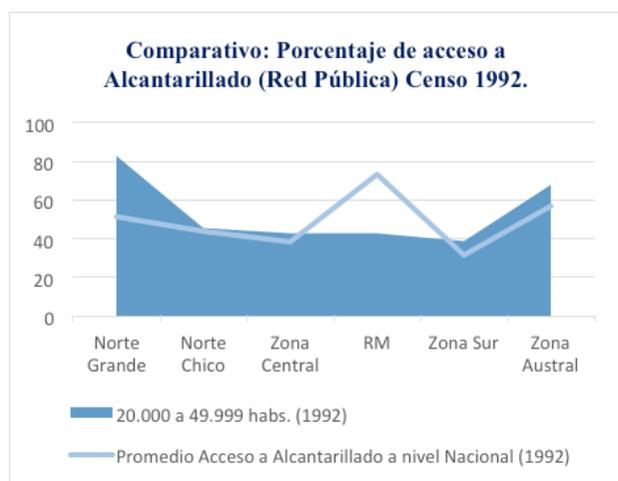
	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a Agua Potable a nivel Nac. (2002)	76,2%	85,3%	77,0%	97,2%	57,5%	97,2%
20.000 a 49.999 hab. (1992)	99,1%	89,3%	82,5%	89,9%	65,0%	87,4%

Fuente: INE (1992, 2002)

* Alcantarillado

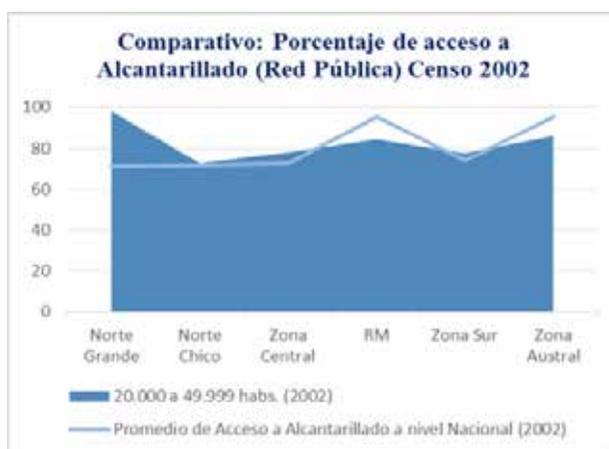
La cobertura de servicios de alcantarillado en el año 1992 es significativamente deficitario con respecto al promedio nacional en la Zona Central y región Metropolitana. Al año 2002 la situación del servicio ha sido gran parte solucionado, con un pequeño déficit en la región Metropolitana y la Zona Austral, pero con una cobertura cercana o mayor al 80%, según se observa en las figuras 8.30 y cuadro 8.26).

FIGURA N°8.30 (A)



Fuente: INE (1992, 2002)

FIGURA N°8.30 (B)

**CUADRO N° 8.26:**

Porcentaje de acceso al alcantarillado a nivel nacional y en comunas de 20.000 a 49.999 hab. (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Promedio Acceso a Alcantarillado a nivel Nacional (2002)	71,3%	71,6%	72,5%	95,5%	74,1%	95,5%
Comunas 20.000 a 49.999 hab. (2002)	98,1%	72,7%	78,0%	84,4%	77,6%	86,0%

Fuente: INE (1992, 2002)

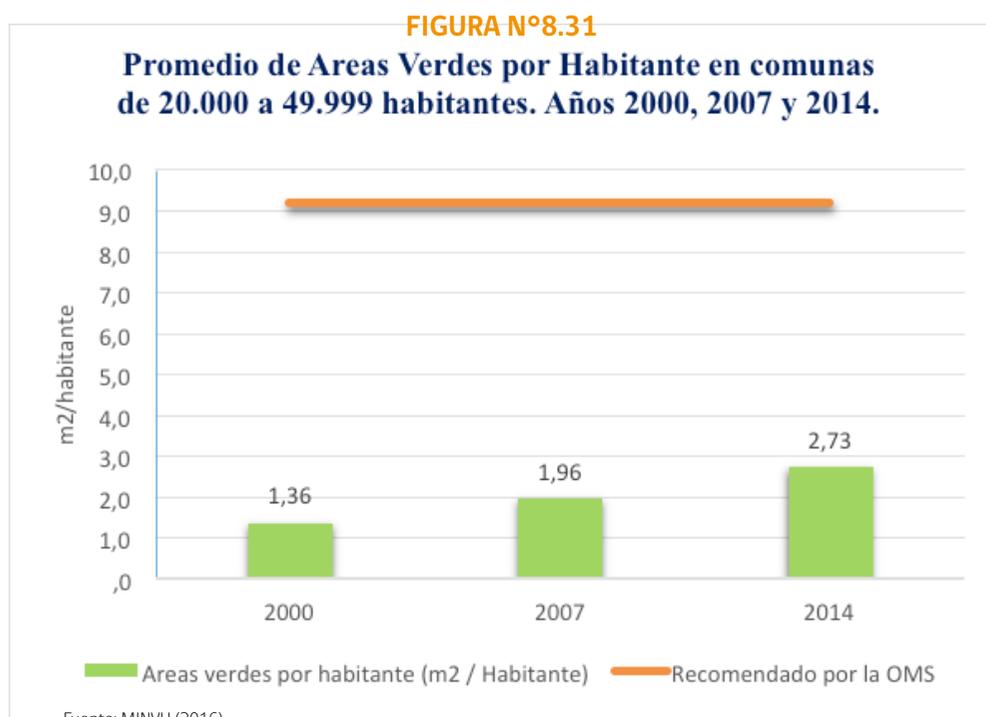
- Áreas verdes

En áreas verdes existe una proporción menor por habitante que en las localidades anteriormente estudiadas, como se muestra para éstas entidades en la figura No 8.31.

Respecto a las áreas verdes por zonas geográficas se constata una mayor presencia en la Zona Sur del país con un promedio de 3,75 metros cuadrados por habitantes, por otra parte en el Norte Chico con un promedio de 2,2 metros cuadrados por habitante y en el Norte Grande (Tocopilla) con apenas 0,2 metros cuadrados. Cabe señalar que este análisis considera únicamente las áreas verdes mantenidas por las municipalidades locales y el factor climático incide favorablemente en la mantención de dichas áreas, debido a la considerable diferencia de precipitaciones en las zonas norte y sur del país; lo que posibilita y explica en cierta forma esta realidad en metros cuadrados habilitados como áreas verdes (ver Cuadro 8.27)

De manera particular, en este rango de comunas las con mayores áreas verdes a nivel nacional son: Vilcún (IX Región) con 11,3 m²/hab., Ancud (X Región) con 9,8 m²/hab., Río Bueno (XIV Región) con 7,7 m²/hab., y Puerto Varas (X Región) con 7,2 m²/hab.

Por el contrario, las comunas con menos metros cuadrados de área verde por habitante son: Tocopilla (II Región) con 0,2 m²/hab., Doñihue (VI Región) con 0,3 m²/hab. y Chimbarongo (VI Región) con 0,3 m²/hab.



CUADRO N° 8.27:

Número de metros cuadrados por habitante recomendados por la OMS y en localidades de 20.000 a 49.999 habitantes.

	2000	2007	2014
Áreas verdes por habitante (m ² /hab.)	1,36	1,96	2,73
Recomendado por la OMS	9,2	9,2	9,2

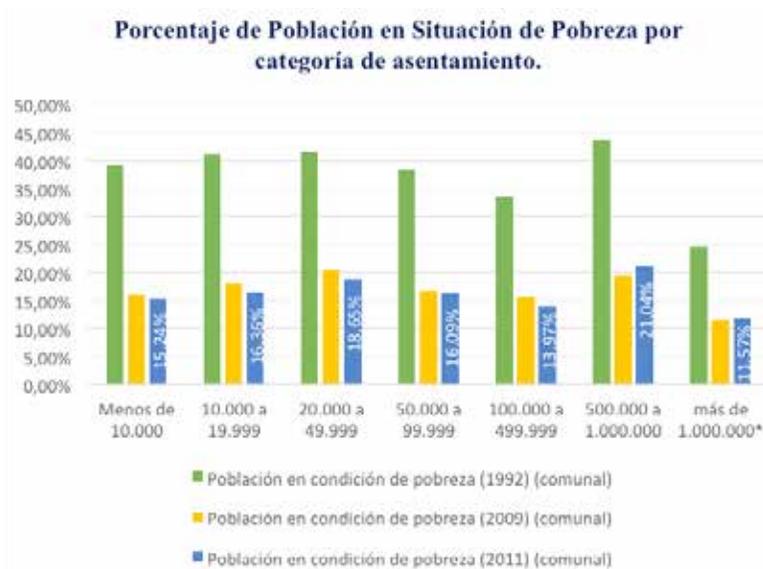
Fuente: MINVU (2016)

8.1.3.5 Condiciones Socioeconómicas

- Pobreza

Se constata a partir de los datos entregados por la encuesta CASEN 2011 que las comunas de entre 20.000 a 49.999 habitantes representan la segunda mayor tasa de población en situación de pobreza a nivel nacional. Existiendo una alta diversidad, con comunas con menores niveles de pobreza en relación al promedio (18,65%); estas son: Longaví (VII Región) con un 6,5%, Isla de Maipo (RM) con un 7,7% y Puerto Varas (X Región) con 8,1%. (ver Figura 8.32)

FIGURA N°8.32



Fuente: Casen (1992, 2009 y 2011)

Por otra parte comunas ubicadas principalmente en la Región del Biobío representan las mayores tasas de población bajo la línea de la pobreza, con un 26,6% de habitantes en esta condición. Seguido por la Región de la Araucanía con un 24,7%. Hecho que queda en evidencia en la figura N°8.33 en la Zona Sur del país.

Las comunas con mayores tasas de pobreza son Lebu con 34,3% de habitantes en esta condición, seguido por Cañete con 33,8%, Coihueco con 32,9%, Collipulli con 31,5% y Hualqui con un 30,8% de su población (ver Cuadro 8.28 y Figura 8.33).

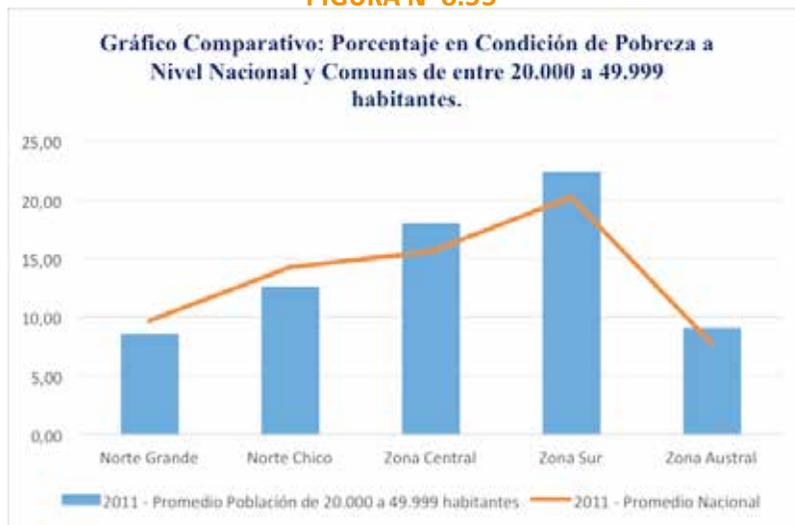
CUADRO N°8.28:

Población en condición de pobreza por tipo de comuna.

Rango de Comunas y/o Conurbaciones	Población en condición de pobreza (1992) comunal	Población en condición de pobreza (2009) comunal	Población en condición de pobreza (2011) comunal
Menos de 10.000	39,21%	16,05%	15,24%
10.000 a 19.999	41,17%	17,92%	16,36%
20.000 a 49.999	41,71%	20,21%	18,65%
50.000 a 99.999	38,27%	16,69%	16,09%
100.000 a 499.999	33,40%	15,55%	13,97%
500.000 a 1.000.000	43,60%	19,40%	21,04%

Fuente: CASEN (1992, 2009 Y 2011)

FIGURA N°8.33



Fuente: Casen (2011)

CUADRO N° 8.29:

Porcentaje de población en condición de pobreza a nivel nacional y en comunas de entre 20.000 a 49.999 habitantes.

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
2011 - Prom. Población de 20.000 a 49.999 hab.	8,50	12,55	17,98	22,29	9,00	
2011 - Promedio Nacional	9,70	14,21	15,58	20,22	7,74	

Fuente: Casen (2011).

- Tercera edad

De acuerdo a la información entregada por los censos de 1992, 2002 y 2012 la población de tercera edad es porcentualmente menor en los asentamiento de 20.000 a 49.999 habitantes, respecto de los analizados en párrafos anteriores. Una explicación posible, se debe a una disminución de la tasa de natalidad por cada 1.000 habitantes, asociado a una tendencia, en este estrato de edad, a localizarse en entidades más pobladas, con diversidad económica, urbanizadas y con acceso a servicios (ver Figura 8.34).

FIGURA N°8.34



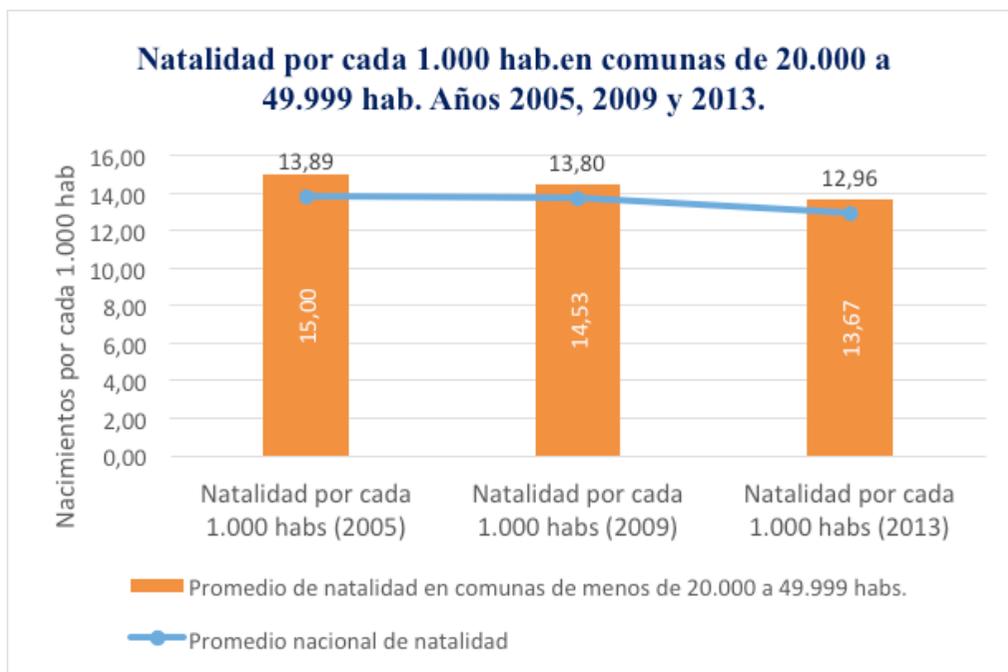
Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

CUADRO N°8.30:**Porcentaje de Población de tercera edad en las distintas categorías de comunas**

Rango de Comunas y/o Conurbaciones	Población de tercera edad Censo 1992	Población de tercera edad Censo 2002	Población de tercera edad Censo 2012
Menos de 10.000	7,61%	8,99%	12,23%
10.000 a 19.999	7,14%	8,75%	11,45%
20.000 a 49.999	6,80%	8,10%	10,63%
50.000 a 99.999	6,37%	6,97%	9,20%
100.000 a 499.999	5,66%	6,80%	8,72%
500.000 a 1.000.000	6,68%	8,04%	10,60%
más de 1.000.000*	6,75%	8,70%	11,52%

Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

En la figura N° 8.35 es posible constatar que durante la última década las tasas de natalidad por cada 1.000 habitantes de las comunas estudiadas superan el promedio a nivel nacional, pero presentan también una leve y constante reducción en la natalidad, acorde con la tendencia nacional.

FIGURA N°8.35**Número de nacimientos por cada 1.000 habitantes.**

Fuente: MINSAL (2013)

CUADRO N°8.31:**Número de nacimientos por cada 1.000 habitantes en las comunas con rangos de población 20.000 a 49.999 hab.**

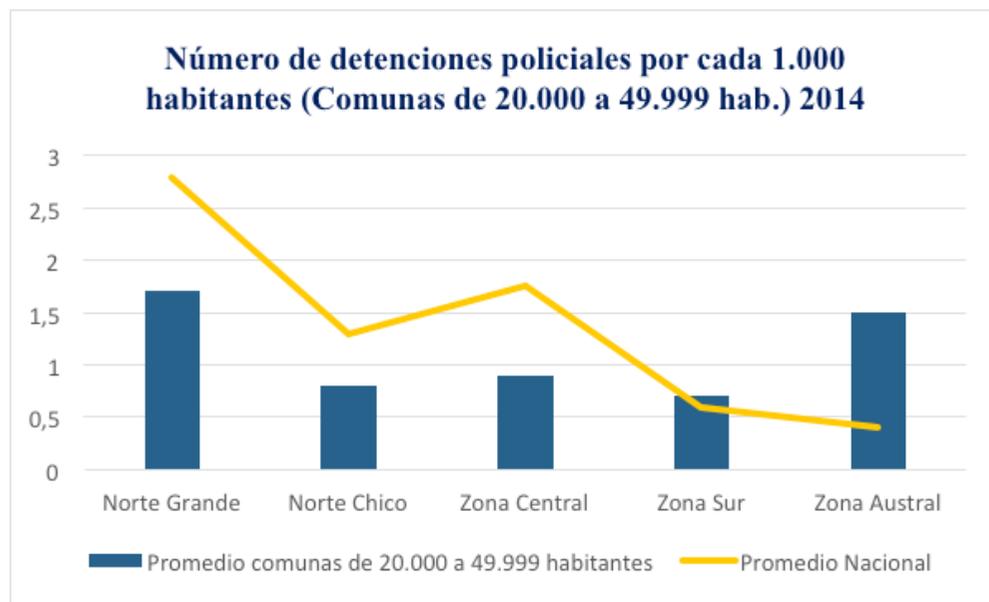
	Natalidad por cada 1.000 hab. (2005)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2009)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2013)
Promedio nacional de natalidad	13,89	13,80	12,96
Promedio de natalidad en comunas de 20.000 a 49.999 hab.	15,00	14,53	13,67

Fuente: MINSAL (2013)

- Detenciones

Conforme el tamaño poblacional de las comunas crece, se identifican mayores tasas de detenciones policiales por cada 1.000 habitantes, hecho que queda en evidencia en la figura N° 8.36 y Cuadro 8.32).

Llama la atención la alta tasa de detenciones en la Zona Austral comparativamente al promedio nacional; ello debido a que la muestra representativa en este caso (la comuna de Aysén, XI Región) experimenta unas de las mayores tasas de detención, respecto de otras comunas de la misma zona. Por otra parte, la misma situación se aprecia en la zona Norte Grande del país, cuyas cifras corresponden a la comuna de Tocopilla (II Región).

FIGURA N°8.36

Fuente: Carabineros (2014)

CUADRO N° 8.32:**Promedio de Detenciones policiales por cada 1.000 habitantes.**

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	Zona Sur	Zona Austral
Promedio comunas de 20.000 a 49.999 habitantes	1,7	0,8	0,9	0,7	1,5
Promedio Nacional	2,8	1,3	1,76	0,6	0,4

Fuente: Carabineros (2014).

8.1.3.6 Contaminación del Aire

Las comunas de 20.000 a 49.999 habitantes, como se menciona, cuentan con mayor dinamismo económico respecto a los previamente analizados, estas ciudades poseen una mayor diversidad económica emergiendo claramente una actividad secundaria y terciaria preponderante. Junto a una mayor producción de servicios dada su mayor economía interna destaca la incorporación de la agroindustria y la industria metalúrgica y química en este tipo de localidades. A partir del informe del Ministerio de Medioambiente (2011) comunas de la categoría de 20.000 a 49.999 habitantes registran casos de contaminación del aire que superan la norma de concentración anual de Material Particulado fino MP2,5 en sus respectivas estaciones de monitoreo, este material es altamente peligroso para la salud pues exacerba las enfermedades respiratorias afectando principalmente a niñas y niños, además de asociarse al crecimiento del asma y alergias. Un caso en este tipo de comunas es el de la comuna de Tocopilla que supera la norma de concentración de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de Promedio anual MP2,5, alcanzando $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de Promedio anual MP2,5.

Por otra parte Chillan Viejo, junto a Chillan y Los Ángeles, han sufrido constantes situaciones de mala calidad del aire, las tres comunas para junio del 2016 ya se han cursado 146 sumarios por distintas infracciones luego de 2.006 inspección, según el SEREMI uno de los principales motivos es la poca conciencia de los efectos del Material Particulado en la población, ya sea el proveniente de chimeneas, leña y vehículos. El poco viento, la mala ventilación, el frío y la baja precipitación son los factores que intensifican los efectos de los contaminantes (Website Cooperativa, 2016).

La comuna de Arauco, en tanto, se ha visto afectada por la contaminación y malos olores de las plantas de celulosa aledañas, durante el año 2016 la Superintendencia del Medio Ambiente realizó una investigación del complejo forestal industrial CFI Nueva Aldea de Celulosa Arauco. Donde se revelan una serie de deficiencias e incumplimientos respecto a la normativa ambiental. Las denuncias por malos olores y dispersión de compuestos contaminantes han sido constantes. Entre los compuestos contaminantes se han considerado dióxido de azufre (SO₂), material particulado, óxido de nitrógeno (NO_x), dióxido y monóxido de carbono, además de gases TRS (Diario electrónico Resumen, 2016).

8.1.4 Asentamientos y comunas de 50.000 a 99.999 habitantes**8.1.4.1 Distribución Geográfica**

Según datos del censo 2002 existen a lo largo del país 11 localidades que caen en la categoría de asentamiento con 50.000 a 99.999 habitantes, se excluyen en estas, las comunas conurbadas a las ciudades como el Gran Santiago, el Gran Valparaíso, el Gran Concepción y la conurbación la Serena-Coquimbo.

De las 11 ciudades una es Alto Hospicio ubicada en el Norte Grande, en el Norte Chico se está la ciudad de Ovalle y en la V región se encuentran las ciudades de: Los Andes, Quillota, San Antonio y San Felipe. En la VII región están las ciudades de Curicó y Linares; y, finalmente en la Región Metropolitana se ubican Melipilla y Peñaflores. De estas 11 localidades sólo San Antonio se encuentra localizado geográficamente en la costa del país.

Al año 2012 la distribución de ciudades en esta categoría eran 15 distribuidas de la siguiente manera en el país. Cuatro (4) localizadas en la región Metropolitana, cercanas al Gran Santiago, varias de ellas son ciudades-dormitorio, como Colina, Peñaflor Talagante y en menor grado Melipilla. Cuatro (4) están localizadas en la V región, de las cuales San Antonio está en la costa y el resto, San Felipe, Los Andes y Quillota en el valle de Aconcagua. En la región I se encuentra Alto Hospicio y en la IV región la ciudad de Ovalle. En el valle longitudinal, al sur de Santiago, se localizan cuatro (4) ciudades: San Fernando, Linares y en la costa Hualquén y Chiguayante. Al extremo sur esta Coyhaique en la región XI. Estas localidades, además de poseer una mayor relevancia económica tanto en sus respectivas comunas, también la tienen en lo político-administrativo en sus provincias, siendo sede, en la mayoría de los casos, la capital provincial.

8.1.4.2 Caracterización de los Asentamientos

Estas entidades poseen una eminente actividad terciaria y han desarrollado una economía interna que les posibilita la presencia de universidades, bancos, supermercados, multi-tiendas y centros comerciales. El desarrollo de las actividades terciarias en estas localidades también ha permitido una masificación de medios de comunicación locales radiales y televisivos. Adicionalmente, la ciudad de Los Andes también destaca por su actividad minera, debido a la división Andina de CODELCO, ubicada en el valle de río Blanco, así como por su condición de puerto seco y de corredor vial, que la convertirá en un puente entre los océanos Atlántico y Pacífico

Sin desmedro de lo anterior, las localidades de la Zona Central y Norte Chico como Ovalle, San Felipe, Quillota, Los Andes, Curicó, Linares, Peñaflor y Melipilla también reciben una significativa aportación del sector agrícola, tanto dentro de sus límites administrativos como de las localidades aledañas.

La economía de los asentamientos de la Zona Central también recibe aportaciones del sector turístico, servicios asociados y hoteleros, sea por su destacada industria vitivinícola, por sus actividades tradicionales, como también por sus atractivos patrimoniales y religiosos. En la localidad de Ovalle en el Norte Chico la variedad en la producción agrícola es un atractivo que convoca a turistas y comerciantes, permitiendo una alta convergencia de pequeños y medianos productores rurales en la ciudad.

A nivel comunal, para el año 1992 no se registraban comunas que poseían de 50.000 a 99.999 habitantes en las zonas Norte Grande, Zona Sur y Zona Austral del país como se aprecia en la figura N° 8.37 y cuadro N° 8.33. Para el año 2002 la mayoría de las comunas de 50.000 a 99.999 habitantes se localizan en la Zona Central del país, desde la V a la VIII región (figura 8.38, cuadro 8.34); la excepción corresponde a Alto Hospicio (Norte Grande), Ovalle (Norte Chico), Padre las Casas (Zona Sur) y Coyhaique (Zona Austral).

8.1.4.3 Nivel de Urbanización

Al año 2002 las comunas de 50.000 a 99.999 habitantes superan claramente la media nacional de urbanización en cada zona del país, esto con la excepción de las comunas ubicadas en la Región Metropolitana, donde están levemente bajo la media general debido a la incidencia de este indicador en el Gran Santiago, donde las comunas que lo componen alcanzan un 98% de urbanización, muy por sobre otras entidades de la misma región, independiente de su categoría (ver Figuras 8.37 y 838 y Cuadro 8.33).

En el Norte Grande y Sur Austral del país, las localidades de Alto Hospicio y Coyhaique representan comunas con un alto grado de urbanización respecto de la media local, por su alta concentración urbana y mayor influencia de la economía terciaria en su configuración urbana.

Según datos preliminares del censo de población del 2012, existen a lo largo del país 21 comunas en la categoría de entre 50.000 a 99.999 habitantes, de acuerdo al SINIM (2016), de las 21 comunas que caen en esta categoría, solo la comuna de Peñaflor (RM), Lampa (RM) y Buin (RM) no poseen un Plan Regulador Vigente, a su vez, la misma comuna de Peñaflor tampoco cuenta con un Plan de Desarrollo Comunal propio (PLADECO). Por otra parte, de las veinte comunas restantes, todas poseen Plan Regulador y PLADECO cuya última actualización de este posee en promedio 3 años de antigüedad, siendo el

más antiguo el de la comuna de San Felipe (año 2008) y los más actuales el de las comunas de Alto Hospicio, Calera, Curicó y Colina del año 2015.

FIGURA N° 8.37

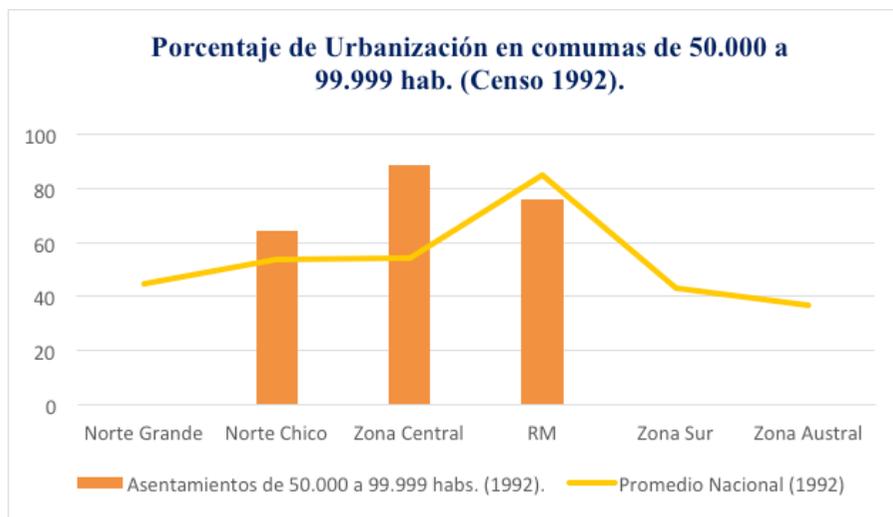
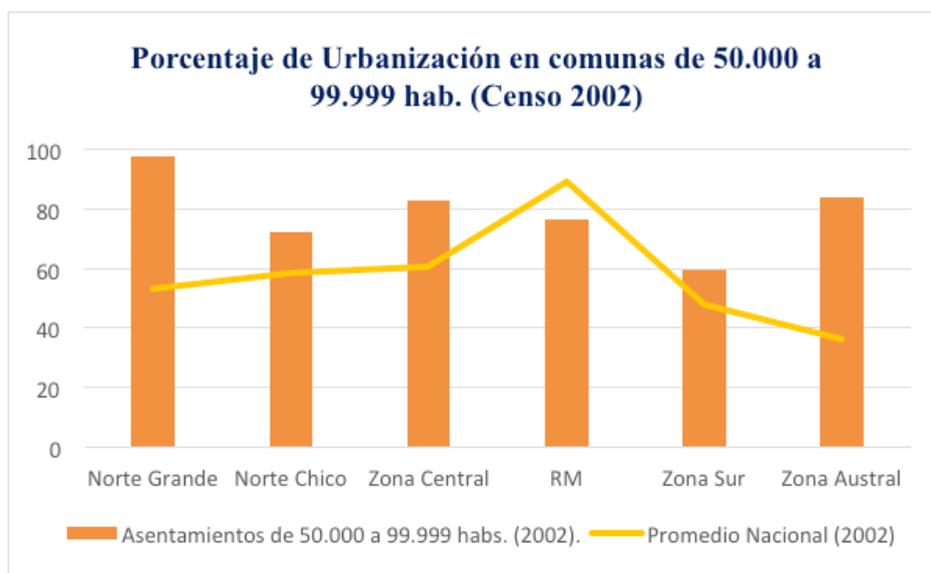


FIGURA N° 8.38



CUADRO N° 8.33:**Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en comunas de 50.000 a 99.999 habitantes (Censo 2002)**

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Comunas de 50.000 a 99.999 hab. (2002).	98,00	72,08	82,86	76,44	59,80	84,01
Promedio Nacional (2002)	53,21	58,57	60,77	89,38	47,69	36,18

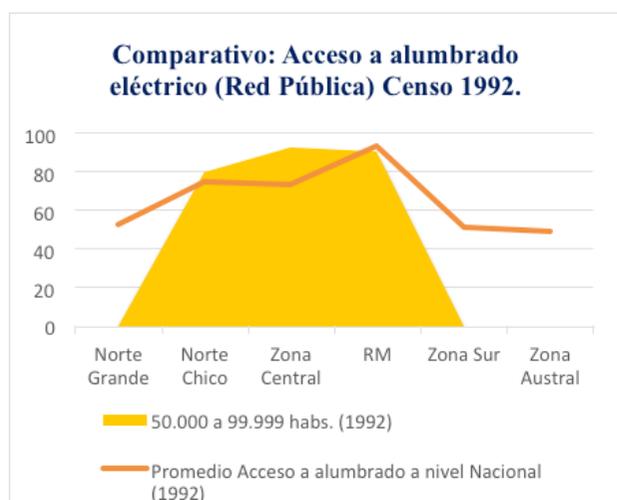
Fuente: INE (1992).

8.1.4.4 Acceso a Servicios

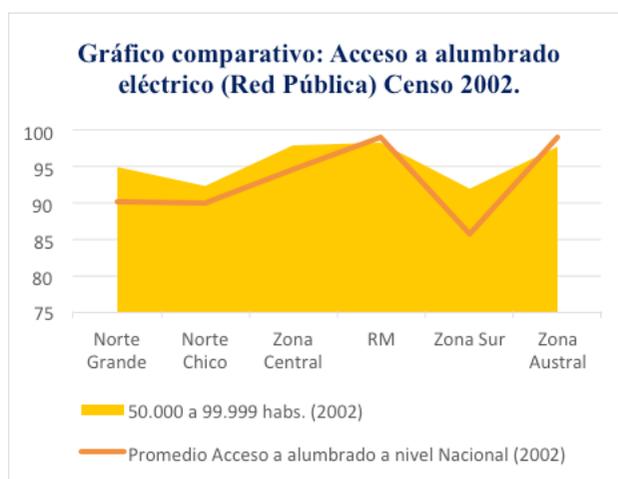
Al igual que lo observado en el análisis anterior de comunas de 20.000 a 49.999 habitantes; las comunas de 50.000 a 99.999 habitantes poseen una cobertura de la servicios eléctricos, de agua potable y alcantarillado cercanos al promedio nacional y relativamente más alta que las comunas previamente estudiadas.

- Red de Alumbrado Público

El acceso a alumbrado eléctrico es el servicio que presenta una mayor cobertura de en relación a los otros analizados, presentando como mínimo un 92,1% de cobertura en la Zona Sur del País, en tanto la cobertura nacional de este servicio en esta categoría de asentamiento es de 95,6% (ver Figura 8.39 y Cuadro 8.35).

FIGURA N° 8.39 (A)

Fuente INE (1992, 2002)

FIGURA N° 8.39 (B)

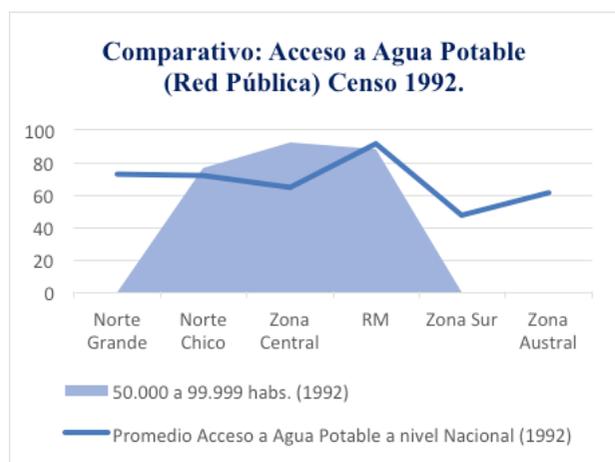
CUADRO N° 8.35:**Porcentaje de acceso al alumbrado público a nivel nacional y en comunas de 50.000 a 99.999 habitantes. (Censo 2002)**

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a alumbrado a nivel Nac. (2002)	90,2	90,1	94,7	99,1	85,7	99,1
50.000 a 99.999 hab. (1992)	95,0	92,5	97,9	98,4	92,1	97,8

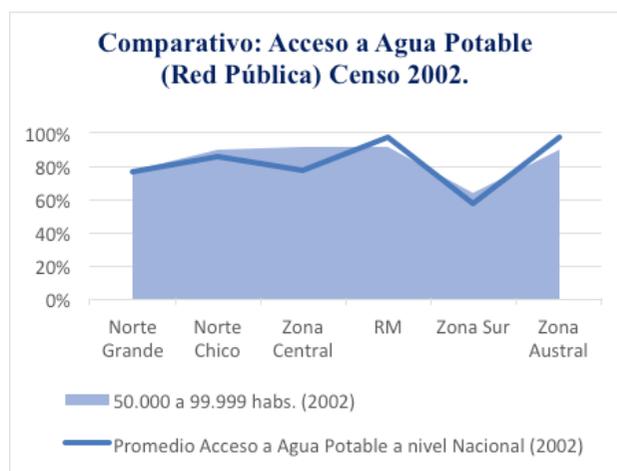
Fuente: INE (1992, 2002)

- Agua Potable

En contraparte al año 2002 (Figuras 8.40), el promedio de cobertura de agua potable por cañería es de un 83,7 % y alcantarillado un 80,7% en las comunas de entre 50.000 a 99.999 habitantes en el país. El menor porcentaje de cobertura de agua potable y alcantarillado se da en la Zona Sur del país, con un 63,9% y 68,9% respectivamente (ver Cuadro 8.36)

FIGURA N° 8.40 (A)

Fuente INE (1992, 2002)

FIGURA N° 8.40 (B)**CUADRO N° 8.36:****Porcentaje de acceso a red pública de agua potable a nivel nacional y en comunas de 50.000 a 99.999 habitantes. (Censo 2002).**

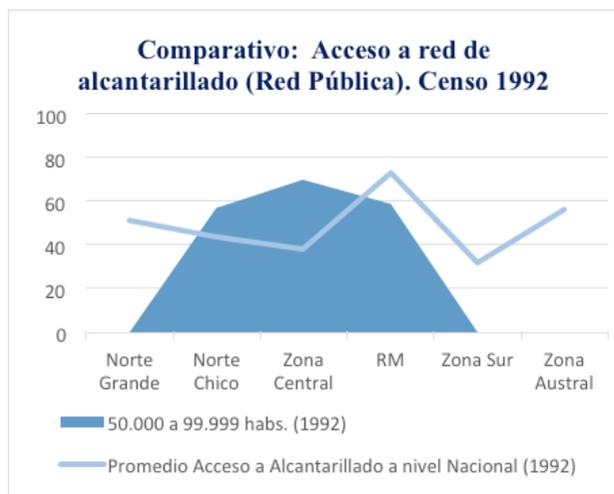
	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a Agua Potable a nivel Nac. (2002)	76,2%	85,3%	77%	97,2%	57,5%	97,2%
50.000 a 99.999 hab. (1992)	77,2%	89,4%	91,1%	90,8%	63,9%	89,8%

Fuente: INE (1992, 2002)

- Alcantarillado

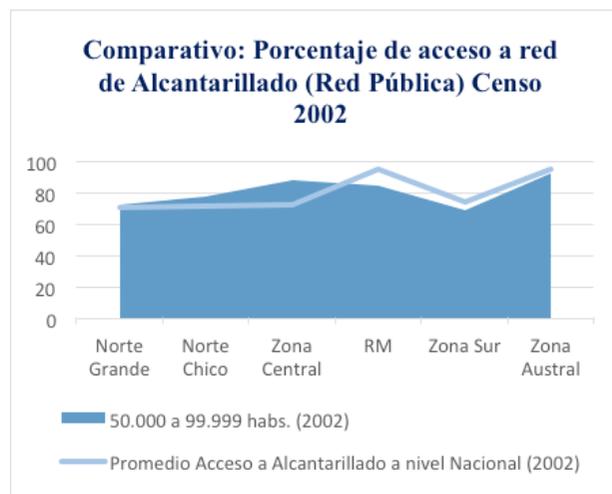
Respecto al servicio de alcantarillado se aprecia que la mayor cobertura (2002) en promedio comprende la Zona Central del País y la Zona Austral. El nivel más bajo de cobertura se registra en la Zona Norte Grande con un 72,1%, cercano al promedio nacional de cobertura en dicha zona; cabe señalar que para dicho año el nivel de cobertura en las comunas de esta categoría se registró en Lampa (RM), con un 70,13%, seguido por San Carlos (VIII Región) con un 73,9% y Ovalle (IV Región) con 77,9%. Las comunas de esta categoría con mayor cobertura (2002) son Los Andes (V Región) con un 96,8% y Peñaflo (RM) con un 95,1%, le siguen Quillota, San Antonio (V Región), Coyhaique (XI Región) y Talagante (RM) con entre un 90 y 95% de cobertura del servicio (ver Figuras 8.41 y Cuadro 8.37).

FIGURA N° 8.41 (A)



Fuente: INE (1992, 2002)

FIGURA N° 8.41 (B)



CUADRO N° 8.37:

Porcentaje de acceso al alcantarillado a nivel nacional y en comunas de 50.000 a 99.999 hab. (Censo 2002)

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a Alcantarillado a nivel Nac. (2002)	71,3%	71,6%	72,5%	95,5%	74,1%	95,5
50.000 a 99.999 hab. (1992)	72,1%	77,9%	88,2%	84,9%	68,9%	92,6%

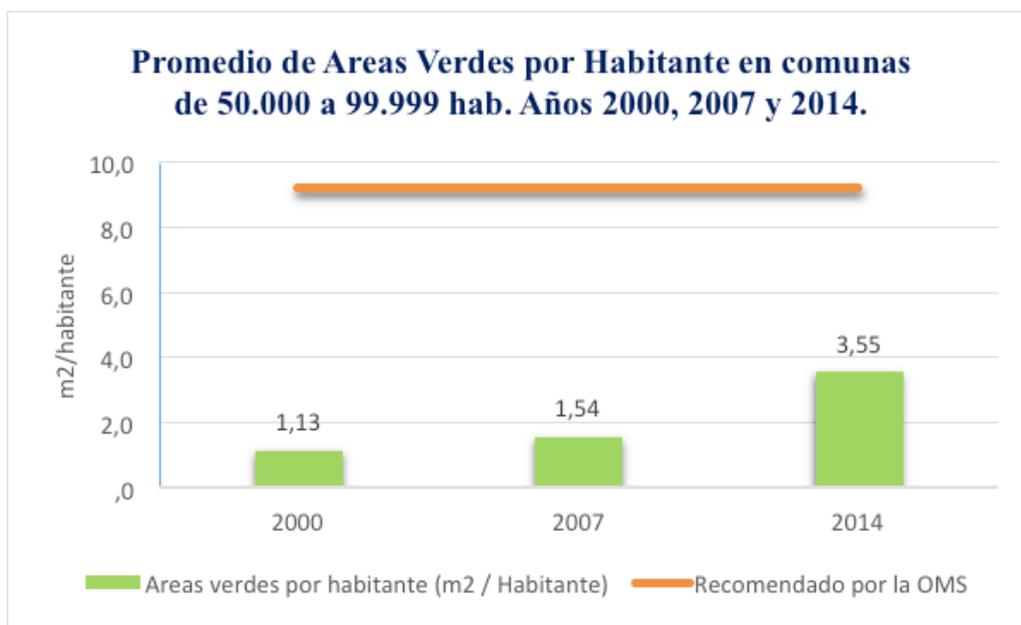
Fuente: INE (1992, 2002)

- Áreas verdes

En los análisis realizados anteriormente, el número de áreas verdes mostraban una clara disminución respecto del tamaño de las comunas estudiadas, sin embargo, a partir de los datos obtenidos por MINVU (2016) las comunas de 50.000 a 99.999 habitantes presentan un incremento considerable en el número de metros cuadrados de áreas verdes por habitante, mostrando la mayor proporción hasta ahora, aunque en promedio aún para el año 2014 presentan una distancia considerable respecto al recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

Para el año 2014 las comunas de 50.000 a 99.999 habitantes que presentan mayores tasas de metros cuadrados de áreas verdes por habitantes son la comuna de La Calera (V Región) con 13,6 metros cuadrados, seguido por San Fernando (VI Región) con 8,8 metros cuadrados y Linares (VII Región) con 4,5 metros cuadrados por habitantes. Por otra parte, las comunas que presentan menor cantidad de metros cuadrados de áreas verdes por habitante son Alto Hospicio (I Región) con 0,6 y la comuna de Peñaflor (Región Metropolitana) con 0,7 metros cuadrados por habitantes (ver Figura 8.42 y Cuadro 8.38).

FIGURA N° 8.42



Fuente: MINVU (2016)

CUADRO N° 8.38:

Número de metros cuadrados por habitante recomendados por la OMS y en comunas de 50.000 a 99.999 habitantes.

	2000	2007	2014
Áreas verdes por habitante (m2/hab.)	1,13	1,54	3,55
Recomendado por la OMS	9,2	9,2	9,2

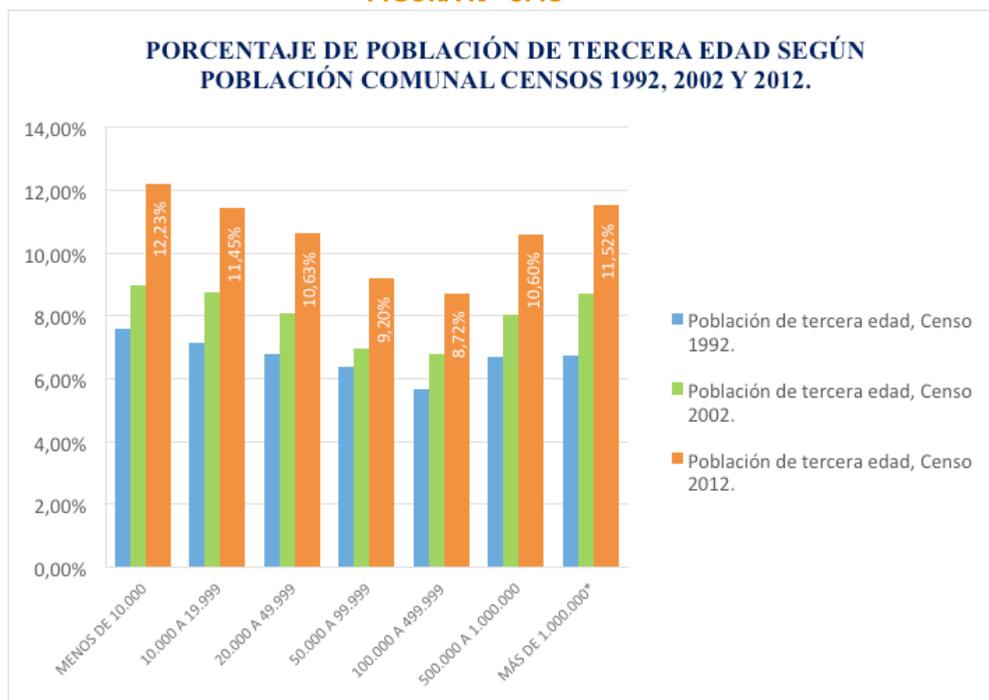
Fuente: MINVU (2016)

8.1.4.5 Condiciones Socioeconómicas

- Tercera edad

A partir de los datos obtenidos por los censos 1992, 2002 y 2012 se observa una mayor presencia de población de tercera edad en las comunas de menos de 10.000 habitantes y mayores a una millón (Gran Santiago), por el contrario según la figura 8.43 la población de tercera edad en las comunas de entre 50.000 a 99.999 habitantes, presenta porcentaje que no supera el 10% del total de la población para el año 2012.

FIGURA N° 8.43



Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

CUADRO N°8.39:

Porcentaje de Población de tercera edad en las distintas categorías de comunas.

Rango de Comunas y/o Conurbaciones	Población de tercera edad Censo 1992	Población de tercera edad Censo 2002	Población de tercera edad Censo 2012
Menos de 10.000	7,61%	8,99%	12,23%
10.000 a 19.999	7,14%	8,75%	11,45%
20.000 a 49.999	6,80%	8,10%	10,63%
50.000 a 99.999	6,37%	6,97%	9,20%
100.000 a 499.999	5,66%	6,80%	8,72%
500.000 a 1.000.000	6,68%	8,04%	10,60%
más de 1.000.000*	6,75%	8,70%	11,52%

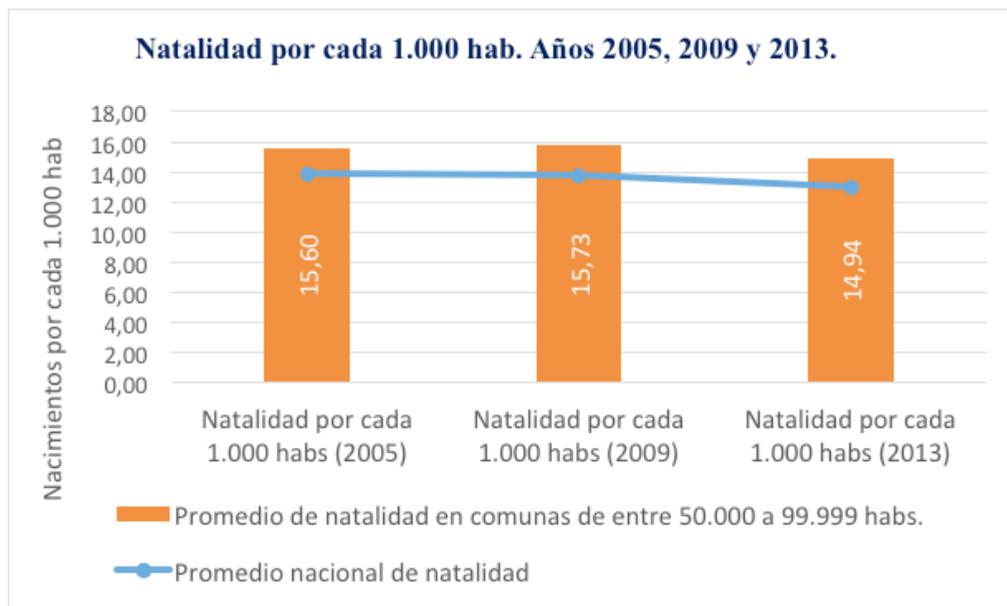
Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

- Tasa de natalidad

Por otra parte la tasa de nacimientos por cada 1.000 habitantes es una de las más altas registradas en las comunas estudiadas hasta el momento, superando el promedio nacional en las tres mediciones utilizadas siguiendo la tendencia registrada en las comunas de 20.000 a 49.999 habitantes (ver Figura 8.44 y Cuadro 8.40).

De esta categoría para el año 2013, las comunas que representan una mayor tasa de nacimientos por cada 1.000 habitantes son Lampa con 21 y Alto Hospicio con 20 nacimientos, seguidos por Vallenar con 19 nacimientos. Las comunas en tanto que representan menores tasas de nacimientos son Villarrica con 12,1 y Los Andes con 12,5 nacimientos por cada 1.000 habitantes.

FIGURA N° 8.44



CUADRO N°8.40:

Número de nacimientos por cada 1.000 habitantes.

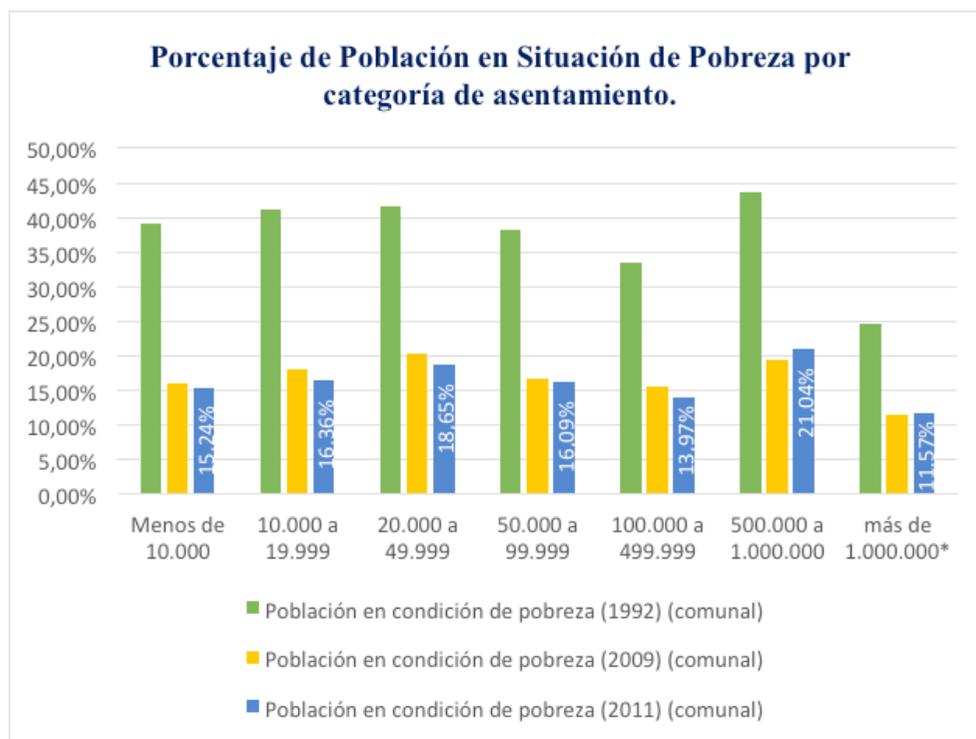
	Natalidad por cada 1.000 hab. (2005)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2009)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2013)
Promedio nacional de natalidad	13,89	13,80	12,96
Promedio de natal. en comunas de entre 50.000 a 99.999 hab.	15,60	15,73	14,94

Fuente: MINSAL (2013)

- Pobreza

A pesar de la mayor tasa de natalidad, acceso a servicios de agua potable, tendido eléctrico y alcantarillado, además de contar con un mayor número de metros cuadrados de área verde por habitante, el porcentaje de población en condición de pobreza no alcanza a ser sustancialmente menor, sin embargo, presenta una proporción menor a las registradas en las categorías de 20.000 a 49.999 habitantes y relativamente semejante a la registrada en comunas de 10.000 a 19.000 habitantes.

FIGURA N° 8.45



CUADRO N°8.41:

Población en condición de pobreza por categoría de comuna.

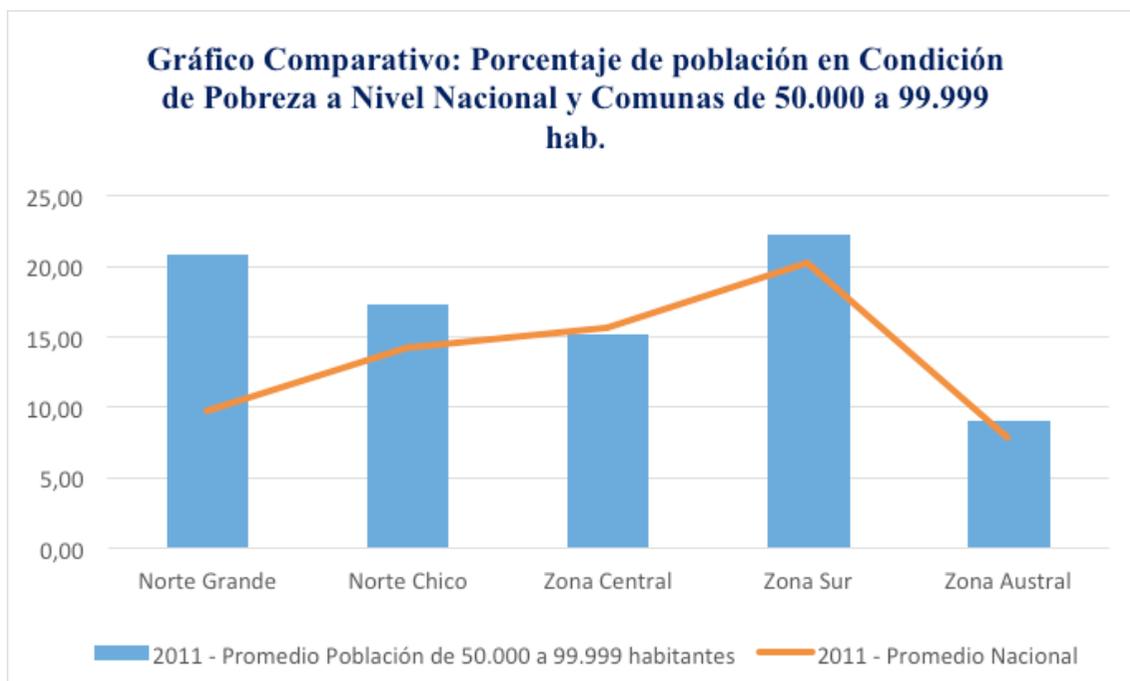
Rango de Comunas y/o Conurbaciones	Población de tercera edad Censo 1992	Población de tercera edad Censo 2002	Población de tercera edad Censo 2012
Menos de 10.000	7,61%	8,99%	12,23%
10.000 a 19.999	7,14%	8,75%	11,45%
20.000 a 49.999	6,80%	8,10%	10,63%
50.000 a 99.999	6,37%	6,97%	9,20%
100.000 a 499.999	5,66%	6,80%	8,72%
500.000 a 1.000.000	6,68%	8,04%	10,60%
más de 1.000.000*	6,75%	8,70%	11,52%

Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

Las comunas que presentan un mayor porcentaje de población en condición de pobreza a nivel nacional, en este tipo de asentamiento, son Padre las Casas (VIII Región) con 26,9%, La Calera (V Región) con 26,5%, San Carlos (VIII Región) con 22,3%, Alto Hospicio (I Región) con 20,8% y Linares (VI Región) con 20,6% de su población en esta situación. Es relevante destacar que a diferencia de otros análisis, en esta categoría de asentamiento se rompe con la tendencia a que una mayor parte de las comunas con alta población bajo la línea de la pobreza se concentre principalmente en las regiones del Biobío

y la Araucanía. Ello se puede deber principalmente a que las entidades que constataban una alta tasa de pobreza en dichas zonas posean una población menor a la actualmente analizada (ver Figura 8.46 y Cuadro 8.42).

FIGURA N° 8.46



Fuente: Casen (2011)

CUADRO N° 8.42:

Porcentaje de población en condición de pobreza a nivel nacional y en comunas de entre 50.000 a 99.999 habitantes.

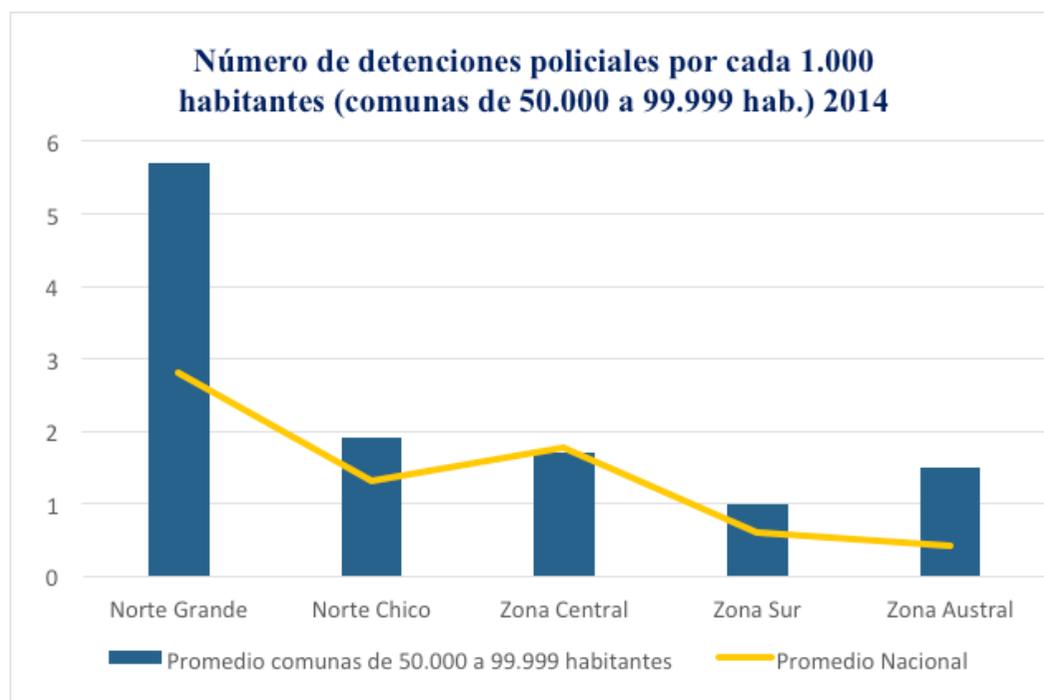
	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	Zona Sur	Zona Austral
2011 - Prom. Población de 50.000 a 99.999 hab.	20,8	17,2	15,1	22,2	9
2011 - Promedio Nacional	9,7	14,2	15,6	20,2	7,7

Fuente: Casen (2011)

- Detenciones

Respecto a las detenciones policiales por cada 1.000 habitantes se presenta en la figura 8.47 y cuadro 8.43 de manera decreciente de norte a sur, con un leve aumento en la Zona Austral. Respecto al Norte Grande existe un considerable aumento de las detenciones en la comuna de Alto Hospicio (representante de la zona Norte Grande), la que duplica el promedio registrado en dicha zona a nivel nacional. Cabe señalar que esta es la primera ocasión que se identifica un número de detenciones levemente mayor a la media nacional en las zonas Norte Chico y Zona Sur del país.

FIGURA N° 8.47



Fuente: Carabineros (2014)

CUADRO N° 8.43:

Promedio de Detenciones policiales por cada 1.000 habitantes.

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	Zona Sur	Zona Austral
Promedio comunas de 50.000 a 99.999 habitantes	5,7	1,9	1,7	1	1,5
Promedio Nacional	2,8	1,3	1,76	0,6	0,4

Fuente: Carabineros (2014)

8.1.4.6 Contaminación del aire

Las comunas, y las respectivas ciudades, de 50.000 a 99.999 habitantes muestran altos niveles de desarrollo de actividad secundaria y terciaria, se constituyen como polos de desarrollo e influencia mayor a las unidades previamente estudiadas, a lo que se suma una alta diversidad y autonomía, presencia de servicios tales como universidades y centros de formación técnica, centros de salud de alta complejidad, centros comerciales, bancos, entre otros. En estas se profundizan los casos superación de la norma de material particulado MP2,5 correspondiente a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Promedio anual MP2,5, el MP2,5 es de relevancia en la mortalidad de las enfermedades respiratorias en la población. Dicha situación se ve reflejada en las comunas de La Calera ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Promedio anual MP2,5), Rengo ($22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Promedio anual MP2,5), Padre las Casas ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Promedio anual MP2,5) y Talagante ($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Promedio anual MP2,5) (MMA, 2011).

A lo anterior se suman los casos de extrema preocupación, como es el de las comunas de Villarrica y Coyhaique, las que se han sido decretadas por el SEREMI de Medio Ambiente y la DGA como Zona Saturada de contaminación (Website Coepe-

rativa, 2015). Por su parte, la comuna de Coyhaique ha sido catalogada por la OMS como la ciudad con más contaminación en el aire de Latinoamérica. Factores que han sido incidentes en esta situación son el tráfico vehicular, los sistemas de refrigeración y calefacción, la producción industrial y los residuos derivados de la basura. El año 2014 la comuna registró 75 μm de PM10 y 64 μm de PM2,5 (Torres, 2016).

8.1.5 Asentamientos y Comunas de 100.000 a 499.999 habitantes

8.1.5.1 Caracterización de los Asentamientos y Comunas

Según el censo 2002 existe a lo largo del país 15 localidades de entre 100.000 a 499.999 habitantes, de estas localidades los asentamientos de Coquimbo y La Serena componen la conurbación La Serena - Coquimbo o Gran La Serena. Además de estas otras localidades que comparten esta categoría son Iquique, Antofagasta, Calama, Copiapó, Rancagua, Talca, Los Ángeles, Chillán, Temuco, Puerto Montt, Osorno, Valdivia y Punta Arenas.

Los asentamientos de esta clasificación son ciudades de mayor envergadura que poseen dentro de sus límites una economía propia y autónoma, en la mayoría de los casos poseen el grado de capital regional como el caso de Arica, Iquique, Coquimbo, Rancagua, Talca, Temuco, Osorno Valdivia, Puerto Montt y Punta Arenas, o en su defecto el de capital provincial.

El rol geo-estratégico de estas localidades es primordial para el desarrollo tanto de los asentamientos de menor envergadura que los rodean, como también de sus respectivas provincias y regiones. En el caso de los asentamientos de ubicación costera, estos también son relevantes en el comercio interno o internacional.

La vocación económica de estos enclaves es variada, pues a pesar de que todos poseen una desarrollada economía terciaria, su ubicación y condición climática y geográfica determinan su vocación económica originaria y/o enfoque actual. Así, por ejemplo, las ciudades de Arica, Iquique, Calama y Copiapó cuentan aún con importante aporte de la actividad minera; en tanto en las ciudades del sur del país existe una mayor influencia del turismo, la agricultura y la pesca industrializada. A pesar de ello la diversidad económica permiten que estas localidades compartan de igual manera estas actividades a lo largo del país es menor medida.

Semejante a los asentamientos estudiados anteriormente, estas localidades disponen con medios de comunicación propios, ya sean canales de televisión, emisoras de radio y periódicos. Cuentan con una desarrollada economía terciaria tales como centros comerciales, cines, bancos, universidades, centros de educación básica, media y superior, construcción, turismo y deportes extremos. La economía secundaria, en estos asentamientos, comprende rubros múltiples que van desde la industria alimentaria y químico-farmacéutica hasta biocombustibles, celulosa y áridos de construcción,

Para el año 2012 las comunas que, dentro de su unidad administrativa, poseen en total entre 100.000 a 499.999 habitantes son a lo largo del país son 23, ellas son: Arica, Iquique, Calama, Antofagasta, Copiapó, La Serena, Coquimbo, Ovalle, Rancagua, Curicó, Talca, Chillán, Los Ángeles, Temuco, Valdivia, Osorno, Puerto Montt, Punta Arenas, Colina, San Bernardo y Melipilla.

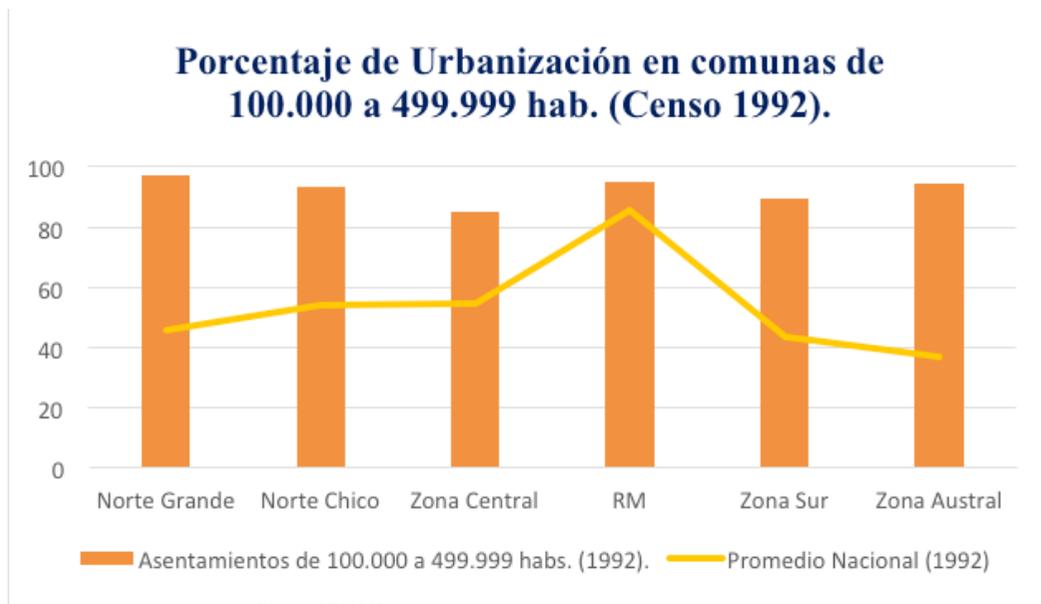
8.1.5.2 Nivel de Urbanización

Las comunas de entre 100.000 a 499.999 habitantes destacan por su alto grado de urbanización, el cual ya es significativo en el censo del 1992. Tanto para el censo 1992 como 2002 la menor tasa de urbanización se registra en la Zona Central del país, la comuna que presenta un menor porcentaje de urbanización en dicha zona es Los Ángeles, con 68,1 y 72,7 por ciento respectivamente para cada censo (ver Figura 8.48 y Cuadro 8.44).

Al año 2016, el número de comunas con un rango de habitantes de entre 100.000 a 499.999 habitantes es de 18, donde la totalidad de ellas cuentan con un Plan Regulador vigente al presente año (SINIM, 2016). Del rango analizado, la única comuna que no posee Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) es Arica. En promedio la actualización de los PLADECO en

las comunas de este rango es el año 2012 (fueron actualizados hace 4 años promedio), siendo las comunas de Iquique y Calama las que poseen los PLADECO más desactualizados, siendo formulados ambos el año 2010.

FIGURA N° 8.48



CUADRO N° 8.44:

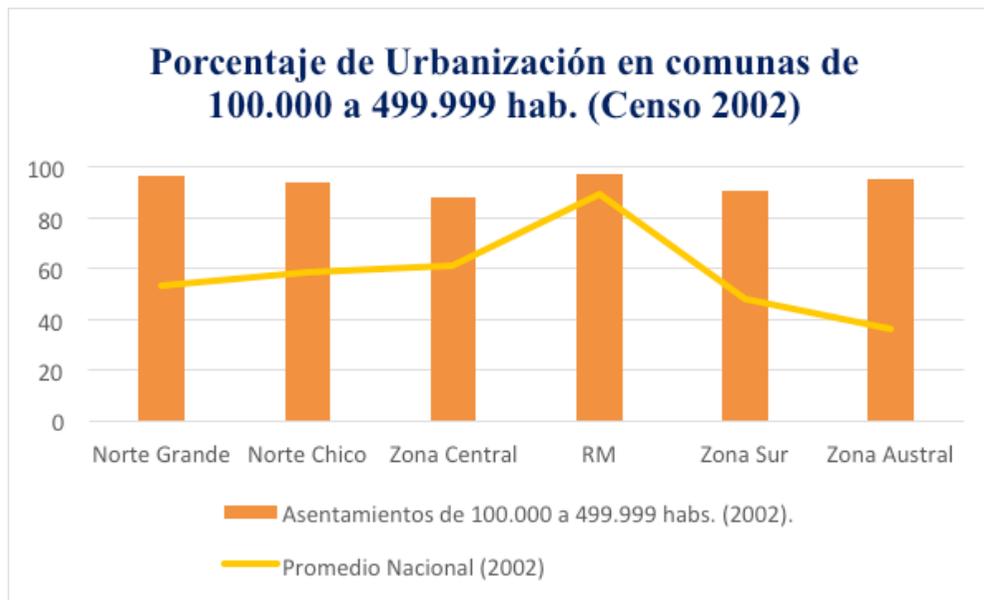
Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en comunas de 100.000 a 499.999 habitantes (Censo 1992).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Comunas de 100.000 a 499.999 hab. (1992).	96,97	93,45	84,99	95,19	89,61	94,41
Promedio Nacional (1992)	45,09	53,89	54,28	85,33	43,12	36,63

Fuente: INE (1992)

Para el año 2002 las zonas que presentan mayores índices de urbanización son la Región Metropolitana (RM), seguido de cerca por el Norte Grande y la Zona Austral, cabe señalar que la diferencia en general por zona no posee una marcada tendencia de concentración de desarrollo urbano en las distintas zonas del país. En este tipo de asentamiento se observa un bajo grado de dispersión urbana, lo que explica en general las altas tasas de urbanización (ver Figura 8.49 y Cuadro 8.45).

FIGURA N° 8.49



Fuente: INE (2002)

CUADRO N° 8.45:

Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en comunas de 100.000 a 499.999 habitantes (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Comunas de 100.000 a 499.999 hab. (2002).	96,81	94,00	88,38	97,58	90,64	95,10
Promedio Nacional (2002)	53,21	58,57	60,77	89,38	47,69	36,18

Fuente: INE (2002)

8.1.5.3 Acceso a Servicios

Los datos indican que los servicios de alumbrado eléctrico, red de agua potable y red de alcantarillado en los censos 1992 y 2002 son claros en señalar que las comunas de 100.000 a 499.999 habitantes superan a la media nacional en cobertura de los servicios señalados. Para el año 2002, sin excepción, la cobertura de dichos servicios supera el 90% en las comunas estudiadas, independiente de su ubicación geográfica en las distintas zonas del país.

Factor relevante de dicha situación es nuevamente la mayor concentración urbana y por ende mejor conectividad de los servicios entregados mediante redes públicas y alcantarillado.

Al igual que las comunas previamente estudiadas, de menor tamaño, existe una mayor cobertura del servicio de alumbrado público, promediando un 98% de cobertura, en relación al agua potable con un 94,6% y los servicios higiénicos de alcantarillado con un 93,2% de alcance.

- Red de Alumbrado Público

Tal como se señaló con anterioridad, las comunas de la presente categoría presentan altos índices de cobertura de servicios, de entre los más destacables es la cobertura de alumbrado eléctrico (año 2002); el que a nivel nacional rodea los 98,3 puntos porcentuales. La cobertura más baja se registra en la Zona Sur del país con un 97,5%, una cifra que casi alcanza la

totalidad de la cobertura de este servicio. La comuna que presenta menor cobertura es Los Ángeles (VIII Región), con un 96,9% de cobertura (ver Figuras 8.50 y Cuadro 8.46).

FIGURA N° 8.50 (A)

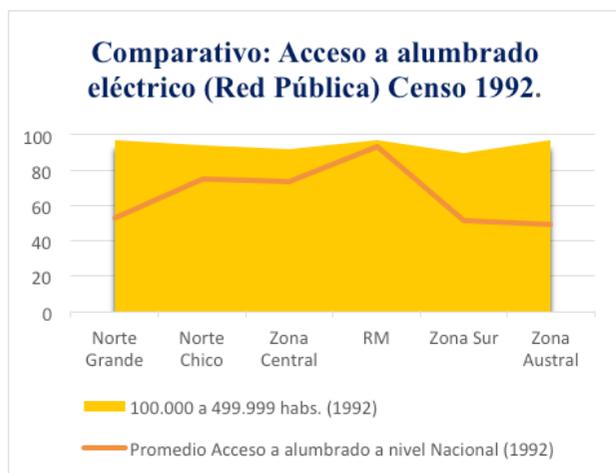
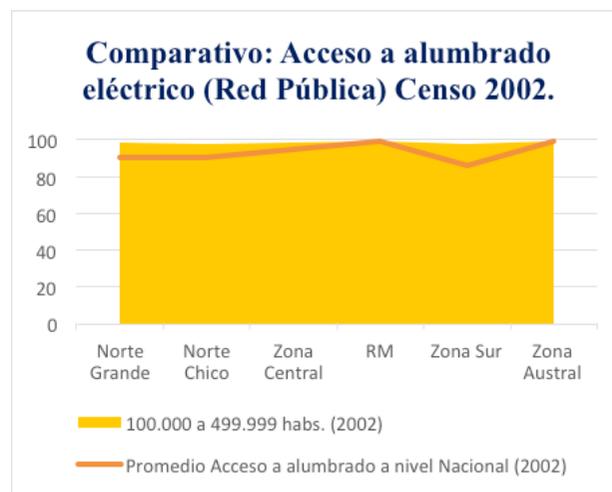


FIGURA N° 8.50 (B)



Fuente INE (1992, 2002)

CUADRO N° 8.46:

Porcentaje de acceso al alumbrado público a nivel nacional y en comunas de 100.000 a 499.999 habitantes. (Censo 2002).

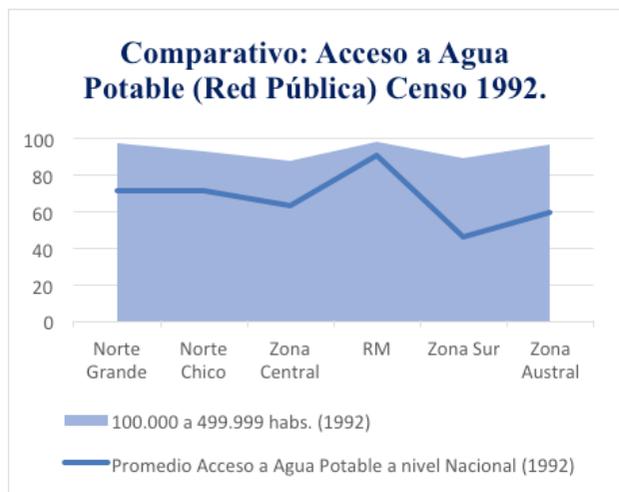
	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a alumbrado a nivel Nac. (2002)	90,23	90,08	94,72	99,14	85,72	99,14
100.000 a 499.999 hab. (2002)	98,42	97,93	98,57	99,33	97,5	99,06

Fuente: INE (1992, 2002)

- Agua Potable

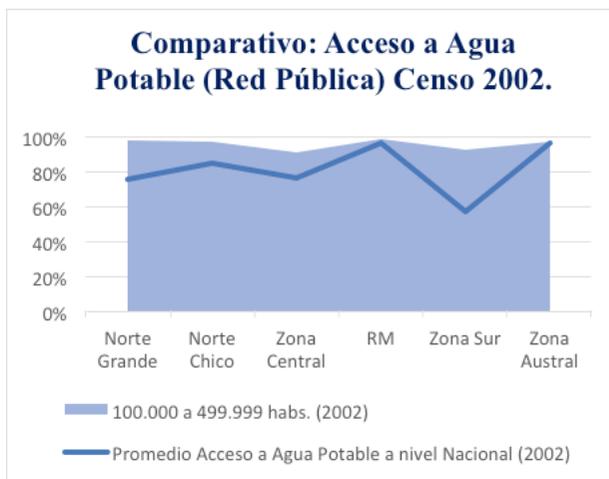
Dentro de la misma categoría se observa una situación semejante en el acceso a agua potable mediante red pública, en este caso el nivel de cobertura es igual de forma sobresaliente, promediando a nivel nacional, en las comunas de esta categoría, un 95,2% (2002). La menor cobertura se registra en la Zona Central del país con un 91,6%, en tanto que la mayor se registra en la Región Metropolitana con un 99,3%. En tanto la Zona Sur es la que presenta el menor grado de cobertura con un 93%. La comuna de esta categoría que presenta para el 2002 el menor porcentaje de cobertura es la comuna de Los Ángeles, con un 74,5%; por otra parte el resto de las comunas analizadas superan el 90% de cobertura de agua potable por red pública en todo el país (ver Figuras 8.51 y Cuadro 8.47).

FIGURA N°8.51 (A)



Fuente INE (1992, 2002)

FIGURA N° 8.52 (B)



CUADRO N° 8.47:

Porcentaje de acceso a red pública de agua potable a nivel nacional y en comunas de 100.000 a 499.999 habitantes. (Censo 2002).

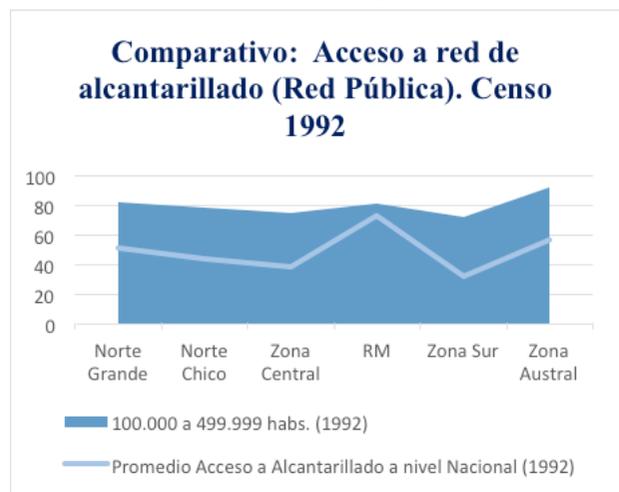
	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Promedio Acceso a Agua Potable a nivel Nacional (2002)	76,15%	85,32%	77,01%	97,18%	57,54%	97,18%
100.000 a 499.999 hab. (2002)	98,33%	97,91%	91,64%	99,30%	93,04%	97,38%

Fuente: INE (1992, 2002)

- Alcantarillado

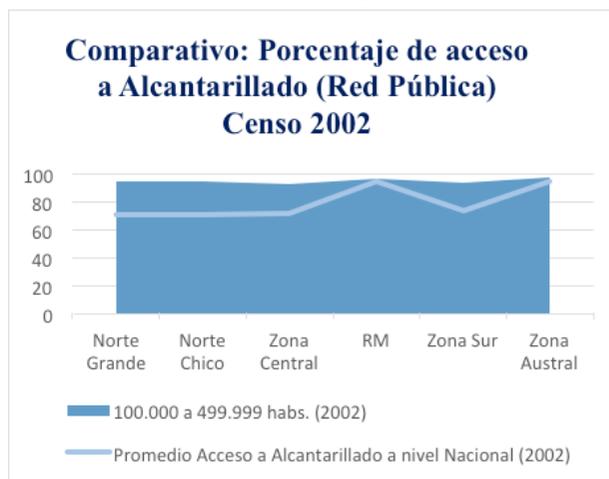
A diferencia de las comunas previamente estudiadas, en el caso de las que cuentan con 100.000 a 499.999 habitantes no hay una marcada diferencia en la cobertura de alcantarillado con el acceso al agua potable, se puede señalar que estas unidades administrativas cuentan con un marcado desarrollo en el acceso a este servicio respecto de las anteriores (ver Figuras 8.52 y Cuadro 8.48).

FIGURA N°8.52 (A)



Fuente: INE (1992, 2002)

FIGURA N° 8.52 (B)



CUADRO N° 8.48:

Porcentaje de acceso al alcantarillado a nivel nacional y en comunas de 100.000 a 499.999 hab. (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a Alcantarillado a nivel Nac. (2002)	71,32	71,57	72,48	95,50	74,10	95,51
100.000 a 499.999 hab. (2002)	95,64	95,34	93,22	97,14	94,25	98,28

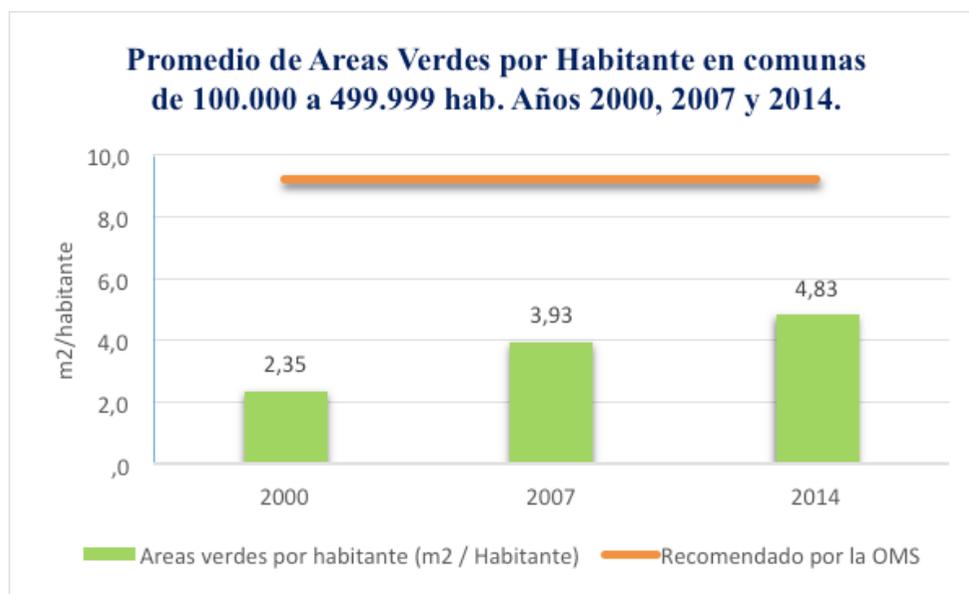
Fuente: INE (1992, 2002)

Áreas verdes

Las comunas de entre 100.000 a 499.999 habitantes ostentan un marcado aumento en número de áreas verdes de cuidado municipal en relación a otras, marca un aumento de casi un metro cuadrado por habitante entre los años 2007 y 2014, sin embargo, como se ha apreciado en todas las mediciones anteriores no supera la recomendación hecha por la OMS de 9,2 metros cuadrados por habitante de área verde.

Desde un análisis más específico, para el año 2014 las comunas que cuentan con mayor número de áreas verdes por habitante es Osorno y Punta Arenas con 10 metros cuadrados por habitante, seguidos por La Serena con 9,1 y Rancagua y Puerto Montt con 7 metros cuadrados en ambos casos.

Las comunas con menor número de áreas verdes de cuidado municipal se concentran en la Zona del Norte Grande (Arica, Iquique, Calama y Antofagasta) promediando 1,75 metros cuadrados por habitantes, en tanto la comuna de esta categoría con menos áreas verdes es Melipilla (RM) con 0,2 metros cuadrados de áreas verdes gestionadas por la municipalidad. (ver Figura 8.53 y Cuadro 8.49).

FIGURA N° 8.53

Fuente: MINVU (2016)

CUADRO N° 8.49:

Número de metros cuadrados por habitante recomendados por la OMS y en comunas de 100.000 a 499.999 habitantes.

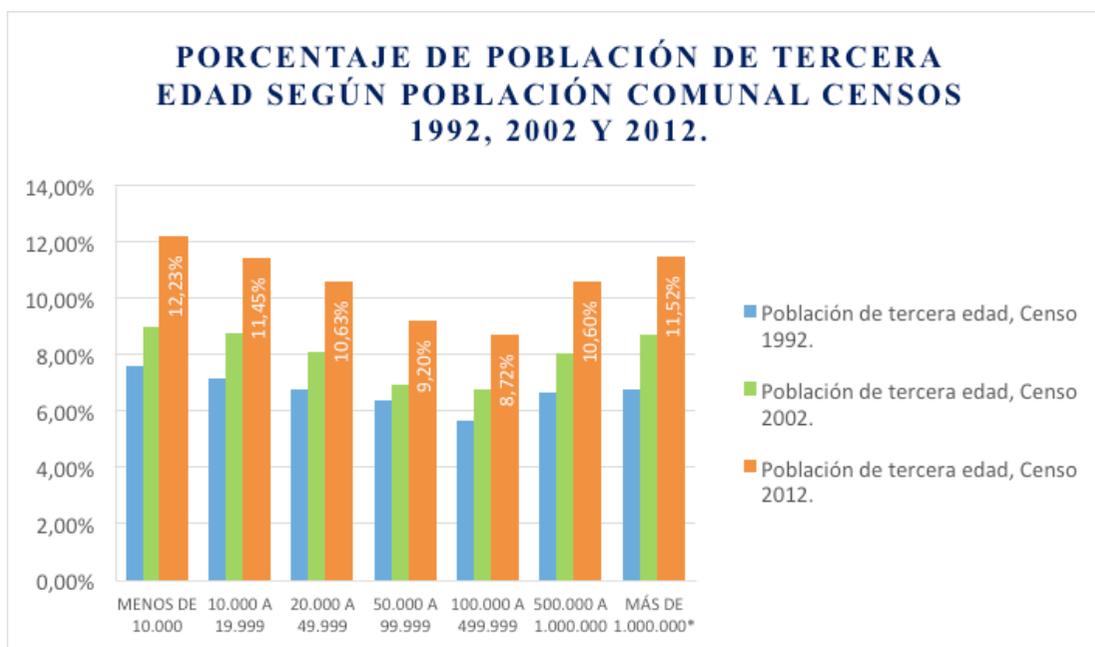
	2000	2007	2014
Áreas verdes por habitante (m ² /hab.)	2,35	3,93	4,83
Recomendado por la OMS	9,2	9,2	9,2

Fuente: MINVU (2016)

8.1.5.4 Condiciones Socioeconómicas

- Tercera edad

A partir de los datos obtenidos en los censos 1992, 2002 y 2012 se observa que las comunas de 100.000 a 499.999 habitantes son las que poseen porcentualmente menor población de tercera edad, tendencia que ha sido permanente en los últimos 3 censos. Para el año 2012 registra apenas un 8,72% del total de la población. La menor cantidad de población de tercera edad radica el Norte Grande del país con una presencia del 7,9%, seguida por la Zona Central con 8,6% (ver Figura 8.54 y Cuadro 8.50).

FIGURA N° 8.54

Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

CUADRO N°8.50:**Porcentaje de Población de tercera edad en los distintos tipos de comunas.**

Rango de Comunas y/o Conurbaciones	Población de tercera edad Censo 1992	Población de tercera edad Censo 2002	Población de tercera edad Censo 2012
Menos de 10.000	7,61%	8,99%	12,23%
10.000 a 19.999	7,14%	8,75%	11,45%
20.000 a 49.999	6,80%	8,10%	10,63%
50.000 a 99.999	6,37%	6,97%	9,20%
100.000 a 499.999	5,66%	6,80%	8,72%
500.000 a 1.000.000	6,68%	8,04%	10,60%
más de 1.000.000*	6,75%	8,70%	11,52%

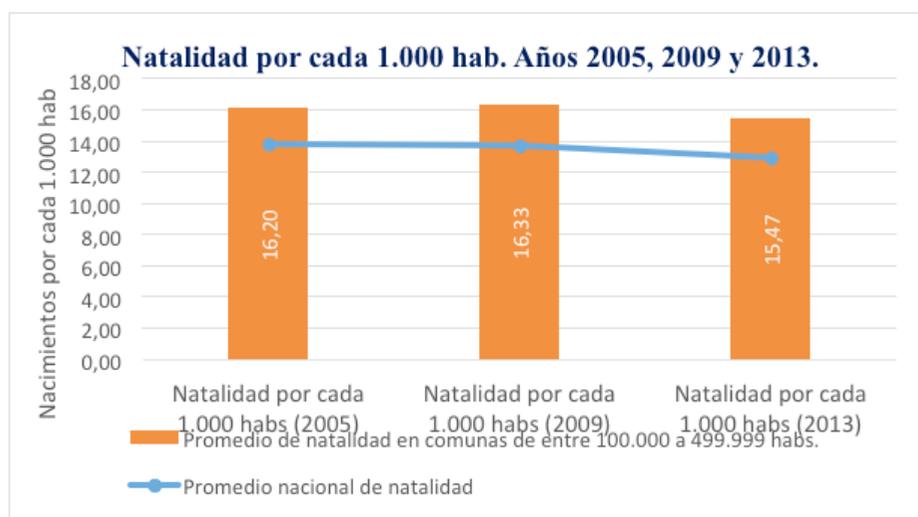
Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

- Tasa de natalidad

En tanto respecto a la natalidad, es apreciable que a lo largo de las mediciones realizadas por el MINSAL los años 2005, 2009 y 2013 el número de nacimientos por cada 1.000 habitantes supera a la media nacional. Sin embargo, también se aprecia una disminución en dicha tasa como se ha visto en todas las comunas analizadas hasta ahora.

La zona con mayor tasa de natalidad es coincidentemente la zona del Norte Grande con 18,5 nacimientos por cada 1.000 habitantes, las comunas que presentan una mayor tasa a nivel nacional son Arica y Calama, con 20 nacimientos por cada 1.000 habitantes (ver Figura 8.55 y Cuadro 8.51).

En tanto, en el mismo indicador se observa que la zona con menores nacimientos en promedio es la Zona Sur con 13,9 por cada 1.000 habitantes. Sin embargo, la comuna de 100.000 a 499.999 habitantes con menor tasa de nacimientos es Talca con 11,8 por cada 1.000 habitantes.

FIGURA N° 8.55

Fuente: MINSAL (2013)

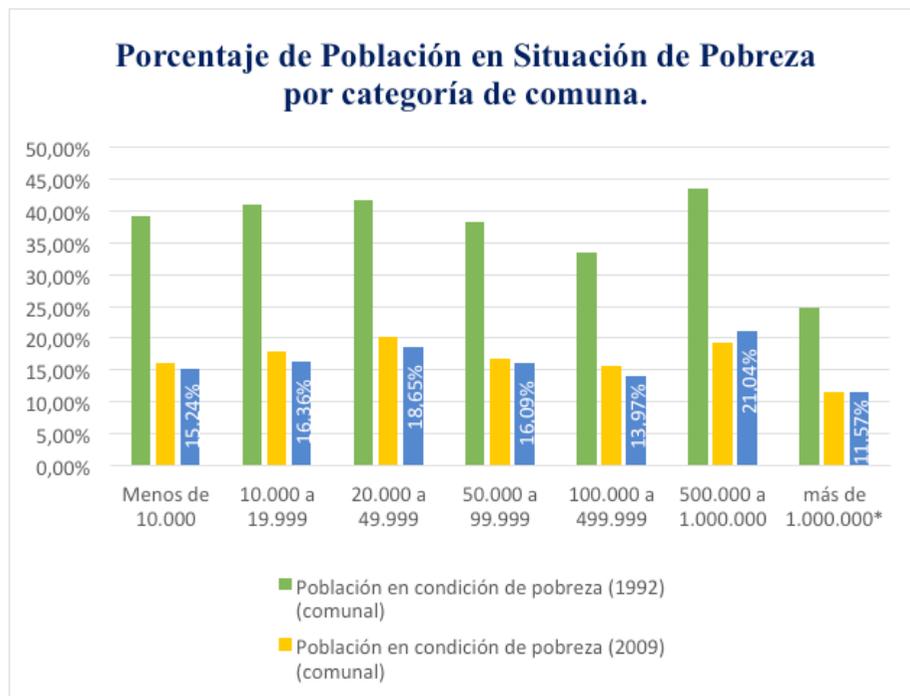
CUADRO N°8.51:**Número de nacimientos por cada 1.000 habitantes.**

	Natalidad por cada 1.000 hab. (2005)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2009)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2013)
Promedio nacional de natalidad	13,89	13,80	12,96
Prom. de natalidad en comunas de entre 100.000 a 499.999 hab.	16,20	16,33	15,47

Fuente: MINSAL (2013)

- Pobreza

Como se observa en la siguiente figura, la situación de pobreza en las comunas de 100.000 a 499.999 habitantes es la más baja registrada a nivel nacional, ello puede deberse a que se trata en su mayoría de comunas principales en sus regiones y provincias correspondientes, lo que concita un número superior de oportunidades laborales y de emprendimiento. Como se señaló anteriormente las comunas que están en esta categoría cuentan con una mayor diversificación de rubros económicos, acceso a servicios de alumbrado, agua potable y alcantarillado superior a la media, además, de un alto acceso a servicios terciarios. Las comunas que conforman esta muestra ostentan ser polos de desarrollo para los asentamientos y comunas aledañas lo que posibilita un mayor dinamismo económico y laboral (ver Figura 8.56 y Cuadro 8.52).

FIGURA N°8.56

Fuente: Casen (2011)

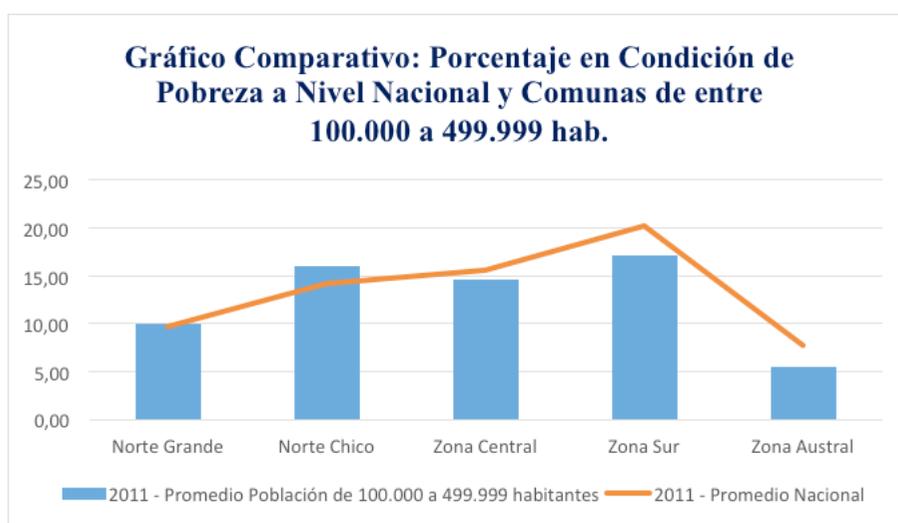
CUADRO N°8.52:**Porcentaje de Población en condición de pobreza por categoría de comuna.**

Rango de Comunas y/o Conurbaciones	Población en condición de pobreza (1992) comunal	Población en condición de pobreza (2009) comunal	Población en condición de pobreza (2011) comunal
Menos de 10.000	39,21	16,05	15,24
10.000 a 19.999	41,17	17,92	16,36
20.000 a 49.999	41,71	20,21	18,65
50.000 a 99.999	38,27	16,69	16,09
100.000 a 499.999	33,40	15,55	13,97
500.000 a 1.000.000	43,60	19,40	21,04
más de 1.000.000*	24,70	11,46	11,57

Fuente: Casen (2011)

En niveles específicos, las comunas de la categoría 100.000 a 499.999 habitantes que presentan un mayor porcentaje de población en condición de pobreza se ubican geográficamente en la Zona Sur del país, la que promedia un 17,05% de población en dicha situación. Le sigue el Norte Chico con 15,9% y la Zona Central con 14,6% de habitantes en la misma condición (ver Figura 8.57 y Cuadro 8.53).

De toda la muestra, la comuna con mayor tasa de pobreza es Ovalle (IV Región), con un 24% de su población afecta por dicha condición, le siguen Osorno (X Región) con un 20,1% y San Bernardo (RM) con un 18,8% bajo la línea de la pobreza. Por el contrario, las comunas que presentan menor porcentaje de población en situación de pobreza es Punta Arenas (XII Región) con 5,4% y Calama (II Región) con 6,5%.

FIGURA N° 8.57

Fuente: Casen (2011)

CUADRO N° 8.53:

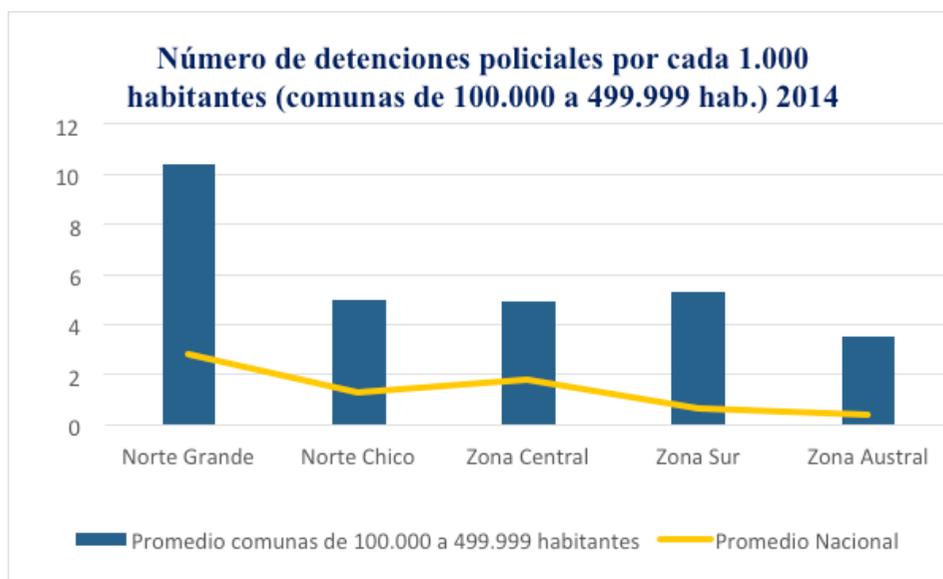
Porcentaje de población en condición de pobreza a nivel nacional y en comunas de entre 50.000 a 99.999 habitantes.

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	Zona Sur	Zona Austral
2011 - Prom. Población de 100.000 a 499.999 hab.	9,87	15,90	14,60	17,05	5,40
2011 - Promedio Nacional	9,70	14,21	15,58	20,22	7,74

Fuente: Casen (2011)

- Detenciones

Respecto al número de detenciones por cada 1.000 habitantes, es posible constatar que este tipo de comuna presenta índices alto de detenciones en relación a la media nacional y las otras comunas ya analizadas. Tal como se ha identificado anteriormente el mayor número de detenciones se encuentra en la zona Norte Grande del país; la comuna de Antofagasta presenta el mayor número de detenciones a nivel nacional con 17 detenciones cada 1.000 habitantes para el año 2014, le siguen las comunas de Rancagua con 8,8 y Arica con 8,4 detenciones cada 1.000 habitantes. Por otra parte, la comuna con menor tasa de detenciones es Colina con 2,2, seguido por Melipilla con 2,4 detenciones por cada 1.000 habitantes, finalmente en la IV Región la comuna de Ovalle presenta solo 3 detenciones cada 1.000 habitantes (ver Figura 8.58 y Cuadro 8.54).

FIGURA N° 8.58

Fuente: Carabineros (2014)

CUADRO N° 8.54:

Promedio de Detenciones policiales por cada 1.000 habitantes.

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	Zona Sur	Zona Austral
Promedio comunas de 100.000 a 499.999 habitantes	10,4	5	4,9	5,3	3,5
Promedio Nacional	2,8	1,3	1,76	0,6	0,4

Fuente: Carabineros (2014)

8.1.5.5 Contaminación del aire

Las comunas de la categoría 100.000 a 499.999 habitantes dada su relevancia regional constituyen principales polos de desarrollo para otros asentamientos, tanto rurales como urbanos. Esta situación ha significado una mayor actividad de servicios e industrial, además destaca otros elementos anteriormente vistos que afectan negativamente la calidad del aire en estas comunas.

Tráfico automotriz, actividad industrial, residuos de basura y basurales, calefacción doméstica e industrial, todas estas variables resultan en que las mediciones de material particulado MP_{2,5} superen la norma establecida en el país (20 µg/m³ de promedio anual). Entre estas se encuentran Rancagua, Curicó, Talca, Chillan y Osorno (MMA, 2011).

Antofagasta, en tanto, se ha visto en los últimos años afecta a polémicas entorno a altas concentraciones de arsénico y plomo en el aire. A partir de las pruebas hechas por el ISP y el colegio médico en niños de jardines infantiles de la ciudad se detectan altas concentraciones de arsénico y cobre en su sangre, producto de la inhalación de estos componentes. Estos hechos provocaron alarman en la población. La población estima que la fuente de contaminación sería el embarque y desembarque de concentrados en el puerto de Antofagasta por la empresa ATI. Por esta y otras fuentes de contaminación, el municipio local y el Colegio Médico han solicitado al Tribunal Medioambiental que la ciudad sea catalogada como Zona Saturada de Contaminación, a fin de que las autoridades puedan revertir esta situación (Radio U. Chile, 2016).

Por otra parte, durante el año 2016, comienza a regir el Plan Operacional de Gestión de Episodios Críticos en las comunas de Temuco y Padre las Casas, dicho plan permitirá adoptar medidas acordes a los niveles de contaminación existentes en caso de preemergencias y emergencias ambientales. Dichas restricciones involucran la prohibición del uso de artefactos a leña, emanación de humos desde las viviendas y el funcionamiento de calderas a leña con potencia menor a 75 kWt. Además, de darse tales circunstancias se suspenderá toda actividad física y deportiva en las comunas antes mencionadas (Cerna, 2016).

8.1.6 Asentamientos y Comunas de 500.000 a 1.000.000 de habitantes

8.1.6.1 Caracterización de los Asentamientos

Respecto a los asentamientos que serán estudiados de ahora en adelante es necesario hacer la salvedad en que se trata de conurbaciones, comunas cuyo proceso de crecimiento ha generado unidades urbanas que integran un sistema, pero mantienen su independencia administrativa.

Las comunas que componen la conurbación del Gran Valparaíso y el Gran Concepción, para efectos del presente informe, son tratadas como unidades, las que caen en la clasificación de asentamientos de entre 500.000 a 1.000.000 habitantes.

El Gran Valparaíso es una conurbación resultado de la expansión de las comunas de Valparaíso (capital regional), Viña del Mar, Quilpué, Villa Alemana y Concón. El Gran Valparaíso alberga el Congreso Nacional, junto a un considerable número de industrias y servicios, como es predecible cuenta con una significativa economía interna, una gran cantidad de servicios y población, adicionalmente el puerto de Valparaíso comparte con la comuna de San Antonio ser los principales puertos de exportación e importación de productos a las economías del océano pacífico y el mundo.

Parte importante de la economía del Gran Valparaíso depende de su actividad portuaria, sin embargo, también posee con una significativa actividad comercial, turística, de servicios e industrial.

El Gran Concepción en tanto está compuesto por las comunas de Concepción (capital regional del Biobío), Coronel, Chiguayante, Hualpén, Hualqui, Penco, San Pedro de la Paz, Lota, Tomé, Talcahuano y Santa Juana. Para el censo del año 2002 poseía 902.853 habitantes pero se estima que actualmente posee 1.083.000 habitantes. El Gran Concepción abarca el ae-

ropuerto Internacional Carriel Sur y los puertos de Coronel, Lirquén, San Vicente y Talcahuano. La actividad económica del Gran Concepción está relacionado a la industria, recursos agrícolas y energéticos; además destaca en el sector forestal, pesquero y agropecuario. Al igual que el Gran Valparaíso cuenta con un desarrollado sector terciario, comercial y turístico. Ambas urbes cuentan con servicios de Metro entre sus transportes primordiales.

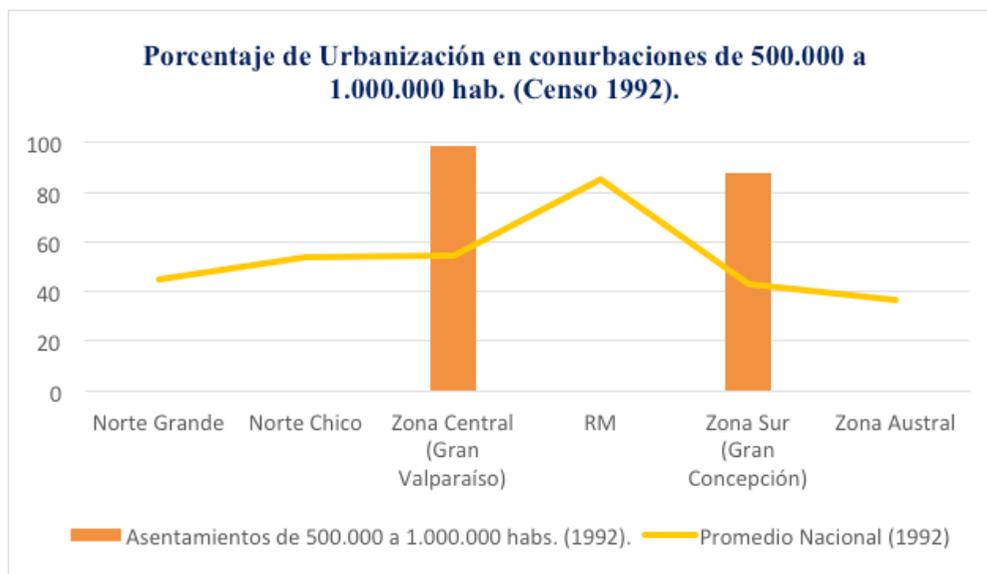
Al año 2016, del número total de comunas con un rango de habitantes de entre 500.000 a 1.000.000 corresponden al Gran Valparaíso un total de 5 (Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Concón y Villa Alemana), donde la totalidad de ellas cuentan con un Plan Regulador vigente al presente año (SINIM, 2016) y Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO). En promedio la actualización de los PLADECO de estas comunas es el año 2010 (fueron actualizados hace 6 años en promedio), siendo la comuna de Valparaíso la que escapa al promedio con una actualización que data desde el año 2002 (hace 14 años), le sigue Concón con la última actualización de su PLADECO formulada el año 2009.

Dentro de este mismo rango de habitantes, corresponden al Gran Concepción un total de 11 comunas (Concepción, Talcahuano, Penco, Tomé, Hualqui, Santa Juana, Chiguayante, San Pedro de la Paz, Lota, Hualpen, Coronel), donde la totalidad de ellas cuentan con un Plan Regulador vigente al presente año (SINIM, 2016). Además, las 11 comunas poseen Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO). En promedio la actualización de los PLADECO de estas comunas es el año 2013 (fueron actualizados hace 3 años), siendo las comunas de Penco, Tomé, San Pedro de la Paz y Coronel las que poseen los PLADECO más desactualizados, siendo formulados el año 2012. La comuna con el PLADECO más actualizado es Hualqui.

8.1.6.2 Nivel de Urbanización

Respecto a la urbanización, a pesar del mayor grado de dispersión urbana que poseen estas zonas metropolitanas, dada su composición originaria de comunas independientes, existe un alto grado de urbanización en ambas entidades. Estos superan la media nacional y sus respectivas zonas geográficas. En el caso del Gran Valparaíso para el año 2002 un 98,7% de las viviendas se hallaban en zona urbana, la comuna con menor grado de urbanización es Concón (97,8%) en tanto que el mayor grado de urbanización recae en Viña del Mar (100%). En tanto para el Gran Concepción la urbanización es de un 90,9%, siendo la comuna con menor nivel de urbanización Santa Juana (51,8%) y la mayor Chiguayante (99,8%).

FIGURA N° 8.59



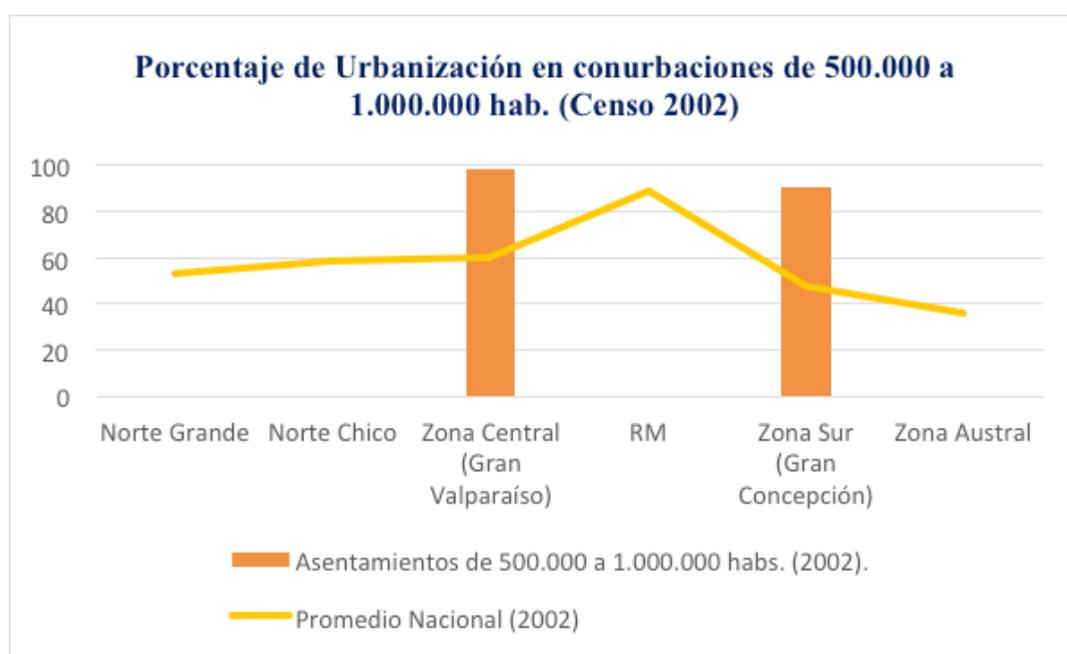
Fuente: INE (1992)

CUADRO N° 8.55:

Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en conurbaciones de 500.000 a 1.000.000 habitantes (Censo 1992).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central (Gran Valparaíso)	RM	Zona Sur (Gran Concepción)	Zona Austral
Conurbaciones de 100.000 a 499.999 hab. (1992).			98,4		87,55	
Promedio Nacional (1992)	45,09	53,89	54,28	85,33	43,12	36,63

Fuente: INE (1992)

FIGURA N° 8.60

Fuente: INE (2002)

CUADRO N° 8.56:

Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en conurbaciones de 500.000 a 1.000.000 de habitantes (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central (Gran Valparaíso)	RM	Zona Sur (Gran Concepción)	Zona Austral
Conurbaciones de 500.000 a 1.000.000 hab. (2002).			98,75		90,92	
Promedio Nacional (2002)	53,21	58,57	60,77	89,38	47,69	36,18

Fuente: INE (2002)

8.1.6.3 Acceso a Servicios

- Red de Alumbrado Público

Ambas conurbaciones presentan una cobertura por sobre la media nacional, manifestando un gran crecimiento en el acceso al alumbrado eléctrico desde el año 1992, si bien para el año 1992 la diferencia entre ambas zonas metropolitanas era de 9 puntos porcentuales (con una mayor cobertura en el Gran Valparaíso, para el año 2002 esta diferencia se redujo solo a 2 puntos porcentuales en favor del Gran Valparaíso (ver Figura 8.61 y Cuadro 8.57).

FIGURA N° 8.61 (A)

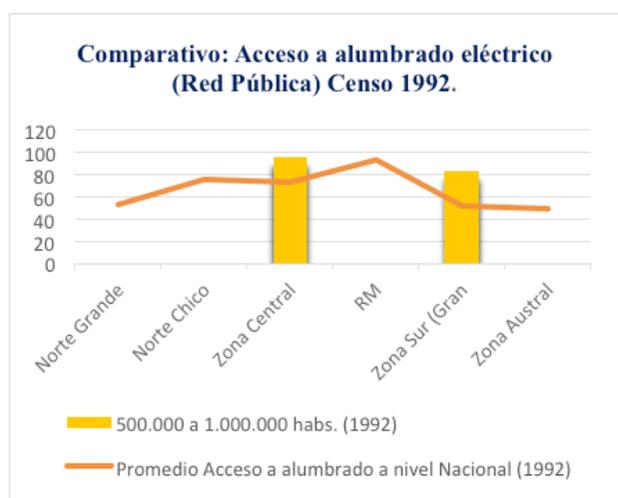
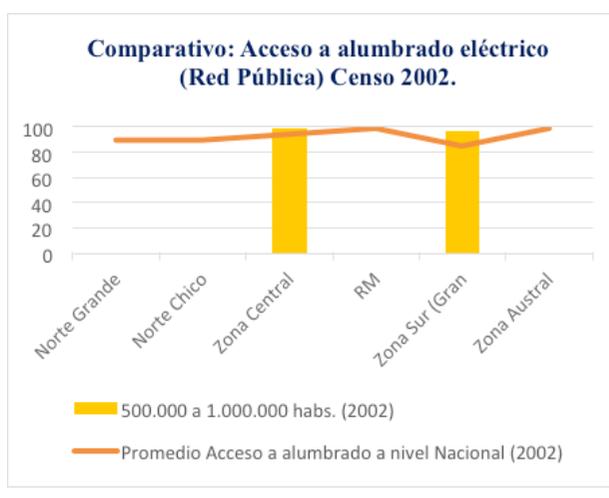


FIGURA N° 8.6.1 (B)



CUADRO N° 8.57:

Porcentaje de acceso al alumbrado público a nivel nacional y en conurbaciones de 500.000 a 1.000.000 habitantes. (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central (Gran Valparaíso)	RM	Zona Sur (Gran Concepción)	Zona Austral
Prom. Acceso a alumbrado a nivel Nac.(2002)	90,23	90,08	94,72	99,14	85,72	99,14
Conurbaciones 500.000 a 1.000.000 hab. (2002)			98,65		96,98	

Fuente: INE (1992, 2002)

- Agua Potable

Respecto al agua potable es posible identificar una situación semejante a la del servicio de alumbrado, para el año 2002 el acceso al servicio de agua potable supera el 90% en ambas zonas metropolitanas. En el caso del Gran Concepción las principales deficiencias en el acceso al agua potable se registran en la comuna de Santa Juana donde su cobertura solo alcanza para el 55,18% de su población (2002) (ver Figura 8.62 y Cuadro 8.58).

FIGURA N° 8.62 (A)

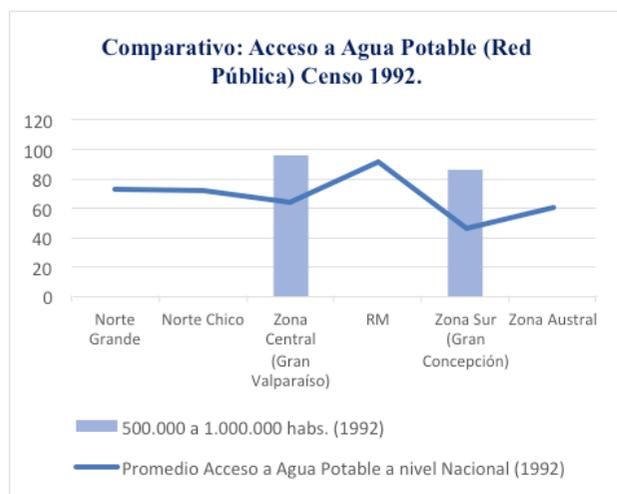
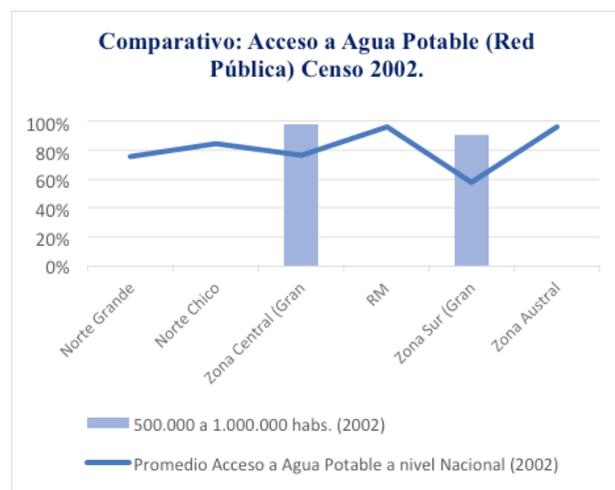


FIGURA N° 8.6.2 (B)



CUADRO N° 8.58:

Porcentaje de acceso a red pública de agua potable a nivel nacional y en conurbaciones de 500.000 a 1.000.000 habitantes. (Censo 2002).

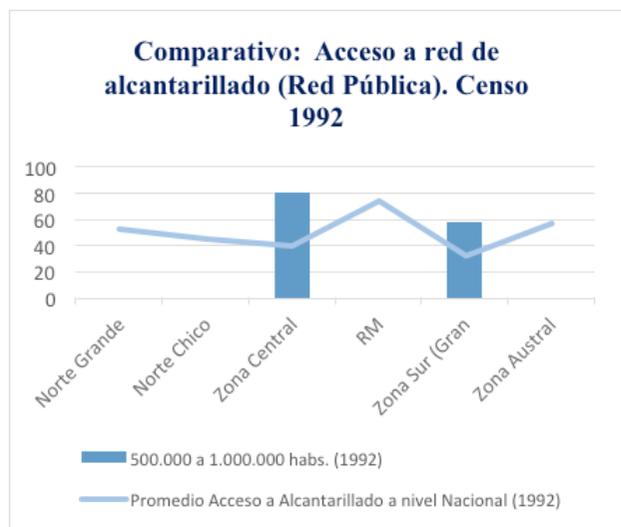
	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central (Gran Valparaíso)	RM	Zona Sur (Gran Concepción)	Zona Austral
Prom. Acceso a Agua Potable a nivel Nac. (2002)	76,15%	85,32%	77,01%	97,18%	57,54%	97,18%
Conurbaciones 500.000 a 1.000.000 hab. (2002)		98,13%		90,64%		

Fuente: INE (1992, 2002)

- Alcantarillado

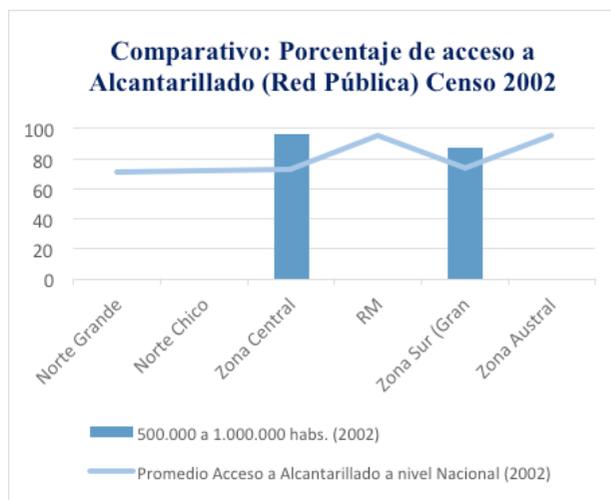
Respecto al acceso a red de alcantarillado, el comparativo de datos de los censos 1992 y 2002 expone un importante crecimiento de la cobertura de los servicios higiénicos en ambas zonas metropolitanas. Solo en este caso la diferencia de cobertura para el año 2002 es mayor, siendo un 9% la ventaja del Gran Valparaíso en relación al Gran Concepción. Santa Juana es la comuna con el menor porcentaje de cobertura para el 2002 con un 69,4% (ver Figura 8.63 y Cuadro 8.59).

FIGURA N° 8.63 (A)



Fuente: INE (1992, 2002)

FIGURA N° 8.6.3 (B)



CUADRO N° 8.59:

Porcentaje de acceso a alcantarillado a nivel nacional y en conurbaciones de 500.000 a 1.000.0000 hab. (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central (Gran Valparaíso)	RM	Zona Sur (Gran Concepción)	Zona Austral
Prom. Acceso a Alcantarillado a nivel Nac. (2002)	71,32	71,57	72,48	95,5	74,10	95,51
Conurbaciones 500.000 a 1.000.000 hab. (2002)		96,55		87,36		

Fuente: INE (1992, 2002)

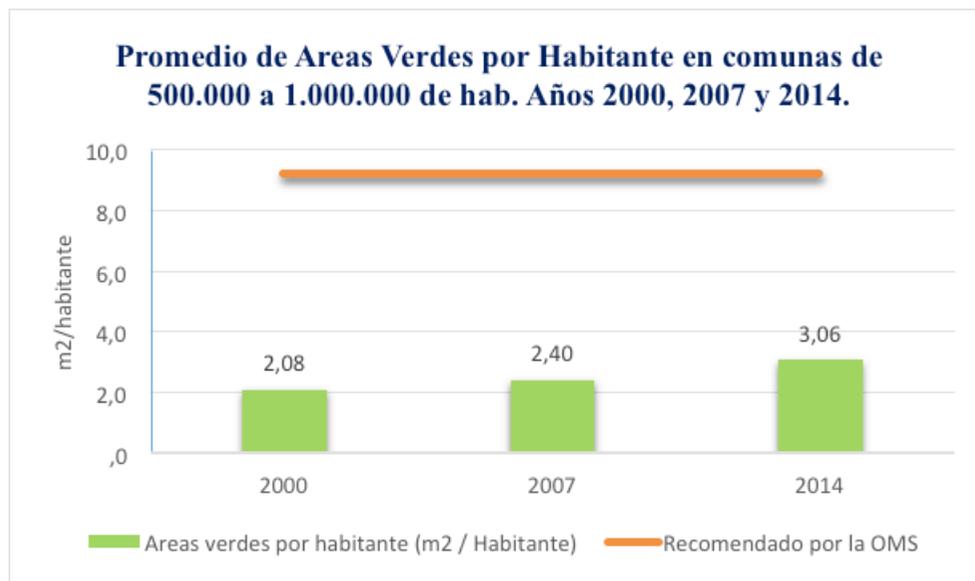
* Áreas verdes

En relación a las áreas verdes si bien hay un crecimiento constante en el número de metros de áreas verdes por habitante, es posible constatar un menor número de áreas verdes respecto a las localidades previamente estudiadas, ello puede deberse al mayor número de población residente en las zonas metropolitanas estudiadas y una mayor desigualdad de recursos municipales para este ítem en las distintas comunas que conforman estas conurbaciones (ver Figura 8.64 y Cuadro 8.60).

Para el caso del Gran Valparaíso el promedio de metros cuadrados de áreas verdes por habitante es de 2,3 m²/hab. En tanto para el Gran Concepción las áreas verdes promedian 3,4 m²/hab. Respecto al nivel comunal del Gran Valparaíso la comuna con mayor número de metros cuadrados de áreas verdes es Concón con 4 m²/hab y con menor metros cuadrados por habitante es Villa Alemana con 1 m²/hab.

Respecto al Gran Concepción la comuna con menos cantidad de metros cuadrados de área verde por habitante es Penco con 0,7 m²/hab. En tanto que la comuna con el mayor número de metros cuadrados es San Pedro de la Paz con 7,9 m²/hab.

FIGURA N° 8.64



Fuente: MINVU (2016)

CUADRO N° 8.60:

Número de metros cuadrados por habitante recomendados por la OMS y en conurbaciones 500.000 a 1.000.000 habitantes.

	2000	2007	2014
Áreas verdes por habitante (m ² /hab.)	2,08	2,4	3,06
Recomendado por la OMS	9,2	9,2	9,2

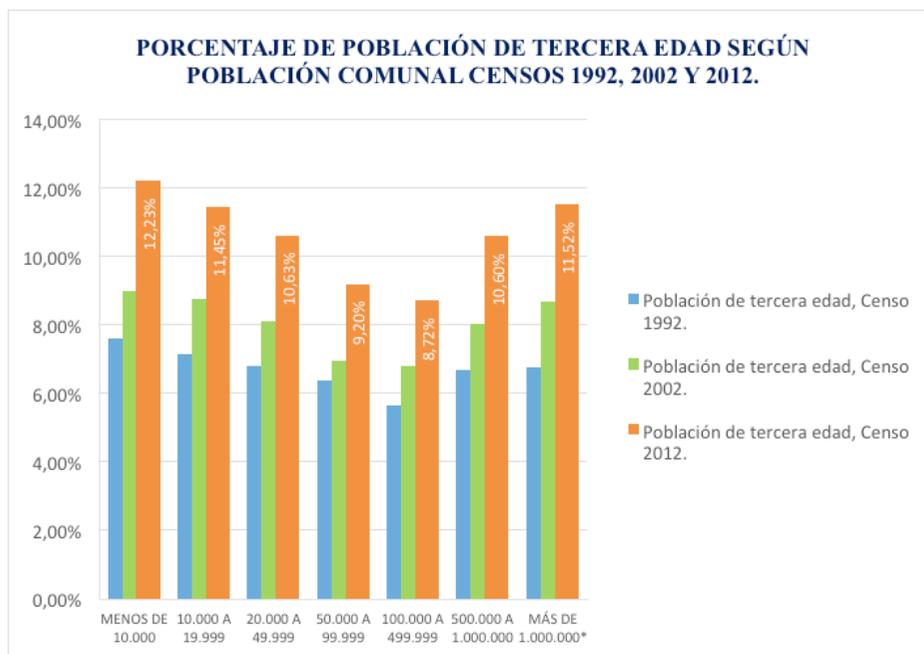
Fuente: MINVU (2016)

8.1.6.4 Condiciones Socioeconómicas

- Tercera edad

Según los datos obtenidos por los censos 1992, 2002 y 2012 se puede observar que estas zonas metropolitanas marcan un aumento en la presencia de personas de tercera edad respecto de las comunas previamente analizadas. Aumento que es tendencial en las zonas urbanas de mayor tamaño cómo es posible observar en los asentamientos (o conurbaciones) de más de 1.000.000 de habitantes (RM) en la figura 8.65 y Cuadro 8.61.

FIGURA N° 8.65



Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

CUADRO N°8.61:

Porcentaje de Población de tercera edad en los distintos tipos de comunas.

Rango de Comunas y/o Conurbaciones	Población de tercera edad Censo 1992	Población de tercera edad Censo 2002	Población de tercera edad Censo 2012
Menos de 10.000	7,61%	8,99%	12,23%
10.000 a 19.999	7,14%	8,75%	11,45%
20.000 a 49.999	6,80%	8,10%	10,63%
50.000 a 99.999	6,37%	6,97%	9,20%
100.000 a 499.999	5,66%	6,80%	8,72%
500.000 a 1.000.000	6,68%	8,04%	10,60%
más de 1.000.000*	6,75%	8,70%	11,52%

Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

- Tasa de natalidad

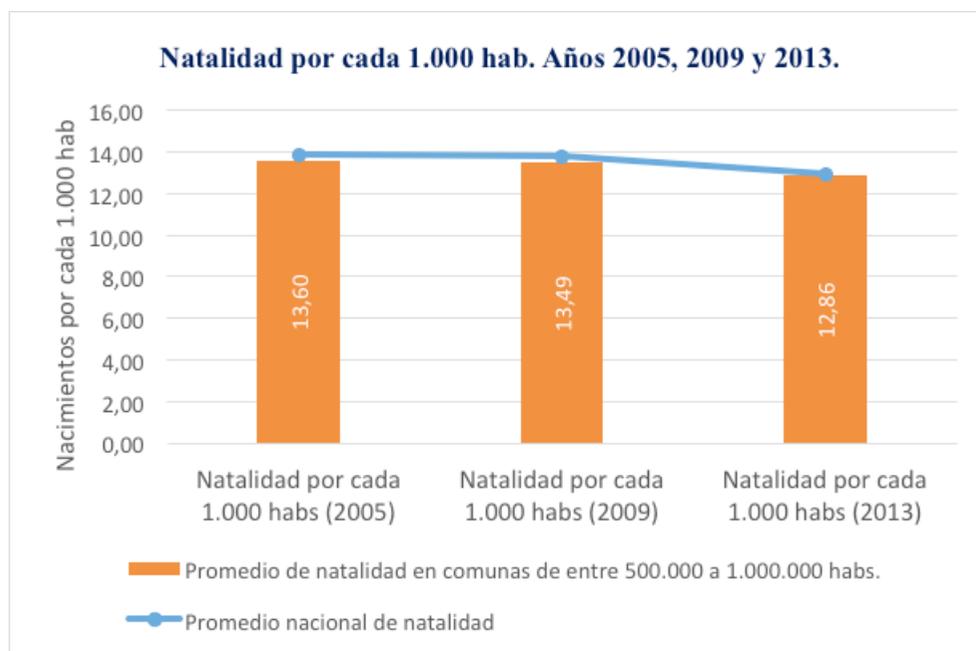
Es posible constatar en la figura de natalidad que no solo existe un mayor grado de envejecimiento o población de tercera edad en las conurbaciones de Valparaíso y Concepción, sino que, además, existe un menor número de nacimientos que se ubica levemente bajo el promedio nacional de natalidad según los datos entregados por el MINSAL (2013) (ver Figura 8.66 y Cuadro 8.62).

Respecto al análisis desagregado de ambas zonas metropolitanas se observa que el promedio de nacimientos por cada 1.000 habitantes en el Gran Valparaíso es de 12,1 nacimientos, en tanto para el Gran Concepción esta cifra alcanza los 13,2 nacimientos.

Las comunas que presentan mayores tasas de nacimientos son Valparaíso con 30 nacimientos, seguido por Viña del Mar con 22 y Concepción y Talcahuano, ambas con 18 nacimientos por cada 1.000 habitantes. Esta alta tasa se explica porque en esas comunas se encuentran los centros hospitalarios que en general, fuera de dar servicio a las comunas de su entorno, dan también a las comunas donde la tasa aparece con niveles muy bajos.

Respecto a las comunas con menor tasa de nacimientos está Concón con solo 3 nacimientos y Hualqui con solo 5 nacimientos por cada 1.000 habitantes.

FIGURA N° 8.66



Fuente: MINSAL (2013)

CUADRO N°8.62:

Número de nacimientos por cada 1.000 habitantes.

	Natalidad por cada 1.000 hab. (2005)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2009)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2013)
Promedio nacional de natalidad	13,89	13,80	12,96
Prom. de nat. en conurbaciones de entre 500.000 a 1.000.000 hab.	13,60	13,49	12,86

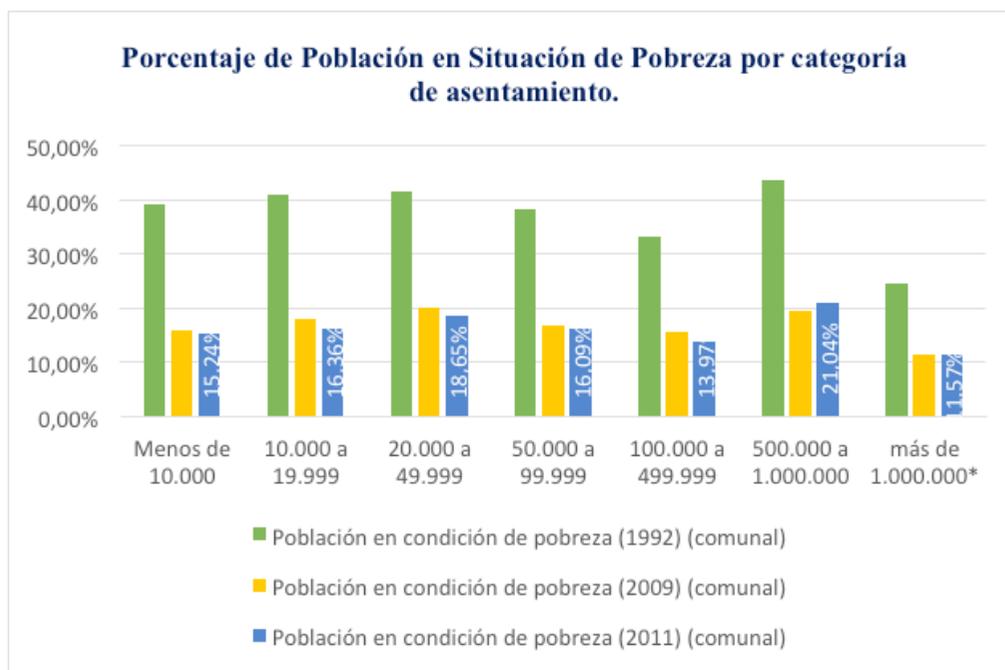
Fuente: MINSAL (2013)

- Pobreza

Por medio de los datos entregados por Casen 2011, se constata una presencia mayor de población en situación de pobreza respecto a la tendencia observada en las anteriores comunas estudiadas. Esto se debe en cierta medida a la desigualdad existente entre las distintas comunas que componen estas conurbaciones, con distintos niveles de población y acceso a servicios y oportunidades de empleo (ver Figuras 8.67 y 8.68 y Cuadros 8.63 y 8.64).

En el caso del Gran Valparaíso la comuna que presenta un mayor porcentaje de población bajo la línea de la pobreza es Concón con un 20,7% de sus habitantes en dicha condición. En tanto en el Gran Concepción la comuna más afectada por la pobreza es Hualqui, con un 30,8%.

FIGURA N° 8.67



Fuente: Casen (2011)

CUADRO N°8.63:

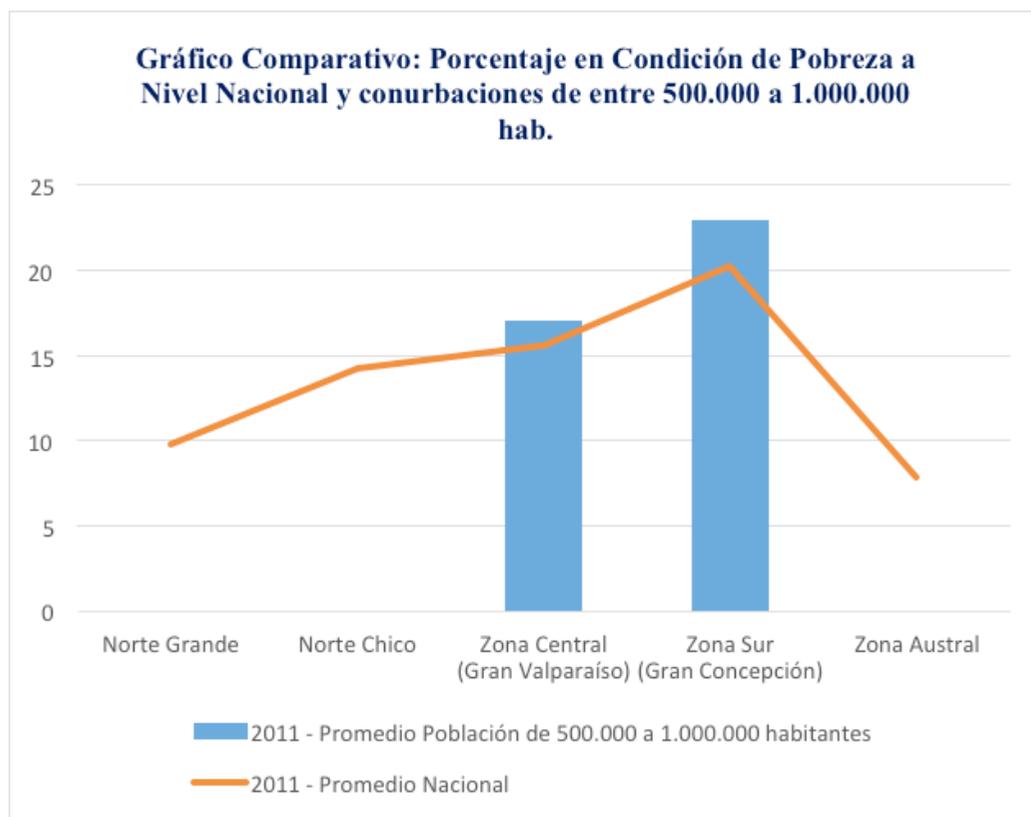
Población en condición de pobreza por tipo de asentamiento.

Rango de Comunas y/o Conurbaciones	Población en condición de Pobreza (1992) (Comunal)	Población en condición de Pobreza (2009) (Comunal)	Población en condición de Pobreza (2011) (Comunal)
Menos de 10.000	39,21%	16,05%	15,24%
10.000 a 19.999	41,17%	17,92%	16,36%
20.000 a 49.999	41,71%	20,21%	18,65%
50.000 a 99.999	38,27%	16,69%	16,09%
100.000 a 499.999	33,40%	15,55%	13,97%
500.000 a 1.000.000	43,60%	19,40%	21,04%
más de 1.000.000*	24,70%	11,46%	11,57%

Fuente: Casen (2011)

A partir del gráfico N°8.6.9 se puede observar que la mayor presencia de población en condición de pobreza se encuentra en el Gran Concepción, en la comuna de Hualqui, anteriormente mencionada, seguida por Penco con un 28,1% de su población en la misma situación.

FIGURA N° 8.68



Fuente: Casen (2011)

CUADRO N° 8.64:

Porcentaje de población en condición de pobreza a nivel nacional y en conurbaciones de entre 500.000 a 1.000.000 habitantes.

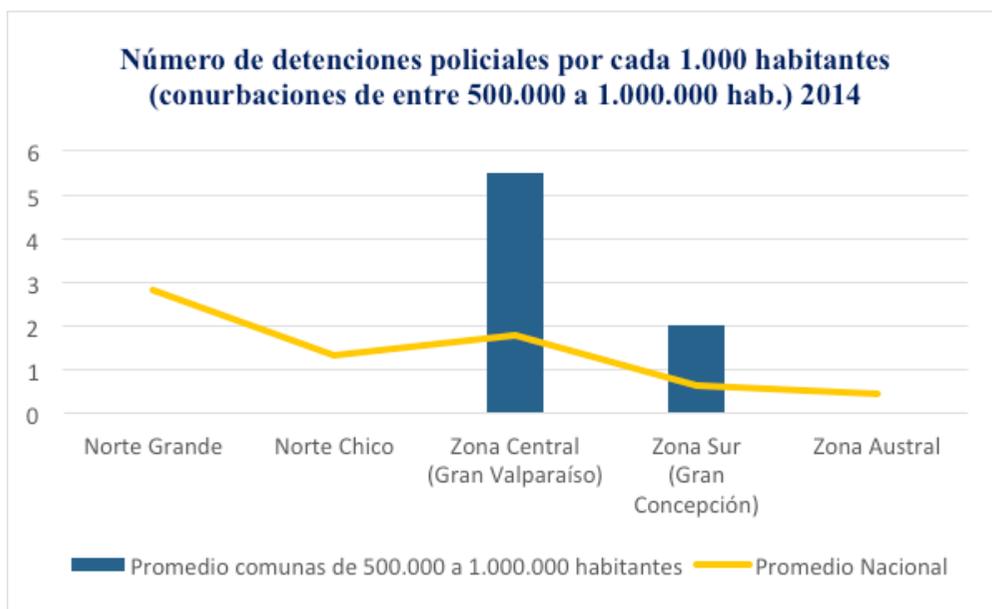
	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central (Gran Valparaíso)	RM	Zona Sur (Gran Concepción)	Zona Austral
2011 - Prom. Pobl. de 500.000 a 1.000.000 hab.			17,00	22,88		
2011 - Promedio Nacional	9,70	14,21	15,58	20,22	7,74	

Fuente: Casen (2011)

- Detenciones

Respecto al número de detenciones por cada mil habitantes se destaca en la figura una alta tasa de detenciones en el Gran Valparaíso, el que supera claramente a las comunas previamente observadas y a la media nacional. Respecto a las comunas que presentan mayores índices de detenciones en ambas zonas metropolitanas destacan Valparaíso con 11,2 detenciones por cada 1.000 habitantes, seguido por Viña del Mar con 9,3 detenciones. En tanto para el Gran Concepción el mayor número de detenciones se detecta en Concepción con unas 7,7 detenciones y Talcahuano con 3,4 detenciones. De entre las ambas zonas metropolitanas las comunas con menos detenciones por cada 1.000 habitantes son Santa Juana y Hualqui ambas con 0,2 detenciones (ver Figura 8.69 y Cuadro 8.64).

FIGURA N° 8.69



Fuente: Carabineros (2014)

CUADRO N° 8.64:

Promedio de Detenciones policiales por cada 1.000 habitantes.

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central (Gran Valparaíso)	RM	Zona Sur (Gran Concepción)	Zona Austral
Prom. conurbaciones de 500.000 a 1.000.000 habitantes (2014)			5,5	2		
Promedio Nacional (2014)		2,8	1,3	1,76	0,6	0,4

8.1.6.5 Contaminación del aire

Se observan diferencias respecto al nivel de contaminación en el aire en los asentamientos conurbados del Gran Valparaíso y Gran Concepción, ellas se deben en el caso del Gran Valparaíso a su mayor grado de ventilación y a la menor existencia de complejos industriales dentro de la ciudad. Las principales fuentes contaminantes en este caso provienen del tráfico automotriz, sin embargo, no se han detectado altos casos de contaminación a nivel general.

Por otro lado el Gran Concepción ha sido declarada zona saturada de congestión. Existiendo altas concentraciones de material particulado mp_{2,5}, ello implica la aplicación de planes de descontaminación. Una de las principales razones de contaminación del aire es su importante industria siderúrgica y metalúrgica, a las que se suman la industria manufacturera, petroquímica, de vidrios, centrales energéticas, plantas de harina de pescado, industria forestal y de cementos. Según estudios elaborados por Ministerio de Medioambiente el material fino particulado 2,5 supera en el Gran Concepción los 50 ug/m³ motivo por el cual su cambio a condición de Zona Saturada de Contaminación. Sin embargo, dicha área metropolitana ya llevaba una década sobrepasando los 40 ug/m³, motivo por el cual solo había sido catalogada como Zona Latente de contaminación (Contreras, 2015).

8.1.7 Asentamientos y Conurbaciones de más de 1.000.000 de habitantes.

8.1.7.1 Caracterización del Asentamiento

Dado el claro funcionamiento sistémico de las comunas que componen el Gran Santiago, en este documento se trabajará la zona metropolitana como una unidad, producto de la expansión y posterior conurbación de las siguientes comunas:

Santiago, Independencia, Conchalí, Huechuraba, Recoleta, Providencia, Vitacura, Lo Barnechea, Las Condes, Ñuñoa, La Reina, Macul, Peñalolén, La Florida, San Joaquín, La Granja, La Pintana, San Ramón, San Miguel, La Cisterna, El Bosque, Pedro Aguirre Cerda, Lo Espejo, Estación Central, Cerrillos, Maipú, Quinta Normal, Lo Prado, Pudahuel, Cerro Navia, Renca, Quilicura y Puente Alto.

El Gran Santiago se constituye como la principal zona metropolitana del país, para el año 2002 concentraba 5.176.232 de habitantes, lo que constituye 1/3 del total de la población del país. Ello la convierte en la ciudad más importante, sede del poder ejecutivo y judicial del país, además de albergar el principal centro financiero y las sedes de las instituciones públicas del país. Cuenta a disposición de todos los servicios y la mayor parte de las industrias previamente mencionadas en las secciones anteriores, exceptuando aquellos relacionados con el acceso al océano pacífico.

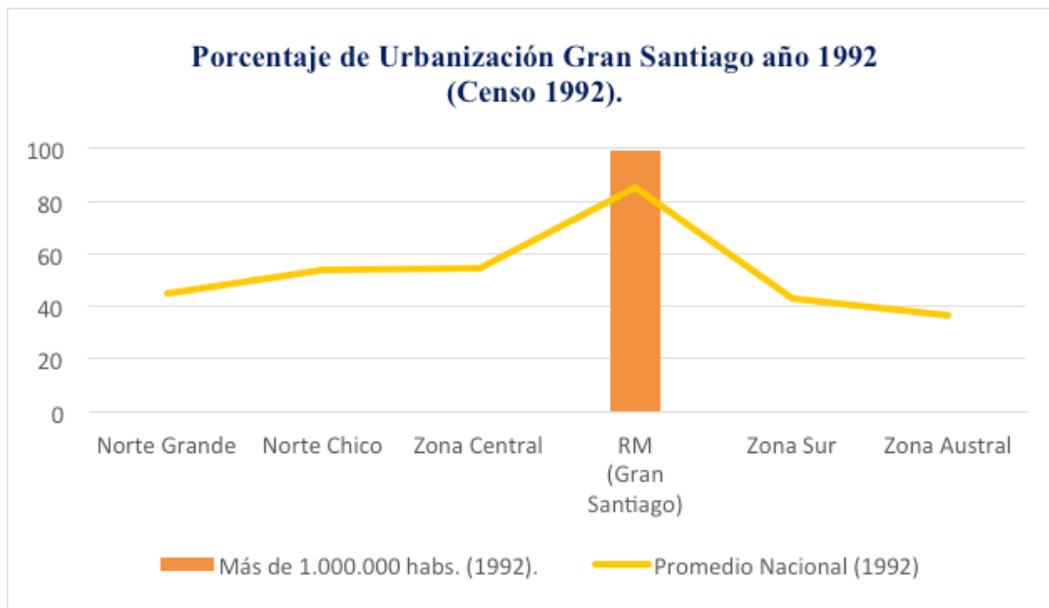
En conectividad el Gran Santiago tiene acceso a las principales rutas nacionales e internacionales, aeropuerto internacional y red subterránea de Metro.

Al año 2016, del total de 33 comunas correspondientes a lo que se denomina Gran Santiago, 29 de ellas cuentan con un Plan Regulador vigente al presente año, siendo las comunas de San Ramón, La Pintana, Estación Central y Cerrillos las que no lo poseen (SINIM,2016). Del rango analizado, la totalidad de comunas posee Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO). En promedio la actualización de los PLADECO en las comunas del rango en comento es el año 2012 (fueron actualizados hace 4 años promedio), siendo las comunas de Estación Central, San Miguel y La Cisterna las que poseen los PLADECO más desactualizados, formulados el año 2005,2007 y 2009 respectivamente. Los PLADECO más actualizados datan del año 2015 (Independencia, Providencia, Vitacura, Lo Barnechea, La Florida, La Granja, Cerro Navia, Renca y Quilicura).

8.1.7.2 Nivel de Urbanización

Respecto al nivel de urbanización en las comunas que componen el Gran Santiago, estas promedian en el 99,8% de urbanización para el año 2002, de esta forma ocupan el porcentaje de urbanización más alto del país, superando claramente la media nacional y de la Región Metropolitana y 29 de las 33 alcanzan un 100% de urbanización, en tanto menor porcentaje de urbanización ocurre en la comuna de Pudahuel, con un 97,4% (ver Figuras 8.70 y 8.71 y Cuadro 8.67).

FIGURA N° 8.70



Fuente: INE (1992)

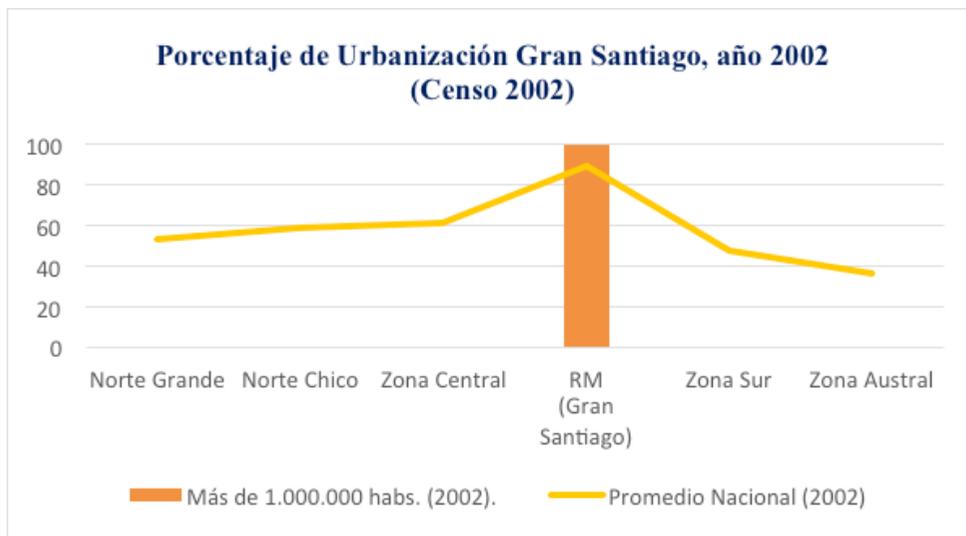
CUADRO N° 8.66:

Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en conurbaciones de más de 1.000.000 (Censo 1992).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central (Gran Valparaíso)	RM	Zona Sur (Gran Concepción)	Zona Austral
Conurbaciones de más de 1.000.000 (1992).				99,57		
Promedio Nacional (1992)	45,09	53,89	54,28	85,33	43,12	36,63

Fuente: INE (1992)

FIGURA N° 8.71



Fuente: INE (2002)

CUADRO N° 8.67:

Porcentaje de Urbanización a nivel nacional y en conurbaciones de más de 1.000.000 (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM (Gran Santiago)	Zona Sur	Zona Austral
Conurbaciones de más de 1.000.000. (2002).				99,80		
Promedio Nacional (2002)	53,21	58,57	60,77	89,38	47,69	36,18

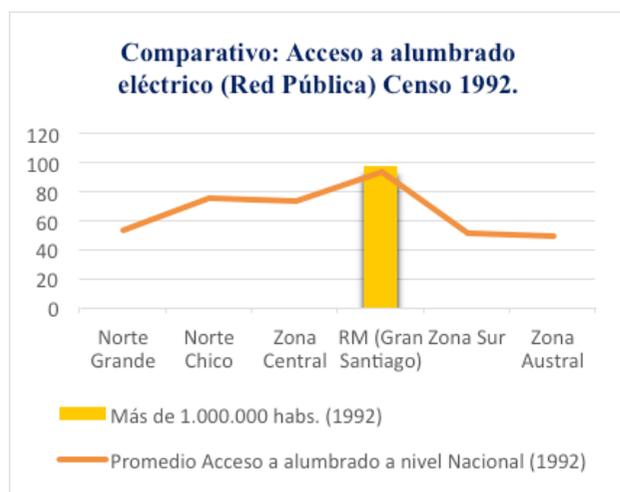
Fuente: INE (2002)

8.1.7.3. Acceso a servicios

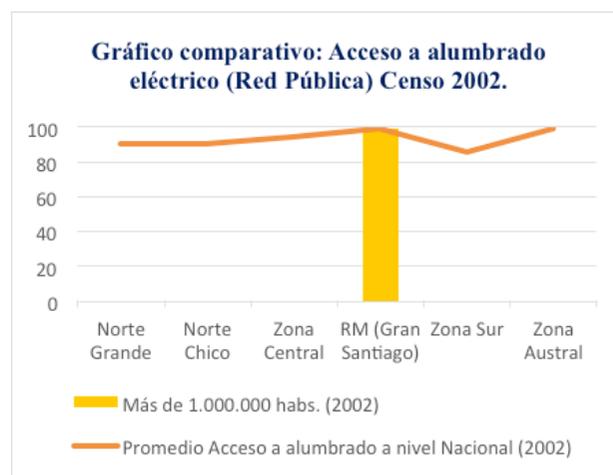
La conurbación de Santiago posee una cobertura casi total de los servicios de alumbrado por red pública, agua potable y viviendas con acceso a alcantarillado.

- Red de Alumbrado Público

Respecto al primer caso, el Gran Santiago posee un nivel de cobertura de alumbrado público cercano al 100%, las comunas que presentan menor nivel de acceso a alumbrado público no bajan del 99% de cobertura. Según datos del censo 2002 Renca es la que posee el menor índice de cobertura con un 99,18% (ver Figuras 8.72 y Cuadro 8.68).

FIGURA N° 8.72 (A)

Fuente INE (1992, 2002)

FIGURA N° 8.72 (B)**CUADRO N° 8.68:**

Porcentaje de acceso al alumbrado público a nivel nacional y en conurbaciones de más de 1.000.000 habitantes (Censo 2002).

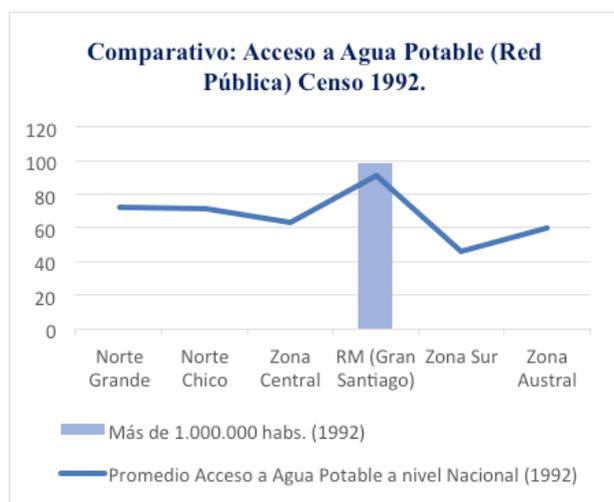
	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM (Gran Santiago)	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a alumbrado a nivel Nac. (2002)	90,23	90,08	94,72	99,14	85,72	99,14
Más de 1.000.000 hab. (2002)				99,41		

Fuente INE (1992, 2002)

- Agua Potable

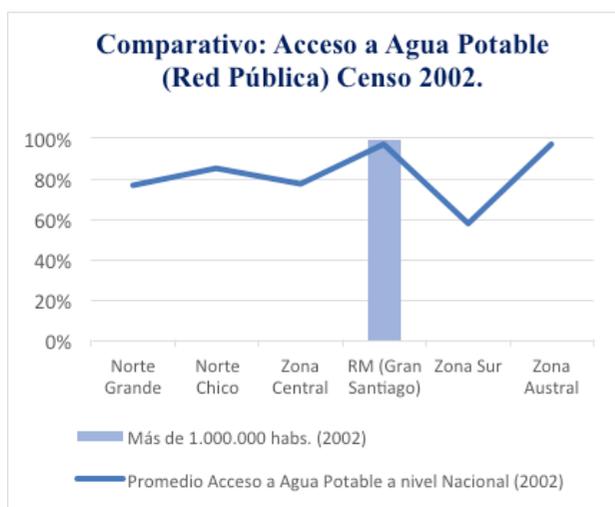
De igual manera la cobertura de agua potable alcanza casi el 100% de las viviendas del Gran Santiago. La comuna que posee menor índice de acceso a agua potable es Lo Barnechea, con un 97,02%, en tanto el resto de las comunas no descienden del 99% de cobertura (ver Figuras 8.73 y Cuadro 8.68).

FIGURA N° 8.73 (A)



Fuente INE (1992, 2002)

FIGURA N° 8.73 (B)



CUADRO N° 8.69:

Porcentaje de acceso a red pública de agua potable a nivel nacional y en conurbaciones de más de 1.000.000 habitantes. (Censo 2002).

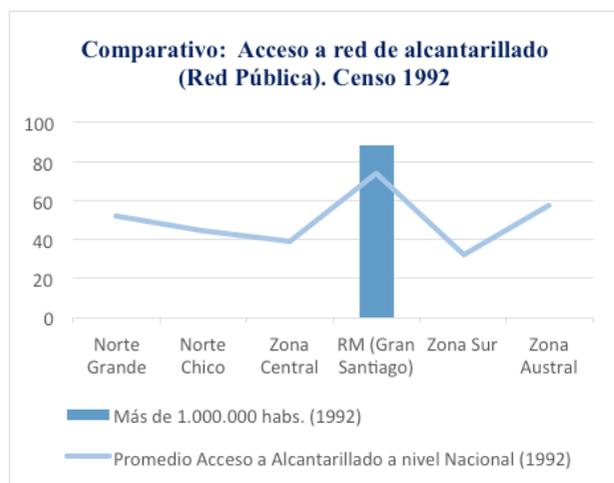
	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM (Gran Santiago)	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a Agua Pot. a nivel Nac. (2002)	76,15%	85,32%	77,01%	97,18%	57,54%	97,18%
Más de 1.000.000 hab. (2002)				99,35%		

Fuente: INE (1992, 2002)

- Alcantarillado

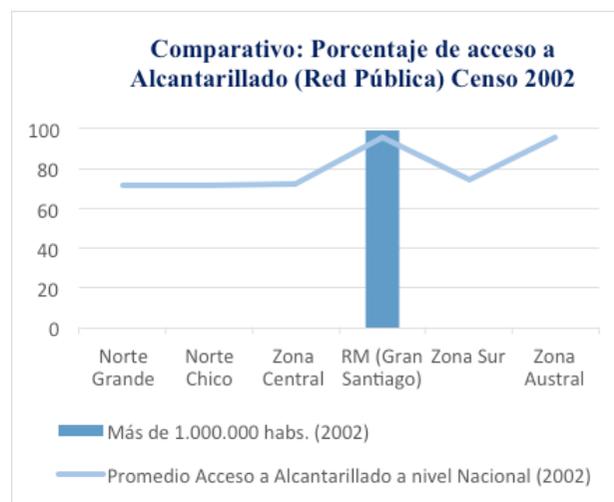
El alcantarillado suele ser el servicio con menor cobertura en todas las comunas y conurbaciones estudiadas, sin embargo, en el presente caso el acceso a los servicios higiénicos mediante alcantarillado alcanza de igual forma el 99,09% de cobertura en el Gran Santiago, no exponiendo ninguna falencia en este servicio respecto a los anteriormente mencionados. Respecto a la comuna que presenta menor grado de cobertura es Lo Barnechea con un 97,4%, seguido por Renca con un 97,7% (ver Figura 8.74 y Cuadro 8.70).

FIGURA N° 8.74 (A)



Fuente: INE (1992, 2002)

FIGURA N° 8.74 (B)



CUADRO N° 8.70:

Porcentaje de acceso al alcantarillado a nivel nacional y en conurbaciones de más de 1.000.000 hab. (Censo 2002).

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central	RM (Gran Santiago)	Zona Sur	Zona Austral
Prom. Acceso a Alcantarillado nivel Nac. (2002)	71,32	71,57	72,48	95,50	74,10	95,51
Más de 1.000.000 hab. (2002)				99,09		

Fuente: INE (1992, 2002)

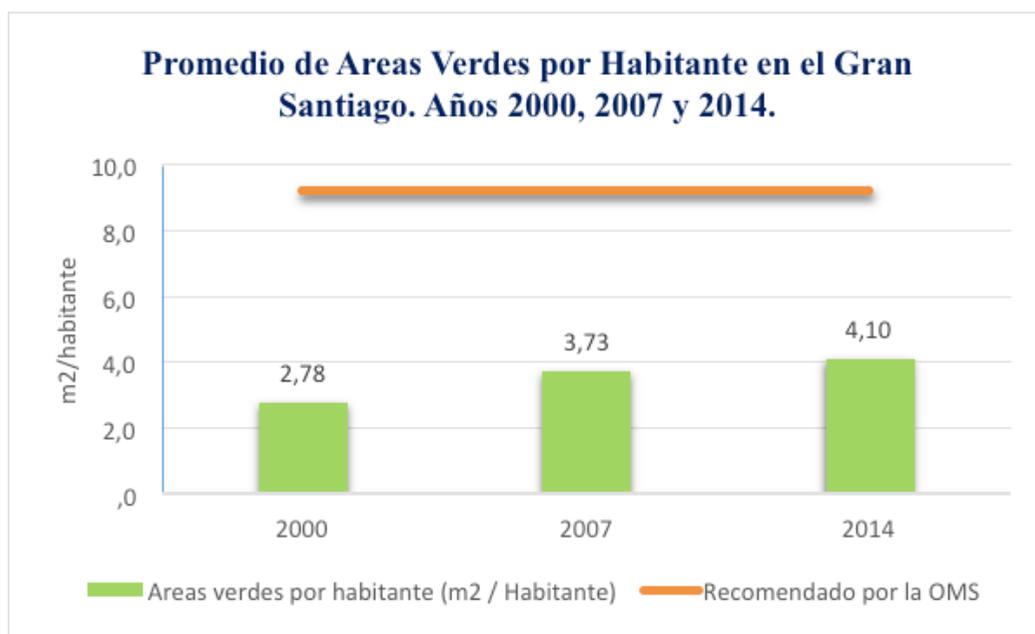
- Áreas Verdes

El Gran Santiago no es la excepción respecto al cumplimiento de la recomendación de la OMS que estima y recomienda un número de 9,2 metros cuadrados de áreas verdes por habitante. Sin embargo, el Gran Santiago expone una alta cantidad de áreas verdes respecto del promedio nacional solo superado por aquellos asentamientos con 100.000 a 499.999 habitantes (ver Figura 8.75).

Para el año 2014 las comunas con mayores tasas de metros cuadrados de áreas verdes por habitantes eran Lo Barnechea con 11,1 m²/hab., Vitacura con 10,1 m²/hab. y Las Condes con 6,9 m²/hab. (ver Cuadro 8.71).

En tanto las comunas con menores tasas de áreas verdes por habitante son San Ramón con 0,3 m²/hab. La Cisterna y Pedro Aguirre Cerda, ambas con 1,6 m²/hab.

FIGURA N° 8.75



Fuente: MINVU (2016)

CUADRO N° 8.71:

Número de metros cuadrados por habitante recomendados por la OMS y en conurbaciones de más de 1.000.000 habitantes.

	2000	2007	2014
Áreas verdes por habitante (m ² / hab.)	2,78	3,73	4,10 m ² /Hab.
Recomendado por la OMS	9,2	9,2	9,2 m ² /Hab.

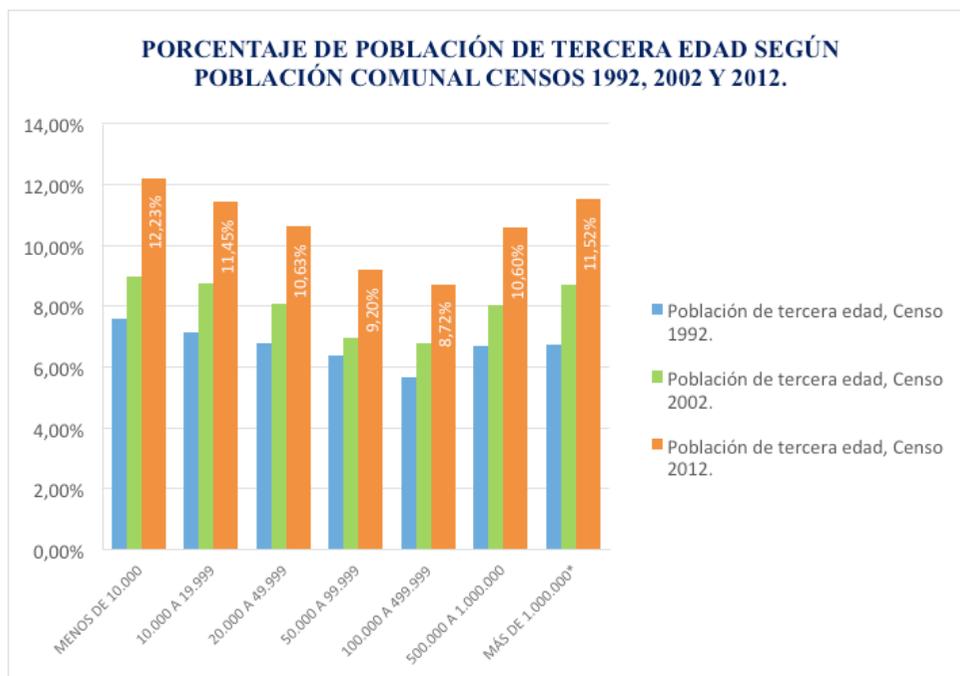
Fuente: MINVU (2016)

8.1.7.4 Condiciones Socioeconómicas

- Tercera edad

Según los datos obtenidos en los censos 1992, 2002 y 2012 es posible constatar que el Gran Santiago (Más de 1.000.000 de hab.) posee el segundo mayor porcentaje de tercera edad según tamaño de comuna y conurbación, solo seguido por las comunas de menos de 10.000 habitantes. Considerando que las tasas de natalidad en esta conurbación superan a la media cabe la posibilidad de que esta situación se deba a un proceso de envejecimiento de generacional dada una menor cantidad de nacimientos a nivel nacional, además de una mejor cobertura de servicios asistenciales y de salud que incentivan a las personas de tercera edad y sus familias a permanecer en la zona metropolitana en estudio (ver Figura 8.76 y Cuadro 8.72).

FIGURA N° 8.76



Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

CUADRO 8.72:

Porcentaje de Población de tercera edad en los distintos tipos de comunas.

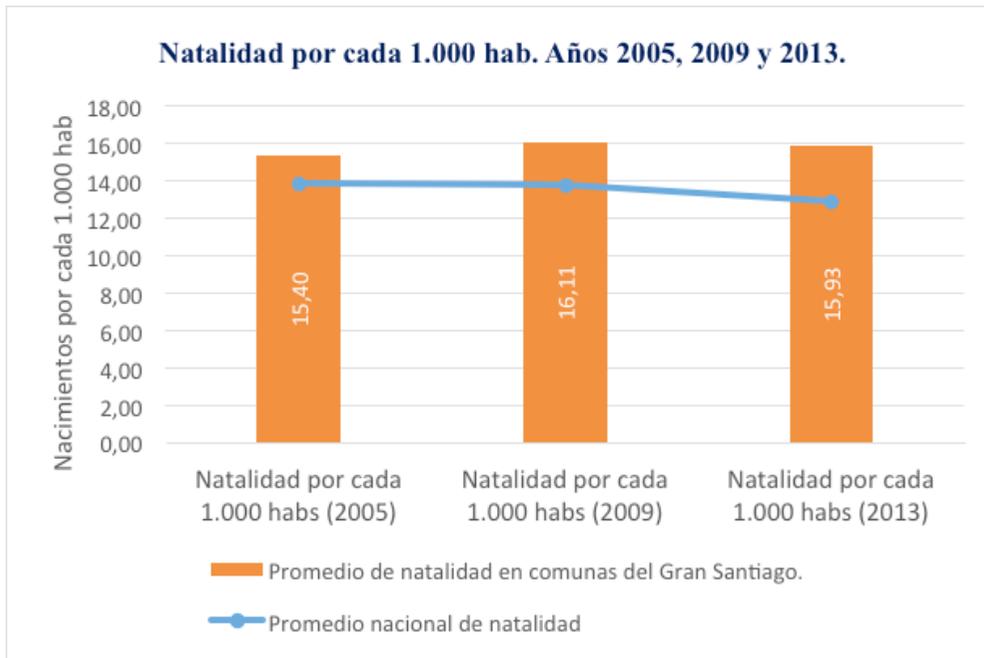
Rango de Asentamientos	Población de tercera edad, Censo 1992	Población de tercera edad, Censo 2002	Población de tercera edad, Censo 2012
Menos de 10.000	7,61%	8,99%	12,23%
10.000 a 19.999	7,14%	8,75%	11,45%
20.000 a 49.999	6,80%	8,10%	10,63%
50.000 a 99.999	6,37%	6,97%	9,20%
100.000 a 499.999	5,66%	6,80%	8,72%
500.000 a 1.000.000	6,68%	8,04%	10,60%
más de 1.000.000*	6,75%	8,70%	11,52%

Fuente: INE (1992, 2002 y 2012)

- Tasa de natalidad

Como se mencionó con anterioridad la tasa de natalidad de la conurbación Santiago se encuentra sobre la media nacional, lo que significa un mayor crecimiento relativo en la población comparativamente a las otras entidades urbanas. Las comunas que presentan mayores tasas de nacimientos por cada 1.000 habitantes son Santiago con 31,8 nacimientos, Independencia con 22,4 nacimientos y Recoleta con 19,4 nacimientos. En tanto las comunas con menores tasas de nacimientos son Maipú con 7,9 nacimientos, seguidos por Puente Alto con 11 y Lo Barnechea con 11,3 nacimientos por cada 1.000 habitantes (ver Figura 8.77 y Cuadro 8.73).

FIGURA N° 8.77



Fuente: MINSAL (2013)

CUADRO N°8.73:

Número de nacimientos por cada 1.000 habitantes.

	Natalidad por cada 1.000 hab. (2005)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2009)	Natalidad por cada 1.000 hab. (2013)
Promedio nacional de natalidad	13,89	13,80	12,96
Promedio de natalidad en comunas del Gran Santiago.	15,40	16,11	15,93

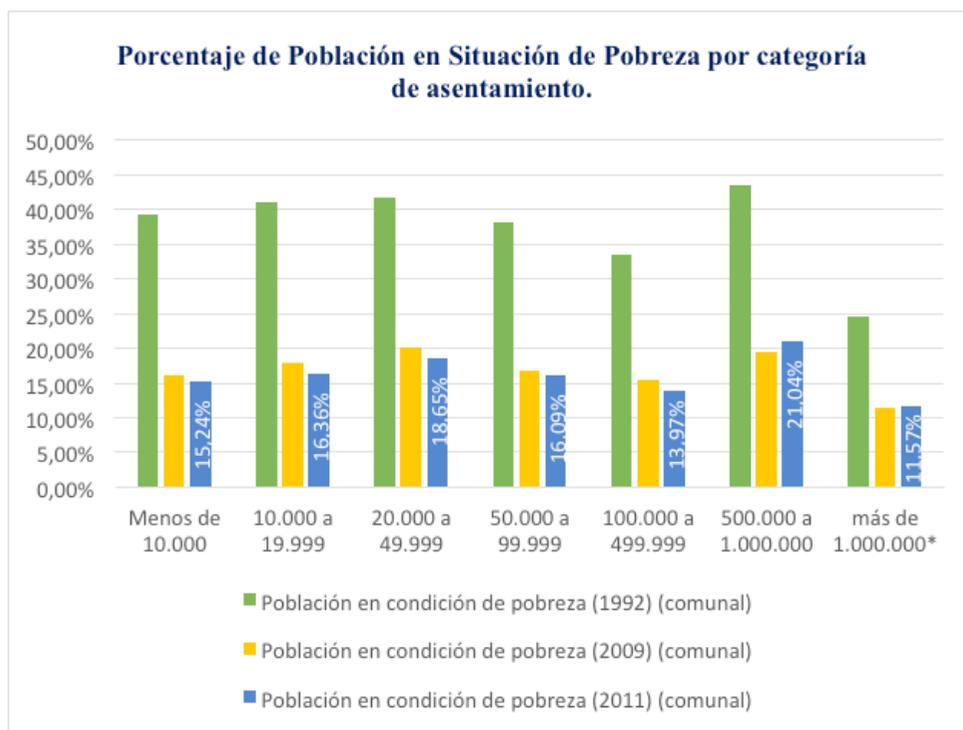
Fuente: MINSAL (2013).

*** Pobreza**

El porcentaje de población en situación de pobreza es comparativamente la más baja en relación a las entidades previamente estudiadas, en su conjunto el Gran Santiago posee un 11,5% de su población en situación deficitaria. Una de las causales que explicaría esta realidad es que dada la alta urbanización y acceso a servicios relevantes como electricidad, agua potable y alcantarillado la situación de pobreza se ve subsanada dado por el acceso a estos y otros servicios que favorecen positivamente necesidades que aún no han sido cubiertas en su totalidad en otras entidades territoriales. En adición, no es posible pasar por alto que la economía interna posibilita un mayor acceso a empleo y áreas de trabajo que se pueden ver complejizadas o extralimitada en otras circunstancias (ver Figura 8.78 y Cuadro 8.74).

Las comunas que presentan un mayor porcentaje de población bajo la línea de la pobreza son San Joaquín con 26,9%, Lo Espejo con 21,9%, Renca con 20,7% y Estación Central con 17,6%. Por otra parte, las comunas con menor porcentaje de población bajo la línea de la pobreza son Vitacura con 0,1%, Providencia con 0,2% y Las Condes con 1,4%.

FIGURA N° 8.78



Fuente: Casen (2011)

CUADRO 8.74:

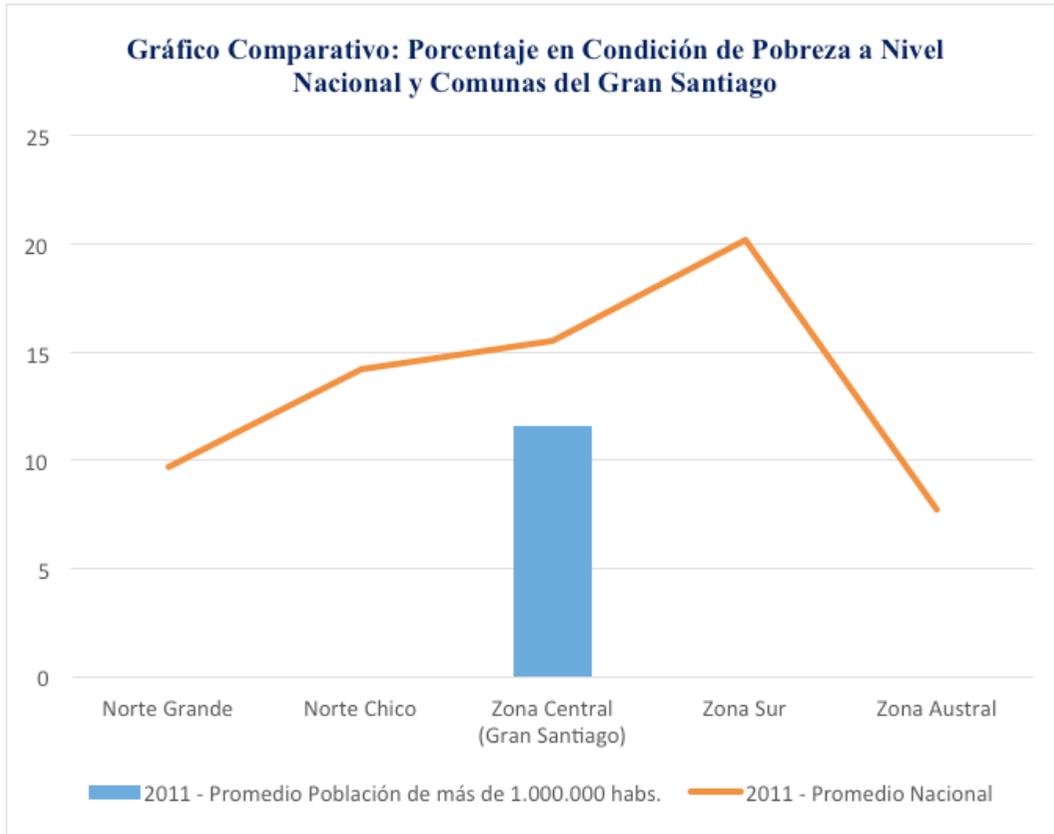
Población en condición de pobreza por tipo de asentamiento.

Rango de Asentamientos	Población en condición de Pobreza (1992) (comunal)	Población en condición de Pobreza (1992) (comunal)	Población en condición de Pobreza (1992) (comunal)
Menos de 10.000	39,21%	16,05%	15,24%
10.000 a 19.999	41,17%	17,92%	16,36%
20.000 a 49.999	41,71%	20,21%	18,65%
50.000 a 99.999	38,27%	16,69%	16,09%
100.000 a 499.999	33,40%	15,55%	13,97%
500.000 a 1.000.000	43,60%	19,40%	21,04%
más de 1.000.000*	24,70%	11,46%	11,57%

Fuente: Casen (2011)

La figura 8.79 expone el porcentaje de población en condición de pobreza en relación a la media nacional en las distintas zonas del país. Se aprecia con claridad que el porcentaje de población bajo la línea de la pobreza en el Gran Santiago se encuentra bajo la media la Zona Central del país.

FIGURA N° 8.79



Fuente: Casen (2011)

CUADRO N° 8.75:

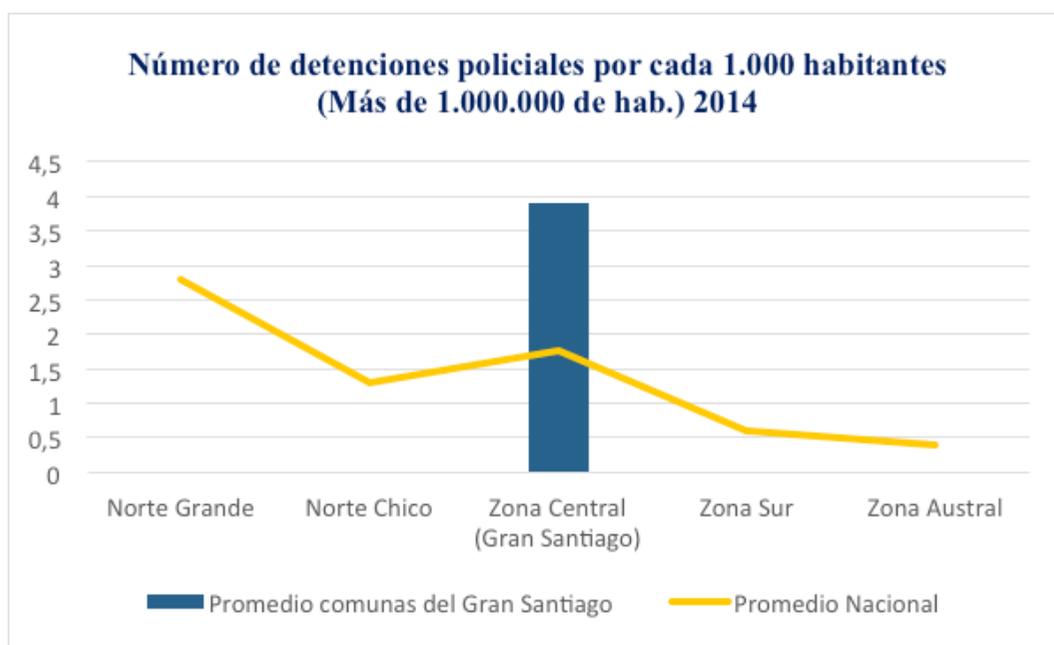
Porcentaje de población en condición de pobreza a nivel nacional y en conurbaciones de más de 1.000.000 habitantes.

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central (Gran Santiago)	Zona Sur	Zona Austral
2011 - Promedio Población de más de 1.000.000 hab.			11,56		
2011 - Promedio Nacional	9,70	14,21	15,58	20,22	7,74

- Detenciones

A partir de la figura 8.80, elaborada con datos de carabineros del año 2014 se observa como el número de detenciones por cada 1.000 habitantes de la conurbación Santiago sobrepasa la media de las distintas zonas del país. Las comunas que presentan las tasas más altas son Santiago con 15,7 detenciones por cada 1.000 habitantes, seguida por Puente Alto con 11,3 detenciones, La Florida con 8,9 y Maipú con 8,1 detenciones por cada 1.000 habitantes para el año 2014 (ver Cuadro 8.76).

FIGURA N° 8.80



Fuente: Carabineros (2014)

CUADRO N° 8.76:

Promedio de Detenciones policiales por cada 1.000 habitantes.

	Norte Grande	Norte Chico	Zona Central (Gran Santiago)	Zona Sur	Zona Austral
Promedio comunas del Gran Santiago			3,9		
Promedio Nacional	2,8	1,3	1,76	0,6	0,4

Fuente: Carabineros (2014)

8.1.7.5 Contaminación del aire

El Gran Santiago es el área metropolitana principal del país, y la mayor unidad urbana, motivo por el cual presenta una alta densidad residencial y de actividad secundaria y terciaria. Según datos de la OMS, años 2013/2014, es la cuarta capital más contaminada de Latinoamérica después de Lima, La Paz y San Salvador. Su registro promedio anual es de 64 ug/m³ de material particulado 10 y 29 ug/m³ de material fino particulado 2,5; los valores que la OMS considera seguros para la salud son 20 μm y 10 μm respectivamente.

Una de las razones que profundiza las situaciones de alerta, emergencia y preemergencia ambiental en la capital es su geografía poco favorable para la ventilación y la vaguada costera, una columna de aire cálido en altura que genera condiciones meteorológicas que interrumpen el movimiento del aire en la cuenca de Santiago.

Las emisiones de contaminación del aire en el área metropolitana comprenden fuentes fijas tales como chimeneas industriales, uso de leña a nivel doméstico y fuentes móviles correspondientes a vehículos de todo tipo (Rojas, 2015).

Según datos del Primer Reporte del Estado del Medio Ambiente realizado por el Ministerio de Medioambiente exponen que la contaminación en Santiago implica una tasa de mortalidad prematura de enfermedades cardiopulmonares, la que rodea los 4.070 casos anuales; ello tiene un costo para la productividad del país de 590 millones de dólares al año.

Las comunas del Gran Santiago que producen mayor polución no necesariamente son las que sufren mayores índices de contaminación; tal es el caso de comunas que poseen cotas en altura en el valle de Santiago; tales como Las Condes, registros del Ministerio de Medioambiente muestran que la calefacción a leña es la mayor fuente de emisión de contaminantes en el aire de la Región Metropolitana, Las Condes, Maipú y La Florida son las comunas con mayor consumo de leña al año, superando los seis, cinco y tres millones de kilos de este combustible al año (Marín y Martínez, 2015), por otra parte las comunas que presentan mayores índices de contaminación son Cerro Navia, Cerrillos, Pudahuel, San Bernardo y Pedro Aguirre Cerda.

8.1.8 Campamentos

En Chile la problemática de los campamentos ha sido permanente desde su surgimiento como “poblaciones callampa” durante la década de los 60´s. Los campamentos han de ser entendidos como asentamientos irregulares, surgidos fuera de cualquier regulación de ordenamiento urbano, compuestas por población de escasos recursos asentados en terrenos públicos o privados en las inmediaciones o dentro de unidades urbanas mayores. Habitualmente estos asentamientos poseen una alta densidad poblacional, la que habita viviendas de material ligero y de construcción propia.

Dada su inexistente regulación carecen de servicios básicos tales como alumbrado eléctrico, agua potable, alcantarillado y red de servicios higiénicos. Elementos que dificultan condiciones dignas de vida y la superación de la pobreza.

En Chile se han aplicado una amplia gama de medidas para enfrentar los problemas relacionados a la formación, consolidación y expansión de los asentamientos irregulares como son los campamentos a lo largo del país (MINVU - campamentos, 2016). Para ello el MINVU reconoce que esta problemática no se enmarca en una manifestación territorial de requerimientos habitacionales, pues se asocia a la concentración espacial de condiciones de vida asociadas a la pobreza y la precariedad habitacional, la que debe ser tratada de forma multisectorial e interministerial.

El año 1996 se realiza el primer catastro de campamentos donde se contabilizan 712 campamentos y otros asentamientos irregulares (loteos irregulares) a lo largo del país, ya en 2007 el conteo específico de campamentos los cuantificaba en 490, sin embargo, para el catastro nacional ejecutado por el MINVU reflejaba un alza de 167 campamentos, llegando a un total de 657 campamentos a lo largo del país.

Según datos del MINVU, para el año 2011 la cifra desagregada de campamentos por región se expresa de la siguiente forma:

CUADRO N° 8.77:**Número de campamentos y familias por región.**

Región	Número de campamentos	Número de familias
Arica y Parinacota	6	236
Tarapacá	6	1156
Antofagasta	28	1061
Atacama	27	1118
Coquimbo	35	1079
Valparaíso	146	7531
Metropolitana	117	4645
O'Higgins	47	830
Maule	14	327
Biobío	145	5570
Araucanía	23	747
Los Ríos	21	1146
Los Lagos	32	1698
Aysén	9	214
Magallanes	1	20

Fuente: Secretaría Ejecutiva de Campamentos, MINVU (2013)

Las cifras generales indican que a lo largo del país existen 657 campamentos, realidad que afecta a 27.378 familias, es decir un total de 83.862 chilenos.

Los distintos campamentos exponen problemáticas diversas, 19.198 familias (70% del total) viven en peligro de riesgo físico, ya sean inundaciones o deslizamientos de terrenos. El 40% de los campamentos se encuentran fuera de áreas de concesión sanitaria, lo que significa que 10.000 familias se hayan sin posibilidad de acceder a dicho servicio.

Para el MINVU los campamentos más emblemáticos, tanto por su antigüedad como por su alta concentración de familias se presentan en el Cuadro 8.78

CUADRO N° 8.78:
Campamentos más emblemáticos.

Región	Comuna	Campamento	Número de familias	Año de formación
Valparaíso	Viña del Mar	Manuel Bustos	924	1995
Tarapacá	Alto Hospicio	Toma Ex Vertedero	573	2005
Valparaíso	Viña del Mar	Reñaca Alto	551	1996
Valparaíso	Viña del Mar	Parcela 11	465	1993
Metropolitana	Lo Barnechea	Juan Pablo II	375	1980
Los Ríos	Valdivia	Los Girasoles	370	1980
Los Lagos	Puerto Montt	Las Camelias	320	2000
Biobío	Coronel	El Esfuerzo	300	1980
Tarapacá	Iquique	Laguna Verde	285	1996
Metropolitana	Peñalolén	La Toma	275	1999

Fuente: Catastro MINVU (2012)

Por regiones las comunas que sobresalen por su alto número de campamentos se exponen en el cuadro 8.79:

CUADRO N° 8.79:
Comunas con más números de campamentos.

Región	Comuna	Categoría de la comuna según n° de población (2012)	Numero de campamentos	Número de Familias
Arica y Parinacota	Arica	100.000 a 499.999	6	236
Tarapacá	Iquique	100.000 a 499.999	4	469
Antofagasta	Antofagasta	100.000 a 499.999	14	555
Atacama	Copiapó	100.000 a 499.999	17	758
Coquimbo	Coquimbo	100.000 a 499.999	10	359
Valparaíso	Valparaíso	500.000 a 1.000.000**	57	2037
	Viña del Mar*	500.000 a 1.000.000**	43	3940
RM	San Bernardo	100.000 a 499.999	10	533
O'Higgins	Rancagua	100.000 a 499.999	8	204
Maule	Constitución	20.000 a 49.999	4	112
Biobío	Lota	500.000 a 1.000.000**	24	1532
Araucanía	Temuco	100.000 a 499.999	7	450
Los Ríos	Valdivia	100.000 a 499.999	6	713
Los Lagos	Osorno	100.000 a 499.999	11	414
Aysén	Aysén	20.000 a 49.999	4	96
Magallanes	Punta Arenas	100.000 a 499.999	1	20

* La comuna de Viña del Mar representa un menor número de campamentos respecto a la comuna de Valparaíso, sin embargo su población afecta es mayor.

** Población según comunas conurbadas.

Fuente: Secretaría Ejecutiva de Campamentos, MINVU (2013).

FIGURA N° 8.81 (A)

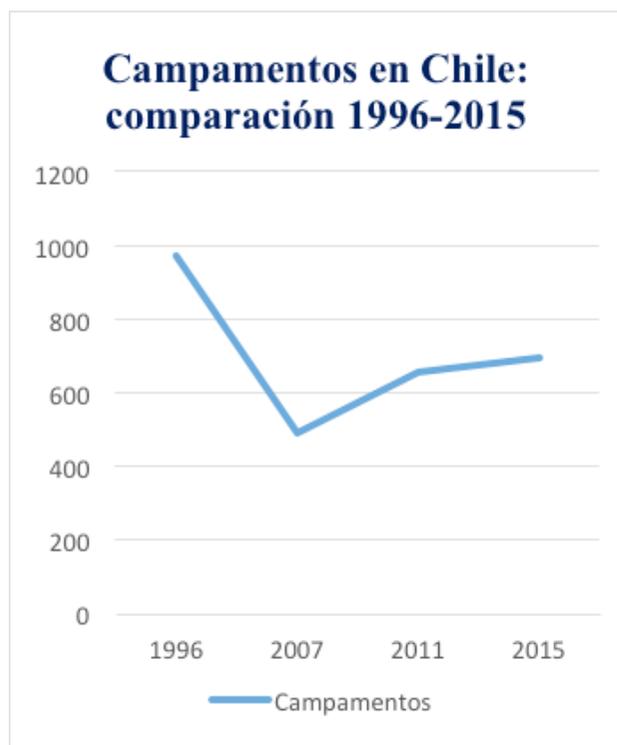
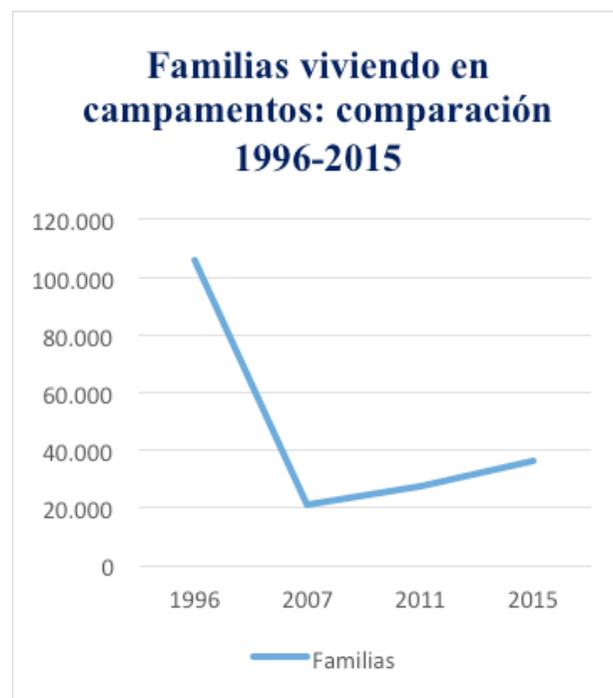


FIGURA N° 8.81 (B)

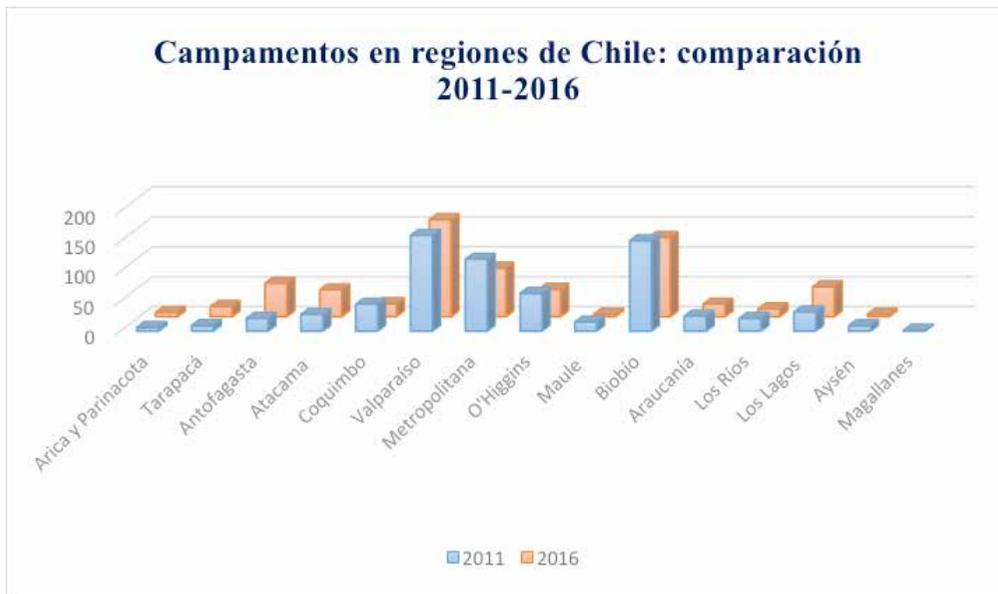


Fuentes: Catastro de Campamentos y Asentamientos Precarios 1996, 2005-2007, MINVU; Mapa Social de Campamentos 2011, MINVU; Cifras Nacional de Campamentos 2015, Techo.

Según los datos obtenidos por el Mapa Social de Campamentos del MINVU (2013) se han determinado ciertos fenómenos que han profundizado la persistencia e incluso incremento del número de campamentos y familias en esta condición. Entre ellas las que más destacan son el repoblamiento, dadas las migraciones desde otras localidades menos favorecidas por el crecimiento expuesto en las grandes urbes, la rotación de las mismas familias en los campamentos y el recambio generacional en las familias de los campamentos, lo que se ve reflejado en que muchos habitantes de campamentos no sean fundadores de este. Otra explicación no relacionada a factores sociales son los metodológicos, dado que según se indica en dicho mapa y el MINVU (2013) las metodologías de análisis y clasificación se han vuelto más precisas.

Según el mismo informe se desprende que los campamentos en su mayoría están ubicados en las zonas urbanas del país, debido principalmente a la alta migración rural generada durante las últimas décadas.

FIGURA 8.82



Fuente: Catastro Nacional de Campamentos MINVU 2011; Catastro Nacional de Campamentos Techo 2016.

8.1.8.1 Programa de Campamentos 2010 - 2013

Una de las explicaciones para el aumento de los campamentos a nivel nacional fue la baja en el número de soluciones habitacionales asignadas a familias vulnerables, para el año 2011 se dio un aumento 1.800 subsidios en promedio de años anteriores a 3.600. Se plantea en adición un nuevo diálogo con los campamentos donde se incorpora la idea de comunidad en el diálogo con las autoridades en la toma de decisiones para mejores respuestas que posibiliten el cierre y reducción constante de estos asentamientos.

8.1.8.2 Metas 2016-2017

Entre el año 2011 y 2015 se han cerrado un total de 22 asentamientos irregulares (Website MINVU, 2016), objetivo logrado mediante el trabajo coordinado del MINVU, el Gobierno Regional y dirigentes y familias de los respectivos campamentos.

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo se ha propuesto cerrar 10 campamentos, beneficiando 310 familias para el año 2016, en tanto para el año 2017 se ha propuesto cerrar otros 15, beneficiando a 1.043 familias. Los esfuerzos se han enfocado en la V región del país, en las provincias de Valparaíso, Marga Marga, San Felipe, San Antonio, Quillota y Petorca. Simultáneamente se trabaja directamente con otros 41 campamentos de la región (Website MINVU, 2016).

8.2 EVOLUCIÓN GLOBAL DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS EN LAS DOS ÚLTIMAS DÉCADAS

8.2.1 Los Servicios Básicos

8.2.1.1 El problema socio-ambiental de la vivienda

Entre 2000 y 2013 el déficit cuantitativo de la vivienda en Chile se ha incrementado en un 52,5%, tal como se aprecia en el Cuadro 8.80

CUADRO 8.80

Déficit cuantitativo de viviendas

Año	Déficit cuantitativo de vivienda	Diferencia porcentual
2000	405.5	16
2013	459.3	47
Diferencia	-53.831	-13%

Fuente: Encuestas Casen, 2000, 2013

Entre 1999 y 2015 se ha mantenido la tendencia al incremento del número de hogares y de núcleos en alrededor de un 6% mientras que la población ha experimentado un aumento de a tasa de un 2%. Esto indica que existen más hogares pero la cantidad de personas no lo iguala en proporción produciéndose una reducción del número de personas por hogar que bajaron a 3,81.

Es necesario destacar que las viviendas aceptables han mejorado entre 2000 y 2013, tanto en las urbanas como en las rurales. Ver Cuadro 8.81

CUADRO 8.81

Distribución de hogares según índice de aceptabilidad de la vivienda

		% Irrecuperables	% Aceptables
2000	Urbana	10,8	89,2
"	Rural	6,4	93,6
"	Total	2,8	97,2
2013	Urbana	0,4	96,6
"	Rural	1,1	98,9
"	Total	0,5	99,5

Fuente: Encuestas CASE 2000, 2013

El problema de la vivienda no sólo se limita al déficit y la calidad. En general, en el país existe un problema de allegamiento. La tendencia del allegamiento externo, considerando los porcentajes de hogares no principales de vivienda entre 2000 y 2013 ha tendido a disminuir, mientras que el allegamiento interno, medido sobre la base de núcleos, ha subido levemente. Ver Cuadro 8.82

CUADRO 8.82
Comparación del allegamiento

	2000	2013
Allegamiento externo % y (personas)	6,26 (212.077)	3,7
Allegamiento interno % y (personas)	14,35 (581.461)	15,7

Fuente: Encuestas CASEN 2000, 2013

No obstante el incremento del déficit habitacional los índices de saneamiento han ido progresivamente disminuyendo, en particular en las áreas urbanas que concentran más del 80% de estos problemas. Los requerimiento de servicios sanitarios básicos al 23013 alcanzaban a un total de 248.376 viviendas, de las cuales 183.376 eran rurales y 64.664 urbanas (Encuesta CASEN, (2013)

8.2.1.2 Calidad del aire

Los problemas ambientales de los asentamientos humanos, en forma global, se centran, además de la cuestión de servicios sanitarios básicos, en la calidad del aire, y en uso del suelo. Con relación a la Calidad del Aire, el Capítulo Aire de la Segunda parte de este informe muestra claramente, que, no obstante las políticas para bajar los niveles de contaminación, si bien han logrado avances disminuyendo ciertos contaminantes como Nx y Sx, aún hay marcados déficit con el MP 2,5 en varias ciudades del país.

Un problema que se ha ido acrecentando entre 1999 y 2013 ha sido el del transporte público en los asentamientos humanos por sobre 200.000 habitantes

8.2.1.3 El Agua: calidad, alcantarillado y tratamientos de aguas servidas.

Los antecedentes detallados sobre el patrimonio de las aguas continentales del país y de sus diversos usos, como también los principales efectos ambientales globales del uso de las aguas, están detallados en el Capítulo 2 Aguas Continentales de la Segunda Parte. En este acápite se analizará el tema del uso y sus impactos ambientales del agua en los asentamientos humanos.

En 1999 la mayoría de las empresas de administración del sistema de abastecimiento de agua potable eran propiedad del Estado, cubriendo las necesidades del casi 90% de la población. Posteriormente a este año gran parte de las acciones del Estado se vendieron y pasaron al sector privado. Hoy en día más del 96% de los clientes del sector se atienden por empresas privadas que se encargan de proveer de agua potable, y de la recolección y del tratamiento de las aguas servidas.

En las zonas rurales el servicio es atendido por concesionarias de propiedad del Estado, municipalidades y cooperativas. Hay varios comités y cooperativas en las zonas rurales que son parte del Programa de Agua Potable Rural del Ministerio de Obras Públicas .

Durante el año 2015 la SISS aplicó 140 multas a las empresas sanitarias, por un total de 7.423 UTA, las cuales se dividen en 134 multas a Empresas Sanitarias y 6 multas a Establecimientos Industriales generadores de Residuos Industriales Líquidos (RILES). Esta cifra es marcadamente superior a la 1999 donde se aplicaron 74 infracciones con un monto total de 1265 UTA .

La Región Metropolitana es la que tiene los más altos consumos promedio mensuales por cliente en el país, siendo esta una condición que se ha mantenido constante durante el tiempo, desde 1999. La cifra ha oscilado entre 70 y 85 mil metros cúbicos por cada mil habitantes. Por el contrario, las regiones VII, IX, X y XIV son las que presentan los menores consumos promedios, bajo 40 mil metros cúbicos por cada mil habitantes.

La calidad del agua potable es un factor importante para la salud de vida de las personas. Los riesgos derivados de la contaminación del agua se relacionan principalmente con la salud, pudiendo afectarla si es que el agua no se encuentra dentro de los parámetros de calidad. Según el Informe del Medio Ambiente 2011 del Ministerio del Medio Ambiente y la OMS, los índices de calidad "muestran que a nivel mundial Chile se encuentra entre los países con una baja tasa de muertes causadas por enfermedades relacionadas con agua, saneamiento e higiene, alcanzando un valor aproximado de 7,7 muertes por cada 100.000 habitantes el año 2004".

Como se aprecia en el Cuadro 8.83 la cobertura de agua en función de la población urbana alcanza casi el 100% al 2015, subiendo desde 99,2 que ya se había alcanzado en 1999 a 99,9% al 2014. La cobertura del servicio de alcantarillado urbano sube 0,56% entre 1999 y 2014.

CUADRO 8.83
Evolución de la cobertura nacional de agua potable y alcantarillado urbanos 1999-2014

Año	Población Millones Habs.	Cobertura Agua Potable Urbana (%)	Cobertura Alcantarillado urbano Urbano (%)
1999	12,7	99,2	92,1
2000	13,3	99,6	93,1
2001	13,6	99,7	93,6
2002	13,9	99,7	94,1
2003	14,1	99,8	94,7
2004(*)	12,9	99,7	95,0
2005	13,3	99,8	94,9
2006	13,6	99,8	95,2
2007	14	99,9	95,2
2008	14,4	99,8	95,3
2009	14,8	99,8	95,6
2010	15,1	99,8	95,9
2011	15,4	99,8	96,1
2012	15,7	99,9	96,3
2013	16,1	99,9	96,5
2014	16,5	99,9	96,7

(*) : Ajuste de población por Censo

Fuente, SISS, 2015

Con relación al tratamiento de aguas servidas existe un gran salto positivo

Ya e 1999 y 2104, ya que esto supone un gran avance, ya que al año 1999 sólo existía un 20,20 % de cobertura de tratamiento sobre la población total y un 21,90% de cobertura de tratamiento de aguas servidas sobre la población saneada con alcantarillado. En 2104 la cobertura sobre la población total es de 96,58% y sobre la población saneada 99,93%. Este balance tan positivo ha sido producto de distintas normativas ambientales que han impulsado la construcción de plantas de tratamiento de aguas servidas. (Cuadro 8.84)

CUADRO 8.84:

Evolución de la Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas 1999–2014

Años	Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas sobre la población total	Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas sobre la población saneada (que cuenta con alcantarillado)
1999	20,20%	21,90%
2000	20,90%	22,50%
2001	39,40%	42,10%
2002	42,20%	44,70%
2003	65,70%	69,60%
2004	71,50%	75,40%
2005	73,30%	77,20%
2006	81,90%	86,00%
2007	82,30%	86,40%
2008	82,60%	86,70%
2009	83,30%	87,10%
2010	86,90%	90,70%
2011	90,60%	94,20%
2012	96,10%	99,80%
2013	96,44%	99,90%
2014	96,58%	99,93%

Fuente: SISS, 2015.

El nivel de Chile en relación al tratamiento de aguas servidas alcanza los estándares de países desarrollados, ocupando el cuarto lugar según los datos de los países miembros de la OECD, después de Reino Unido, Suiza y Alemania. A nivel regional, las regiones que presentan menor cobertura de tratamiento de aguas servidas son la VI y la Metropolitana

La mayoría de las aguas servidas recolectadas reciben tratamiento, salvo en cuatro de las localidades de más de 20.000 habitantes, donde dos pertenecen a la Región Metropolitana, y las otras son Alto Hospicio y Arica. En este sentido, se puede deducir que en la mayoría de las viviendas que poseen alcantarillado, su agua es recolectada y recibe tratamiento, por lo que las mejoras deben orientarse en cubrir las viviendas que no poseen alcantarillado, ya que el poseerlo, en la mayoría de los casos, significa también contar con el tratamiento de aguas servidas. La mayor parte de las viviendas que se encuentran en este estado, son de zonas rurales, donde el porcentaje de cobertura llega a un 2% aproximadamente. Esto significa que alrededor de 540 comunidades no poseen estos servicios, llegando a ser 195.000 habitantes aproximadamente

8.2.2 La segregación social de los asentamientos humanos del país.

Entre 1999 y 2015 los asentamientos humanos del país no han mejorado su nivel de segregación social. La segregación en los asentamientos humanos depende notoriamente del tamaño de ellos. Asentamientos rurales por lo general por lo general no tiene segregación interna. Las ciudades por sobre 100.000 habitantes del país son internamente segregadas, característica que se agudiza en la medida que aumenta el número de habitantes. Santiago, al año 2000 tenía un índice de segregación de alrededor de 0,30, índice que mejora levemente en 2009, siendo de 0,28. Al 2015 se estima que es índice se mantiene. Por otro lado, el índice de exposición, es decir la probabilidad de que una persona que no sea pobre se ponga en contacto con una persona en situación de pobreza en una misma comuna es del 0,03%²³. Entre 1999 y 2015 se mantiene como comunas más pobres de la Región Metropolitana La Pintana, Quilicura, Pudahuel, La Granja, Pedro Aguirre Cerda, San Ramón y San Joaquín, todas ubicadas en la periferia del Gran Santiago.

8.2.3 Evolución del impacto ambiental de la expansión urbana

La superficie en área que ocupan los asentamientos humanos representa un porcentaje muy bajo de la superficie total del país. No obstante hay que señalar que la mayoría de ellas cubre áreas de suelos de aptitud agrícola alta Según las últimas actualizaciones que ha realizado la Corporación Nacional Forestal en el Catastro del Bosque Nativo, la superficie urbana e industrial es de 248.899 ha al año 2011. El año 2005 alcanzaba las 213.384 ha, por lo que se ha experimentado un incremento de 35.515 ha en 6 años, lo que se explica principalmente por la expansión del suelo urbano en todo el país. Aplicando una proyección lineal entre el 2005 y el 2015 las ciudades habrían invadido aproximadamente 90.000 hectáreas.

Este proceso de pérdida de suelos periféricos a las ciudades por expansión de estas, tiene una importancia ambiental a la que no se le ha dado hasta la fecha la importancia que requiere. Es posible que la falta planes reguladores que sean intrínsecamente ambientales influya para que se siga perdiendo suelo agrícola. En efecto, en estudios realizados sobre la evolución tenida entre los años 2005 al 2011 indican que de los suelos perdidos, el 38% corresponde al mejor tipo de suelos, I; un 42% a II; y el 18% a III. (Universidad de Chile, Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 2012). Esto se ve agravado pues las mayorías de las ciudades que más se expanden están ubicadas en valles estrechos cuyos suelos tiene un uso intensivo como agrícolas.

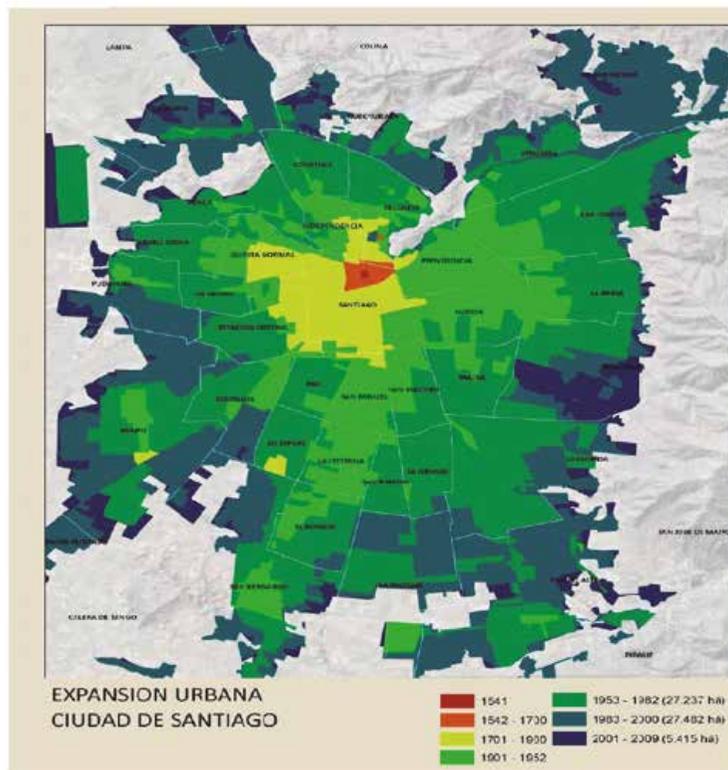
Además, la expansión urbana afecta claramente los cursos de agua, pues sus lechos al pasar por los centros poblados reciben todo tipo de residuos domésticos e industriales. Los perihornos urbanos son por lo general áreas deterioradas con vertederos clandestinos de basuras, con recursos forestales sobre explorados, y con notorios impactos a la conservación de la biodiversidad.

La Región Metropolitana representa un tercio de la superficie total de las áreas urbanas e industriales. También presenta un incremento importante la IV Región de Coquimbo, con una tasa de crecimiento e aproximadamente 600 hectáreas al año, en función de ecosistemas de mucha escasas hídricas y de limitado potencial agrícola. Algo similar sucede en la VII, VIII y X Región

En particular, el Gran Santiago es la ciudad que posee mayor densidad demográfica del país, y su crecimiento es algo que no deja de preocupar a las instituciones encargadas de la planificación urbana. Sin embargo, el último Censo del año 2012 revela que el crecimiento fue menos del esperado, ya que en las comunas periféricas, aquellas fuera de la conurbación de Américo Vespucio, denominadas como habitacionales, fue de 133.453 habitantes, mientras comunas centrales experimentaron un crecimiento similar de 135.934 habitantes.

En la Figura 8.83 se muestra el crecimiento de Santiago desde el año 1541 hasta el 2009, y se observa que desde el año 1952 hasta el 2000 se presentan grandes cambios en la cobertura de la ciudad. Desde el 2001 en adelante el cambio es menor, principalmente por la falta de suelo urbano que no permite un crecimiento tan expansivo como los anteriores. Sin embargo, entre el 2000 y el 2015 la ciudad de Santiago se expandió en unas 12.000 hectáreas (5.415, entre 2001 y 2009, tan como se ve en la Figura 8.83)

FIGURA 8.83:
Crecimiento Urbano en la ciudad de Santiago



Fuentes: Expansión Urbana ciudad de Santiago, 1541 al 2009, MINVU, 2010

8.2.4 Áreas verdes

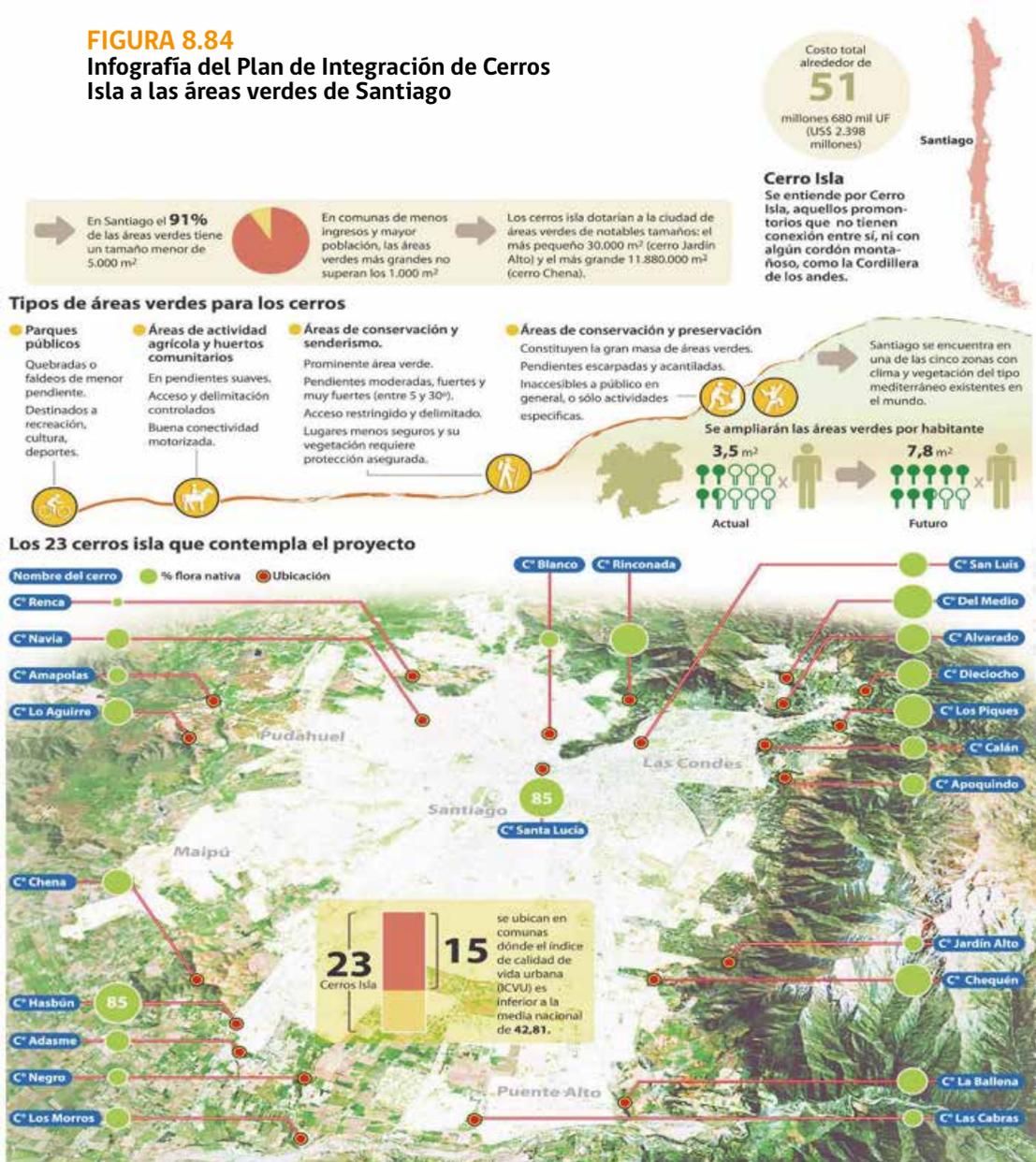
En general, en asentamientos humanos menores de 50.000-70.000 habitantes, la carencia de espacios verdes urbanos no repercute en forma significativa en la calidad de vida de la gente. Sin embargo, en la medida que los asentamientos humanos van creciendo, la carencia de áreas verdes va afectando la calidad de vida, la que se convierte en crítica en grandes conglomerados de sobre un millón de habitante.

El caso de Santiago es significativo pues, además de presentar déficit en relación a los 9m² de áreas verdes por habitante recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), posee una inequidad en cuanto a la disposición y acceso a estas áreas según las comunas y su nivel de pobreza, inequidad que se ha mantenido entre 1999 y 2015. En el año 2009 el promedio de áreas verdes por habitante era de 3,9m², superior al alcanzado en el año 2003 de 3,2m²/hab, aunque lejano a la meta propuesta por la OMS. Sin embargo, para expresar la inequidad que existe en el Área Metropolitana de Santiago (AMS), el promedio de la comuna de Quinta Normal es de 1,1m²/hab, mientras la de Santiago es de 12,6m²/hab .

Desde 1999 en el área metropolitana de Santiago, la situación ha mejorado significativamente. Según el último catastro de Parques Urbanos del año 2012 se ha construido 40 parques urbanos incrementándose a más del doble la superficie de estos parques, lo que permite, por su mayor tamaño, tener mayor diversidad de flora y fauna nativa, y lo que contribuye a la regulación de las inundaciones ocasionadas por la acumulación de aguas lluvias; como también favorece la captura de partículas en suspensión y por ende, ayuda a los procesos de descontaminación atmosférica.

Uno de los parques más importantes de la zona, es el Parque Metropolitano, donde se ubica el Cerro San Cristóbal. Sin embargo, Santiago posee en su territorio muchos más cordones montañosos, tales como el Cerro Calán, San Cristóbal, Manquehue, Santa Lucía, Blanco, Renca, San Luis y Cerro Alvarado entre otros . El Proyecto Santiago Cerros Isla busca potenciar estos lugares como parques urbanos, para que se transformen en pulmones de la ciudad, además de proveer áreas verdes de esparcimiento para los habitantes de las comunas aledañas. (Ver Figura 8.15)

FIGURA 8.84
Infografía del Plan de Integración de Cerros Isla a las áreas verdes de Santiago



Fuente: Plan de Integración de los cerros Islas a las áreas verdes de Santiago, FAU 2012. Infografía de David Figueroa, 2012.

8.2.5 Reciclaje

Entre 1999 y 2015 el reciclaje en los hogares ha ido en aumento en forma muy significativa. Según una encuesta realizada por Adimark y Unilever el año 2013, el 55,8% de los encuestados reciclaba en sus hogares, siendo lo más reciclado las botellas de vidrio (55%), los cartones y cajas de leche (38%), los plásticos, bolsas y botellas plásticas (32,7%) y los papeles (30%). Con porcentajes menores de reciclaje están las latas (15%) y la separación de la basura orgánica (14%). De las 5 regiones encuestadas, la Región Metropolitana y la VIII Región fueron las que obtuvieron mayor porcentaje de hogares que reciclan, con un 57,9% y un 55,2% respectivamente⁴².

El último Censo, realizado el año 2012, incluyó preguntas acerca del reciclaje en los hogares del país. El cuadro 8.85 muestra las prácticas de reciclaje de los hogares censados, por área urbana y rural. La mayoría de los hogares no realiza actividades de reciclaje, con una cifra total de un 73,38%. Le sigue el separar la basura para reciclaje, con un 21,92%. La realización de compostaje con los residuos orgánicos se realiza en un 9,67% de los hogares, con mayor predominancia en los hogares rurales, con un 20,74% de la totalidad en esta área. Los hogares que realizan estas dos prácticas alcanzan el 4,97% de la totalidad.

CUADRO 8.85:

Hogares, por práctica de reciclaje, según área urbana o rural

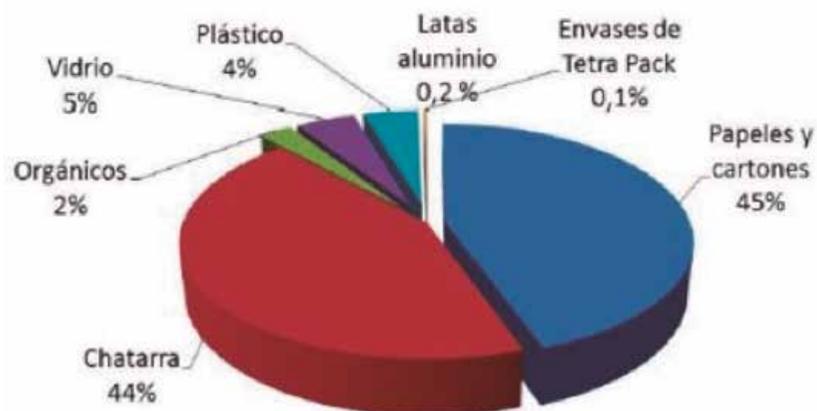
Total de hogares	PRÁCTICA HABITUAL DE RECICLAJE							
	Hace compostaje, tierra de hoja, abono	%	Separa su basura para reciclaje	%	Realiza ambas actividades de reciclaje	%	No realiza actividades de reciclaje	%
Total País 5.035.637	487.159	9,67	1.103.614	21,92	250.411	4,97	3.695.275	73,38
Urbano 4.357.940	346.631	7,95	967.800	22,21	184.584	4,24	3.228.093	74,07
Rural 677.697	140.528	20,74	135.814	20,04	65.827	9,71	467.182	68,94

Fuente: Censo 2012, INE.

Si bien el reciclaje en los hogares es importante para lograr mayores niveles de valorización de los residuos, también los recolectores, las industrias y empresas aumentan la cantidad de residuos reciclados. Para el año 2012, el reciclaje de residuos se concentraba principalmente en los papeles y cartones (45%) y la chatarra (44%). Con porcentajes bastante menores estaba el vidrio (5%), el plástico (4%), los residuos orgánicos (2%), las latas de aluminio (0,2%) y los envases de Tetra Pack (0,1%). (Figura 8.85)

FIGURA 8.85:

Reciclaje por tipo de residuos



Fuente: Leiva Neumann, Valorización de Residuos Sólidos Municipales, 2012.

8.2.6 Generación de Residuos

En Chile la frecuentemente inadecuada disposición de los residuos en los asentamientos humanos y su entorno, en términos generales produce: afectación de la calidad del agua, alteración de las propiedades físicas, químicas y de fertilidad de los suelos, emisión de gases de efecto invernadero, enfermedades producidas por vectores sanitarios, impactos paisajísticos, deterioro anímico y mental de las personas afectadas por la cercanía de residuos, mal olor, etc.

En el año 2000 se generaban EN Chile 11,6 millones de toneladas de residuos sólidos, desagregadas en 5,1 millones de residuos sólidos municipales y 6,5 de residuos sólidos industriales. Al año 2015 esta cifra sube en forma notoria generándose un total de 16,9 millones de toneladas, 6,5 millones de sólidos municipales y 120,4 millones de sólidos industriales. Hay que hacer notar que en estos 15 años la proporción de residuos sólidos industriales sobre el total generado es mayor, debido al incremento de las actividades industriales.

Sin embargo entre 1999 y 2015, las políticas y la intervención gubernamental ha estado preferentemente ligada a la recolección y disposición final de los residuos, dejando de lado el proceso de valorización, donde los residuos son transformados en nuevos productos, o de valorización energética, donde se ocupan los residuos como combustible para un proceso productivo .

8.2.6.1 Residuos Sólidos Municipales (RSM)

Los RSM son los residuos sólidos domiciliarios y sus asimilables, como los residuos generados en vías públicas, el comercio, oficinas, edificios e instituciones . Desde el año 1995 se han logrado bastantes avances en la materia de residuos. En ese año la totalidad de los residuos iban a vertederos y basurales con autorización sanitaria, pero no cumplían con la legislación vigente. Para el año 2005 el 40% tenía este destino, mientras que el 60% de los residuos iban a rellenos sanitarios que cumplían con la legislación sanitaria, por no con varias disposiciones ambientales y sanitarias . Esta cifra sube en forma significativa a 77% para el 2015

Se estima que la producción de residuos por habitante al año es de 384 kg, cifra inferior que el promedio de los países de la OCDE que alcanzan la producción de 550 kg de residuos al año.

La gestión de los residuos municipales está a cargo de las municipalidades, las que generalmente manejan la disposición final de residuos con empresas externas, y donde no se exige y tampoco se implementa una gestión integral de residuos, ya que el costo en general es mayor. Sin embargo podemos apreciar que la mayoría de los residuos pueden ser reutilizados o integrar un proceso de valorización

Por otro lado, como se aprecia en el Cuadro 8.86 se cuenta con la información del principal medio de eliminación de basura de los hogares en el país según el Censo 2012. Se puede apreciar que, tanto en las zonas urbanas como rurales, el principal medio de eliminación es a través de servicios de aseo que recogen la basura. Le sigue el entierro o quema de basura, que en la zona rural alcanza el 39,2% de la totalidad de los hogares. Un número menor de hogares es el que deja la basura en terrenos eriazos, quebradas o zanjas, que en su totalidad alcanzan 12.914 viviendas. A pesar de ser un número menor, es preocupante que se elimine la basura de esta manera, ya que produce un alto impacto ambiental, como también la eliminación en ríos, lagunas o mar, que alcanza un número de 964 viviendas.

CUADRO 8.86 Principal medio de eliminación de basura en el país, por área urbana o rural.

	TOTAL DE VIVIENDAS PARTICULARES OCUPADAS	PRINCIPAL MEDIO DE ELIMINACIÓN DE BASURA				Otra
		La recogen los servicios de aseo	La entierra y/o quema	La deja en terreno eriazo, quebrada	La tira a río, laguna o mar	
Total Urbano	4.342.132	4.321.149	9.156	2.614	304	8.909
Casa	3.509.376	3.492.801	7.674	2.052	198	6.651
Departamento	758.718	757.117	0	0	0	1.601
Vivienda tradicional indígena (Ruka, Pae Pae u otras)	137	129	3	0	0	5
Pieza en casa antigua o conventillo	26.006	25.938	20	9	3	36
Mediagua o mejora	39.181	37.309	1.003	353	72	444
Rancho o choza	870	667	98	51	7	47
Vivienda precaria de materiales reutilizados	3.463	2.928	299	129	15	92
Móvil (carpa casa rodante o similar)	370	307	34	5	6	18
Otro tipo de vivienda particular	4.011	3.953	25	15	3	15
Total Rural	696.259	455.936	217.172	10.300	660	12.191
Casa	662.828	438.672	202.778	9.071	539	11.768
Departamento	932	930	0	0	0	2
Vivienda tradicional indígena (Ruka, Pae Pae u otras)	666	188	388	41	13	36
Pieza en casa antigua o conventillo	542	356	159	18	2	7
Mediagua o mejora	26.679	14.044	11.393	927	78	237
Rancho o choza	2.030	592	1.234	135	9	60
Vivienda precaria de materiales reutilizados	1.794	657	978	90	17	52
Móvil (carpa casa rodante o similar)	181	89	77	9	0	6
Otro tipo de vivienda particular	607	408	165	9	2	23

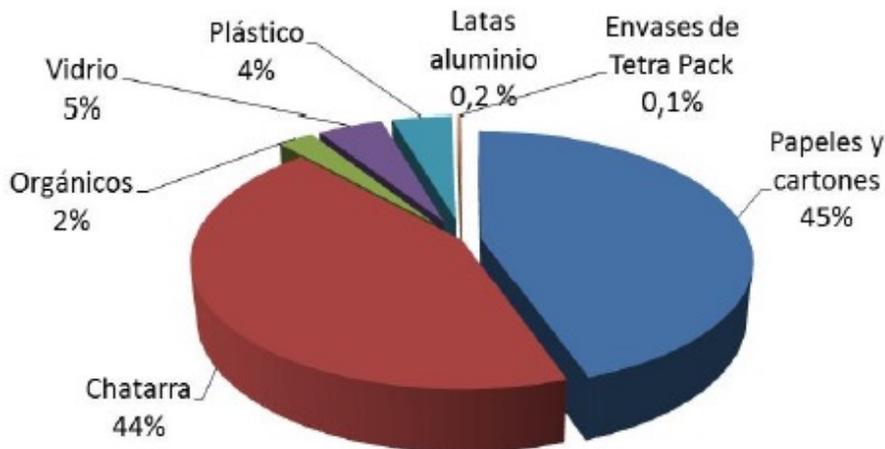
Fuente: Censo 2012, IN

El último Censo, realizado el año 2012, incluyó preguntas acerca del reciclaje en los hogares del país. El cuadro 8.xxx muestra las prácticas de reciclaje de los hogares censados, por área urbana y rural. La mayoría de los hogares no realiza actividades de reciclaje, con una cifra total de un 73,38%. Le sigue el separar la basura para reciclaje, con un 21,92%. La realización de compostaje con los residuos orgánicos se realiza en un 9,67% de los hogares, con mayor predominancia en los hogares rurales, con un 20,74% de la totalidad en esta área. Los hogares que realizan estas dos prácticas alcanzan el 4,97% de la totalidad.

Si bien el reciclaje en los hogares es importante para lograr mayores niveles de valorización de los residuos, también los recolectores, las industrias y empresas aumentan la cantidad de residuos reciclados. Para el año 2012, el reciclaje de residuos se concentraba principalmente en los papeles y cartones (45%) y la chatarra (44%). Con porcentajes bastante menores están el vidrio (5%), el plástico (4%), los residuos orgánicos (2%), las latas de aluminio (0,2%) y los envases de Tetra Pack (0,1%). (Ver Figura 8.86).

FIGURA 8.86:

Reciclaje por tipo de residuos



Fuente: Leiva Neumann, Valorización de Residuos Sólidos Municipales, 2012.

Entre 1999 y 2015 se ha dado un salto bastante significativo en el conocimiento de la gestión de los residuos urbanos. Sin embargo las políticas de manejo aun dejan mucho que desear. Los intereses que mueve el negocio de la basura es un factor importante para la ineficacia de muchas acciones

8.2.6.2 Residuos Sólidos Industriales (RSI)

Los residuos industriales sólidos son los relacionados con el sector agrícola y silvícola; minero y cantero; manufacturero; de producción de energía; de distribución y purificación de agua y de la construcción.

Chile ha presentado un crecimiento económico importante, producido principalmente por la expansión de las industrias de distintos sectores. Por ende, la cantidad de RSI ha aumentado de forma gradual, en consonancia con esta expansión. El año 2000 se produjeron 6.800.000 toneladas, cifras que sube a 10.400.000 toneladas al año. La tasa de incremento fue de 4,7% anual.

De estos residuos más del 50% se produce en la industria de la construcción. En los últimos 16 años ha habido mejoramiento de las disposiciones municipales para evitar la contaminación derivada de los procesos de construcción. Sin embargo, pese al mejoramiento, aún es un factor de contaminación. A la expansión de la construcción hay que sumar el frecuente incumplimiento de las disposiciones municipales para la gestión ambientalmente adecuada.

El sector manufacturero, que comprende las industrias de alimentos, bebidas, tabaco, textiles y cuero, productos de papel, plásticos y químicos, entre otros, le sigue al sector de la construcción con casi un 20% de la totalidad de los RSI.

Dentro de los RSI, se encuentran los residuos clasificados como peligrosos, que son los residuos "que presentan un riesgo para la salud humana y/o al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar alguna característica de peligrosidad". Este tipo de residuos, también ha presentado un incremento con el desarrollo económico experimentado por el país. (Ver Figura 8.21)

La más importante iniciativa y adelanto sobre estos residuos, que no existía en 1999, es explicado principalmente por la puesta en marcha del DS 148 del Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos, que obliga a los establecimientos a declarar la cantidad de residuos peligrosos que generan. Ello explica el crecimiento abrupto a partir del 2003. Sin embargo, luego de este crecimiento, la cantidad de residuos peligrosos se mantiene estable, y su regulación debe estar fiscalizada por las autoridades sanitarias, en relación a su clasificación, transporte y eliminación.

Según la información recopilada para la realización del Primer Reporte sobre los Residuos Sólidos (2010), la mayoría de los desechos peligrosos no cabía dentro de la clasificación propuesta por la OCDE y establecida en los formularios respectivos, por lo que el 71,4% de los residuos se enmarca dentro de la categoría "otros residuos peligrosos". Los residuos de las operaciones de eliminación de residuos poseen el 9,7% y le siguen los residuos de aceites minerales con un 8,4%, los residuos de la producción y uso de solventes orgánicos poseen un 5,6% del total, y los residuos alquitranados de la refinación, destilación o tratamiento pirolítico representan el 3,1%,

8.2.6.3 Residuos Industriales Líquidos (RILES)

Un factor importante para el cuidado y la conservación de la calidad del agua en los asentamientos humanos es el control de los residuos industriales líquidos (RILES). En este sentido, la SISS se encarga de controlar tres normas de emisión vigentes que se relacionan con "las descargas de acuerdo al cuerpo receptor y a las condiciones del mismo, diferenciando los contaminantes a controlar y los niveles máximos permitidos para cuerpos de agua superficiales o marinos, aguas subterráneas y alcantarillado público". Según el catastro del año 2011 la SISS controlaba 3.580 empresas, de las cuáles el 84% posee como lugar de descarga el alcantarillado; el 14,2% a aguas superficiales continentales y el 1,8% a aguas subterráneas. Existe una disminución del número de empresas controladas desde el año 2008 al 2011, principalmente por que los establecimientos cambian su disposición de Riles (Cuadro 8.87)

CUADRO 8. 87**Ductos de establecimientos industriales generadores de riles, volúmenes de descarga, según tipo de cuerpo receptor, 2014.**

Norma	Nº ductos	Volumen descarga m3/año
DS 90 Total	711	4.551.047.313
= Cuerpos de aguas fluviales	420	1.556.633.420
= Cuerpos de aguas fluviales con capacidad de dilución	94	497.713.001
= Cuerpos de aguas lacustres	31	145.591.655
= Cuerpos de aguas marinas, ducto zona de protección	54	2.127.926.637
= Cuerpos de aguas marinas fuera zona de protección	118	223.182.400
DS 46/2 Total	63	1.867.172
Acuíferos con vulnerabilidad media	49	1.577.525
Acuíferos con vulnerabilidad baja	14	289.654
DS 80/66 Total	1	45.505.150
Estero Carén	1	45.505.150

Para el año 2015, según los programas de fiscalización, el cumplimiento de las normas vigentes en el sector industrial que descarga a redes del alcantarillado público fue de un 60%. El cumplimiento de emisiones descargadas a cursos de aguas superficiales, que generalmente se mide por la información de los autocontroles generados por laboratorios de análisis de aguas residuales para las industrias, alcanzó al 93,9% de los puntos de control que cumplen con la normativa. De la misma manera, el 70,% de las industrias que informan la descarga hacia aguas subterráneas cumplen con lo establecido actualmente.

El cumplimiento de las normativas relacionadas con los RILES, que son el D.S Nº 90 y D.S Nº 42 que establecen que para cada empresa considerada como fuente emisora deben monitorear sus efluentes, y autocontrolar los límites de descarga y la frecuencia de monitoreo efectuando un informe mensual, ha experimentado una sostenida mejora desde que se implementó en el año 2006, mostrando que más del 90% de las empresas han cumplido con las normas y límites especificados.

8.3. RESPUESTAS E INICIATIVAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

8.3.1 Marco Institucional

La gestión ambiental de los asentamientos humanos está repartida implícitamente en diferentes ministerios, y unidades específicas, teniendo especial relevancia la gestión de las municipalidades. Por esta razón que solo se dará una visión muy general del marco institucional

El marco institucional explícito que norma los asentamientos humanos ha permanecido inalterado, siendo el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) el que tiene funciones en materia de ordenamiento territorial y edificación, administra el sistema de subsidios habitacionales decidiendo cuales son los terrenos a ser ocupados por viviendas sociales. Por otra parte el Municipio es el encargado de dictar la ordenanza municipal que regula el uso del suelo y el que aprueba el Plan Regulador y el Plan Desarrollo Comunal.

Las Comisiones Regionales del Medio Ambiente (COREMAS) son las responsables de la evaluación ambiental de aquellos proyectos que tienen incidencia en los asentamientos humanos en cada región.

Finalmente los Gobiernos Regionales (GORE) integrado por el Intendente en representación del Ejecutivo y los Consejeros Regionales tienen funciones en materia de ordenamiento territorial, estableciendo políticas y objetivos para el desarrollo integral y armónico del sistema de asentamientos humanos de la región, con las desagregaciones territoriales correspondientes, así como, entre otras, fomentar y velar por la protección, conservación y mejoramiento del medio ambiente, adaptando medidas adecuadas a la región.

8.3.2 Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental

Durante los años del Gobierno de la Concentración la normativa ambiental ha logrado avances importantes: la creación de la Comisión especial de Descontaminación de la Región Metropolitana (1990); la Comisión Nacional del Medio Ambiente (1990); la publicación en 1994 de la ley de Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19300); el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA); la introducción de procedimientos informáticos en el proceso de evaluación; disminución sustantiva de las emisiones de anhídrido sulfuroso en la gran minería; la disminución hasta el año 2005 de los episodios críticos de contaminación atmosférica en el Gran Santiago bajando de 37 en 1997 a 2 en el año 2005, desgraciadamente las alertas y preemergencias a se dispararon en el 2006 a 14 y 3 y en el 2007 a 22 y 6, respectivamente. En los años siguientes la situación ha mejorado, así en el año 2009 la frecuencia de las alertas ambientales fue de 23 días y cero emergencias, en el 2010 ocurrieron 11 alertas y 2 preemergencias, disminuyendo al 2011 a 7 y 1 respectivamente. También es digno de resaltar los sustantivos avances en el tratamiento de las aguas servidas, en el tratamiento de los residuos sólidos domiciliarios y en el establecimiento de las normas de calidad de agua.

En enero del 2010 se crea el Ministerio del Medio Ambiente para reemplazar a la Comisión Nacional del Medio Ambiente. En esa misma ley (20417) se crean el Servicio de Evaluación Ambiental, la Superintendencia del Medio Ambiente. Y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. En el año 2012 el Congreso aprobó los Tribunales Ambientales. Con lo cual el Estado de Chile le otorga una nueva institucionalidad al tema del medio ambiente en Chile. Aún falta por aprobar la ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.

Dos instrumentos que pueden ser utilizados para mejorar la gestión ambiental son el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) y el Plan Regulador Comunal que sirven para organizar el territorio comunal y el desarrollo urbano.

La RMS por la magnitud de su población y por los problemas de naturaleza ambiental, ha requerido hacer modificaciones al Plan de Prevención y Descontaminación atmosférica de la Región Metropolitana, que fue actualizado en el 2004 y en enero del 2009 se presentó una nueva actualización que una vez aprobada por las autoridades pertinentes podría aplicarse en abril del 2009. Esto no fue posible, porque dicho plan se discutió por años y solo en el 30 de marzo del 2011 se aprobó permitiendo que Santiago crezca en 10 mil hectáreas.⁷ De ese total de hectáreas nuevas, el 60% está destinado para viviendas y un 25% para áreas verdes, lo que significa que el área urbana, que hoy alcanza 75.000 hectáreas, podrá albergar en estos terrenos a 1.600.000 habitantes, que serán los que incrementarán la población de la capital en 20 años más.

Las ocho comunas integradas en este proyecto son Renca, Cerro Navia, La Pintana, Puente Alto, Quilicura, Pudahuel, Maipú y San Bernardo, el propósito del instrumento es hacer frente a la demanda por viviendas, vialidad, áreas verdes y servicios que tendrá la ciudad a futuro.

Con respecto a los residuos sólidos y peligrosos ya en 1999 existían decretos con fuerza de ley además de la Ley sobre bases generales del medio ambiente. A partir del año 2000 una serie de decretos y la modificación de la Ley 20.417 de la ley de medio ambiente enriquecieron la normativa vigente, tal como se aprecia en el Cuadro 8.88

CUADRO 8.88**Normativa comparada vigente a 1999 y posterior para el manejo de residuos**

Normativas vigentes a 1999	Normativas posteriores a 1999
<p>1992 DS 685/1992 en que Chile ratifica el Convenio de Basilea, el cual regula el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las Partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición.</p> <p>1994 Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que incorpora el tema de los residuos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental artículo 10 letras i) y o).</p> <p>2000 DS 594/2000 del MINSAL sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (proviene del D.S. 745 del año 1993).</p>	<p>1967 DFL N°725, del Ministerio de Salud, que establece el Código Sanitario.</p> <p>2004 DS 148/2004 del MINSAL, que establece el Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos.</p> <p>2007 DS 45/2007 de MINSEGPRES, el cual establece la norma de emisión para la incineración y co-incineración.</p> <p>2008 DS 189/2008 del MINSAL, que regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.</p> <p>2009 DS 6/2009 del MINSAL, sobre el manejo de residuos generados en establecimientos de atención de salud.</p> <p>2009 DS 4/2009 de MINSEGPRES, para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas.</p> <p>2010 Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley 20.417, establece como función del Ministerio del Medio Ambiente proponer políticas y formular normas, planes y programas en materias de residuos (artículo 70 letra g).</p>

En el país también se ha avanzado en nuevas normativas sobre RILES, en especial las reglamentaciones sobre aguas marinas y continentales superficiales, las descargas de residuos líquidos a aguas subterráneas y la reglamentación sobre el manejo de lodos. (Ver Cuadro 8.89)

CUADRO 8.89**Comparación 1999–2015 de la normativa ambiental de Riles y otras descargas**

Existentes a 1999	Nuevas después de 1999 (existentes 2015)
<p>Norma que regula todo tipo de descargas a aguas marinas y continentales superficiales Decreto Supremo MINSEGPRES N°90, de 2000 - Establece la norma de emisión correspondiente (Fuente: MINSEGPRES).</p> <p>Norma que regula las descargas de residuos líquidos a aguas subterráneas Decreto Supremo MINSEGPRES N°46 de 8 de marzo de 2002 - Establece la norma de emisión correspondiente (Fuente: MINSEGPRES).</p>	<p>Norma que regula todo tipo de descargas a aguas marinas y continentales superficiales Decreto Supremo MINSEGPRES N°90, de 2000 - Establece la norma de emisión correspondiente (Fuente: MINSEGPRES).</p> <p>Norma que regula las descargas de residuos líquidos a aguas subterráneas Decreto Supremo MINSEGPRES N°46 de 8 de marzo de 2002 - Establece la norma de emisión correspondiente (Fuente: MINSEGPRES).</p> <p>Reglamento para el Manejo de Lodos Generados en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas. Decreto MINSEGPRES N°4 del 28.10.09 - Establece reglamento para el manejo de lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas servidas</p>
(Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional)	

8.4 CONCLUSIONES

8.4.1 Con relación al análisis por asentamientos humanos según estratos de tamaño de habitantes

El análisis de la distribución de la población en el país, muestra que desde 1992 y censos anteriores, la población del país tiende a concentrarse en asentamientos poblados de tamaño diverso, produciéndose una urbanización que ha pasado del 83,45 % en 1992, al 2002 se incrementa al 86,6 % y según el censo del 2012, se estima que la población urbana alcanzó al 86,9 %. Estos porcentajes de población urbana se derivan de la clasificación utilizada por el INE en su definición de población urbana. Sin embargo, un estudio del Banco Mundial, basado en las actividades principales de naturaleza económica de la población concentrada, se ha podido determinar que si bien la población vive en centros poblados más agrupada para tener acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado, salud y comunicaciones, seguridad, entre otros, sus actividades relacionadas con el área rural indicarían que la población rural alcanzarían al 35 %.

1. Al observar el número de asentamientos humanos en sus diferentes categorías de tamaño, se observa que en aquellos de hasta 10.000 habitantes, disminuyen de 82 en el censo de 1992 a 60 en el año 2012; tendencia diferente se observa en la categoría siguiente de asentamientos de población entre 10 a 20 mil habitantes, su número se incrementa de 30 en 1992 a 42 en el censo de 2012. En los censos siguientes esta tendencia se mantiene con un incremento en el número de asentamientos poblados en rangos de población mayor. Sin embargo en la categoría de 500 mil a un millón de habitantes el número de asentamientos poblados se ha estancado en 2 para los censos de 1992, 2002 y 2012 y para los asentamientos de más de 1 millón de habitantes continúan siendo uno en cada censo de población.

2. En relación a los servicios que se ofrecen a la población independientemente del tamaño en número de población, la estadística recolectada muestra que los servicios de acceso a la electricidad, al agua potable, alcantarillado y la disponibilidad de áreas verdes este último medido en metros cuadrados por habitante, se ha incrementado con el paso de los años, aún en aquellos asentamientos localizados en territorios donde predominan las condiciones de aridez. Sin embargo, son pocas las comunas que muestran índices de áreas verdes igual o superiores a los 9,2 m²/hab. recomendada por la OMS
3. Una tendencia recurrente es el incremento permanente del porcentaje de población de tercera edad, observándose un porcentaje mayor de población de tercera edad en comunas de menos de 10.000 habitantes, porcentaje que ha transitado del 7,61 % en 1992 al 12,23 % en el 2012. En comunas con rango de población entre 20 mil a 500 mil habitantes, los porcentajes de población en tercera edad, si bien aumentan en los censos estudiados, estos son menores que en comunas de menos de 10 mil habitantes. Sin embargo, la población en este rango de edad se incrementa en las comunas de 500 mil a más de un millón de habitantes con rangos de 10,6 % y 11,52 % según censo de 2012.
4. Las condiciones de población en situación de pobreza, de acuerdo al rango de población por comuna, muestra que aquella que en esta situación ha disminuido en comunas con menos de 10.000 habitantes del 39,21 % en el año 1992 al 15,24 % según la encuesta del 2011. Tendencia que se observa en todas las categorías de tamaño de comunas, con disminución en los porcentajes de pobreza que fluctúan entre el 61,13 % para comunas de menos de 10.000 habitantes a 53,15 % en comunas con más de 1 millón de habitantes, según encuesta de pobreza de 2011.
5. La contaminación del aire es el componente del medio ambiente urbano que presenta datos más negativos y con menos avance en la mejora de los indicadores, a pesar de los esfuerzos de los planes de descontaminación. Efectivamente, la problemática de contaminación atmosférica presente por muchos años en la ciudad de Santiago, se ha extendido a otros centros poblados del país, en lugares donde por sus condiciones climáticas de vientos y precipitaciones uno hubiera pensado nunca se presentarían. Salvo algunas excepciones locales, el aumento del parque de vehículos o el uso de leña húmeda durante el período invernal hace que casi todos los asentamientos humanos del Valle Central de Chile presenten niveles de contaminación atmosférica en los meses invernales. Los mayores índices de contaminación atmosférica se concentran en los centros poblados altamente poblados, donde las condiciones climáticas favorecen la concentración de contaminantes en el período invernal o bien donde el uso de leña húmeda constituye la principal fuente de contaminación en ciudades como Chillán, Chillán Viejo, Los Ángeles, Talca, Valdivia, Coyhaique. Esta última catalogada por la OMS como la comuna con la más alta contaminación de las ciudades de América Latina.

8.4.2 Con relación a la evolución del estado social y ambiental de los asentamientos humanos

1. No obstante el notorio mejoramiento derivado de la disminución de la pobreza, entre 2000 y 2013 se verifica un incremento del déficit cuantitativo de viviendas.
2. Ha habido un notorio esfuerzo para mejorar la calidad de aire, a través de nuevos planes de descontaminación. En la última década se ha puesto de manifiesto que el problema es nacional, pues ciudades como Coyhaique y Rancagua tienen índices de contaminación superiores al resto de las ciudades de Chile, incluyendo a Santiago. Los avances para abatir el Nx y el Sx han rendido frutos. Sin embargo aun queda bastante por hacer en bajar los índices de MP2,5 y Ozono. El tema de la contaminación se ve complejizado en especial en Santiago por el explosivo aumento del parque automotriz y por las crecientes necesidades del transporte público.

3. Con relación a la dotación y tratamiento de aguas hay que destacar los notables progresos entre 1999 y 2015. La dotación de alcantarillado se ha acercado al 97 %. El tratamiento de aguas servidas, que en 1999 era del 20% alcanza en el 2015 al 97% medido sobre la población total, y casi al 100% medido sobre la población saneada.
4. Cuanto más grande son los asentamientos humanos del país más segregados son, alcanzando su climax en Santiago. No ha habido una evolución positiva al respecto.
5. El impacto ambiental de la expansión de las ciudades sigue siendo un problema ambiental muy serio. La expansión urbana afecta claramente los cursos de agua, pues sus lechos al pasar por los centros poblados reciben todo tipo de residuos domésticos e industriales. Los periferios urbanos son por lo general áreas deterioradas con vertederos clandestinos de basuras, con recursos forestales sobre explotados, y con notorios impactos a la conservación de la biodiversidad. El impacto más significativo ha sido la pérdida de suelo agrícola de alta calidad.
6. La evolución de las áreas verdes ha mejorado significativamente. La construcción al 2012 de 40 nuevos parques urbanos atenúan en parte el grave déficit existente medido con los estándares internacionales.
7. Con relación a los residuos domiciliarios, el país puede mostrar avances muy importantes desde 1995 donde los tratamientos eran limitados. Al 2015 al 77% de los residuos domiciliarios se le da un tratamiento adecuado.
8. También han habido importantes progresos tanto en el control de residuos peligrosos como en el tratamiento de RILES

BIBLIOGRAFÍA

- Cerna, C. (2016). *Contaminación del aire: Temuco y Padre Las Casas darán inicio a Plan de Episodios Críticos*. Disponible en: <http://www.biobiochile.cl/noticias/2016/03/31/contaminacion-del-aire-temuco-y-padre-las-casas-daran-inicio-a-plan-de-episodios-criticos.shtml>. Revisado el 9 de septiembre de 2016.
- Contreras, R. (2015). *Contaminación atmosférica y química en el Gran Concepción*. Disponible en: <http://resumen.cl/2015/08/contaminacion-atmosferica-y-quimica-en-el-gran-concepcion/>. Revisado el 8 de septiembre de 2016.
- De Ferranti, D., G. E. Perry, W. Foster, D. Lederman, y A. Valdés. 2005. *Beyond the City, The Rural Contribution to Development*. Estudios del BM para Latinoamérica y el Caribe. BM, Washington, D.C.
- *Diario electrónico Resumen* (2016). *Planta Nueva Aldea de Celulosa Arauco arriesga clausura por contaminación y malos olores*. Disponible en: <http://resumen.cl/2016/02/planta-nueva-aldea-de-celulosa-arauco-arriesga-clausura-por-contaminacion-y-malos-olores/>. Revisado el 12 de septiembre de 2016.
- *EMOL* (2016) *Declaran zona saturada al valle central de la Provincia de Curicó por contaminación del aire*. Disponible en:
<http://www.emol.com/noticias/Nacional/2016/03/08/791941/Declaran-zona-saturada-al-valle-central-de-la-Provincia-de-Curico-por-contaminacion-del-aire.html>. Revisado el 11 de septiembre de 2016.
- Honour, R. (2013). *SMA formula cargos a Minera Altos de Punitaqui por deficiencias en sistema de conducción y contención de relaves*. Disponible en: <http://www.codexverde.cl/sma-formula-cargos-a-minera-altos-de-punitaqui-por-deficiencias-en-sistema-de-conduccion-y-contencion-de-relaves/>. Revisado el 10 de septiembre de 2016.
- Marín, V y Martínez, J. (2015). *Las Condes es la comuna con mejor calidad del aire, pese a ser la que más leña consume*.

- Disponible en: <http://www.emol.com/noticias/Nacional/2015/06/23/722850/Las-Condes-es-la-comuna-que-mas-consume-lena-en-la-provincia-de-Santiago.html>. Revisado el 12 de septiembre de 2016.
- MINVU (2013). *Secretaría Ejecutiva de Campamentos, Mapa Social de Campamentos*. Disponible en: <http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/btca/txtcompleto/mapasocial-campamentos.pdf>. Revisado el 10 de septiembre de 2016.
- MINVU (2012). *Catastro 2011: Mapa Social de Campamentos Resultados Generales*. Disponibles en: http://www.munitel.cl/eventos/seminarios/html/documentos/2012/ ESCUELA_DE_CAPACITACION_CHILE/VINA_VIVIENDA/PPT15.pdf. Revisado el 9 de septiembre de 2016.
- MINVU (2016). *22 campamentos de la región se han cerrado mediante obras de urbanización y nuevos conjuntos habitacionales*. Disponible en: http://www.minvu.cl/opensite_det_20160202145246.aspx. Revisado el 9 de septiembre de 2016.
- MMA (2013) *Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente monitorea calidad del aire en Pozo Almonte*. Disponible en: <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-55050.html> Revisado el 8 de septiembre de 2016.
- Ortiz J. y Schiappacasse P. *Evolución de la diferenciación areal interna del espacio del Gran Santiago: una dinámica opuesta a la sostenibilidad social de la ciudad*. Invest. Geogr. Chile 2000, Campamentos en Chile.
- Radio U. Chile. (2016). *Antofagasta exige ser declarada zona saturada de contaminación*. Disponible en: <http://radio.uchile.cl/2016/02/20/antofagasta-exige-ser-declarada-zona-saturada-de-contaminacion/>. Revisado el 9 de septiembre de 2016.
- ROJAS, (2015). *8 mitos y verdades sobre factores que gatillan la contaminación del aire en Santiago*. Disponible en: <http://www.t13.cl/noticia/nacional/los-principales-mitos-y-verdades-sobre-los-factores-que-generan-la-contaminacion-del-aire-en-santiago>. Revisado el 9 de septiembre de 2016.
- Techo para Chile (2016) *Catastro de Campamentos 2016*.
- Torres, G. (2016). *¿Cuál es la sorprendente “ciudad más contaminada” de América Latina?* Disponible en: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/05/160513_ciencia_ciudad_mas_contaminada_america_latina_gtg. Revisado el 10 de septiembre de 2016.
- Website Cooperativa, (2016). *Se mantiene la mala condición del aire en Chillán, Chillán Viejo y Los Ángeles*. Disponible en: <http://www.cooperativa.cl/noticias/pais/medioambiente/contaminacion/se-mantiene-la-mala-condicion-del-aire-en-chillan-chillan-viejo-y-los/2016-06-07/180059.html>. Revisado el 11 de septiembre 2016.
- Website Cooperativa (2015). *Autoridades iniciaron análisis de contaminación en Lago Villarrica*. Disponible en: <http://www.cooperativa.cl/noticias/pais/region-de-la-araucania/contaminacion/autoridades-iniciaron-analisis-de-contaminacion-en-lago-villarrica/2015-01-24/095802.html>. Revisado el 12 de septiembre de 2016.

9. ENERGÍA

El estudio de los efectos ambientales de la energía no se basa en el análisis de la evolución de un bien de la naturaleza, como los bosques nativos, el suelo o el agua, sino que indaga sobre el impacto ambiental que tiene la producción y el uso de la energía.

La energía es parte consustancial de todas las actividades relacionadas con el bienestar y el desarrollo. Sin ella no hay desarrollo industrial, desarrollo agrícola, o desarrollo pesquero. Sin ella no hay electricidad para el alumbrado y no hay posibilidades de calefacción.

La generación energía puede tener múltiples impactos ambientales: Alteración de cuencas hidrográficas con el consecuente cambio en el comportamiento de los ecosistemas que son parte de ellas; impactos en la biocenosis de los ecosistemas intervenidos; inundación de áreas por construcción de represas; consumo de biomasa de bosques nativos; modificación del medio debido a cambios de temperatura por el vertimiento de las aguas refrigerantes; de impactos paisajísticos derivados de la intervención de cuencas.

No obstante esfuerzos de reducción, es normal que la generación de energía produzca residuos que afectan el aire y el agua. Hay que destacar el relevante impacto contaminante que tiene la leña para calefacción y la carga de contaminantes generados por el transporte público y privado. En el último tiempo se le ha dado especial relevancia a la generación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

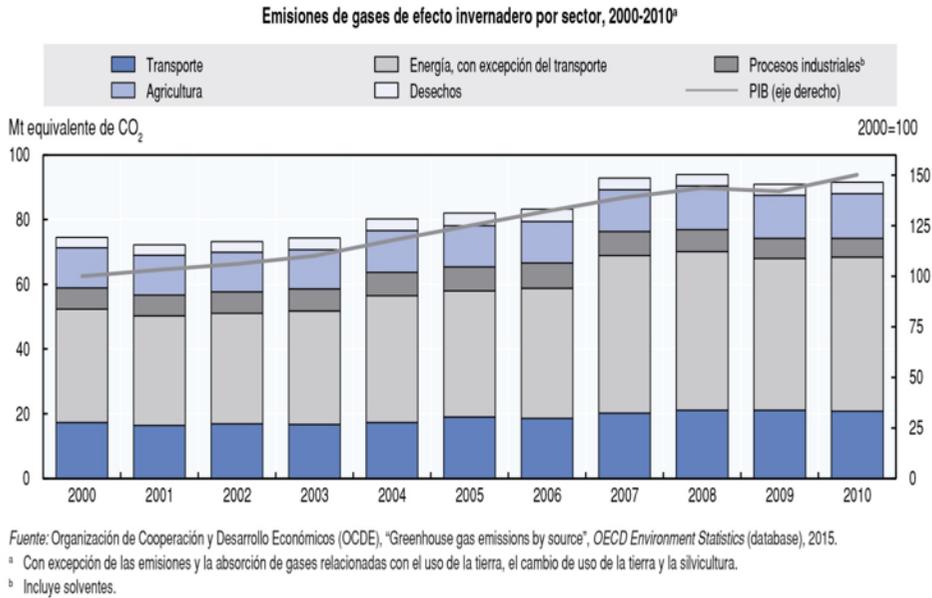
9.1 IMPACTOS AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN Y USO ENERGÉTICO.

Desde el año 2005 se han incrementado sostenidamente las emisiones de la mayoría de los contaminantes atmosféricos debido principalmente al aumento en la generación de energía termoeléctrica, también al creciente uso del diesel en el transporte de carga y pasajeros y, lo que no es menor, a la dependencia de la leña para calefaccionar los hogares en el sur del país, la que no muestra ninguna tendencia a disminuir pese a las restricciones aplicadas (Ver Capítulo 1 Aire)

9.1.1 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

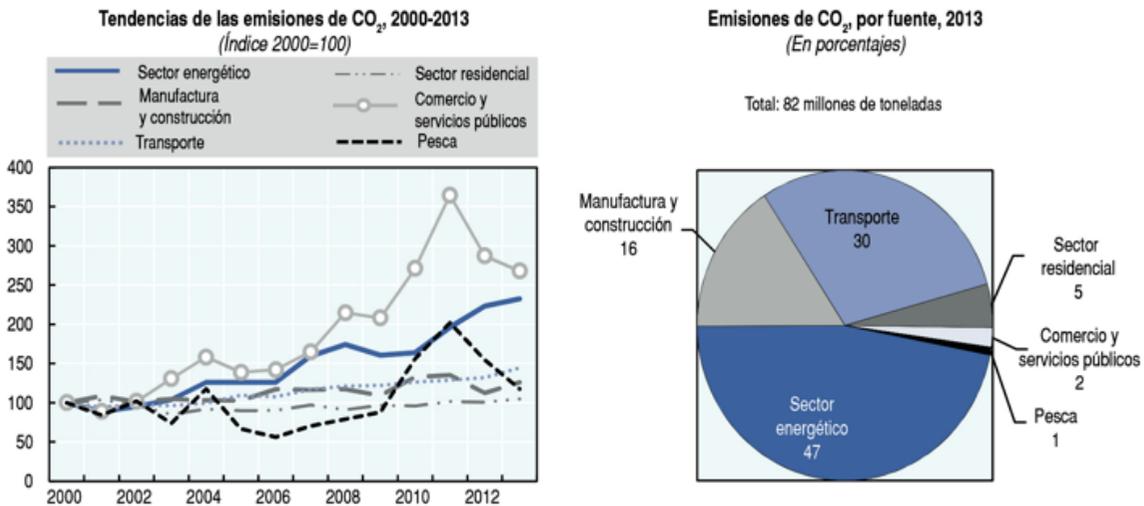
La producción y consumo de energía constituyen ahora la mayor fuente de emisiones a la atmósfera y además desde el año 2000 han crecido más del doble, estimándose que en la actualidad no menos de un 30 % de las emisiones al aire de CO₂ y Gases de Efecto Invernadero (GEI) están relacionadas con la energía. La Figura 9.1 pone en evidencia la participación preponderante del sector energía más transporte en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

FIGURA 9.1
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero



Por su parte las emisiones de CO₂ han seguido distintas tendencias según el sector económico que las produce. Llama la atención el notable aumento del sector comercio y servicios públicos, que ha tenido incrementos muy altos, hasta el 300% respecto al año 2000, aunque este sector representa solo una fracción pequeña del total de las emisiones. A diferencia de los anteriores, la industria y la construcción, la pesca y el transporte han permanecido estables, sin presentar incrementos significativos. Pero debe tenerse presente que los sectores de energía y transporte juntos constituyeron en el 2013 el 77% del total de las emisiones, proporción que se mantiene siempre superior al 70% desde el año 2000 (Figura 9.2) En 2013 las emisiones alcanzaron a 82 millones de toneladas.

FIGURA N° 9.2
Tendencias de las Emisiones de CO₂ (2002-2012)

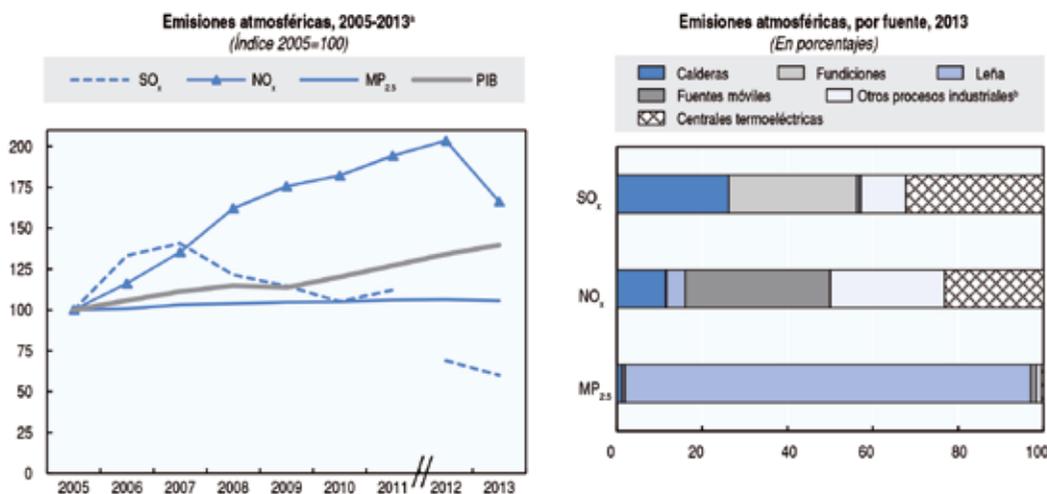


Nota: Emisiones de CO₂ procedentes del consumo energético solamente. Se excluyen el transporte internacional marítimo y aéreo. Enfoque sectorial.
Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE), *IEA CO₂ Emissions from Fuel Combustion Statistics*, 2015 [en línea] <http://dx.doi.org/10.1787/co2-data-en>.

También los componentes de las emisiones contaminantes presentaron diferentes tendencias. (Figura 9.3) El NOx aumentó hasta duplicar su tasa, aunque ha empezado a bajar en años recientes gracias a las regulaciones sobre las fuentes móviles principalmente.

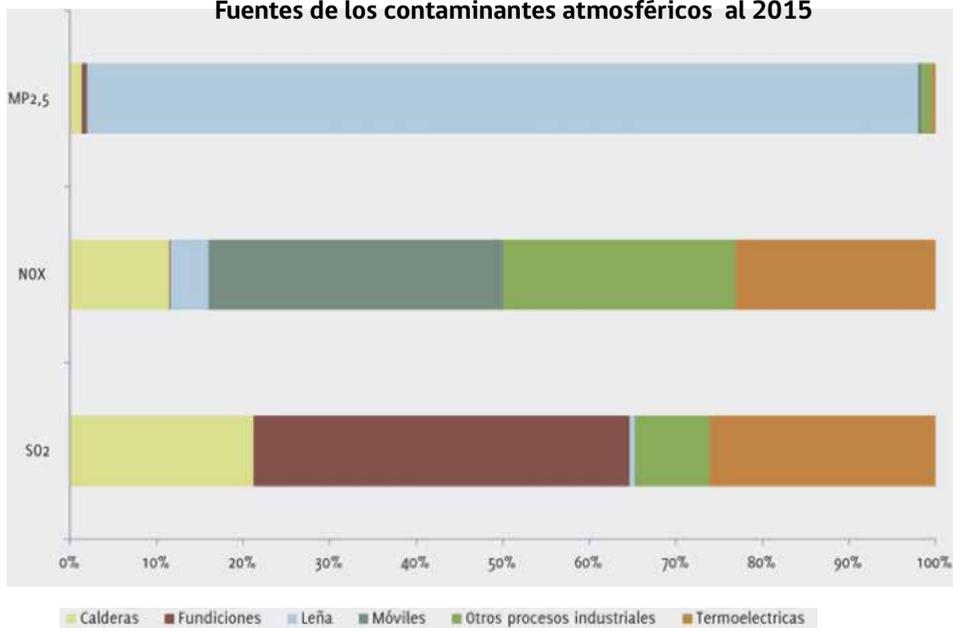
Muy diferentes, las emisiones de SOx se han reducido a la mitad de las que había en el año 2000 debido sobre todo a las mejoras en los procesos de fundición, no obstante que persiste en estas emisiones la participación sustancial de las fuentes fijas. (Figura 9.4)

FIGURA 9.3
Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera



* Interrupción en la serie temporal de 2012 debido a cambios metodológicos en los formularios de notificación (que afectaron principalmente las emisiones de SO_x producidas por el sector dedicado a la manufactura de metales básicos).
^b Se incluyen las emisiones de la actividad minera.
 Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Segundo reporte del estado del medio ambiente, Santiago, 2015; Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), OECD National Accounts Statistics, 2015.

FIGURA 9.4
Fuentes de los contaminantes atmosféricos al 2015

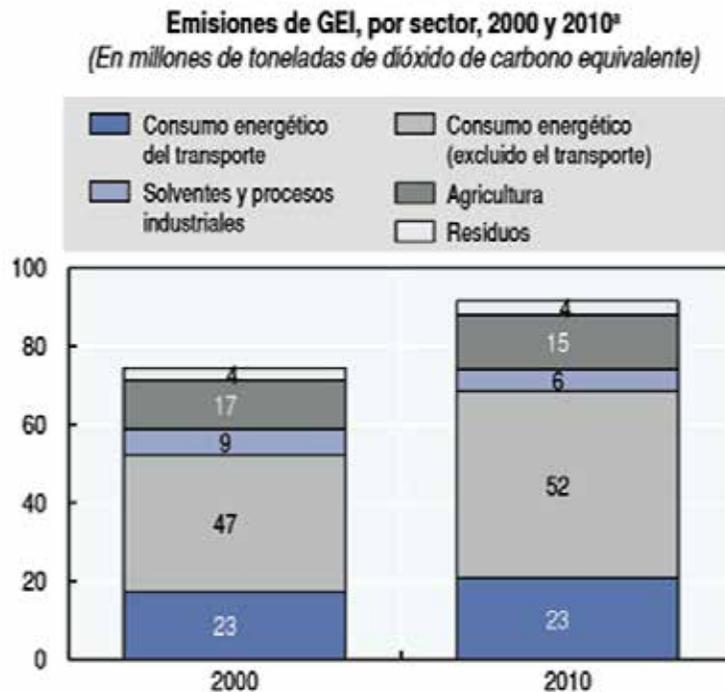


Fuente: MMA, RETC, 2015.

El conjunto de gases de efecto Invernadero (Figura 9.5) ya en el año 2010 presentaba un alza notable respecto al año 2000 causada principalmente por el aumento en 5% del componente Consumo de Energía que sumado al Transporte era causante de las tres cuartas partes de las emisiones totales de GEI.

FIGURA 9.5

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero



^a Se excluyen las emisiones y absorciones del uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura.

^b Solamente emisiones de CO₂ procedentes del consumo energético. Enfoque sectorial. Se excluye el transporte internacional marítimo y aéreo.

Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE), IEA CO₂ Emissions from Fuel Combustion Statistics, 2015 [en línea] <http://dx.doi.org/10.1787/co2-data-en>; "IEA World Energy Statistics and Balances", 2015 [en línea] <http://dx.doi.org/10.1787/ienestats-data-en>; Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), "Greenhouse gas emission by source", OECD Environment Statistics, 2015; OECD National Account Statistics, 2015.

Dado que las emisiones de gases de efecto invernadero han continuado aumentando a la par con el crecimiento económico y las proyecciones indican que proseguirán con esta tendencia, Chile se enfrentará a problemas de creciente importancia provocados por el cambio climático. Nuestro país ha sufrido ya alguno de estos efectos en todas las regiones del país, como las inundaciones en el Norte, temperaturas estivales muy altas, retracción de los glaciares australes, todos los cuales determinan que la disponibilidad futura de agua dulce se prevea en franco descenso.

9.1.2 Contaminación del Aire Urbano

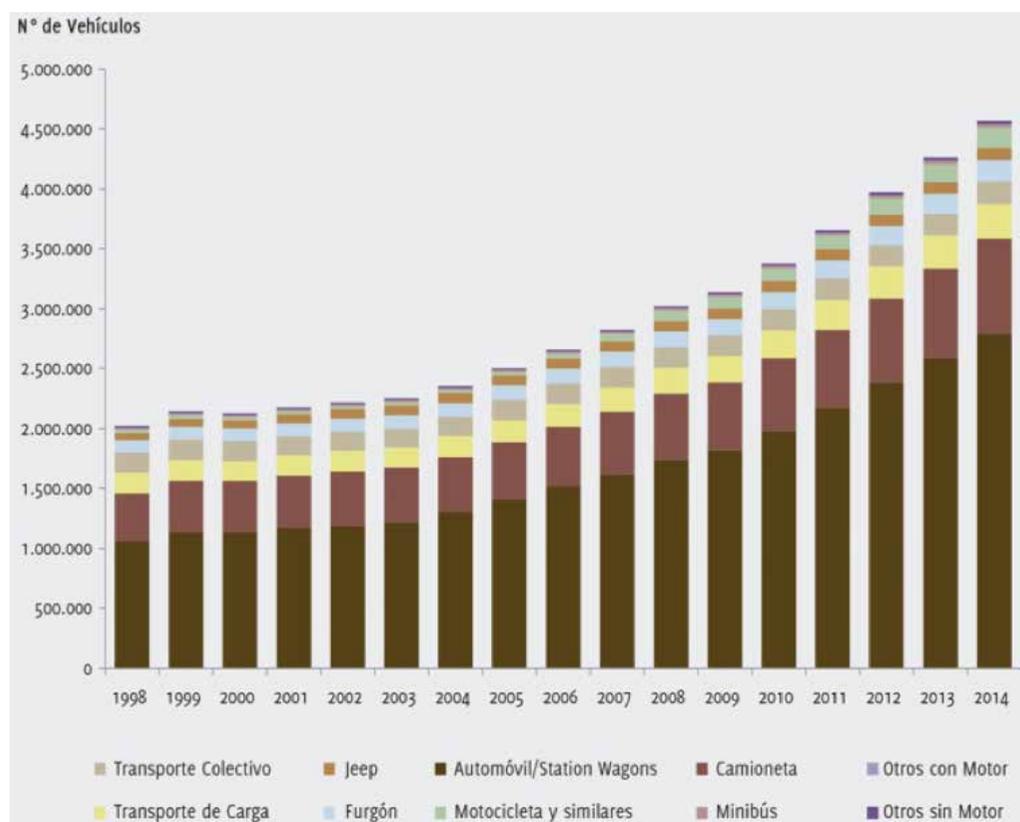
La producción y especialmente el consumo de energía son la causa mayor de la contaminación del aire de las ciudades. Una de las causas principales de esta situación es el parque automotor que se concentra en las ciudades y que ha crecido en años recientes a un promedio de 7% anual. En 2014 alcanzó la cantidad de 4.568.664 vehículos de los cuales el 61% son los automóviles. (Figura 9.6)

El grave problema de la contaminación del aire en las ciudades ha obligado a la autoridad a imponer planes de descontaminación cada vez más estrictos los cuales no han sido capaces de reducir los índices de polución, sobre todo en invierno, sino sólo mantener las condiciones consideradas tolerables para la salud. Actualmente hay en vigor 10 Planes de Descontaminación y además se realizan mediciones permanentes en 25 ciudades. La Estrategia para la Descontaminación de la Atmósfera en Chile 2014-2018 ha puesto en vigencia 14 nuevos Planes de Descontaminación en el norte, centro y sur del país. (Ver capítulo 1 Aire)

La contaminación atmosférica es particularmente alta en Santiago, pero también está presente en otras ciudades grandes y dondequiera que hay concentraciones de población. No obstante haberse aplicado normas a las emisiones atmosféricas a las centrales termoeléctricas y sobre las emisiones de los vehículos, y se han establecido regulaciones para la emisión de todos los contaminantes atmosféricos, cada año el 15% de la población del país sufre la exposición a altos niveles de material particulado tanto grueso como fino.

FIGURA 9.6

Evolución del Parque Automotriz



Fuente: MMA, en base de datos del INE, 1998 - 2014

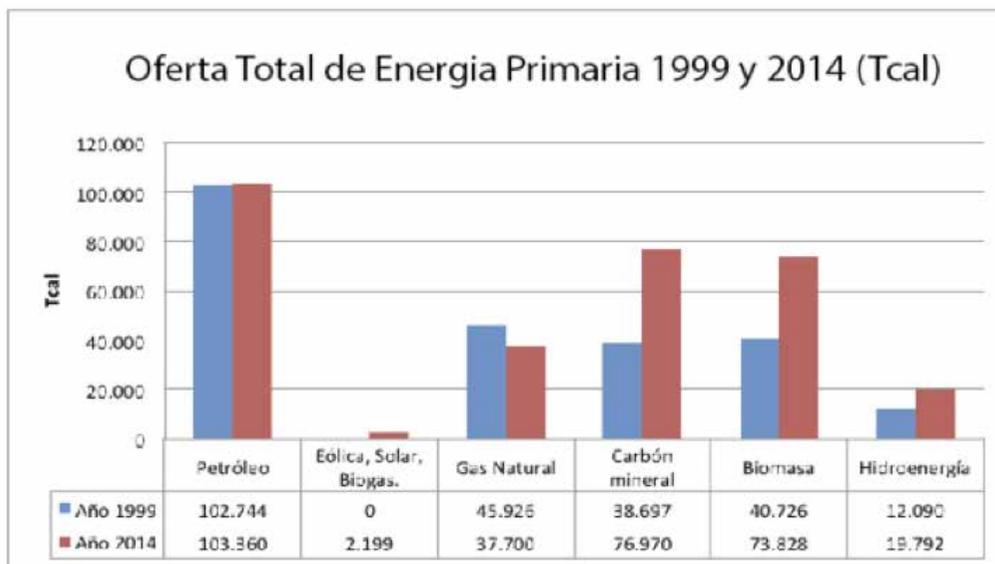
9.2 CONSUMO ENERGÉTICO DEL PAÍS

El consumo de energía del país ha aumentado notablemente entre 1999 y 2105 y las proyecciones muestran que la tendencia del crecimiento se mantendrá. Es necesario hacer la distinción entre la cantidad de energía que se consume en el país y la composición de esa energía, o matriz energética, que a lo largo de este período ha tenido variaciones importantes siguiendo las vicisitudes de la economía chilena.

9.2.1 Cantidad de Energía

La oferta total de energía primaria aumentó 54% entre 2000 y 2014 siguiendo el rápido crecimiento de la economía, al aumento de la producción minera e industrial y a la mayor demanda del transporte (Figura N° 9.7) Con todo, el consumo de energía per cápita al presente es muy inferior al de los países de la OCDE debido a las acusadas diferencias que presenta el país en el ingreso por habitante con los países que forman esta organización. En efecto, si se compara la Intensidad Energética (IE) de Chile respecto a los países de la OCDE aparecen diferencias y semejanzas debidas a la diferente estructura de ingresos por habitante. La IE de Chile por habitante es 2,19 (Tcal/cap) inferior al 4,14 promedio de los países de la OCDE. Sin embargo la IE respecto al ingreso (Tcal/1000dólares de 2010) es exactamente igual al promedio de la OCDE.

FIGURA N° 9.7
Oferta Total de Energía Primaria

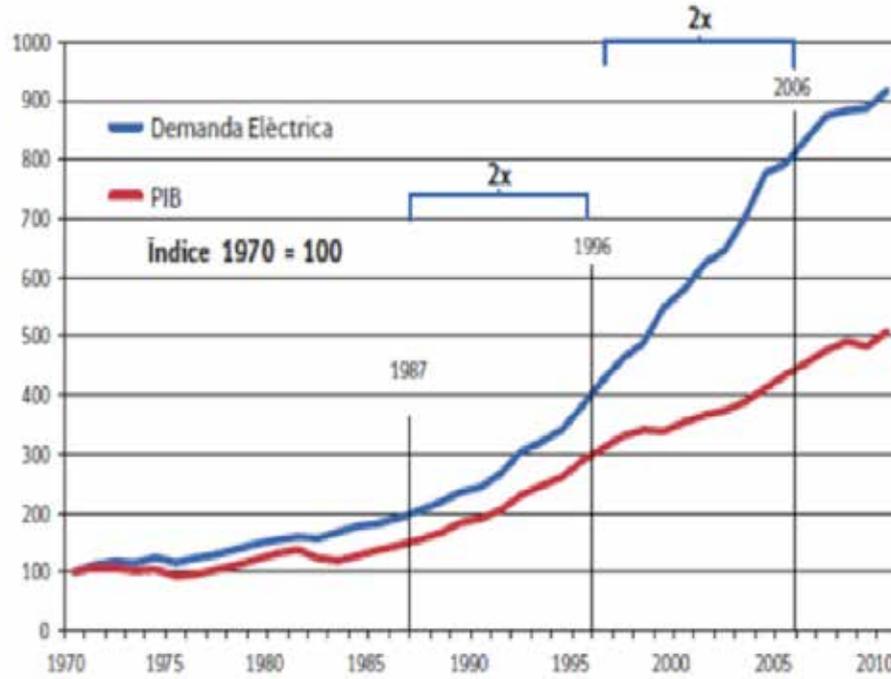


Este notable aumento del consumo energético, consecuencia del crecimiento del país ha sido muy superior al crecimiento económico lo cual pone en evidencia que la eficiencia energética no ha mejorado en forma correspondiente.

Esta relación entre el consumo de energía y el Producto Interno Bruto es significativa de nuestra realidad nacional. Si se considera solamente la demanda de energía eléctrica, ésta ha crecido mucho más rápidamente que el PIB de la economía, habiéndose duplicado cada diez años desde 1987. Tomando como base el año 1970, en el 2010 el PIB había crecido cinco veces mientras la demanda de electricidad creció nueve veces en ese mismo lapso de cuarenta años (Figura 9.8)

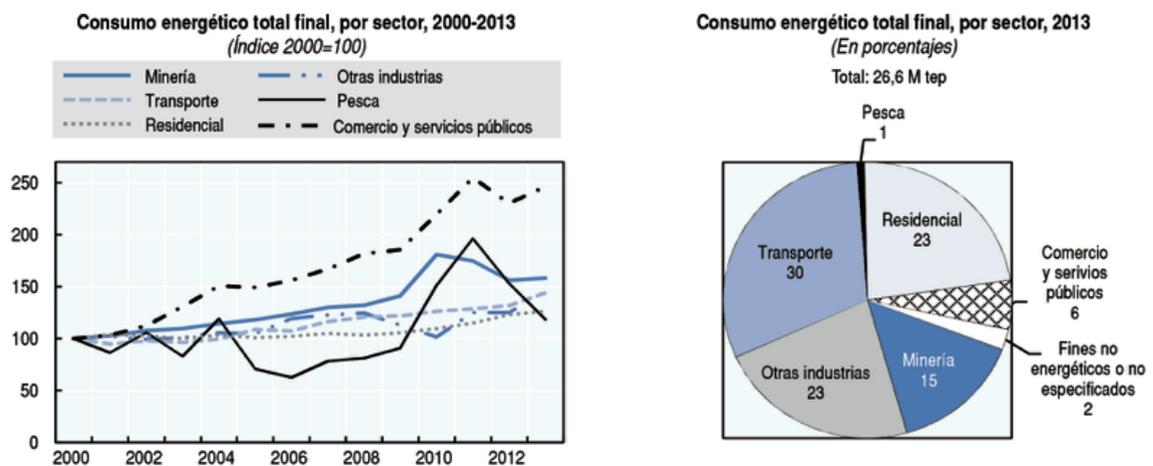
Llama la atención el notable aumento en el período 2000-2013 del consumo energético del sector comercio y servicios, y el crecimiento de la pesca y minería, aunque a un menor ritmo, a diferencia del transporte, residencial e industrial que se han mantenido sin variación. Estos tres sectores representan el 74% del consumo total de energía del país. (Figura 9.9)

FIGURA 9.8
Crecimiento de la Demanda Eléctrica



Fuente: AIE & Ministerio de Energía (Balance de Energía)
Notas: Demanda eléctrica total anual y producto interno bruto real anual.

FIGURA 9.9
Consumo Energético total

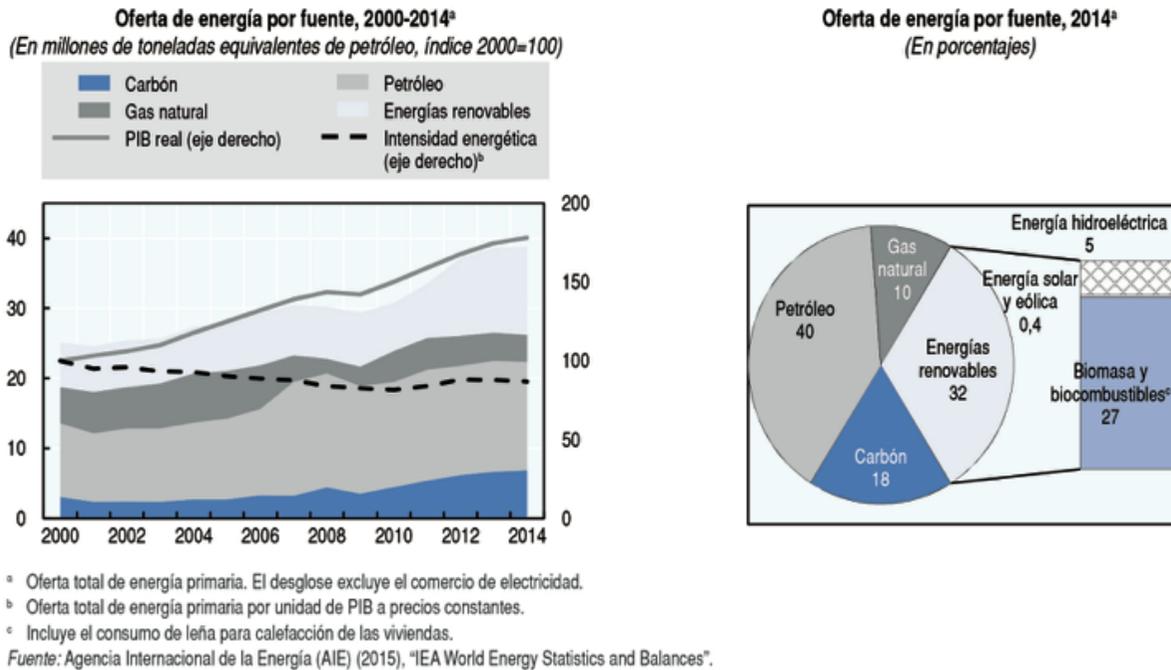


Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE) (2015), "IEA World Energy Statistics and Balances".

Es notorio que la estructura del consumo de energías no ha variado significativamente, pues tanto antes como ahora se basa en el petróleo (Figura 9.10). Sin embargo hay dos componentes dentro del conjunto que han tenido un aumento importante: El primero es que desde 2012 hasta hoy la energía eólica ha experimentado un crecimiento de 36 % con clara tendencia a aumentar su aporte a la matriz; y el segundo, a partir del año 2010 creció el consumo de combustibles contaminantes: carbón, leña y biomasa

FIGURA 9.10

Oferta de Energía Primaria por fuente



La generación termoeléctrica creció desde 3.962,55 en 1999 hasta 6.488,45 MW en 2015, nada menos que 63,7 % con todos los problemas ambientales asociados. La generación hidroeléctrica en cambio creció relativamente menos, 26% en el mismo período.

Un incremento muy superior al de la electricidad fue el consumo de los derivados del petróleo. En el año 1994 se consumieron 9.714.356 m³ y en 2015 este consumo se elevó hasta 22.061.796 m³ lo que representa un alza de nada menos 227% y compromete seriamente las metas de reducción de emisiones del país. También el consumo de gas natural ha tenido un incremento notable, 443 %, desde 5.932 m³ en el año 1994 hasta 26.313 m³ en 2015, aunque su participación ha sido menor en el total de las energías consumidas en este período.

9.2.2 Composición de la Energía

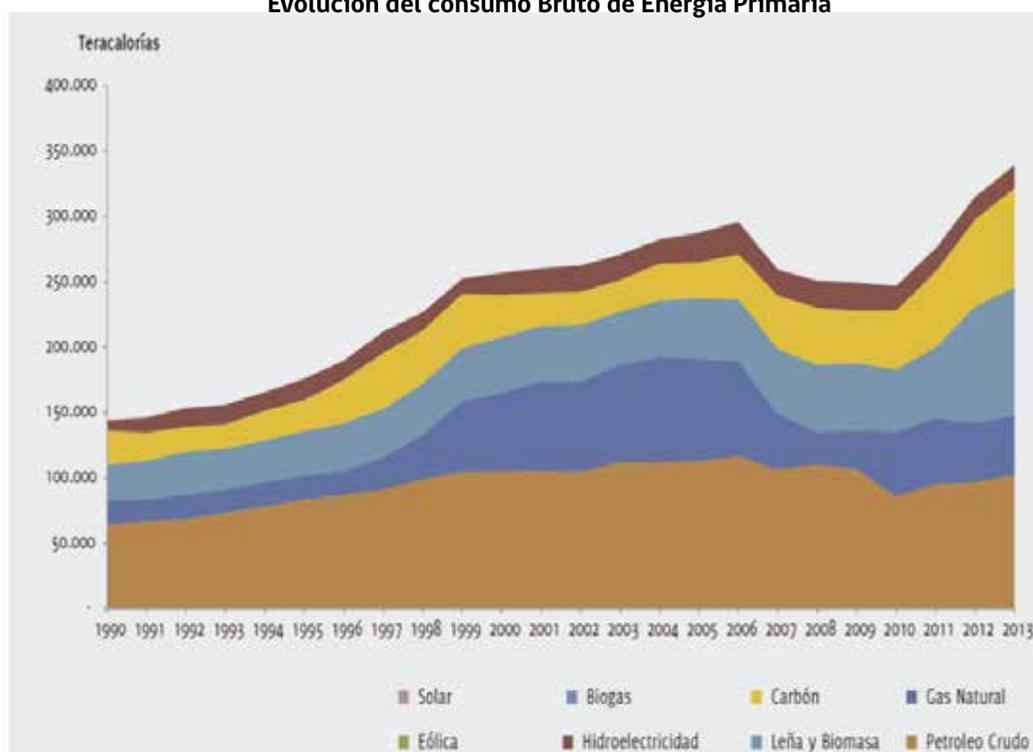
Esta creciente demanda de energía ha sido satisfecha dando preferencia principalmente a los combustibles fósiles, petróleo, carbón y los derivados de ambos, mientras que la participación de otros combustibles como la biomasa y la hidroelectricidad, ha sido menor. Por lo tanto, la matriz energética del país continua integrada mayormente por combustibles fósiles importados que producen actualmente el 60% de la electricidad, una consecuencia de la escasez de gas natural que en los años 2000 incrementó notablemente el uso del carbón y el diesel para generar electricidad, lo que a su vez elevó las emisiones de contaminantes del aire y los gases de efecto invernadero. (Figura 9.11) A partir del año 2005 se comenzó a emplear carbón en gran escala para generar electricidad y en el año 2014 su consumo había alcanzado nada

menos que el 37 % de la generación eléctrica y el 18 % del total de las energías. Como secuelas de lo anterior, la matriz energética actual de Chile tiene altos costos, genera ingente daño ambiental, y además, es fuertemente cuestionada desde los intereses sociales y en no pocos casos provoca rechazo de las comunidades.

La situación descrita no ha sido impedimento para que la producción de energía en base a recursos renovables se haya duplicado en este periodo dado que en el año 2014 estas fuentes de energía, principalmente leña e hidroelectricidad, constituyeron el 32% de la oferta. En la actualidad más del 40% de la electricidad generada proviene de recursos renovables.

FIGURA 9.11

Evolucion del consumo Bruto de Energia Primaria



Fuente: MMA, en base a Balances Nacionales de Energía del Ministerio de Energía.

Entre 1999 y 2015 hubo un aumento substancial de las inversiones para la producción de energía. El dato más significativo es el número total de centrales productoras de energía en funcionamiento, las que en 1999 eran 53 y en el 2015 llegan a 118 correspondiendo el mayor aumento a las centrales térmicas que desde un número de 23 se han más que duplicado hasta 54 unidades. (Ver Cuadro 9.1)

CUADRO 9.1**Número de centrales energéticas 1999 y 2015**

	En 1999	Nuevas 1999 - 2015	Total 2015
Hidroeléctricas	30	14	44
Termoeléctricas:			
Carbón	14	8	22
Gas natural	6	5	11
Fuel-Oil	0	1	1
Petróleo Diesel	3	17	20
Eólicas	0	14	14
Geotérmicas	0	6	6
Total	53	65	118

Fuente: CNE, 2016., Ministerio de Energía 2016

No obstante haberse modificado las exigencias del manejo de los residuos mediante restricciones mucho más exigentes que en 1999, los estudios de impacto ambiental son hoy día muy limitados y circunscritos a las centrales y su entorno cercano.

El proceso del SEIA ignora en buena medida que cada central es un caso particular que requiere integrar varios factores de valoración, entre los cuales la capacidad de generación no es siempre el preponderante. Las centrales hidroeléctricas tienen impacto diferente en determinada cuenca y dependiendo de la magnitud del área inundada por el embalse afectará los asentamientos humanos, ocasionará pérdidas irremediables de terrenos agropecuarios y muy probablemente dañará la biodiversidad de la comarca.

Las líneas de alta tensión prolongarán el impacto ambiental hasta lugares distantes cientos de kilómetros de la central generadora. En 2015 las líneas principales y secundarias sumaban 8.454 km en el Sistema Interconectado del Norte Grande y 17.895 km en el Sistema Interconectado Central.

En el caso de las termoeléctricas prima el tipo de combustible. Entre 1999 y 2015, cuando ya se creía que el carbón iba a ser erradicado de la matriz energética se sumaron 8 nuevas centrales, algunas de las cuales fueron rechazadas por las comunidades aledañas.

El SEIA presenta serias deficiencias de planificación estratégica, manejo de cuencas y ordenamiento territorial integral, subestima los estudios sobre biodiversidad y en lo social se carece de instrumentos realmente objetivos para evaluar la participación ciudadana, amén de que ésta no es vinculante con las decisiones finales que se toman.

9.3 GESTIÓN AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN Y USO DE LA ENERGÍA

La producción de energía en Chile ha crecido impulsada por la fuerte demanda propia del crecimiento económico. Este proceso, positivo desde el punto de vista de la economía, desarrolló características desfavorables para el conjunto social que deben ser corregidas y reguladas por nuevas y adecuadas políticas nacionales.

Son ellas, ante todo, su crecimiento muy superior al de la economía, lo que pone de manifiesto la ineficiencia del consumo energético; exagerada dependencia de las importaciones y la consecuente vulnerabilidad del abastecimiento de combustibles; y una matriz en la que predominan combustibles fósiles altos en emisiones de carbono muy perjudicial para las metas de descontaminación atmosférica comprometidas por el país. Chile se ha comprometido a reducir el 20 % de sus emisiones en el año 2025, aunque los pasos para alcanzar este compromiso internacional encuentran todavía muchas dificultades para llegar a obtener todo el provecho que es posible lograr del potencial de energía que ofrece la geografía y el clima.

La crisis energética que sufrió Chile después de 1999, cuando se cerraron las importaciones de gas natural argentino, se resolvió con fuertes inversiones en centrales alimentadas con petróleo y carbón, a lo que se sumó un ciclo climático de sequía que limitó la generación hidroeléctrica. El resultado ha sido una notoria transformación de la matriz energética que en la actualidad se define por costos de producción más altos, incremento de las emisiones de carbono a la atmósfera y en muchos casos rechazo de comunidades involucradas. La estrategia de la Agencia Internacional de Energía para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero comprende prioritariamente dos acciones: la eficiencia energética (EE) y las energías renovables no convencionales (ERNC). Es más, la AIE ha proyectado que en el año 2030 la EE y las ERNC serán capaces de absorber el 80% de la reducción de emisiones a la atmósfera.

El país, en consecuencia, a diferencia de sus planteamientos de 1999, ha definido sus políticas de desarrollo energético basadas en las dos líneas anteriores más el uso progresivo de combustibles con bajo contenido de carbono. La Agenda de Energía aprobada en 2014 ha estipulado como metas para el año 2025 generar el 20% de la electricidad mediante ERNC y reducir 20% el consumo de energía en el país.

Es importante señalar que hay una diferencia fundamental entre 1999 y 2015 y es la importancia que se le otorga a dos importantes desafíos: El mejoramiento de la eficiencia energética y los aportes de las energías renovables no convencionales

9.3.1 Eficiencia Energética

La EE es energía renovable de bajo costo y no contaminante, y debe ser, por ello, el componente central de la política energética nacional que por cierto requerirá de acciones gubernamentales tendientes a eliminar lo que impide actualmente que sean aceptadas y ampliadas por empresas y hogares.

Ya en el decenio de los noventa se impulsaron algunos programas para mejorar la eficiencia energética. Pero los escasos resultados del Programa País de Eficiencia Energética (2005) y del correspondiente Plan Nacional de Acción obligan a abordar el problema con un conjunto coherente de legislación e instituciones que otorguen a la EE el nivel de política de Estado, mediante un Agencia Nacional con estatuto y autonomía propias, que desarrolle un Plan Nacional continuador que fuera aprobado en 2010.

Puede esperarse que tal Plan Nacional produzca importantes ahorros de energía y reducción de costos para los consumidores, pero su aporte no será menos significativo en la reducción de emisiones. El Cuadro 9.2 detalla las emisiones que podrían ser evitadas si se redujera el consumo de energía.

CUADRO 9.2**Emisiones Evitadas por Reducción del Consumo de Energía**

Escenario intermedio del PNAEE.

	Emisiones Evitadas período 2010 –2020 (Ton)	Emisiones Evitadas en el 2020 (Ton)	Reducción emisiones en el 2020 c/r Línea base (%)
CO ₂ directo	70.896.172	14.946.286	11%
CO ₂ equivalente*	72.040.621	15.142.910	11%
CO	265.881	49.223	13%
NO _x	174.500	38.582	17%
SO ₂	12.390	2.591	15%
MP ₁₀	90.223	15.170	12%
MP _{2'5}	77.736	12.045	11%

*CO₂ equivalente considera emisiones de CH₄ y N₂O.

Fuente: Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Análisis de Políticas Públicas, PRIEN: "Estudio de bases para la Elaboración de un Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética, 2010-2020, 2010

El Plan de Acción de Eficiencia Energética 2012–2020, mejoró sustantivamente los planes elaborados a fines de los noventa, y fijó la meta de disminuir 12 % del uso de energía en el año 2020. Este Plan abarca los sectores de la construcción, minería, industria, transporte de pasajeros y carga y electrodomésticos. La Agenda de Energía 2014 reforzó este objetivo y el de generar en el año 2025 un 20 % de la energía mediante Energías Renovables No Convencionales, es decir, excluyendo las centrales hidroeléctricas.

El objetivo de reducir 20% el consumo de energía en el año 2025 es un desafío que exigirá grandes esfuerzos públicos y privados. La Agenda de Energía ha propuesto una legislación especial para favorecer la Eficiencia Energética en el país, pero ésta ha enfrentado obstáculos para verse realizada.

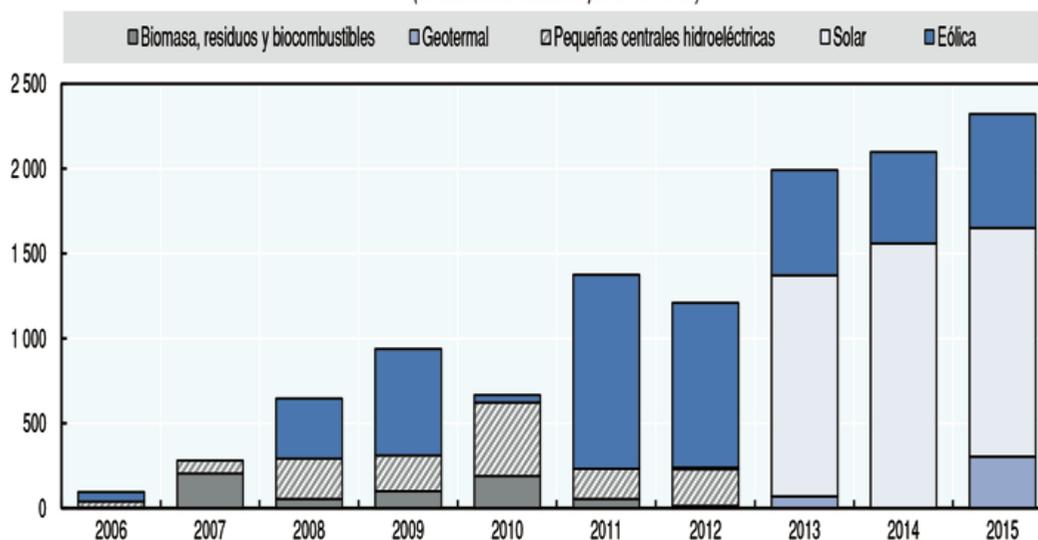
Actualmente, diversos programas gubernamentales y empresariales de carácter voluntario se encaminan hacia ahorros de energía notables en su ámbito, pero se ve lejana todavía la meta de lograr amplios sistemas de gestión y ahorro que involucren a todos los grandes productores y distribuidores de energía y a gran parte de los consumidores, circunstancias necesarias para que los resultados signifiquen reducciones sustanciales de la demanda total de energía del país

9.3.2 Energías renovables no convencionales (ERNC)

Las energías eólica y solar van en franco y rápido aumento. El país ha expandido singularmente la producción de energías renovables hasta el punto de ser el líder en Sudamérica. Esta notable evolución en Chile de las energías limpias constituye una buena base para que el país oriente poco a poco su economía y la correspondiente demanda de energía hacia metas que reduzcan drásticamente las emisiones de carbono. (Figura 9.13) En el año 2015 se aprobaron las reformas de la ley 20.257 que desde Enero de 2010 regían el mercado de la energía, y así se constituyó un marco normativo favorable que aunado a las condiciones naturales de Chile hizo posible un rápido crecimiento de la producción eléctrica de las ERNC. Dado su crecimiento en los últimos años es posible que en un plazo relativamente breve las ERNC tendrán importancia más significativa en la matriz energética nacional y que en un plazo mayor serán preponderantes en ella. La Agenda de Energía 2014 tiene como meta generar el 20% de la electricidad mediante ERNC. Las inversiones en estas tecnologías han alcanzado a US 2.400 millones (ver Figura 9.12) y dado el número de proyectos en ejecución todo indica que seguirán creciendo. En la actualidad las energías eólica y solar principalmente, y otras fuentes menores, proveen el 32,39 % de la oferta total de energía primaria, poniendo a Chile en este desarrollo en el primer lugar entre los países de OCDE.

FIGURA 9.12

Chile: valor de las transacciones financieras divulgadas que involucran activos en proyectos de energías renovables, 2006-2015
(En millones de dólares a precios de 2014)



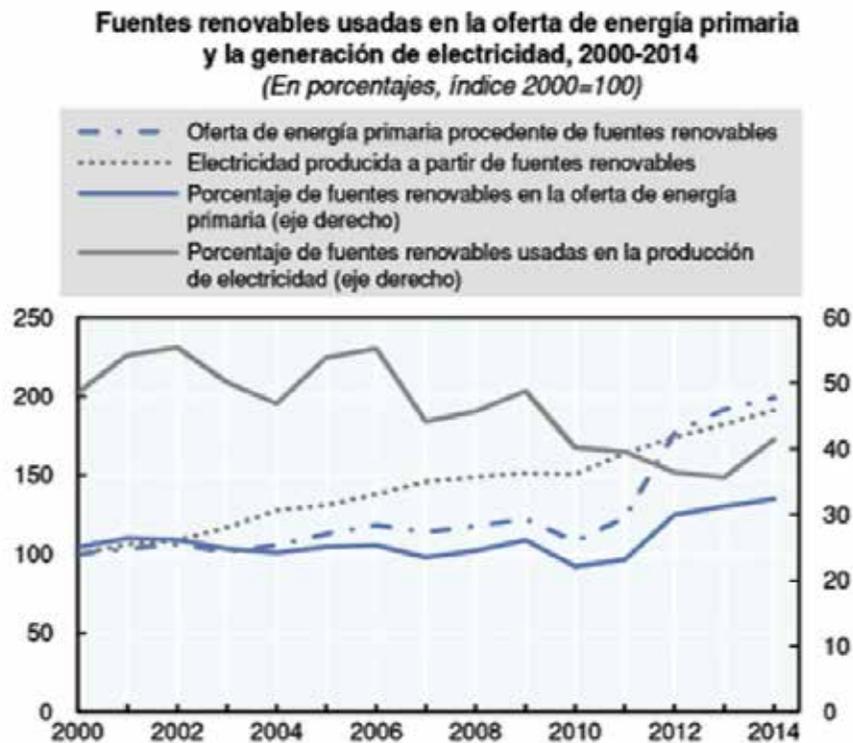
Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos de Bloomberg New Energy Finance, marzo de 2016.

En el futuro las empresas productoras de ERNC deberán considerar en sus proyectos los impactos sociales de sus instalaciones, recogiendo la experiencia de los problemas que enfrentaron las plantas eléctricas convencionales. Las comunidades con frecuencia rechazan los proyectos energéticos, sobre todo si son grandes, porque ven amenazado su hábitat, sus actividades económicas locales y las áreas protegidas cercanas.

En concordancia con las tendencias del mercado, recientemente ENDESA ha renunciado a sus derechos de agua en cinco ríos donde proyectaba instalar centrales, por un total de 821 MW y US 52 millones de inversión. La empresa ha declarado que esos proyectos son en la actualidad inviables económica y socialmente.

Chile posee una geografía singularmente favorable para el desarrollo de las ERNC. La cordillera en toda su extensión tiene potencial hidroeléctrico, el desierto nortino y en general todo el norte del país es propicio para grandes proyectos de energía solar, y las costas de norte a sur ofrecen toda la potencia sin igual del viento dominante del Pacífico para los campos de generación eólica. Al 2015 había US\$ 11.000 millones en proyectos generación eléctrica en construcción. De ellos, 44 % de Energías no Convencionales (90 % eólicos y solares) (Ver Figura 9.13) y 26 % de hidroelectricidad. Chile es líder en Sudamérica en desarrollo de grandes proyectos de generación eléctrica solar

FIGURA 9.13



Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE), *IEA World Energy Statistics and Balances*, 2015.

9.3.3 Combustibles más limpios

Aunque las energías limpias constituyen un objetivo prioritario del desarrollo energético nacional, por sí solas no satisfarán la demanda de las siempre crecientes necesidades de la economía. El país necesitará ahora y por muchos años los combustibles fósiles para continuar moviendo la industria, la minería y el transporte. Ante esta realidad serán esenciales por una parte las políticas energéticas que favorezcan el uso del gas natural en reemplazo del carbón, el petróleo y sus derivados, y por otra el uso de tecnologías de "carbón limpio" en la medida que los costos y oportunidades las hagan viables para la industria y la generación de electricidad.

Todas las fuentes y combustibles usados actualmente generan contaminantes atmosféricos nocivos para la salud humana, siendo los principales el material particulado y los óxidos de nitrógeno y de azufre. El material particulado fino proviene principalmente de la combustión de la leña que se emplea extensivamente en las ciudades del sur para calefaccionar las casas. Los óxidos de nitrógeno son producidos por las fuentes que emplean petróleo y sus derivados, en especial los automóviles y camiones, las calderas de las termoeléctricas y de las industrias. Los óxidos de azufre provienen mayormente de las fundiciones y en menor proporción de otros procesos térmicos. Las políticas impositivas, todavía muy limitadas, han rendido sin embargo buenos resultados. En Chile se gravan solo las emisiones de CO₂ producidas por la gasolina y el diesel aunque éstas causan solo el 20 % de las emisiones asociadas al consumo de energía. Sin embargo, el impuesto a los vehículos livianos, no obstante que exceptúa los comerciales, ha reducido las emisiones de óxidos de nitrógeno y también el consumo de combustible. Pero la calefacción y la generación de electricidad están todavía exentas de este impuesto pese que son responsables de 80 % del CO₂ emitido.

Se espera que en 2017 entre en vigencia un impuesto sobre las emisiones de CO₂ de fuentes fijas, turbinas, calderas y generación térmica de electricidad que corregirá esta situación e inducirá una sustancial reducción de emisiones.

9.4 CONCLUSIONES

Desde el año 1999, y en especial desde el 2005 se han incrementado sostenidamente las emisiones de la mayoría de los contaminantes atmosféricos debido principalmente al aumento en la generación de energía termoeléctrica, también al creciente uso del diesel en el transporte de carga y pasajeros y, lo que no es menor, a la dependencia de la leña para calefacción de los hogares en el sur del país. La producción y consumo de energía constituyen al 2015 la mayor fuente de emisiones a la atmósfera de GEI.

Desde 1999 hasta el 2015 los sectores de energía y transporte juntos aportaron un porcentaje superior al 70% del CO₂. El NO_x aumentó hasta duplicar su tasa, aunque ha empezado a bajar en años recientes gracias a las regulaciones sobre las fuentes móviles principalmente. Muy diferentes, las emisiones de SO_x se han reducido a la mitad de las que había en el año 1999 debido sobre todo a las mejoras en los procesos de fundición, no obstante que persiste en estas emisiones la participación sustancial de las fuentes fijas. Las emisiones de gases de efecto invernadero han continuado aumentando a la par con el crecimiento económico.

La producción y especialmente el consumo de energía han sido la mayor causa de la contaminación del aire de las ciudades. Uno de los factores principales de esta situación es el parque automotor que se concentra en las ciudades y que ha crecido en años recientes a un promedio de 7% anual.

La demanda de energía ha sido satisfecha dando preferencia principalmente a los combustibles fósiles, petróleo, carbón y los derivados de ambos, por lo que la matriz energética del país continua integrada mayormente por combustibles fósiles importados que producen actualmente el 60% de la electricidad, consecuencia de la escasez de gas natural que en los años 2000 incrementó notablemente el uso del carbón y el diesel para generar electricidad, lo que a su vez elevó las emisiones de contaminantes del aire y los gases de efecto invernadero. (Figura 9.11) A partir del año 2005 se comenzó a emplear carbón en gran escala para generar electricidad y en el año 2014 su consumo había alcanzado nada menos que el 37 % de la generación eléctrica y el 18 % del total de las energías. Como secuelas de lo anterior, la matriz energética actual de Chile tiene altos costos, genera ingente daño ambiental, y además, es fuertemente cuestionada desde los intereses sociales y en no pocos casos provoca rechazo de las comunidades.

La situación descrita no ha sido impedimento para que la producción de energía en base a recursos renovables se haya duplicado en este periodo dado que en el año 2014 estas fuentes de energía, principalmente leña e hidroelectricidad, constituyeron el 32% de la oferta. En la actualidad más del 40% de la electricidad generada proviene de recursos renovables.

No obstante haberse modificado las exigencias del manejo de los residuos mediante restricciones mucho más exigentes que en 1999, los estudios de impacto ambiental son hoy día muy limitados, y el país sigue contaminándose.

Entre 1999 y 2015 hubo un aumento substancial de las inversiones para la producción de energía. El dato más significativo es el número total de centrales productoras de energía en funcionamiento, las que en 1999 eran 53 y en el 2015 llegan a 118. Las centrales térmicas de 23 se han más que duplicado llegando a 54 unidades. Las líneas de alta tensión prolongarán el impacto ambiental hasta lugares distantes cientos de kilómetros de la central generadora.

El crecimiento de la energía fue en el período de estudio muy superior al de la economía, lo que pone de manifiesto la ineficiencia del consumo energético; exagerada dependencia de las importaciones, y la consecuente vulnerabilidad del abastecimientos de combustibles en una matriz en la que predominan combustibles fósiles altos en emisiones de carbono muy perjudicial para las metas de descontaminación atmosférica.

Las estrategias encaminadas a potenciar la eficiencia energética aún no se materializan adecuadamente. En el decenio de los noventa se impulsaron algunos programas para mejorar la eficiencia energética, pero fueron escasos resultados del Programa País de Eficiencia Energética (2005) y del correspondiente Plan Nacional de Acción.

Las energías eólica y solar van en franco y rápido aumento. En la actualidad las energías eólica y solar principalmente, y otras fuentes menores, proveen el 32,39 % de la oferta total de energía primaria. Al 2015 había US\$ 11.000 millones en proyectos generación eléctrica en construcción. De ellos, 44 % de Energías no Convencionales (90 % eólicos y solares).

Las políticas impositivas, todavía muy limitadas, han rendido sin embargo buenos resultados. En Chile se gravan solo las emisiones de CO₂ producidas por la gasolina y el diesel aunque éstas causan solo el 20 % de las emisiones asociadas al consumo de energía.

BIBLIOGRAFIA

- *Centro Nacional para la Innovación y Fomento de Energías Sustentables, CIFES. Reportes e Indicadores mensuales 2016. Santiago de Chile.*
- *Fundación Chile Sustentable (2016) Energía en Chile ¿para qué? Santiago de Chile.*
- *Fundación Chile Sustentable (2016) Crítica a la Hidroelectricidad Santiago de Chile.*
- *Fundación Chile Sustentable (2016) La Urgencia de un Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética Santiago de Chile.*
- *Gobierno de Chile. Ministerio del Medio Ambiente. Primer Reporte (2013) y Segundo Reporte (2015) del Estado del Medio Ambiente.*
- *Gobierno de Chile, Comisión Nacional de Energía. Reporte Mensual Septiembre 2016. Santiago de Chile*
- *Gobierno de Chile Gobierno de Chile Comisión Nacional de Energía, Anuario del Sector Energético 2005-2015*
- *Gobierno de Chile, Ministerio de Energía y GIZ (2014) Energías Renovables en Chile. El Potencial eólico, solar e hidráulico desde Arica a Chiloé. Santiago de Chile*
- *Gobierno de Chile, Ministerio de Energía. Agenda de Energía (2014)*
- *Gobierno de Chile, Comisión Nacional de Energía Análisis del Consumo Energético en el corto, mediano y largo plazo (2014) Resumen Ejecutivo. Santiago de Chile*
- *Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)-y Comisión Económica para América Latina (CEPAL) (2016) Evaluaciones del Desempeño Ambiental Chile 2016, Santiago de Chile*
- *Revista Energía Ediciones N° 10 a 19 , Santiago*
- *The Boston Consulting Group (2013) Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010, Proyección de Emisiones a 2040 y Matrices de Abatimiento para Chile.*
- *Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Análisis de Políticas Públicas (2013) “Informe País: Estado del Medio Ambiente 2012”, Maval Impresores, Santiago de Chile*
- *Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Análisis de Políticas Públicas (2000) “Informe País: Estado del Medio Ambiente 1999”, LOM Ediciones, Santiago de Chile*





TERCERA PARTE

TERCERA PARTE

POLÍTICA E INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL



PREFACIO

La tercera parte del presente informe aborda parte de las respuestas, temáticamente transversales, de la sociedad frente a los impactos negativos a que han dado lugar las fuerzas de cambio y presiones asociadas sobre el medio ambiente desde una perspectiva institucional.

Como se establece al comienzo de este informe, el marco analítico aplicado en los capítulos temáticos descansa, básicamente, en el modelo de presión-estado-respuesta, también aplicado en los cinco informes anteriores sobre el estado del medio ambiente en Chile, todos producidos por el Centro de Análisis de Políticas Públicas. En este marco, en mayor o menor grado, se ha procurado identificar, para cada tema abordado, las respuestas con que la sociedad ha pretendido evitar, mitigar, restaurar y/o compensar los impactos actuales o potenciales sobre ecosistemas y el bienestar humano, y/o adaptarse a los mismos, según el caso. El abordaje en este apartado, como se anticipaba, en general, es transversal a los temas específicos y con una perspectiva institucional evitando duplicar lo establecido en los capítulos temáticos, es una perspectiva desde la gestión ambiental.

En línea con el resto del informe, sin perjuicio de ilustrar respecto al contexto institucional y normativo en que ocurre la gestión ambiental y destacar algunos aspectos relevantes de la política ambiental nacional, la orientación es a presentar una visión evolutiva del panorama actual de la gestión ambiental, cubriendo, preferentemente, el período 1999-2015, aproximadamente, ya que los hitos relevantes en la evolución de la gestión ambiental, en general no coinciden con los años señalados.

Muchos asuntos y aspectos de la gestión ambiental no han sido cubiertos en esta tercera parte, fundamentalmente por lo amplia que es la temática, por lo mucho que se expandió y por la necesidad de limitar el tiempo de preparación.

1. POLÍTICA E INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL

1.1 ANTECEDENTES GENERALES RELEVANTES

Vale la pena tener presente que, aun reconociendo la vigencia de algunas normativas que demostraban una preocupación más temprana por lo ambiental, particularmente desde las organizaciones ciudadanas y la academia, es en la década de los '80 cuando surgen iniciativas institucionales que luego serían perfeccionadas en los años '90.

Particularmente significativa fue la instalación de las bases jurídicas de la protección del medio ambiente en la Constitución de la República de 1980 que consagra, en su artículo 19, N° 8, el derecho de las personas a vivir en un ambiente libre de contaminación siendo deber del Estado velar por el cumplimiento de esta disposición. Al mismo tiempo, en su inciso segundo, se establece que por medio de una ley se podrán imponer restricciones específicas al ejercicio de las demás garantías para lograr ese objetivo. En concordancia con lo expresado, el inciso segundo del artículo 20 de la misma Constitución regula especialmente el recurso de protección para garantizar este derecho, estableciendo que procede cuando ese derecho sea afectado por actos u omisiones ilegales de una persona o autoridad determinada. Por otra parte, en el artículo 19, N° 24, inciso segundo, la Constitución establece que la conservación del patrimonio ambiental es una de las funciones sociales de la propiedad.

También en los '80 comienza a desarrollarse el marco institucional para una gestión ambiental explícita con la promulgación, en 1984, de dos decretos supremos, el No. 271 de junio de ese año que establece la Comisión Interministerial de Ecología cuyo objetivo era proponer al Presidente de la República "la creación de un organismo o sistema nacional de medio ambiente que formule, unifique, desarrolle e implemente las políticas que el supremo gobierno estime convenientes para la protección del medio ambiente y la racional utilización de los recursos naturales renovables" y el No. 680 de noviembre que creó la Comisión Nacional de Ecología, también de carácter interministerial, con el objetivo de "asesorar al Presidente de la República en las acciones generales de Gobierno vinculadas a la protección del medio ambiente y a la conservación de los recursos naturales renovables". Ambos decretos no tuvieron mayores frutos ya que, ni había una institucionalidad respaldándolas ni había la decisión política de ir más allá de realizar algún seguimiento a la dinámica que se estaba dando en esos años, particularmente en los ámbitos internacional y nacional brindar algún apoyo técnico reactivo frente a denuncias originadas en la sociedad civil.

En los años '90 hay señales de cambios asociados al advenimiento de la democracia y de respuestas a la preocupación ciudadana por el deterioro ambiental. En 1990 se creó la Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana que representó un paso significativo en el proceso de gestión ambiental, y se reemplazó la Comisión Nacional de Ecología de 1984 por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) (DS N° 240/90), encargándosele el "estudio, propuesta, análisis y evaluación de todas aquellas materias relacionadas con la protección y conservación del Medio Ambiente", ambas de carácter interministerial.

Cabe destacar que, a partir de la creación de la CONAMA, representando la voluntad política de asumir la problemática ambiental desde el Estado, es que comienza a institucionalizarse la gestión ambiental en Chile. En lo legislativo se destacan la realización de un completo inventario de la dispersa y enorme cantidad de normas jurídicas vigentes con relevancia ambiental del país y, la iniciativa de mayor proyección hasta el momento, el inicio de la tramitación en el Congreso Nacional de la Ley General de Bases del Medio Ambiente, la Ley 19.300 (Ley de Medio Ambiente o LMA en lo sucesivo) (Asenjo, 2006).

Con la promulgación de esta Ley en 1994, hace 22 años, se adopta formalmente una noción de gestión ambiental en el país. Sus expresiones jurídico-institucionales han venido evolucionando a un ritmo creciente desde entonces.

Sin embargo, es importante tener presente que el marco jurídico-institucional relativo a la gestión de los recursos naturales se inició mucho antes, aunque desde perspectivas más bien productivistas, en el ámbito de los ministerios sectoriales en un proceso relativamente lento de aproximación a la perspectiva holística que brinda el concepto de medio ambiente humano y a la noción de gestión ambiental¹.

El gran desafío para las autoridades ambientales ha sido, y lo sigue siendo hoy día, dada una consolidada estructura administrativa del Estado eminentemente sectorial y fuertemente compartimentada, incorporar una perspectiva transversal o transectorial en la gestión ambiental, condición necesaria para avanzar en un estilo de gestión ambiental integrada. Es el caso de sectores gubernamentales responsables de la gestión de recursos naturales como, por ejemplo, los suelos, los bosques y la vida silvestre donde la gestión se realiza respecto de cada elemento ambiental por separado, incluso de cada función de un elemento por separado como en el caso del agua. Se trata de un manejo de los recursos naturales, por lo general, con un carácter marcadamente productivista que está lejos de la noción de gestión ambiental.

1.2 POLÍTICA AMBIENTAL

1.2.1 Política ambiental para el desarrollo sustentable 1998

La única expresión de política ambiental explícitamente declarada como tal, es la representada por el documento de política aprobado por el Consejo Directivo de la CONAMA en 1998². La política ambiental definida descansaba en un conjunto de fundamentos y principios; establecía que su objetivo general era promover la sustentabilidad³ ambiental del proceso de desarrollo con miras a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y de las generaciones futuras. Consideraba a la gestión ambiental como una función eminentemente pública, de responsabilidad individual y colectiva, que requería del compromiso y la participación de toda la sociedad civil. Se planteaba objetivos específicos de política y una agenda ambiental que incluía compromisos y tareas prioritarias para cada uno de los objetivos propuestos. El documento termina enunciando los grandes temas ambientales que el país debía abordar (Informe País, 1999).

1.2.2 Elementos de política ambiental posteriores a 1998

El compromiso de política ambiental abordado en el apartado precedente no sido renovado ni sustituido por otro; sin embargo, no puede ya considerarse un documento vigente, básicamente por el tiempo transcurrido (diez y siete años) y por los cambios ocurridos en ese lapso. En la práctica, los sucesivos gobiernos, a través de diversos instrumentos han ido marcando líneas de política ambiental, por ejemplo, en las agendas y prioridades declaradas de la autoridad ambiental que, generalmente, apuntaban al corto plazo, o como los mensajes presidenciales que han acompañado algunos proyectos de ley que, si bien no tienen el carácter de políticas de Estado, son expresiones, con alguna proyección de largo plazo, que representan la política ambiental del gobierno de turno. Otros instrumentos como las estrategias, planes y programas, a veces también incorporan definiciones de política ambiental, sin embargo, no necesariamente han superado el ámbito técnico y, por lo general, no han sido sancionados a nivel ministerial o de la presidencia de la república.

¹ La noción de gestión ambiental adoptada aquí es la de "conjunto de normas, criterios, procedimientos, metodologías, lineamientos y sistemas que realizan los órganos del Estado, las organizaciones, las empresas y las personas con el objetivo de conservar el medio ambiente en su más amplia acepción". El concepto de medio ambiente que define la LMA es "el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones".

² "Una política ambiental para el desarrollo sustentable", CONAMA (1998).

³ Se usan indistintamente las nociones sustentable y sostenible, sustentabilidad y sostenibilidad según el documento de referencia de que se trate.

En este apartado se examinan los mensajes presidenciales que acompañaron los proyectos de Ley del Ejecutivo, relativos a la nueva institucionalidad ambiental sometidos al Congreso Nacional a partir del año 2008, y se extraen algunos elementos de política ambiental que pareció de interés destacar.

El mensaje del ejecutivo a la Cámara de Diputados sometiendo, en junio de 2008, el proyecto de ley que creaba el Ministerio de Medio Ambiente, la Superintendencia de Medio Ambiente y el Servicio de Evaluación Ambiental hacía presente que era necesario, como se comenta más arriba, dado el tiempo transcurrido desde su adopción, avanzar en una nueva política ambiental. Si bien el Mensaje no estaba siendo presentado como la nueva política ambiental del Estado, puede considerarse como la representación o anticipo de una nueva política ambiental cuya expresión más importante fue el propio proyecto de nueva institucionalidad ambiental que proponía y que, luego de los cambios que experimentara producto del debate parlamentario y las negociaciones con el Ejecutivo, se tradujo en el esquema institucional vigente que incluye los tribunales ambientales y en iniciativas como la Ley sobre Biodiversidad y Áreas Protegidas, todavía en trámite parlamentario, y la reforma al Sistema de Evaluación Ambiental, en fase de preparación.

A continuación se presentan algunos contenidos de política del Mensaje que pareció de interés destacar:

- La reiteración de la noción de sustentabilidad enfatizando los nuevos desafíos a los que el mundo y el país se verá enfrentado en los próximos años como lo son el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la escasez de agua, la contaminación y la calidad de vida en las ciudades, advirtiendo que el crecimiento no sustentable afecta la estabilidad del bienestar de las personas en el largo plazo.
- El reconocimiento de que el ingreso de Chile a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) impone un elevado estándar a las políticas públicas y a la calidad del crecimiento, y la exposición permanente al escrutinio público en materia ambiental.
- El planteamiento de que la política ambiental debía basarse en el eje de la equidad, tanto teniendo presente a la actual generación de chilenos como a las futuras generaciones. Se reconocían importantes situaciones de inequidad.
- La incorporación del concepto de gobernabilidad ambiental - aunque sin definirlo - y su incidencia en alcanzar los objetivos de un desarrollo sustentable e inclusivo.
- La importancia de entender la gestión ambiental como una actividad integral no referida a cada uno de los elementos del ambiente por separado, enfatizando que el gran desafío de las autoridades ambientales es abordar la transversalidad en la gestión y que ésta no está garantizada por una representación meramente colegiada de autoridades públicas. Postulaba que la gestión ambiental sectorial debía abordarse desde un esquema institucional ambiental como el que proponía el proyecto que se presentaba a Congreso Nacional.
- El Mensaje Presidencial que sometió el proyecto de creación del tribunal ambiental, aunque eminentemente técnico, incorporó algunos importantes conceptos que se destacan a continuación:
- La aplicación y el cumplimiento de la regulación ambiental se considera como un importante fundamento del Estado de Derecho, la buena gobernanza y el Desarrollo Sostenible, tanto en el ámbito nacional como en el internacional por cuanto están en juego la calidad y la protección del medio ambiente, la credibilidad de las regulaciones ambientales y la igualdad ante la ley en el sentido de que deben existir tratos justos e imparciales y, por otra parte, en cuanto a que el incumplimiento genera, en el ámbito del mercado, competencia desleal por parte de quien no acata las normas.
- Los elementos en juego a la hora de abordar la reforma a la institucionalidad y gestión ambiental son la certeza jurídica para el inversionista, la protección del medio ambiente y el acceso a la justicia ambiental.
- La fiscalización ambiental supone, necesariamente, dos potestades claras para promover precisamente el objetivo de cumplimiento en condiciones de eficiencia: la de fiscalización e inspección y la de sanción de las conductas contrarias a las normas.

- El acotar las potestades de los organismos administrativos en defensa de los derechos de los particulares se sostiene en buenas razones pero ello no puede significar afectar las funciones de regulación de esos organismos.

El Mensaje planteaba una serie de condiciones - que se listan a continuación - que deberían cumplirse para que los objetivos de política asociados a este proyecto fuesen alcanzados: (a) Motivación: la implementación será deficiente si aquellos que necesitan aplicar la política no tienen incentivos para cumplir con ello; (b) Información: la efectiva implementación depende de la calidad de la información entregada tanto a ciudadanos como a los sectores público y privado; (c) Conocimiento del derecho: tanto juristas como reguladores y regulados requieren un conocimiento detallado del derecho aplicable; (d) Disuasión y amenaza: los que incumplen las normas deben percibir que las violaciones serán sancionadas; (e) Recursos suficientes, tanto técnicos, humanos y financieros; (f) Habilidades: funcionarios públicos, gerentes, fiscalizadores, etc., requieren ser entrenados y tener conocimiento suficiente para realizar sus tareas y (h) Estructuras de coordinación y gestión eficientes: la aplicación correcta de las normas depende de la capacidad de los actores y organizaciones de comunicar, cooperar, integrar y coordinar objetivos de política.

También debe destacarse, en este contexto, que el proyecto de Ley en referencia propuso cuatro ideas estructurales o premisas básicas: (a) Disponer de un control jurisdiccional de las decisiones de la autoridad administrativa ambiental; (b) Que este control esté a cargo de jueces especializados y no generalistas; (c) Que el tribunal sea un organismo de integración mixta; (d) Que dada su especialización y carácter único provea de decisiones predecibles, permitiendo certeza jurídica para todos los interesados.

Por mandato de la Ley 20.417 que crea la nueva institucionalidad ambiental, en el año 2011, el Ejecutivo sometió al Congreso Nacional el proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas⁴. El trámite parlamentario no pudo progresar mayormente y por lo que el proyecto debió ser retirado por la Presidencia de la República con el fin de ser reformulado y sometido nuevamente al Congreso Nacional el año 2014.

El elemento de política ambiental que se expresaba en el Mensaje Presidencial que acompañaba la primera versión del proyecto estaba, básicamente, representado por el propio objetivo del proyecto, "proteger la diversidad biológica, preservar la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental del país".

El Mensaje Presidencial que acompañaba la segunda versión del proyecto, no obstante no diferir mayormente del que acompañó al proyecto original⁵, es más extenso y abunda en diversas consideraciones de interés que fortalecen los argumentos previos a favor de la iniciativa. Cabe señalar, en todo caso, que en esta versión del proyecto se consagran nueve principios que deben ser "inspiradores de la acción del Estado en materia de biodiversidad". Se trata de los principios de Coordinación, de Jerarquía, Participativo, de Precaución, de Prevención, de Responsabilidad, de Sustentabilidad, de Transparencia y de Valoración de los Servicios Ecosistémicos.

Finalmente, en este apartado sobre política ambiental, pareció de interés incorporar algunos aspectos de interés del discurso pronunciado por S. E. Michelle Bachelet con ocasión de la firma, en abril 2015, del decreto de creación de la Comisión Asesora Presidencial para el estudio de un nuevo sistema de evaluación de impacto ambiental.

La Presidenta hacía presente en su discurso que, "en los últimos años, Chile ha logrado dar pasos significativos para que el tema medioambiental adquiera la relevancia que merece en la definición sobre la sociedad que queremos construir", afirmando que estos avances tienen que continuar, incorporando ahora, de mejor manera, las nuevas exigencias ciudadanas sobre lo que debía ser resguardado por y para todos.

Con relación a la naturaleza y al desarrollo, la Presidenta señalaba: "queremos que la naturaleza sea una oportunidad de desarrollo; pero no de cualquier tipo, sino de uno que proteja nuestro patrimonio natural y también la calidad de vida de nuestras comunidades."

⁴ Artículo octavo transitorio de la Ley No. 20.417.

⁵ La segunda versión del proyecto que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas se encuentra todavía en trámite parlamentario.

Por otra parte, rescataba la importancia de la participación en las decisiones relativas a iniciativas que impactan negativamente al medio ambiente asumiendo el siguiente compromiso: “Como Gobierno y como Estado de Chile tenemos un deber irrenunciable en materia medioambiental y vamos a actuar para que cada vez que se discutan proyectos, estén sentados a la mesa todos los actores y en igualdad de condiciones”. Y, en esta misma línea afirma: “Porque un desarrollo sustentable no se logra con miradas parciales o en base a la superioridad de un grupo sobre otro. Estamos convencidos que la protección de nuestros recursos naturales, el respeto a las comunidades y la promoción de un desarrollo armónico, es en verdad la única manera de cuidar el presente y el futuro de nuestra patria”.

1.3 EVOLUCIÓN DE LA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL

Desde el Informe País sobre el Estado del Medio Ambiente - 2012, legislativamente, se ha avanzado bastante al modificarse sustancialmente la ley 19.300 sobre la protección del medio ambiente, a finales del año 2010 (Ley 20.417), modificándose completamente el Sistema de Evaluación Ambiental y creándose el Ministerio del Medio Ambiente, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, el Servicio de Evaluación Ambiental, los Consejos Consultivos y la Superintendencia del Medio Ambiente. A su vez, través de la ley 20.600 se establecieron tres tribunales ambientales. Uno en Santiago, Otro en Valdivia y un tercero en Antofagasta que aún no ha sido instalado.

1.3.1 La institucionalidad ambiental vigente en 1999

La institucionalidad ambiental vigente en 1999, que venía evolucionando desde 1994 cuando se promulgó la Ley 19.300, se nutría, principalmente, de tres vertientes: la mencionada Ley 19.300, las leyes sectoriales, orgánicas y simples que incluyen aspectos ambientales, y la Ley Orgánica Constitucional N° 18.575 de 1986.

La Ley 19.300 creó la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) como un servicio dependiente de la Secretaría General de La Presidencia, sin derogar las competencias que tenían los ministerios y servicios públicos en 1994, sentando las bases para una institucionalidad de tipo transversal y de carácter coordinador, en un marco de relativa descentralización territorial y de simplicidad administrativa. Integraban esta institucionalidad todos los ministerios, organismos sectoriales de la administración central y los organismos descentralizados a los que el conjunto de leyes vigentes asignaba responsabilidades y potestades ambientales siendo la CONAMA el eje coordinador del sistema. La Ley 19.300 y sus reglamentos proporcionaban el marco a partir del cual se debían ejercer las competencias sectoriales. Otras normativas complementarias le entregan a diversos ministerios la posibilidad de regular otras materias.

Los principales reglamentos de Ley fueron los siguientes: el reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (DS 93, 1995); el Reglamento sobre Procedimientos y Etapas para Establecer Planes de Prevención y Descontaminación (DS 94, 1995); reglamento del Consejo Consultivo de la Comisión Nacional y de las Comisiones Regionales del Medio Ambiente (DS 166, 1999); el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (DS 95, 2001) y el reglamento para la clasificación de especies silvestres (DS 75, 2005) (CONAMA, 2006).

Las leyes sectoriales, en cuanto a su pertinencia respecto a la institucionalidad ambiental, incorporaban en sus textos elementos de protección de los recursos o de prevención de la contaminación a través de atribuciones a los servicios públicos, para fiscalizar y controlar procesos productivos y la extracción de recursos naturales.

El órgano de mayor jerarquía de la CONAMA estaba representado por su Consejo Directivo compuesto por trece ministros, presidido por el Ministro Secretario General de la Presidencia. Las instrucciones y acuerdos del Consejo Directivo que afectaban a los ministerios sectoriales se canalizaban a través del ministro respectivo, miembro de dicho Consejo, a los órganos públicos de su dependencia. Estos órganos, por otra parte, eran coordinados, en materias ambientales, por la Dirección Ejecutiva de la CONAMA. Las COREMA estaban integradas por el Intendente Regional, los Gobernadores provin-

ciales, las secretarías regionales ministeriales, cuatro consejeros regionales elegidos por el respectivo Consejo y por el Director Regional de la CONAMA, que actuaba como Secretario.

1.3.2 La institucionalidad ambiental vigente en 2015

1.3.2.1 Antecedentes

La institucionalidad ambiental vigente el 2015 es la definida a partir de la Ley 20.417, publicada en enero 2010, cuyo proceso de gestación se inicia, varios años antes, como consecuencia de la creciente demanda por una gestión ambiental con mayores niveles de eficacia y eficiencia, cada vez con mayor cobertura, y la evidencia de las dificultades propias del modelo transversal y coordinador de la Ley N° 19.300, inserto en una estructura de administración pública eminentemente vertical que, además, concentraba las principales funciones de gestión ambiental en un solo organismo.

Influye significativamente en la creación de la nueva institucionalidad, la evaluación del desempeño ambiental realizada por la CEPAL/OCDE respecto al período 1990-2004 que concluía que, si bien Chile había fortalecido sus instituciones ambientales sobre la base de un modelo de coordinación ambiental multisectorial, además de intensificar sus iniciativas ambientales relativas a aire, agua, residuos, y gestión de la diversidad biológica, era necesario emprender iniciativas - presentadas como recomendaciones al Gobierno de Chile - entre las que se destacaba "desarrollar y fortalecer las instituciones ambientales en los ámbitos nacional y regional" y el fortalecimiento de "la capacidad de cumplimiento y fiscalización, incluso mediante reformas institucionales, como por ejemplo, el establecimiento de un órgano de inspección ambiental" entre otros temas ((Informe País, 2008; SMA, 2016).

La necesidad de reformar la institucionalidad ambiental y mejorar sus instrumentos se reflejaba en diversas iniciativas de mejoramiento e, incluso, rediseño del modelo y en las más de 80 mociones parlamentarias que, en ese momento, se tramitaban en el Congreso Nacional. Esta situación dio lugar a que, gracias a un amplio consenso, en marzo de 2007, se promulgara la Ley N° 20.173 que modificó la Ley de Medio Ambiente, creando el cargo de Presidente de la Comisión Nacional del Medio Ambiente confiriéndole el rango de Ministro de Estado con el mandato de formular y presentar, al Consejo Directivo de la Comisión, una propuesta de rediseño de la institucionalidad ambiental. La propuesta de rediseño, una vez sancionada por dicho Consejo, fue sometida al Congreso Nacional en julio de 2008.

De este modo, luego de un amplio debate y negociaciones políticas que permitieron superar diferencias en el marco del trámite parlamentario, el proceso aquí resumido culmina en el acuerdo de adoptar un modelo de institucionalidad que distingue las competencias de política y regulación de las de gestión y de fiscalización que queda representado en la Ley 20.417 que creó el Ministerio de Medio Ambiente, a cargo de la política y la regulación, el Servicio de Evaluación Ambiental, encargado de la administración del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente, con la misión de fiscalizar el cumplimiento de los cuatro instrumentos de gestión ambiental; a saber: (a) Resoluciones de Calificación Ambiental, (b) Planes de Prevención y/o Descontaminación, (c) Normas ambientales y (d) Planes de Manejo.

Con la creación de esta nueva institucionalidad, además de representar ésta un importante paso en la definición de las políticas ambientales, se posiciona el tema medioambiental en una nueva perspectiva; si bien, la creación de la CONAMA fue un gran avance en cuanto se comenzaron a priorizar los temas medio ambientales, es con la creación del Ministerio y sus órganos y las funciones que deben ejecutar que se valida políticamente la importancia del medio ambiente, tanto desde una perspectiva de prevención como desde una lógica correctiva (fiscalizadora y sancionadora). Por otra parte, la transversalidad o transectorialidad de lo ambiental está presente en la nueva institucionalidad, en su lógica sistémica, que considera la complejidad del problema como también la complejidad de sus causas de tal manera que, cada acción de cualquier ministerio y servicio de la Administración del Estado, que tenga relación ambiental será amparado por esta nueva institucionalidad.

La institucionalidad ambiental incorpora los Tribunales Ambientales creados por la Ley N° 20.600 publicada en junio de 2012 y se completa con el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas aún en trámite en el Congreso Nacional.

1.3.2.2 Estructura orgánica de la nueva institucionalidad ambiental

La estructura orgánica de la institucionalidad ambiental que surge de la Ley 20.417 se ilustra en el diagrama de la figura 1.1 de esta Tercera Parte del informe.

FIGURA 1.1:
Organigrama de la institucionalidad ambiental 2015



Fuente: Ilustración de la página oficial del MMA 2016 disponible en línea.

Ministerio de Medio Ambiente

Se le define como “el órgano del Estado encargado de colaborar con el presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.” Declara que su visión “es alcanzar el desarrollo sustentable para el país con el objeto de mejorar la calidad de vida de los chilenos, tanto de esta generación como de futuras” y, su misión, “liderar el desarrollo sustentable, a través de la generación de políticas públicas y regulaciones eficientes, promoviendo buenas prácticas y mejorando la educación ambiental ciudadana. (MMA 2016)

La Ley (artículo 74) estableció la siguiente estructura ministerial:

- El Ministro del Medio Ambiente.
- El Subsecretario.
- Las Secretarías Regionales Ministeriales del Medio Ambiente.
- El Consejo Consultivo Nacional y los Consejos Consultivos Regionales.

Establece, también, la estructura del ministerio debía contemplar las siguientes divisiones temáticas en la Regulación Ambiental; Información y Economía Ambiental; Educación, Participación y Gestión Local; Recursos Naturales y Biodiversidad; Cambio Climático y Cumplimiento de Convenios Internacionales, y Planificación y Gestión.

Consejo de Ministros para la Sustentabilidad

Presidido por el Ministro del Medio Ambiente e integrado por los Ministros de Agricultura; de Hacienda; de Salud; de Economía, Fomento y Reconstrucción; de Energía; de Obras Públicas; de Vivienda y Urbanismo; de Transportes y Telecomunicaciones; de Minería, y de Planificación. Sus funciones, algunas de las cuales lo eran de la antigua CONAMA, son las siguientes:

- a) Proponer al Presidente de la República las políticas para el manejo uso y aprovechamiento sustentables de los recursos naturales renovables.
- b) Proponer al Presidente de la República los criterios de sustentabilidad que deben ser incorporados en la elaboración de las políticas y procesos de planificación de los ministerios, así como en la de sus servicios dependientes y relacionados.
- c) Proponer al Presidente de la República la creación de las Áreas Protegidas del Estado, que incluye parques y reservas marinas, así como los santuarios de la naturaleza y de las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos.
- d) Proponer al Presidente de la República las políticas sectoriales que deben ser sometidas a evaluación ambiental estratégica.
- e) Pronunciarse sobre los criterios y mecanismos en virtud de los cuales se deberá efectuar la participación ciudadana en las Declaraciones de Impacto Ambiental, a que se refiere al artículo 26 de la ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
- f) Pronunciarse sobre los proyectos de ley y actos administrativos que se propongan al Presidente de la República, cualquiera sea el ministerio de origen, que contenga normas de carácter ambiental señaladas en el artículo 70 relativo a las funciones del MMA.

Consejos Consultivos del Ministerio de Medio Ambiente.

Al Consejo Consultivo le corresponde responder a las consultas que le formule el Ministro del Medio Ambiente y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y emitir opiniones sobre los anteproyectos de ley y decretos supremos que fijen normas de calidad ambiental, planes de prevención y de descontaminación, regulaciones especiales de emisiones y normas de emisión que les sean sometidas a su conocimiento. Asimismo puede pronunciarse de oficio sobre temas ambientales de interés general. Sus pronunciamientos no son vinculantes.

La Ley de Medio Ambiente, creó también los consejos consultivos regionales a los que corresponde atender las consultas que le pudiesen formular el Intendente, el Gobierno Regional y el Secretario Regional Ministerial del Medio Ambiente. También podrán pronunciarse de oficio sobre temas ambientales de interés general.

Superintendencia de Medio Ambiente (SMA)

Corresponde a la SMA asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental de su competencia. Es así que la SMA tiene la autoridad de fiscalizar Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), Normas de Calidad y Emisión, Planes de Prevención y/o Descontaminación, Planes de Manejo de la Ley N°19.300 y otros que la ley establezca a futuro. Además, tiene la facultad exclusiva de aplicar sanciones frente a un incumplimiento de dichos instrumentos, las que van desde la amonestación por escrito hasta la revocación de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA), incluyendo la aplicación de multas de hasta 10.000 Unidades Tributarias Anuales. El cuadro 1.1 ilustra mejor sobre las funciones de la SMA.

CUADRO 1.1: Funciones de la SMA, 2016**FISCALIZACIÓN**

Fiscalizar el permanente cumplimiento de las normas, condiciones y medidas establecidas en las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), sobre la base de inspecciones, controles y análisis.

Velar por el cumplimiento de las medidas e instrumentos establecidos en los Planes de Prevención y/o Descontaminación Ambiental; las Normas de Calidad y las Normas de Emisión sobre la base de inspecciones, controles, mediciones y análisis.

Contratar labores de inspección, verificación y mediciones, cuando corresponda, con terceros idóneos debidamente certificados y también mediante convenios con Organismos Sectoriales con competencia en Fiscalización Ambiental (OSFAs)

SANCIONAR

El Superintendente del Medio Ambiente tiene la facultad exclusiva de aplicar sanciones a quienes cometan un incumplimiento ambiental, ya sea entidades privadas o públicas. Sancionar implica cumplir con un conjunto de principios y estándares orientados a asegurar que la decisión sea consistente y sólidamente fundada: una respuesta proporcional y previsible al incumplimiento, mediante un procedimiento racional y justo.

INFORMAR

La institución debe procurar que la información ambiental sea sistematizada, a fin de facilitar el acceso y conocimiento de la ciudadanía de la misma. Para esto, cuenta con el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), el que se soporta en una plataforma electrónica, directa y gratuita.

Asimismo, la Superintendencia debe generar información y estudios que sirvan como herramientas para el trabajo de sus unidades internas para mejorar permanentemente el trabajo de protección ambiental. Para lo anterior, la institución desarrolla, opera y mantiene los sistemas de información que atienden las necesidades de los equipos operativos y de soporte institucional.

PROMOVER EL CUMPLIMIENTO

Debe resguardar la eficacia en la aplicación de la normativa ambiental, debiendo desarrollar las acciones que sean necesarias y recurrir a las técnicas adecuadas para velar por el debido cumplimiento de las exigencias y normativas ambientales.

Fuente: Sitio oficial SMA 2016

La Superintendencia de Medioambiente cuenta con seis divisiones para cumplir sus objetivos: División de Recursos Naturales y Biodiversidad; División de Información y Economía Ambiental; División de Calidad del aire y Cambio Climático; División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana; División de Administración y Finanzas; y División Jurídica.

Una de las responsabilidades significativas de la SMA es la administración del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), de acceso público. En el marco del SNIFA se debe sistematizar toda la información relevante relativa a los instrumentos, y procedimientos asociados, que la SMA debe fiscalizar (resoluciones de calificación ambiental, planes de prevención y de descontaminación, procesos sancionatorios, fiscalización de normas, etc.). Por otra parte, la Ley establece que el Servicio de Evaluación Ambiental, los organismos sectoriales con competencia ambiental, los titulares de las Resoluciones de Calificación Ambiental y los demás sujetos a fiscalización deben remitir la información pertinente directamente a la Superintendencia sin necesidad de requerimiento alguno por parte de ésta, de acuerdo con el reglamento respectivo⁶. En el anexo 6 se detallan las categorías de información que se manejan en el marco del SNIFA y los insumos que los servicios y sujetos a fiscalización de remitir a la SMA.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)

Su función central es administrar el sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA), creado originalmente por la Ley de Medio Ambiente en 1994, ahora transformado en un servicio. El Servicio de Evaluación Ambiental es el responsable de la evaluación ambiental ex ante de proyectos de acuerdo con lo establecido en la Ley de Medio Ambiente y su reglamento. Se le asigna, también, la responsabilidad de fomentar y facilitar la participación ciudadana en la evaluación de los proyectos. (SEA, 2016)

⁶ Reglamento del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental y de los Registros Públicos de Resoluciones de Calificación Ambiental y de Sanciones aprobado por el DS 31 de febrero 2013.

Buena parte de las funciones del Servicio según las define la Ley de Medio Ambiente (artículo 81) implican un grado de tecnificación significativa del proceso de evaluación de impactos ambientales destacándose las siguientes:

- Administrar un sistema de información sobre permisos y autorizaciones de contenido ambiental, el que deberá estar abierto al público en el sitio web del Servicio.
- Administrar un sistema de información de líneas de bases de los proyectos sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, de acceso público y georeferenciado.
- Uniformar los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental que establezcan los ministerios y demás organismos del Estado competentes, mediante el establecimiento, entre otros, de guías trámite.
- Interpretar administrativamente las Resoluciones de Calificación Ambiental, previo informe del o los organismos con competencia en la materia específica que participaron de la evaluación, del Ministerio y la Superintendencia del Medio Ambiente, según corresponda.

Tribunales Ambientales

La Ley 20.600 creó tres Tribunales Ambientales localizados en Antofagasta, Santiago y Valdivia, respectivamente, definiéndolos como "órganos jurisdiccionales especiales, sujetos a la superintendencia directiva, correccional y económica de la Corte Suprema, cuya función es resolver las controversias medioambientales de su competencia y ocuparse de los demás asuntos que la ley somete a su conocimiento". Cada tribunal debe quedar integrado por tres ministros, dos de ellos abogados y el tercero licenciado en ciencias con especialización en materias medioambientales. Cada tribunal debe contar, además, con dos ministros suplentes, uno abogado y el otro licenciado en ciencias.

Los Tribunales Ambientales serán competentes para conocer de las siguientes situaciones:

- las reclamaciones contra de los decretos supremos que establezcan las normas primarias o secundarias de calidad ambiental y las normas de emisión; los que declaren zonas del territorio como latentes o saturadas y los que establezcan planes de prevención o de descontaminación;
- las demandas para obtener la reparación del medio ambiente dañado, en conformidad con lo dispuesto en la Ley de Medio Ambiente;
- las reclamaciones en contra de las resoluciones de la Superintendencia del Medio Ambiente;
- las reclamaciones que se interpongan en contra de la resolución del Comité de Ministros o del Director Ejecutivo, en conformidad con lo dispuesto en la Ley de Medio Ambiente;
- las reclamaciones que interponga cualquier persona natural o jurídica en contra de la determinación del Comité de Ministros o Director Ejecutivo cuando sus observaciones no hubieren sido consideradas en el procedimiento de evaluación ambiental, en conformidad con lo dispuesto en la Ley de Medio Ambiente;
- las reclamaciones que se interpongan en contra de los actos administrativos que dicten los Ministerios o servicios públicos para la ejecución o implementación de las normas de calidad, de emisión y los planes de prevención o descontaminación, cuando estos infrinjan la ley, las normas o los objetivos de los instrumentos señalados;
- las reclamaciones en contra de la resolución que resuelva un procedimiento administrativo de invalidación de un acto administrativo de carácter ambiental (toda decisión formal que emita cualquiera de los organismos de la Administración del Estado que tenga competencia ambiental y que corresponda o se encuentre asociado a un instrumento de gestión ambiental).

Si bien la ley 20.600 estableció la creación de tres Tribunales Ambientales, en Antofagasta, Santiago y Valdivia, a la fecha se han constituido sólo dos: el Segundo Tribunal Ambiental de Santiago con jurisdicción en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O'Higgins y del Maule y el Tercer Tribunal Ambiental de Valdivia con jurisdicción en las regiones de Biobío, La Araucanía, los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y La Antártica Chilena. El Primer Tribunal de Antofagasta no se ha constituido por lo que, hasta que no entre en funcionamiento, el Segundo Tribunal también será competente en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo. Los Tribunales de Santiago y Valdivia comenzaron sus funciones el año 2013 y aún se está en la espera de la aprobación del Segundo Tribunal asentado en Antofagasta.

1.3.3 Avances y retrasos en la implementación de la nueva institucionalidad

Según el informe sobre desempeño ambiental citado (CEPAL/OCDE 2016), la capacidad humana y técnica de las instituciones ambientales habría aumentado significativamente, pero todavía no alcanza el nivel requerido para llevar adelante sus funciones con eficacia. El informe establece que resulta fundamental mejorar la cooperación interinstitucional a nivel nacional y con las autoridades locales para garantizar la eficacia a la hora de ejecutar las políticas públicas y aplicar las leyes.

Por otra parte, el informe en referencia enfatiza que es preciso fortalecer aún más la base de información utilizada para fundamentar el proceso de toma de decisiones relativas al medio ambiente. El primer estudio amplio llevado a cabo por Chile sobre las erogaciones en materia ambiental reveló que el 0,5% de todos los gastos efectuados en 2012 por los organismos del gobierno central (equivalentes al 0,1% del PIB) se destinó a proteger el medio ambiente. Chile debería revertir en forma sistemática sus gastos ambientales a fin de evaluar con mayor precisión la eficacia y eficiencia de las erogaciones⁷.

1.3.3.1 Superintendencia de Medio Ambiente

En el marco de su mandato y potestades, la Superintendencia de Medio Ambiente bajo ha emitido las variadas resoluciones que se listan a continuación, entre otras:

- Normas de carácter general sobre la remisión de los antecedentes respecto de las condiciones, compromisos y medidas establecidas en las resoluciones de calificación ambiental (2012)as Re
- Normas de carácter general sobre entidades de inspección ambiental y validez de reportes (2013)
- Aprobación de "Protocolo para validación de sistemas de monitoreo continuo de emisiones (CEMS) en Centrales Termoeléctricas (2013)
- Normas de carácter sobre el procedimiento de fiscalización ambiental de normas de calidad, normas de emisión y planes de prevención y/o descontaminación (2013)
- Normas de Carácter General sobre el Procedimiento de Fiscalización Ambiental de Resoluciones de Calificación Ambiental (2013)
- Dicta instrucciones de carácter general sobre reportes trimestrales establecidos en norma de emisión de centrales termoeléctricas. (2014)
- Aprueba "Protocolo para validación de sistemas de monitoreo continuo de emisiones[CEMS] en plantas de celulosa" (2015)

⁷ Las fuentes de estos análisis citada por CEPAL/OCDE es la siguiente: Dirección de Presupuestos (DIPRES), "Estado de operaciones del gobierno central 1990-2014", Santiago, 2015 [en línea] www.dipres.gob.cl/594/w3-propertyvalue-15494.html; y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Ministerio del Medio Ambiente (MMA), "Estimación del gasto público en protección ambiental en Chile" (LC/W.655), Santiago, 2015.

- Dicta instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental (2015)
- Aprueba formato de reporte técnico de fiscalización ambiental y guía para su elaboración (2015)
- Aprueba protocolo técnico para la fiscalización (2016)
- Dicta instrucciones generales sobre registro y reporte del estado de avance de los planes de prevención y/o descontaminación ambiental (2016).

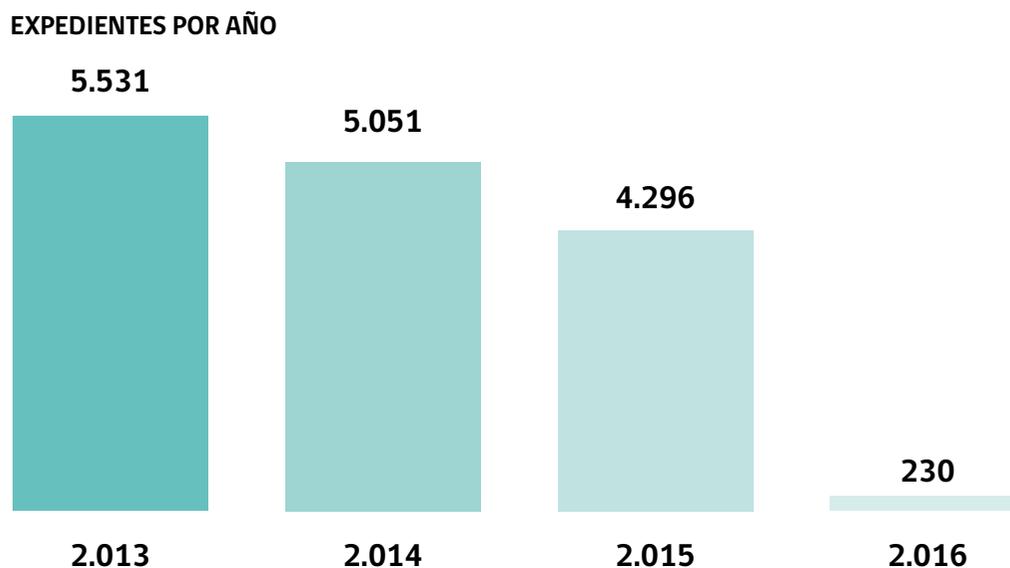
La Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) maneja el Registro Público de las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), según se establece en la Ley 19.300. Este registro se actualiza semestralmente; contiene la información de los proyectos aprobados, su localización geográfica, fecha de otorgamiento de la RCA, el titular, el objetivo y estado del proyecto.

Los titulares de RCA relativas a Declaraciones de Impacto Ambiental aceptadas y Estudios de Impacto Ambiental aprobados deben contribuir al Sistema de Seguimiento Ambiental de RCA que opera la SMA sobre la base de un instructivo de la propia Superintendencia. Las RCA quedan sujetas a un plan de seguimiento o monitoreo de las variables ambientales en base a las cuales fueron establecidas las normas, condiciones, compromisos o medidas. Los titulares de las RCA deberán ingresar al sistema toda información respecto de las condiciones, compromisos o medidas que los obligan, generada ya sea por medio de monitoreos, mediciones, reportes, análisis, informes de emisiones, estudios, auditorías, cumplimiento de metas o plazos, etc. Que será destinada al seguimiento ambiental del proyecto o actividad.

Respecto a la función fiscalizadora, el SNIFA, señala que existen hasta la fecha 15.108 expedientes de fiscalización correspondientes a 1.060 unidades fiscalizadas de un total de 12.474 unidades fiscalizables que incluyen 15.146 resoluciones de calificación ambiental.

GRÁFICO 1.2:

Acciones de fiscalización SMA por año. Período 2013–2016.



Fuente: Sitio internet oficial del SNIFA/SMA

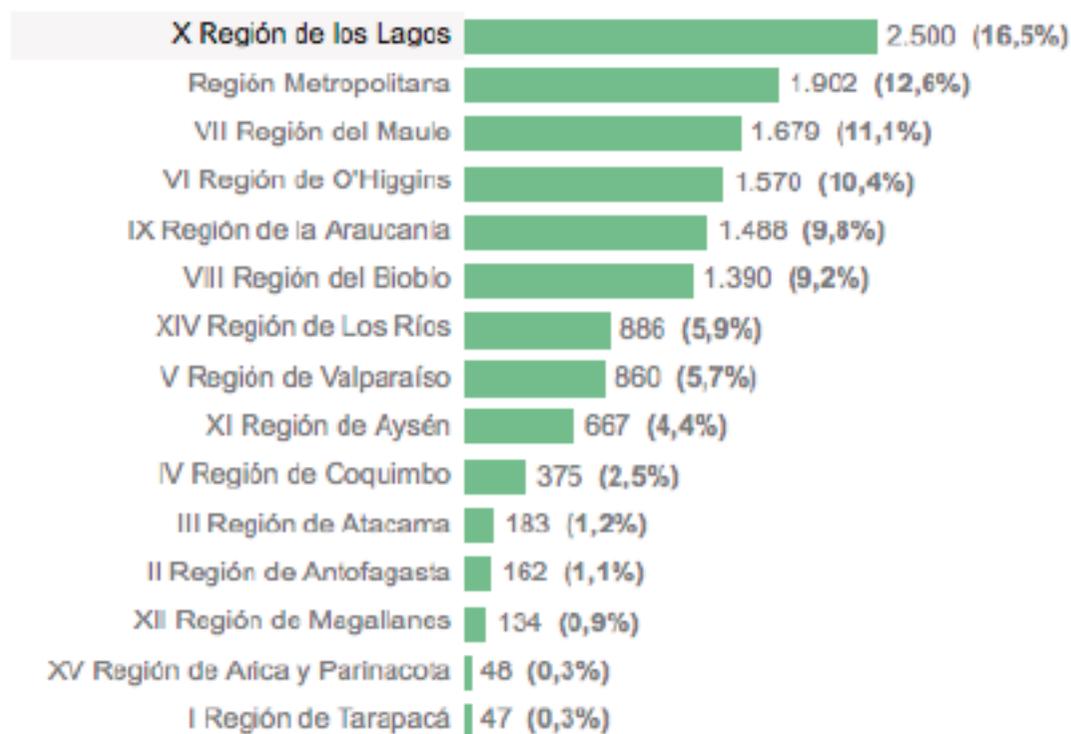
Del total de dichos expedientes, 5.531 corresponden al año 2013, 5.051 el año 2014, 4.296 el año 2015 y 230 expedientes el año 2016. Se observa una reducción importante en la cantidad de expedientes, muy significativa en lo que va corrido del año 2016 (la información del sitio internet del SNIFA aparece actualizado al 10 de noviembre del año en curso). En la figura 1.2 se gráfica lo indicado.

De este total de 15.108 expedientes de fiscalización, la gran mayoría, 13.666 expedientes correspondió a fiscalización de normas de emisión, 559 de resoluciones de calificación ambiental y 883 de otro tipo de instrumentos. Sin embargo, solo en el 10,4% de las fiscalizaciones se impusieron sanciones, mientras en el 89,6% no las hubo. Otro dato que aporta el Sistema es la diferenciación de expedientes según región, registrándose la mayor cantidad de éstos en la Región de los Lagos (2.500) correspondiendo principalmente a fiscalizaciones en las áreas de pesca y acuicultura y agroindustrias. El número de expedientes por región se ilustra en la figura 1.3.

GRÁFICO 1.3:

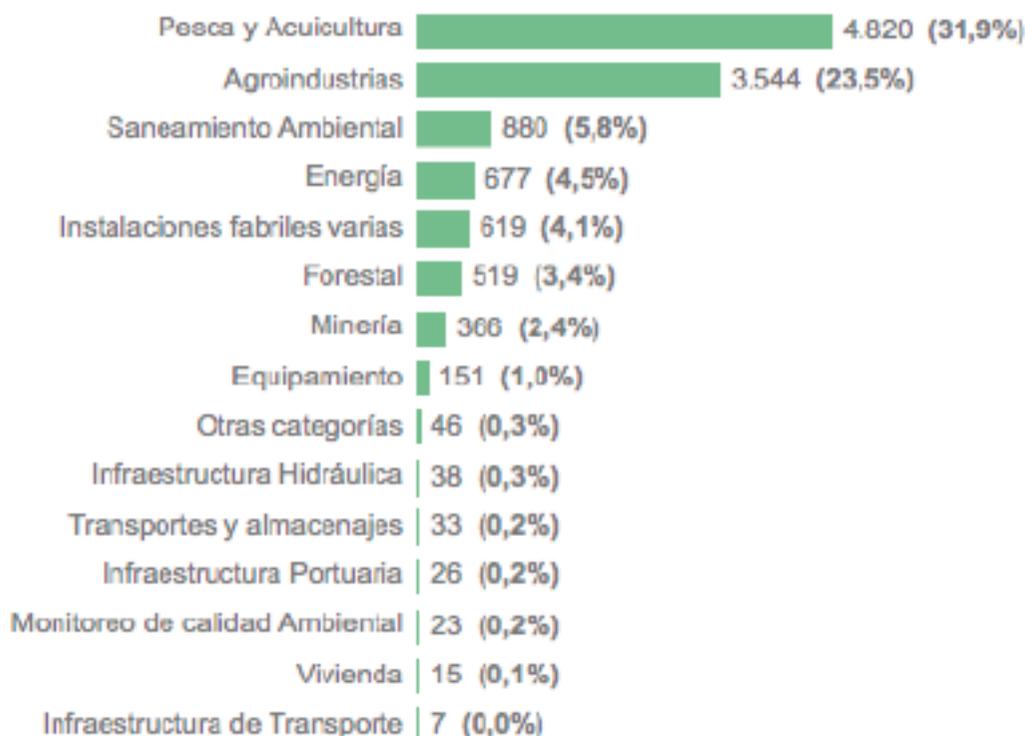
Expedientes de fiscalización SMA por región. Período 2013-2016.

Expedientes por Región :



Fuente: Sitio internet oficial del SNIFA/SMA

La distribución de expedientes de fiscalización según sectores o categorías de actividad se ilustra en la figura 1.4. Como se puede observar, las categorías pesca y acuicultura y agroindustrias, concentran la mayor cantidad de expedientes, 55,4% mientras, ninguna otra categoría alcanza al 6% del total de expedientes.

GRÁFICO 1.4:**Expedientes de fiscalización SMA por región. Período 2013–2016.*****Expedientes por Categoría :***

Fuente: Sitio internet oficial del SNIFA/SMA

En la evaluación del desempeño ambiental de Chile (CEPAL/OCDE 2016) se establece que, no obstante la Superintendencia del Medio Ambiente dispone de una amplia gama de mecanismos administrativos de fiscalización, su capacidad de acción es muy limitada. El marco institucional de la fiscalización del cumplimiento de las normas sigue estando muy incompleto lo que obliga a la SMA a recurrir a las autoridades sectoriales competentes para fiscalizar el cumplimiento de las resoluciones de calificación ambiental, lo que dificulta la posibilidad de asegurarlo. Además, en dicha evaluación se enfatiza que, a diferencia de la mayoría de los países miembros de la OCDE, en Chile no se aplican sanciones penales por delitos ambientales.

1.3.3.2 Tribunales Ambientales

El informe reciente de CEPAL/OCDE sobre el desempeño ambiental de Chile destaca que “la creación de tribunales ambientales ha ampliado al acceso a la justicia y reforzado el derecho a impugnar las decisiones de las instituciones ambientales —incluidas normas, decisiones de las evaluaciones de impacto ambiental y medidas de fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente—, y a procurar que se adopten medidas de restauración del medio ambiente. En principio, los numerosos litigios medio ambientales demuestran que en Chile existe un efectivo acceso a la justicia. Sin embargo, en la práctica el costo de la asesoría jurídica suele impedir dicho acceso a organizaciones no gubernamentales y a particulares.”

Como se anticipó, la nueva institucionalidad ambiental, a seis 6 años desde la publicación de la Ley 20.417, aún no ha sido completada. En el caso de los tribunales ambientales, todavía no ha podido crearse el Primer Tribunal Ambiental que debía

instalarse en Antofagasta, afectando así el óptimo funcionamiento de las funciones jurisdiccionales que corresponde a este componente de la institucionalidad ambiental. El Tribunal Ambiental de Santiago se ve sometido a una sobrecarga de trabajo ya que ha debido asumir las jurisdicciones que correspondían al Tribunal de Antofagasta que, de acuerdo con la Ley, debía haber estado funcionando desde junio del año 2013. Si bien no ha existido una declaración pública respecto al por qué aún no se ha cumplido con la ley, es importante enfatizar la necesidad y relevancia de no solo contar con dicho tribunal, sino también en otorgar las mismas oportunidades a todas las regiones del país, considerando que cada región vive en un contexto diferente.

1.3.3.3 Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas

Otro componente de la nueva institucionalidad aprobada por la Ley 20417 pero que no ha podido ser concretado hasta la fecha es el Servicio de Biodiversidad y Áreas protegidas (SBAP). El proyecto de ley que crea el Servicio, sometido al Congreso Nacional en 2011, no experimentó avances en su tramitación legislativa durante más de dos años de sesiones en las Comisiones Unidas de Medio Ambiente y Bienes Nacionales y Agricultura del Senado por lo que el Ejecutivo decidió, en 2014, retirar el proyecto, replantearlo y volver a someterlo a trámite el mismo año. Sin embargo, recién a octubre de este año, la Comisión de Medio Ambiente y Bienes Nacionales del Senado comenzaba a considerar las 1.200 indicaciones recibidas a lo largo del trámite parlamentario.

El proyecto de Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SBAP) ha sido sometido a Consulta Indígena en todo Chile, en cumplimiento de lo establecido en el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Sin embargo, este procedimiento, que debe concluir en el curso del 2016, no parece tener relación con la tardanza que ha experimentado el proceso de tramitación del proyecto en el Congreso; sin embargo, de la consulta pudiesen surgir indicaciones que no podrían ser ignoradas. Por otra parte, cabe hacer presente que se ha planteado que el proyecto debió ser consultado con los pueblos indígenas en su etapa prelegislativa, como en realidad lo establece el Convenio 169 citado por lo que el proyecto adolecería “de problemas de forma y fondo” (presentación de José Aylwin a la Comisión indicada según artículo en Observatorio Ciudadano).

El estancamiento del proyecto, no solo retrasa el cumplimiento de una estructura formal sino también, la implementación las funciones que deberá asumir servicio con relación a la biodiversidad y a las áreas protegidas, hoy dispersas y con un marco legal ambiguo que debilita las posibilidades de conservación de especies y ecosistemas. No obstante se espera que el proyecto traiga consigo notorios avances, persisten ciertas debilidades como un énfasis en la conservación al interior de las áreas silvestres protegidas o la omisión de la protección de genomas que podrían ser útiles, por ejemplo, con relación al control de plagas (Informe país: Estado del Medio Ambiente en Chile 2012, 2012, pág. 577).

Como puede esperarse, dada la gran cantidad de indicaciones que el proyecto ha recibido, los comentarios técnicos y propuestas que han sido planteadas a la Comisión de Medio Ambiente y Bienes Nacionales del Senado por diversas organizaciones y personalidades y los resultados que arroje el proceso de consulta indígena comentado, el proyecto de Ley va a sufrir, sin duda, diversos cambios y de variada naturaleza. Sin embargo, pareció de interés reproducir, como anexo 2, una síntesis del proyecto sometido el 2015 publicada en el sitio internet del Senado que permite tener una buena idea de lo que ha propuesto la Presidencia de la República en cuanto a los alcances de una futura Ley SBAP.

2. INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL

La gestión ambiental nacional se basa fundamentalmente en instrumentos definidos en la Ley 20.417 que crea la nueva institucionalidad ambiental, la mayoría de ellos originados en la Ley 19.300 de 1994. El Segundo Reporte sobre el Estado del Medio Ambiente (MMA, 2015), ofrece un panorama resumido sobre los instrumentos de gestión ambiental que se transcribe a continuación.

“De acuerdo con la reforma a la ley 19.300, realizada en 2010, los instrumentos de gestión ambiental son el Acceso a la Información, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la Educación Ambiental, la Participación Ciudadana, la Evaluación Ambiental Estratégica, las Normas, así como los Planes de Manejo, Prevención y Descontaminación.

En relación al acceso a la información ambiental, derecho establecido en el artículo 31 bis de la ley 19.300, se ha trabajado de manera proactiva para disponer públicamente la información ambiental, por ejemplo, a través del Sistema Nacional de Información Ambiental o de publicaciones como este reporte o el informe del estado del medio ambiente.

Respecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, luego de 18 años desde que comenzó a operar de manera obligatoria, en abril de 2015, se creó una Comisión Presidencial, cuyo objetivo es mejorar este sistema para adecuarlo a las necesidades actuales del país.

En materia de educación, el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales, ha permitido que los establecimientos incorporen la dimensión ambiental en su labor.

Por su parte, mediante el Fondo de Protección Ambiental, que anualmente financia iniciativas de instituciones o comunidades organizadas, se busca potenciar el rol de la sociedad en la protección del medio ambiente. Lo anterior es complementado con el Sistema de Certificación Ambiental Municipal, cuyo objetivo es implementar y fortalecer la Gestión Ambiental local.

Desde 2011 Chile incorporó la Evaluación Ambiental Estratégica, para asegurar que políticas y planes de carácter normativo general, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad, incorporen la dimensión ambiental.

En el ámbito regulatorio, las normas de emisión y calidad, constituyen los mecanismos principales para fijar estándares que permitan resguardar el medio ambiente y la calidad de vida de las personas. Asimismo, los planes de manejo, prevención y descontaminación, contribuyen a la sustentabilidad del uso de los recursos, así como evitar y/o atenuar problemas de contaminación.”

En lo que sigue se expande la información sobre algunos instrumentos procurando ilustra sobre su evolución en el período 1999-2015.

2.1 INSTRUMENTOS PARA LA FIJACIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

Este capítulo se focaliza en las normas de calidad ambiental y de emisión, todas ellas descritas en la Ley de Medio Ambiente y reglamentadas en los decretos supremos que se especifican.

Las normas ambientales tienen como objetivo prevenir, controlar y mitigar el deterioro ambiental. La Ley define normas primarias de calidad ambiental, normas secundarias de calidad ambiental y normas de emisión. El reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión fue aprobado por Decreto Supremos No. 38 de octubre del 2012 pero entró en vigencia recién el 1 de octubre del 2013.⁸

⁸ El DS N° 38 modificó el DS N° 93 de 15 de mayo de 1995 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia que reglamentaba la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, conforme a la evaluación del decreto en referencia que ya tenía diecisiete años de vigencia.

Corresponderá al Ministro de Medio Ambiente – en función del estado de la situación ambiental del país y de las evidencias de impactos ambientales nacionales y/o regionales y de indicadores de resultado que permitan evaluar la efectividad y eficiencia de las estrategias de solución a los problemas detectados – definir un programa de regulación ambiental que contenga los criterios de sustentabilidad y las prioridades programáticas en materia de políticas, planes y programas de dictación de normas de calidad ambiental y de emisión y demás instrumentos de gestión ambiental. El programa deberá dictarse a lo menos cada dos años y sus antecedentes deberán ponerse a disposición de la ciudadanía y publicarse en extracto en el Diario Oficial y en el sitio electrónico del Ministerio. Cualquier persona, natural o jurídica, podrá dentro de plazos establecidos, aportar antecedentes fundados técnicos, científicos y sociales sobre la materia a regular.

Corresponde a la SMA fiscalizar las normas de calidad ambiental y de emisión, así como llevar un registro de las normas vigentes dentro del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA).

Para ilustrar la evolución del proceso de gestión en un horizonte extendido de tiempo, se reprodujo, como anexo 3e), un gráfico con el número de normas ambientales emitidas por año y por área en el período 1912-2014 presentado en el Segundo Reporte sobre el Estado del Medio Ambiente (MMA 2015).

2.1.1 Normas de calidad ambiental:

El artículo segundo de la Ley de Medio Ambiente define las normas primaria y secundaria de calidad ambiental en los siguientes términos:

Norma Primaria de Calidad Ambiental: “Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población”.

Norma Secundaria de Calidad Ambiental: “Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza”.

El artículo 32 de la misma Ley establece que la creación de una norma primaria de calidad ambiental requiere de un decreto supremo que llevará las firmas del Ministro del Medio Ambiente y del Ministro de Salud. Las normas primarias son de aplicación general en todo el territorio de la República y deben definir los niveles que originan situaciones de emergencia. El Ministerio de Salud podrá solicitar fundadamente al Ministerio la dictación de una norma primaria de calidad. Las normas secundarias de calidad ambiental también requieren ser sancionadas por decreto supremo pero, en su caso, llevará las firmas del Ministro del Medio Ambiente y del ministro competente según la materia de que se trate; además son aplicables a territorios específicos aunque podrían abarcar todo el territorio nacional.

El Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) registra solo quince normas de calidad ambiental vigentes. Se aprecia una disminución en la creación de normas a lo largo de los años siendo el año 2013 el último año en que se publicaron normas de calidad ambiental. En el cuadro 2.1 se listan las quince normas vigentes.

CUADRO 2.1:**Normas de calidad ambiental vigentes según año de publicación**

Nombre/título	Organismo	Decreto	Año
Normas de calidad del aire para material particulado sedimentable en la cuenca del río Huasco III Región	Ministerio de Agricultura	4	1992
Norma de calidad primaria para material particulado respirable mp10 en especial de los valores que definen situaciones de emergencia	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	59	1998
Norma de calidad primaria para plomo en el aire	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	136	2000
Norma primaria de calidad de aire para ozono (O3)	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	112	2002
Norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre (SO2)	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	113	2002
Norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO2)	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	114	2002
Norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono (CO)	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	115	2002
Normas de calidad primarias para las aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación de contacto directo	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	143	2008
Normas de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	144	2008
Norma de calidad secundaria de aire para anhídrido sulfuroso (SO2)	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	22	2009
Normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Serrano	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	75	2009
Normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas del lago Llanquihue	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	122	2009
Norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable mp 2.5	Ministerio del Medio Ambiente	12	2011
Normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales del lago Villarrica	Ministerio del Medio Ambiente	19	2013
Norma de calidad primaria para material particulado respirable mp10 en especial de los valores que definen situaciones de emergencia y deroga decreto n° 59 de 1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Ministerio del Medio Ambiente	20	2013

Fuente: Sitio internet SNIFA, noviembre 2016.

Durante el año 2015, la SMA realizó 157 actividades de fiscalización relativas a normas de calidad ambiental, entre ellas las realizadas respecto de la norma de calidad primaria de material particulado respirable (MP10) en la región de Antofagasta, y las relativas a las normas de calidad secundaria de los Lagos Villarrica y Llanquihue, entre otras (Cuenta Pública SMA, 2015).

2.1.2 Normas de emisión

El artículo segundo de la Ley de Medio Ambiente define las normas emisión como "las que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora". Se supone que la presencia del contaminante en el ambiente, en ciertos niveles, puede constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental. Al momento de definir cantidades, se deben considerar las condiciones y características ambientales propias de la zona en que se aplicarán dichas normas de emisión, pudiendo utilizarse las mejores técnicas disponibles a la época de su dictación, como criterio para determinar los valores o parámetros exigibles en la norma, cuando corresponda (DS N° 38, 2013).

Si bien, el objetivo central de las normas de emisión es prevenir la contaminación, también podrán como instrumentos para restablecer una condición de calidad ambiental previa.

El artículo 40 de la Ley de Medio Ambiente establece que las normas de emisión se establecerán mediante decreto supremo que llevará las firmas del Ministro del Medio Ambiente y del ministro competente según la materia de que se trate, el que señalará su ámbito territorial de aplicación. Las etapas en el proceso de preparación del DS son las mismas que las establecidas para las normas de calidad ambiental en el Artículo 32 de esta Ley, a saber, análisis técnico y económico, desarrollo de estudios científicos, consultas a organismos competentes, públicos y privados, análisis de las observaciones formuladas y una adecuada publicidad.

El registro histórico del SNIFA identifica 26 normas de emisión para el período 1991-2013; como en el caso de las normas de calidad, los últimos decretos sobre emisiones fueron publicados en el año 2013. En el cuadro 2.2 se presenta una síntesis cuyo detalle se incorpora como anexo 5.

CUADRO 2.2:

Normas de emisión según ministerio de origen 1991-2013 (Orden decreciente de normas publicadas.)

Ministerio	No. normas	Contaminantes
Transportes y Telecomunicaciones	8	Emisiones vehículos motorizados livianos; emisiones vehículos motorizados u procedimientos control; emisiones vehículos motorizados medianos; emisiones vehículos motorizados pesado; emisiones motocicletas; emisiones monóxido de carbono, hidrocarburos totales, hidrocarburos no metánicos, metano, óxidos nitrógeno y material particulado buses locomoción colectiva Santiago; ruidos buses locomoción colectiva urbana y rural; emisión óxidos nitrosos que cumplen otras normas de emisión.
Secretaría General Presidencia	7	Ruidos molestos generados por fuentes fijas; arsénico emitido al aire; olores molestos asociados a fabricación pulpa sulfatada; descargas residuos líquidos en aguas marinas y continentales superficiales; descargas residuos líquidos en aguas subterráneas; molibdeno y sulfatos de efluentes de tranques de relave al estero Caren; incineración y co-incineración (derogada).
Medio Ambiente	6	Contaminación lumínica; olores asociados a la fabricación de pulpa kraft o al sulfato; emisiones centrales termoeléctricas; ruidos; emisiones material particulado por combustión leña; emisiones fundiciones de cobre y emisiones arsénico; emisiones por incineración, co-incineración y coprocesamiento.
Salud	2	Emisiones material particulado fuentes estacionarias puntuales y grupales; emisiones material particulado fuentes estacionarias puntuales.
Economía, Fomento y Turismo	1	Contaminación lumínica.
Minería	1	Reglamenta establecimientos emisores anhídrido sulfuroso, material particulado y arsénico.
Obras Públicas	1	Descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado.

Fuente: Normas de emisión vigentes 1991-2013 según anexo 5.

La SMA, en su cuenta pública del año 2015, informa que realizó 10.720 fiscalizaciones de normas de emisión que se distribuyen como se indica en el cuadro 2.3, muy concentradas por cierto, en la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos

CUADRO 2.3:
Fiscalización normas de emisión año 2015

Nombre/título	Decreto N°	Fiscalizaciones
Norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales y grupales	4	1.460
Norma de emisión de compuestos TRS generadores de olor asociados a la fabricación de pulpa kraft o al sulfato	37	7
Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales	90	8.188
Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas	46	803
Norma de emisión para molibdeno y sulfatos de efluentes descargados desde tranques de relaves al estero Caren	80	14
Norma de emisión para centrales termoeléctricas	13	151
Norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica elaborada a partir de la revisión del decreto supremo N° 146 de 1997 MINSEGPRES	38	79
Norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico.	28	15
Norma de emisión para incineración coincineración y coprocesamiento y deroga decreto N° 45 de 2007 del ministerio secretaria general de la presidencia	29	3
Fuente: Cuenta Pública 2015, SMA.		

2.2 INSTRUMENTOS DE CORRECCIÓN

Son instrumentos de corrección los planes de prevención y de descontaminación. La declaración de un determinado territorio como zona latente - "aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental" - o saturada - "aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas" - son el fundamento necesario y directo para la posterior elaboración e implementación de un plan de prevención o de un plan de descontaminación, respectivamente.

La Ley de Medio Ambiente (artículos 43 al 47) regula las declaraciones de latentes o saturadas y los planes de prevención o descontaminación. Establece que las declaraciones se harán por decreto supremo con la firma del Ministro del Medio Ambiente y la del Ministro de Salud, si se trata de la aplicación de normas primarias de calidad ambiental, o del ministro sectorial que corresponda, según la naturaleza de la respectiva norma secundaria de calidad ambiental. También mediante decreto supremo del Ministerio del Medio Ambiente, con la firma del ministro sectorial que corresponda, se establecerán los planes de prevención o de descontaminación correspondientes siendo obligatorio su cumplimiento en las zonas calificadas como latentes o saturadas, respectivamente.

La Ley en referencia establece que los planes de prevención y descontaminación contendrán, a lo menos, la relación que exista entre los niveles de emisión totales y los niveles de contaminantes a ser regulados; el plazo en que se espera alcanzar la reducción de emisiones materia del plan; la indicación de los responsables de su cumplimiento; la identificación de

las autoridades a cargo de su fiscalización; los instrumentos de gestión ambiental que se usarán para cumplir sus objetivos; la proporción en que deberán reducir sus emisiones las actividades responsables de la emisión de los contaminantes a que se refiere el plan, la que deberá ser igual para todas ellas; la estimación de sus costos económicos y sociales, y la proposición, cuando sea posible, de mecanismos de compensación de emisiones.

Es importante señalar que las actividades contaminantes ubicadas en zonas que se apliquen planes de prevención o descontaminación, quedarán obligadas a reducir sus emisiones a niveles que permitan cumplir los objetivos del plan en el plazo que al efecto se establezca.

La coordinación del proceso de elaboración de Planes de Prevención y/o Descontaminación, corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente mientras, el seguimiento al cumplimiento del Plan de Prevención y/o Descontaminación corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente.

Desde la vigencia de los planes de prevención como instrumentos de gestión ambiental, a partir de la publicación del DS 94 en 1995, no se habría promulgado ninguno aún; a la fecha, está en preparación un plan de prevención que se espere pueda implementarse este año 2016. Se trata del Plan de Prevención de Huasco en la región de Atacama (norma de calidad de aire).

Con relación a planes de descontaminación, solo se han realizado con respecto a saturación por contaminantes atmosféricos. El capítulo sobre aire de este Informe aborda el asunto e identifica los planes de descontaminación vigentes.

2.3 INSTRUMENTOS PREVENTIVOS

2.3.1 Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental

Antecedentes relevantes

Uno de los principales instrumentos para prevenir el deterioro ambiental es el SEIA; la evaluación ex ante que supone permite introducir la dimensión ambiental en fases tempranas del proceso de formulación de los proyectos de inversión e incorporar modificaciones al proyecto antes de su diseño definitivo. El SEIA evalúa y certifica que las iniciativas, tanto del sector público como del sector privado, cumplirán los requisitos ambientales que les son aplicables. Los proyectos o actividades señalados en la Ley de Medio Ambiente (artículo 10) sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la presente ley y su reglamento. Además, todos los permisos o pronunciamientos de carácter ambiental, que de acuerdo con la legislación vigente deban o puedan emitir los organismos del Estado, respecto de proyectos o actividades sometidos al sistema de evaluación, serán otorgados a través de este sistema.

En el año 2007, al cumplirse 10 años de vigencia del SEIA, este instrumento se encontraba plenamente consolidado, sin perjuicio de la conveniencia de su perfeccionamiento. Es así que se realizaron mejoras en el mecanismo electrónico del SEIA, en la gestión para la disminución de los plazos de la evaluación, en las guías para la evaluación de impacto ambiental y en la ventanilla única. Pero, sin duda, uno de los mayores cambios ocurrió en 2010 con la promulgación de la Ley N° 20.417, que creó el Ministerio del Medio Ambiente, con competencias para la dictación de políticas y regulaciones ambientales generales para la sustentabilidad y en materia de riesgo y medio ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) como organismo a cargo de la administración del SEIA y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) con responsabilidades en el seguimiento y la fiscalización ambiental de diversos instrumentos de carácter ambiental, entre ellos, las RCA, las normas de emisión y calidad y los planes de manejo, prevención y descontaminación.

Hoy, con casi 20 años de funcionamiento, el SEIA debe responder a un escenario distinto, definido por una nueva institucionalidad ambiental, mayores niveles de participación ciudadana, un aumento de la sensibilidad ambiental, cambios

socioculturales y económicos del país, nuevas tecnologías y una mayor experiencia nacional e internacional en materia de evaluación ambiental de proyectos (CAP 2016).

Las críticas al SEIA y las presiones para modificarlo tienen respuesta en la creación de la Comisión Asesora Presidencial (CAP) para la Evaluación del SEIA cuyo mandato fue “evaluar el SEIA vigente, y generar propuestas para su optimización, ajustadas al nuevo escenario sociocultural y económico, con la finalidad de lograr el desarrollo de procesos con altos estándares de calidad, más expeditos y en un marco de certeza jurídica para los titulares de los proyectos, la comunidad y los distintos servicios públicos que participan de la evaluación”. El informe final de la Comisión fue sometido a la Presidencia de la República a fines de julio del presente año.

La Comisión Asesora Presidencial señalaba que “se reconocen debilidades del SEIA en su relación con otros instrumentos de gestión pública, se detecta la asimetría de información que afecta a la ciudadanía, debido, entre otros, a lo difícil que resulta comprender el lenguaje técnico de descripción de los proyectos, a lo que se suman los plazos diferenciados dentro de los cuales dichas comunidades pueden participar e involucrarse en los procedimientos de evaluación ambiental”. Por otra parte, la CAP destaca que otro aspecto de la problemática asociada al SEIA tiene relación con que algunas materias que son abordadas en el marco de la evaluación del impacto ambiental de los proyectos “escapan del ámbito del SEIA y la evaluación ambiental de proyectos, como lo son problemas sociales o económicos históricos o la definición de aspectos más estratégicos, como uso del territorio”. Lo anterior, provoca tanto una disminución de la credibilidad y confianza en el SEIA y constituye una sobre exigencia al Sistema.

La Comisión identificó y analizó aspectos tanto internos como externos al SEIA que son objeto de crítica como planteamientos relacionados con el alcance y responsabilidad del sistema frente a otras políticas públicas. Se analizaron los criterios de ingreso al SEIA, revisando el listado de aquellos proyectos o actividades que, por su tipología, sean susceptibles de causar impacto ambiental, tomando para ello en consideración el comportamiento histórico de ingresos. También se analizaron los instrumentos de evaluación reconociendo que, tanto los estudios como las declaraciones de impacto ambiental, se han complejizado en torno a detalles técnicos del proyecto que, en algunos casos, no tienen mayor relevancia ambiental. Otro tema de revisión y análisis para la Comisión fue la definición de los elementos o componentes del medio ambiente que son objeto de protección en el SEIA y aspectos estructurales que dicen relación con el funcionamiento de los órganos colegiados que califican los proyectos y su pertinencia.

La CAP señala que participación ciudadana en el marco del SEIA está enfrentada a una serie de cuestionamientos y críticas referidas al procedimiento y a los resultados esperados lo que guardaría relación con la implementación de los procedimientos y plazos y, principalmente, con el tratamiento de temáticas que no están relacionadas con la evaluación ambiental propiamente tal, sino más bien, con lo atingente a la aceptabilidad o no aceptabilidad de una tipología de proyecto en particular, o con lo relacionado al emplazamiento de la iniciativa en un territorio determinado. Para la CAP, estos aspectos son sustantivos para las comunidades y revisten la mayor de las importancias para ellas; sin perjuicio de ello, no son abordados o resueltos en el marco de una evaluación de impacto ambiental, por cuanto ya han sido definidos por el titular y, además, porque el SEIA no es el instrumento competente y adecuado que pueda resolverlos.

Concluye la Comisión en que “no existe el espacio ni la posibilidad para que las comunidades puedan incidir en los aspectos que resultan de su interés. Esta imposibilidad de incidencia, sumado a problemas de asimetría de la información entre titulares, ciudadanía y el Estado, ha llevado a que la participación ciudadana en el SEIA pierda prestancia y legitimidad ante las comunidades y, al mismo tiempo, ha propiciado una crítica negativa al SEA respecto de su gestión como institución del Estado”.

De manera similar a los procesos de participación ciudadana, la instancia de consulta indígena, en el marco del SEIA, se habría sobrevalorado como una instancia para resolver los conflictos con las comunidades, forzando el diálogo a problemas que superan el alcance de la evaluación ambiental del proyecto.

Por otra parte, evidenciando la importancia que la comunidad nacional preocupada por los temas ambientales, casi paralelamente a la designación de la Comisión Asesora Presidencial, procurando asegurar que los puntos de vista de sectores no bien representados en dicha Comisión quedaran fuera de los debates y negociaciones, un grupo de organizaciones no gubernamentales, de parlamentarios y de líderes sindicales decidieron crear la Comisión Sindical Ciudadana Parlamentaria (CSCP). La Comisión se propuso como objetivo “elaborar una propuesta representativa y socialmente legitimada sobre las modificaciones que requiere el SEIA, con el fin de asegurar la aplicación de los principios del derecho ambiental y de dar mejor cumplimiento a sus objetivos normativos, en especial al derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del patrimonio ambiental y la justicia ambiental, requisitos esenciales para el desarrollo sustentable”. La CSCP lanzó su informe en agosto 2016 y en septiembre hizo entrega formal al Ministro de Medio Ambiente.

Es importante destacar dos conclusiones básicas que emergen del diagnóstico en el que la CSCP fundamenta su propuesta:

- a) Los espacios de participación vigentes en el SEIA resultan insuficientes para la expresión de las preocupaciones e intereses de la comunidad, así como para los desafíos de democratización de las decisiones en materia ambiental y territorial que el país enfrenta.
- b) Los principales conflictos que surgen entre titulares y comunidades se generan en un escenario en que el Estado permanece ausente, y tomando distancia de las decisiones sobre los procesos de desarrollo de los territorios. En los casos de involucramiento estatal, éste ha demostrado que prioriza los derechos e intereses del inversionista por sobre los derechos e intereses locales, bajo la lógica de que es prioritariamente la iniciativa privada la que impulsa el desarrollo.

Complementariamente, pareció pertinente incorporar, como anexo 5, algunas consideraciones de dicho Comisión en torno a los principios de prevención y precaución y a la preeminencia que se le ha dado, en el marco del SEIA, al primero frente al segundo.

Evolución del SEIA

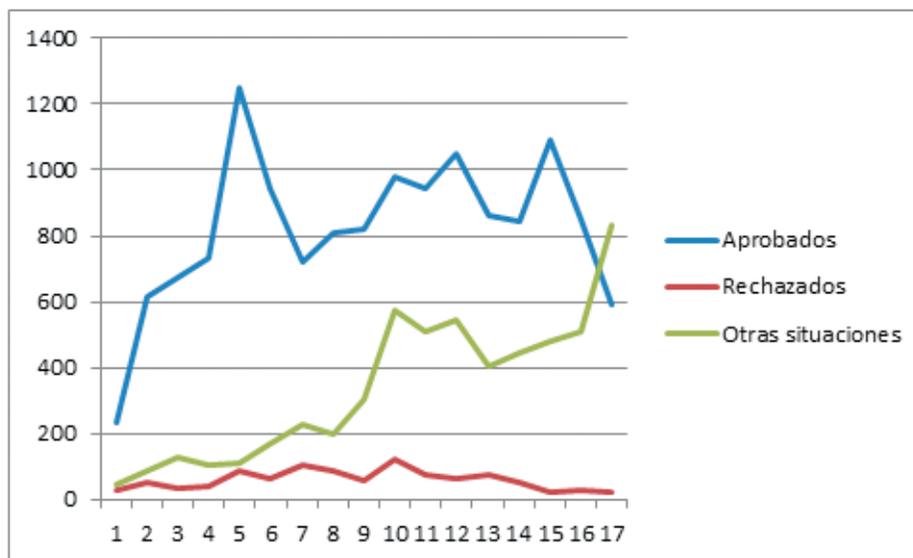
La función central del SEA es tecnificar y administrar el instrumento de gestión ambiental denominado “Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental” (SEIA), cuya gestión se basa en la evaluación ambiental de proyectos ajustada a lo establecido en la norma vigente, fomentando y facilitando la participación ciudadana en la evaluación de los proyectos.

De acuerdo a su propia institucionalidad, este Servicio cumple la función de uniformar los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental que establezcan los ministerios y demás organismos del Estado competentes, mediante el establecimiento, entre otros, de guías trámite. La tecnificación del sistema apunta a establecer criterios comunes para evaluar cada tipo de proyecto, con el objeto de asegurar la protección del medio ambiente de manera eficiente y eficaz.

Desde la entrada en vigencia del SEIA, en 1997, han ingresado a tramitación ambiental aproximadamente 21.500 proyectos representando una inversión superior a US\$ 441 mil millones. Más de 14.500 proyectos 68% del total, el equivalente US\$ 269 mil millones, obtuvieron una resolución de calificación ambiental favorable (CAP 2016). El cuadro analítico y gráfico del anexo 6 representa la evolución del sistema entre 1997 y 2014 en términos de la tramitación de los proyectos ingresados como también lo hacen los cuadros del anexo 8 con relación al número de proyectos ingresados por sectores y el monto de inversión que representan por año en el período 2010-2016.

Del anexo 7 surge la figura 2.1 sobre proyectos ingresados, rechazados y bajo otras situaciones (abandonos, desistimientos, descalificados, etc.) en el período 1997-2014.

FIGURA 2.1:
Proyectos aprobados, rechazados y otras situaciones Período 1997-2014

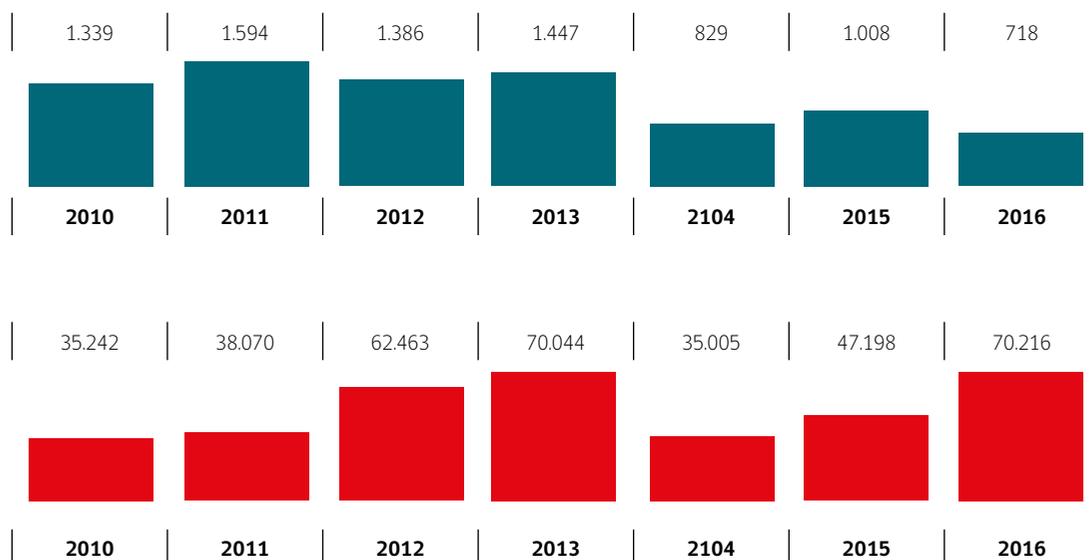


En el eje horizontal, los números 1 al 17 representan los años.)

Fuente: Construido a partir información en www.datos.global.cl.

Por otra parte, el sitio internet del SEA informa que en el período 2010-2016, 8.321 proyectos, que representaban una inversión de 358.237 miles de millones de dólares, fueron sometidos al SEIA. La evolución anual se ilustra en la figura 2.2 y en el anexo 8.

FIGURA 2.2:
Proyectos ingresados al SEIA - Período 2010-2016
(Número proyectos y montos inversión en miles de millones de dólares americanos)



Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, www.sea.gob.cl

Finalmente, pareció de interés reproducir también, como anexo 3f un gráfico con los montos de inversión esperada asociada a los 686 proyectos aprobados por el SEIA en 2014, que representaban una inversión probable de US \$26.991, que fue incluido en el Segundo Reporte sobre el Estado del Medio Ambiente del MMA (2015).

2.3.2 Evaluación Ambiental Estratégica

La Ley de Medio Ambiente, en su artículo 2, define Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) como “el procedimiento realizado por el Ministerio sectorial respectivo, para que se incorporen las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable, al proceso de formulación de las políticas y planes de carácter normativo general, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad de manera que ellas sean integradas en la dictación de la respectiva política y plan, y sus modificaciones sustanciales”.

En síntesis, se trata de una herramienta de gestión ambiental que busca promover y acompañar la incorporación de consideraciones ambientales en las políticas y planes con miras a impulsar la planificación sustentable en el país. En esta línea, la EAE obliga a reconocer, tempranamente, las limitantes ambientales del territorio y, de este modo, a orientar la planificación hacia la gestión sostenible del territorio.

La Ley de Medio Ambiente establece que se someterán a evaluación ambiental estratégica las políticas y planes de carácter normativo general, así como sus modificaciones sustanciales, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad, que el Presidente de la República decida, a proposición del Consejo de Ministros (artículo 8 bis de La Ley). Sin embargo, el mismo artículo 7 bis, deja claro que, siempre deberán someterse a evaluación ambiental estratégica – sin calificación previa de su pertinencia – las siguientes iniciativas (y las que las reemplacen o sistematicen):

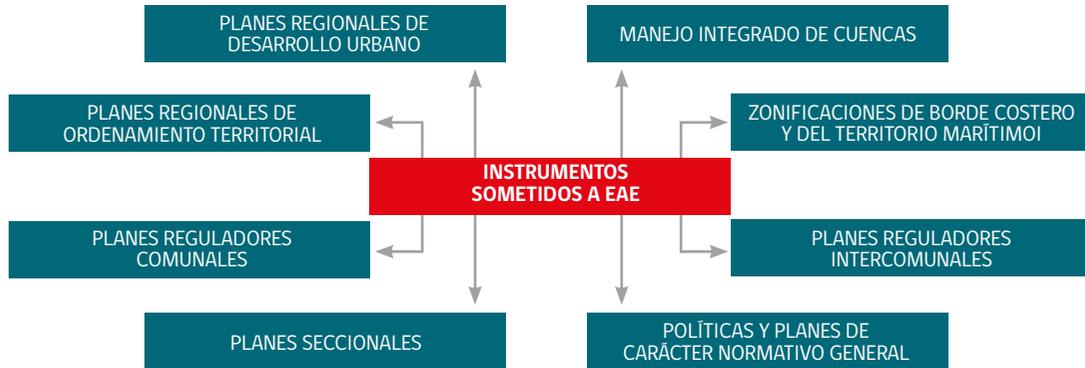
- planes regionales de ordenamiento territorial,
- planes reguladores intercomunales,
- planes reguladores comunales,
- planes seccionales,
- planes regionales de desarrollo urbano,
- zonificaciones del borde costero
- zonificaciones del territorio marítimo y
- planes de manejo integrado de cuencas.

En estos casos, el procedimiento y aprobación del instrumento estará a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, del Gobierno Regional o del Municipio o cualquier otro organismo de la Administración del Estado, respectivamente, y se deberán siempre considerar los instrumentos relacionados con capacidad vial elaborados por la autoridad competente.

El anteproyecto – la propuesta de política, plan o instrumento de ordenamiento territorial que el órgano sectorial genere – incluyendo un informe ambiental, debe ser remitido al Ministerio del Medio Ambiente para sus observaciones y luego ser sometido a consulta pública por parte del organismo responsable. Las políticas, planes e instrumentos de ordenamiento territorial cuyo ámbito de aplicación sea comunal, intercomunal, provincial o regional, serán analizadas técnicamente por las Secretarías Regionales de Medio Ambiente. En el caso de que el ámbito de aplicación sea interregional o nacional, serán analizadas técnicamente por el nivel central del MMA.

La figura 2.3 ilustra respecto al conjunto de instrumentos que serán materia de evaluación ambiental estratégica.

FIGURA 2.3:
Instrumentos sometidos a la EAE

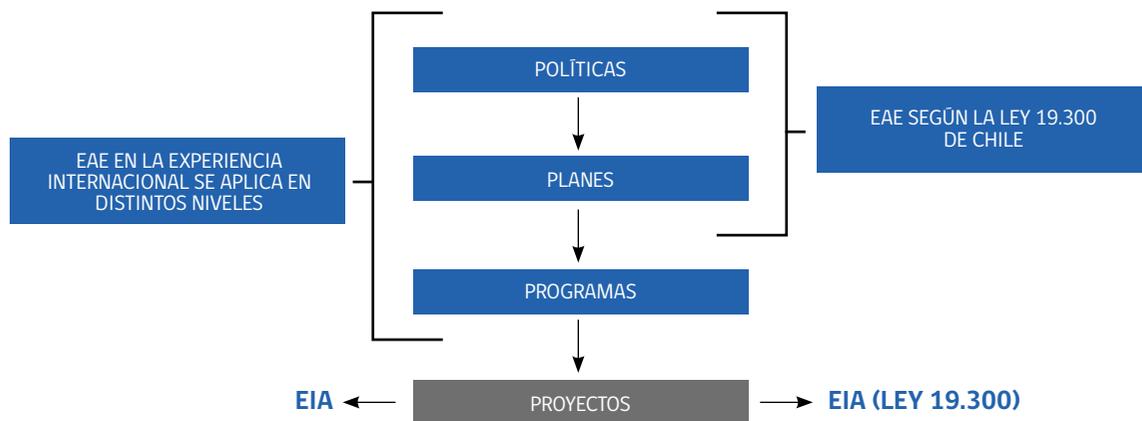


Fuente: Guía de orientación para el uso de la evaluación ambiental estratégica en Chile. MMA 2015.

La EAE está orientada, básicamente, a los niveles de decisión considerados estratégicos y debe aplicarse, como se anticipó a políticas y planes, incluidos los de ordenamiento territorial.

La figura 2.4 procura dar una visión conceptual de estas distinciones entre política, plan, programa y proyecto de inversión.

FIGURA 2.4
Visión conceptual de distinciones entre política, plan, programa y proyecto de inversión.



Fuente: Guía de orientación para el uso de la evaluación ambiental estratégica en Chile. MMA 2015.

Como anexo 3g) se incluye un gráfico presentado en el Segundo Reporte del MMA indicando el número y tipo de iniciativas sometidas a evaluación ambiental estratégica, por regiones, al año 2014.

2.4 INSTRUMENTOS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

En el último informe sobre evaluaciones de desempeño ambiental de Chile (CEPAL/OCDE 2016) se destaca que “las consideraciones ambientales están cada vez más presentes en el sistema de educación de Chile, como queda en evidencia en la satisfactoria implementación del Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos y las medidas de sensibilización socioambiental. Sin embargo, el programa de estudios sobre la materia quedó rápidamente obsoleto. Se requieren actividades mucho más amplias de divulgación destinadas a entidades no gubernamentales, que permitan incrementar su capacidad de hacer una contribución significativa a la formulación de políticas ambientales.”

2.4.1 Política nacional de educación para el desarrollo sustentable

En diciembre de 2002 la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la resolución 57/254 que declaró el “Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sustentable” (2005 - 2014), designando a la UNESCO como organismo responsable de la promoción del Decenio. Los Gobiernos fueron invitados a integrar la educación para el desarrollo sustentable a sus estrategias nacionales y planes de acción en todos los niveles que resulten apropiados. El Ministerio de Educación de Chile, como punto focal de la UNESCO, en representación del Gobierno, suscribió dicho llamado en 2004.

La elaboración de una “Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable” fue la manera de responder al llamado de la UNESCO, además de la necesidad de reunir distintas experiencias educativas que comenzaban a desbordar el espacio propio de lo ambiental, abarcando temas de igualdad de género, identidad e interculturalidad, pobreza y responsabilidad social empresarial y capacitación laboral, entre otros. El proceso de formulación se extendió por más de cuatro años que incluyó la constitución de mesas regionales de trabajo. El documento final fue aprobado el 9 de abril de 2009 por el Consejo de Ministros de la anterior Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Resumiendo, el tema de la educación para el desarrollo sustentable incluyó el lanzamiento de una política nacional y de un plan de acción nacional y sus proyecciones regionales dieron lugar a la movilización de recursos de múltiples organizaciones públicas y privadas con un gran despliegue de actividades e iniciativas a partir del año 2004 cuando se lanza el “Decenio de Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sustentable” con el cual se compromete el país.

Sin embargo, pareciera que ya en 2014 esta movilización y despliegue se repliegan, de alguna manera, y el 2015 se inicia un proceso de revisión de la Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable con la convocatoria de talleres regionales para tal efecto. Se plantea que, en el contexto de la implementación de la nueva institucionalidad ambiental, donde se presentarían otro tipo de requerimientos, hay otras instituciones involucradas así como una ciudadanía más informada con otro tipo de necesidades que harían necesaria una política nacional de EDS acorde con estos nuevos tiempos. La actualización de esta política se realizaría a través de un proceso amplio de participación ciudadana que comenzaría, de manera anticipada, en marzo de 2016.⁹

2.4.2 Sistema Nacional de Certificación ambiental de Establecimientos Educativos (SNCAE)

El Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos (SNCAE), representa la plataforma de intervención conjunta entre diversas instituciones. A través de este programa, se desarrollan líneas de acción complementarias para fortalecer la educación ambiental, el cuidado y protección del medio ambiente, y la generación de redes asociativas para la gestión ambiental local. El SNCAE cuenta con diferentes instancias de decisión e implementación de

⁹Extracto de declaraciones de la profesional de la División de Educación Ambiental del MMA, Angélica Sáez, con ocasión de jornada de información, realizada en Antofagasta, el 11 de septiembre de 2015, que reunió a representantes de sectores público y privado de la región reproducidas en el portal del MMA. <http://portal.mma.gob.cl/anuncian-actualizacion-de-la-politica-nacional-de-educacion-para-el-desarrollo-sustentable/>.

sus líneas de acción (nacional, regional y del establecimiento educativo). En cada nivel existen instancias intersectoriales de trabajo, las cuales direccionan los objetivos que busca alcanzar este Programa.

En el año 2003, el Ministerio de Educación y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) en calidad de socios, y la Corporación Nacional Forestal (CONAF), la Organización de Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO), la Asociación Chilena de Municipalidades, y el Consejo de Desarrollo Sustentable como patrocinadores, suscribieron un convenio de colaboración para asumir en forma conjunta el desafío de promover un cambio cultural para la sustentabilidad. Posteriormente, en el año 2005, CONAF también asumió el mismo compromiso en calidad de institución coordinadora. Durante el año 2008, la Dirección General de Aguas (DGA), también se sumó a este de colaboración conjunta.

En conjunto, estas instituciones, deciden desarrollar una estrategia común de intervención que, por su alcance y permanencia, buscaba convertirse en una práctica concreta para enfrentar el desafío país del desarrollo sustentable. Lo anterior, con el propósito de formar ciudadanos ambientalmente responsables, con nuevos valores, conductas y actitudes en sus relaciones con el entorno. El Sistema de Certificación Ambiental establece estándares ambientales que miden la presencia del componente ambiental en tres ámbitos del quehacer educativo: Curricular-Pedagógico, Gestión, y Relaciones con el Entorno.

Al 2014, 935 establecimientos educacionales del país cuentan con certificación ambiental, lo que representa un 5,8% del total de establecimientos del país (educación parvularia, básica y media). La Región del Biobío, así como la Región Metropolitana, son las que concentran la mayor cantidad de establecimientos en el nivel de excelencia. En el anexo 3a) se reproduce la figura respectiva tomada del Segundo Reporte sobre el Estado del Medio Ambiente del MMA (2015).

Por otra parte, al año 2015, las regiones con una mayor proporción de establecimientos certificados fueron Atacama con casi 48% y Aysén con 24%; Arica y Parinacota, O`Higgins y Magallanes fluctuaban entre 12 y 10% de establecimientos certificados y el resto de las regiones registraban 7% o menos. El cuadro 2.4 muestra la proporción de establecimientos certificados en cada región y su distribución entre las tres categorías de certificación.

CUADRO 2.4
Establecimientos educacionales certificados según tipo de certificación - 2015 (En %)

Regiones	Básica	Excelencia	Media	No Certificados
Antofagasta	2,95	0,84	3,38	92,83
Araucanía	4,10	1,31	1,16	93,43
Arica y Parinacota	6,29	0,70	5,59	87,41
Atacama	28,18	3,87	15,47	52,49
Aysén	16,87	3,61	3,61	75,90
Biobío	2,88	2,70	3,26	91,16
Coquimbo	3,99	0,13	0,64	95,24
Los Lagos	0,35	1,49	0,79	97,37
Los Ríos	2,46	1,58	1,94	94,01
Magallanes	4,49	2,25	3,37	89,89
Maule	4,53	0,88	1,22	93,37
Metropolitana	1,28	1,82	3,10	93,80
O'Higgins	3,14	4,57	4,14	88,14
Tarapacá	1,30	2,16	2,60	93,94
Valparaíso	2,31	0,88	1,44	95,37

Fuente: Departamento de Educación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2015

2.5 MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El artículo 4 de la Ley de Medio Ambiente manifiesta que “Es deber del Estado facilitar la participación ciudadana, permitir el acceso a la información ambiental y promover campañas educativas destinadas a la protección del medio ambiente”.

Existe una amplia gama de espacios y mecanismos para que la ciudadanía tome parte de los asuntos públicos vinculados al medio ambiente. Se espera que, de esta manera, se desarrollen procesos de corresponsabilidad social entre los órganos del Estado y la ciudadanía en general. De acuerdo al Instructivo Presidencial de Participación Ciudadana del año 2014 (No. 7), la participación ciudadana se comprende como un proceso de cooperación mediante el cual el Estado y la ciudadanía identifican y deliberan conjuntamente acerca de problemas públicos y sus soluciones, con metodologías y herramientas que fomentan la creación de espacios de reflexión y diálogo colectivo, encaminados a la incorporación activa de la ciudadanía en el diseño y elaboración de las decisiones públicas.¹⁰

Es pertinente tener presente lo que establece la Ley N° 18.575 sobre Bases Generales de la Administración del Estado en su Título IV sobre participación ciudadana en la gestión pública. Establece que los órganos del Estado, el Ministerio de Medio Ambiente en este caso, debe definir las modalidades formales y específicas de participación en el ámbito de su competencia, poner en conocimiento público información relevante acerca de sus políticas, planes, programas, acciones y presupuestos y, a este respecto, dar cuenta pública participativa a la ciudadanía¹¹. En los procesos de consulta se debe procurar respetar los criterios de representatividad, diversidad y pluralismo.

En este marco el Ministerio, con el objeto de mejorar las políticas públicas que ejecuta, pondrá en conocimiento, de oficio o a petición de parte, las materias de interés ciudadano y de relevancia ambiental en las que se requiera conocer la opinión de las personas, tales como planes, políticas, programas, reglamentos y otros instrumentos que la autoridad de la institución estime que debe someter a consulta. El Ministerio podrá realizar consultas ciudadanas mediante mecanismos que el propio Ministerio podrá definir en función de los objetivos de la consulta y el público al que esté dirigida.

2.5.1 Acceso a Información Relevante

Bajo el principio de que toda persona tiene derecho a acceder a la información de carácter ambiental que se encuentre en poder del Ministerio, este recibe y gestiona solicitudes de información en espacios de atención o puntos de contacto que están a disposición del solicitante con solo proveer datos básicos de identificación y contacto.

El Ministerio utiliza el Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana (SIAC) para entregar información a la ciudadanía, sistema que está regulado el Decreto Ley N° 680/1990 del Ministerio del Interior que crea las Oficinas de Información, Reclamos y Sugerencias (OIRS) como el canal de entrada a la Administración Pública, y La Ley 19.300 Párrafo 3° bis, del Acceso a la Información Ambiental.

2.5.2 Consultas ciudadanas

El Ministerio debe desarrollar consultas públicas en los procesos de elaboración de las normas de calidad ambiental y emisión y de los planes de prevención y descontaminación, en ambos casos regulada por los respectivos decretos reglamentarios (DS 38 y 39 de 2013) del Ministerio del Medio Ambiente. La etapa de consulta pública, tiene un periodo de 60 días hábiles y, en este plazo, cualquier persona natural o jurídica podrá enviar sus observaciones, a través de la plataforma electrónica “Participación Ciudadana en Planes y Normas” (e-PAC), o bien, a través de la Oficina de Partes del Ministerio

¹⁰ El Instructivo No. 7 citado, instruye sobre la creación de unidades de participación ciudadana en cada órgano de la administración del Estado sobre la base de pautas técnicas y transferencias metodológicas preparados por la División de Organizaciones Sociales de la Secretaría General de Gobierno de la Presidencia.

¹¹ Texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N° 18.575. Versión enero 2016 del Decreto Fuerza de Ley N° 1 publicado el año 2000.

de Medio Ambiente o de la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente respectiva, pudiendo, además, adjuntar antecedentes de naturaleza técnica, científica, social, económica y/o jurídica.

El decreto reglamentario para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación (DS29 de 2012 del Ministerio de Medio Ambiente) también contempla instancias de participación como parte del procedimiento de clasificación. El proceso se abre con un periodo de información de hasta sesenta días, previo al inicio de cada proceso de clasificación de especies silvestres; en esta etapa, el Ministerio invitará, mediante publicación efectuada en un diario o periódico de circulación nacional y en su página electrónica, a toda persona interesada en presentar sugerencias de clasificación de especies silvestres.

Elaborada la propuesta preliminar de clasificación, dentro de los 45 días siguientes, el Subsecretario de Medio Ambiente debe dictar una resolución que la someta a consulta pública. Dicha resolución deberá ser publicada tanto en el Diario Oficial como en un diario o periódico de circulación nacional, además de la página electrónica del Ministerio del Medio Ambiente. Cualquier persona natural o jurídica podrá formular observaciones por escrito acompañando antecedentes fundados. Aquellos cuyas propuestas no hubiesen sido acogidas en las instancias anteriores deberán ser informados sobre los motivos de la no inclusión.

También está previsto un proceso de consulta pública en la etapa de diseño de una evaluación ambiental estratégica. Cualquier persona natural o jurídica, dentro de un plazo de treinta días a contar de la publicación en el Diario Oficial y otros medios del extracto del acto administrativo de inicio del procedimiento de EAE por parte del órgano responsable, podrá aportar antecedentes que considere relevantes y formular observaciones al proceso. El órgano responsable también podrá implementar otros mecanismos de participación si lo estimare pertinente.

2.5.3 Consejos consultivos

Los consejos consultivos del Ministerio del Medio Ambiente son parte de su estructura organizacional y, desde esta perspectiva fueron abordados antes en este Informe; se encuentran regulados por la Ley de Medio Ambiente y por los decretos reglamentarios respectivos, así como por la Ley 20.500/2011 sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión Pública.

El Consejo Consultivo del Ministerio del Medio Ambiente es una instancia representativa de distintos sectores de la sociedad cuya finalidad es debatir y pronunciarse sobre temas de relevancia ambiental en las materias que se indican en el artículo 8º del Reglamento (Decreto 25/2011). El objetivo primordial del Consejo Consultivo es pronunciarse sobre los instrumentos o materias que sean puestas a su consideración, fortaleciendo la calidad técnica de los mismos y dejando constancia de las distintas visiones existentes; sus pronunciamientos no son vinculantes.

En el ámbito de cada región se constituye un Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente, con representatividad y funciones análogas al Consejo Nacional, teniendo por finalidad debatir y pronunciarse de manera no vinculante sobre temas de relevancia ambiental en las materias que se indican en el artículo 21 del Reglamento (Decreto 25/2011).

Los consejos consultivos nacional y regionales se integran por representantes de la comunidad de científicos, de organizaciones no gubernamentales sin fines de lucro que tengan por objeto la protección del medio ambiente, de centros académicos independientes que estudien o se ocupen de materias ambientales (excepto en el caso de las regiones donde los científicos serán propuestos por centros académicos regionales), del empresariado, de los trabajadores y del Presidente de la República o del Intendente Regional en el caso de los Consejos Regionales. Todos los consejeros serán nombrados por el Presidente de la República y por el Intendente Regional, respectivamente, por un período de dos años (que podrá prorrogarse por solo una vez).

El hecho de corresponder a una actividad no remunerada de un grupo representativo de intereses diversos, no obstante ser nombrados por el Poder Ejecutivo, y el hecho de poder pronunciarse de oficio sobre materias que los consejeros estimen relevantes (basta la solicitud de seis consejeros para que el Consejo Nacional sea convocado), los consejos nacional y regionales puede transformarse en instancias con un peso significativo frente a conflictos y definiciones relativas a la conservación del medio ambiente y la gestión ambiental.

2.5.4 Participación en el marco del SEIA

Los mecanismos que aseguran la participación informada de la comunidad en el proceso de calificación de los Estudios de Impacto Ambiental y de las Declaraciones cuando correspondan, se encuentran regulados por la Ley del Medio Ambiente, Párrafo III sobre “participación de la comunidad en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental” y por el reglamento actualizado del SEIA, adecuado a las modificaciones introducidas por la Ley N° 20.417 tanto en lo que respecta a la institucionalidad ambiental como a las normas que regulan el sistema de evaluación de impacto ambiental.¹²

La participación ciudadana comprende los derechos a acceder y conocer el expediente físico o electrónico de la evaluación de impacto ambiental, formular observaciones y obtener respuesta fundada de ellas.

En el caso de las Declaraciones de Impacto Ambiental que se presenten a evaluación y se refieran a proyectos que generen cargas ambientales para las comunidades próximas, las Direcciones Regionales o el Director Ejecutivo del SEA, según corresponda, podrán decretar la realización de un proceso de participación ciudadana por un plazo de veinte días. La Ley de Medio Ambiente establece como requisito para este procedimiento que sea solicitado por, a lo menos, dos organizaciones ciudadanas con personalidad jurídica, a través de sus representantes, o como mínimo diez personas naturales directamente afectadas. Si durante el procedimiento de evaluación de la Declaración de Impacto Ambiental, ésta hubiese sido objeto de aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones que afecten sustantivamente los impactos ambientales del proyecto, el organismo competente deberá abrir una nueva etapa de participación ciudadana, esta vez por diez días, período en el cual se suspenderá de pleno derecho el plazo de tramitación de la Declaración de Impacto Ambiental. (Artículo 30 bis.)

Sin embargo, hay reservas sobre la práctica de la participación ciudadana en el SEIA. La CSCP en su análisis y propuestas para la reforma del SEIA expresa: “Sin embargo, en la práctica, los espacios de participación vigentes en el SEIA han resultado insuficientes para la expresión de las preocupaciones e intereses ambientales de la comunidad, así como vacíos para enfrentar adecuadamente los desafíos de democratización de las decisiones en materia ambiental frente a los retos para la sustentabilidad y gobernabilidad territorial que el país enfrenta. El formato, los plazos y la consideración del procedimiento de participación ciudadana, así como la inclusión y respuesta de la autoridad y de los proponentes a las observaciones ciudadanas, son francamente inconsistentes con el principio de participación.”

Según la CSCP, “la participación se reduce, por un lado, a un proceso de información de carácter restringido sobre los proyectos y sus impactos y, por otro lado, la participación se reduce a la posibilidad de acceder a cientos y miles de páginas de documentos especializados, generalmente inaccesibles en cuanto a su total comprensión para las comunidades” y, agrega, “este formato de ‘participación’ da cuenta de la desigualdad frente a la ley que existe entre los derechos de la comunidad local y los afectados (quienes no tienen acceso a toda la información ni la capacidad técnica para seguir y dar cuenta todo lo que va sucediendo en el expediente de evaluación) y los derechos del inversionista (quien ha preparado e invertido en el proyecto presentado a evaluación).”

Por otra parte, el informe CEPAL/OCDE (Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016) expresa que, siendo las evaluaciones del impacto ambiental constituyen la columna vertebral de la reglamentación chilena en materia de medio am-

¹² Decreto 40 del MMA publicado en agosto 2013 (última versión Decreto 63, octubre 2014).

biente, deberían incorporar mejor la participación ciudadana, principalmente en las etapas iniciales de preparación de los proyectos de inversión y tomar en cuenta los posibles impactos ambientales así como proyectos alternativos apropiados.

2.5.5 Participación pública en procesos de fiscalización y denuncia

Para el cumplimiento de su función fiscalizadora, la SMA ofrece a la comunidad un medio para canalizar las denuncias sobre hechos que puedan ser constitutivos de infracciones de su competencia. Al efecto, la SMA pone a disposición de la comunidad un formulario que contiene todos los campos de información necesaria para que la denuncia pueda ser ingresada al sistema y sea posible la posterior notificación de los actos de la administración en relación a ésta, de acuerdo a lo dispuesto por la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente y la Ley N° 19.880.

Todas las materias consultadas así como la acciones realizadas por la SMA y sus informes y otros materiales son parte del Sistema Integral de Atención Ciudadana (SIAC) que publica informes mensuales. Los informes mensuales dan cuenta de la gestión realizada por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) bajo los lineamientos y procedimientos establecidos según la Ley 20.285 Sobre Transparencia y Acceso a la Información Pública y la Ley 19.880 que establece la gestión de solicitudes ciudadanas, en el marco de consultas, reclamos, sugerencias, felicitaciones, peticiones y opiniones.¹³

Por otra parte, en el marco de la Ley 20.500, Sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión Pública, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) constituyó en marzo de 2014 el Segundo Consejo de la Sociedad Civil de la Institución para el período 2014-2016. El Consejo lo integran 10 representantes de diversos ámbitos que sesionan, al menos, dos veces al año. Tiene un carácter consultivo, representativo, plural y diverso. También participa en los procesos de consulta de los planes, programas o políticas en materia de seguimiento y fiscalización ambiental que la institución estime pertinente.

2.5.6 Democracia ambiental

El Principio 10 de la Declaración de Río en 1992, que se transcribe a continuación, tiene que ver con el concepto de democracia ambiental que está siendo parte significativa del discurso circulante en Chile hoy día.

“El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre estos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes” (Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992).

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20), realizada en 2012, se firmó la Declaración sobre la aplicación del principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en América Latina y el Caribe. En la Declaración, Chile y los demás países signatarios se comprometieron a avanzar en la consecución de un acuerdo regional que facilite la implementación cabal de los derechos de acceso a la información, participación y justicia en asuntos ambientales con el apoyo de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) como secretaría técnica. A la fecha, pero en una etapa avanzada, se continúa negociando dicho acuerdo regional. Hasta el momento, los

¹³ Véase <http://www.sma.gob.cl/index.php/atencion-ciudadana/informes-estadisticos>.

países han convenido gran parte de los contenidos del acuerdo; los principios que sustentarán el acuerdo serían los siguientes: a) Igualdad y no discriminación; b) Transparencia y rendición de cuentas; c) Cooperación; d) No regresión y progresividad; e) Buena fe; f) Preventivo; g) Precautorio; h) Equidad intergeneracional, e i) Publicidad de la información pública.¹⁴

Pareció de interés, en este contexto incorporar la siguiente perspectiva sobre democracia ambiental del documento de CEPAL/OCDE sobre el desempeño ambiental de Chile (2016).

“El Ministerio del Medio Ambiente ha venido tomando medidas para conseguir que la ciudadanía participe en el diseño de instrumentos de política (entre otros, normas sobre calidad ambiental y emisiones), evaluaciones ambientales, desarrollo de planes de prevención y descontaminación, e iniciativas de conservación de la fauna y la flora silvestres. El Fondo de Protección Ambiental da apoyo a proyectos de organizaciones no gubernamentales (ONG) y otras instituciones sin fines de lucro, pero en Chile no existe un mecanismo efectivo de consideración de los derechos especiales de las comunidades indígenas, lo que contribuye a la existencia de conflictos socioambientales en muchas comunidades locales.”

¹⁴ Fuente: Documento LC/L.4059/Rev.3 13 de septiembre de 2016, CEPAL. http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39050/S1600924_es.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: FUNCIONES DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

Proponer las políticas ambientales e informar periódicamente sobre sus avances y cumplimientos.

Proponer las políticas, planes, programas, normas y supervigilar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado, que incluye parques y reservas marinas, así como los santuarios de la naturaleza, y supervisar el manejo de las áreas protegidas de propiedad privada.

Proponer las políticas, planes, programas, normas y supervigilar las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos.

Velar por el cumplimiento de las convenciones internacionales, en que Chile sea parte en materia ambiental, y ejercer la calidad de contraparte administrativa, científica o técnica de tales convenciones, sin perjuicio de las facultades del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Colaborar con los Ministerios sectoriales en la formulación de los criterios ambientales que deben ser incorporados en la elaboración de sus planes y políticas, evaluaciones ambientales estratégicas y procesos de planificación, así como en la de sus servicios dependientes y relacionados.

Colaborar con los organismos competentes, en la formulación de las políticas ambientales para el manejo, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales renovables e hídricos.

Proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos y suelos contaminados, así como la evaluación del riesgo de productos químicos, organismos genéticamente modificados y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente, sin perjuicio de las atribuciones de otros organismos públicos en materia sanitaria.

Proponer políticas y formular los planes, programas y planes de acción en materia de cambio climático. En ejercicio de esta competencia deberá colaborar con los diferentes órganos de la Administración del Estado a nivel nacional, regional y local con el objeto de poder determinar sus efectos, así como el establecimiento de las medidas necesarias de adaptación y mitigación.

Proponer políticas y formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la recuperación y conservación de los recursos hídricos, genéticos, la flora, la fauna, los hábitats, los paisajes, ecosistemas y espacios naturales, en especial los frágiles y degradados, contribuyendo al cumplimiento de los convenios internacionales de conservación de la biodiversidad.

Elaborar y ejecutar estudios y programas de investigación, protección y conservación de la biodiversidad, así como administrar y actualizar una base de datos sobre biodiversidad.

Elaborar los estudios necesarios y recopilar toda la información disponible para determinar la línea de base ambiental del país, elaborar las cuentas ambientales, incluidos los activos y pasivos ambientales, y la capacidad de carga de las distintas cuencas ambientales del país.

Participar en la elaboración de los presupuestos ambientales sectoriales, promoviendo su coherencia con la política ambiental nacional. En ejercicio de esta facultad, se podrá fijar de común acuerdo con el ministerio sectorial, indicadores de gestión asociados a presupuestos. Con tal finalidad se deberá contar con la aprobación de la Dirección de Presupuestos.

Colaborar con las autoridades competentes a nivel nacional, regional y local en la preparación, aprobación y desarrollo de programas de educación, promoción y difusión ambiental, orientados a la creación de una conciencia nacional sobre la protección del medio ambiente, desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, y a promover la participación ciudadana responsable en estas materias.

Coordinar el proceso de generación de las normas de calidad ambiental, de emisión y de planes de prevención y/o descontaminación, determinando los programas para su cumplimiento.

Elaborar cada cuatro años informes sobre el estado del medio ambiente a nivel nacional, regional y local. Sin embargo, una vez al año deberá emitir un reporte consolidado sobre la situación del medio ambiente a nivel nacional y regional.

Interpretar administrativamente las normas de calidad ambiental y de emisión, los planes de prevención y/o de descontaminación, previo informe del o los organismos con competencia en la materia específica y la Superintendencia del Medio Ambiente.

Administrar un Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes en el cual se registrará y sistematizará, por fuente o agrupación de fuentes de un mismo establecimiento, la naturaleza, caudal y concentración de emisiones de contaminantes que sean objeto de una norma de emisión, y la naturaleza, volumen y destino de los residuos sólidos generados que señale el reglamento.

Establecer un sistema de información pública sobre el cumplimiento y aplicación de la normativa ambiental de carácter general vigente, incluyendo un catastro completo y actualizado de dicha normativa, el que deberá ser de libre acceso y disponible por medios electrónicos.

Establecer convenios de colaboración con gobiernos regionales y municipalidades destinados a adoptar las medidas necesarias para asegurar la integridad, conservación y reparación del medio ambiente regional y local, así como la educación ambiental y la participación ciudadana. Cuando dichos convenios contemplen transferencia de recursos, deberán contar con la autorización del Ministerio de Hacienda.

Participar en el procedimiento de evaluación ambiental estratégica de las políticas y planes que promuevan los diversos órganos de la Administración de conformidad a lo señalado en la presente ley.

Continúa en la página siguiente

Generar y recopilar la información técnica y científica precisa para la prevención de la contaminación y la calidad ambiental, en particular lo referente a las tecnologías, la producción, gestión y transferencias de residuos, la contaminación atmosférica y el impacto ambiental.

Administrar la información de los programas de monitoreo de calidad del aire, agua y suelo, proporcionada por los organismos competentes, cuando corresponda.

Financiar proyectos y actividades orientados a la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza, la conservación del patrimonio ambiental, la educación ambiental y la participación ciudadana.

Realizar y fomentar capacitación y actualización técnica a los funcionarios públicos en materias relacionadas con las funciones encomendadas al Ministerio, la que también podrá otorgarse a los particulares.

Crear y presidir comités y subcomités operativos formados por representantes de los ministerios, servicios y demás organismos competentes para el estudio, consulta, análisis, comunicación y coordinación en determinadas materias relativas al medio ambiente.

Fomentar y facilitar la participación ciudadana en la formulación de políticas y planes, normas de calidad y de emisión, en el proceso de evaluación ambiental estratégica de las políticas y planes de los ministerios sectoriales.

Asumir todas las demás funciones y atribuciones que la ley le encomiende.

Fuente: MMA 2011 (Ley 20.417, 2010)

ANEXO 2: PROYECTO DE LEY SERVICIO DE BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS Y SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS - SÍNTESIS

(DEPARTAMENTO DE PRENSA DEL SENADO DE LA REPÚBLICA)

La iniciativa tiene por objeto la conservación de la diversidad biológica del país, a través de la preservación, restauración y uso sustentable de las especies y ecosistemas, con énfasis en aquellos de alto valor ambiental o que, por su condición de amenaza o degradación, requieren de medidas para su conservación.

En concreto:

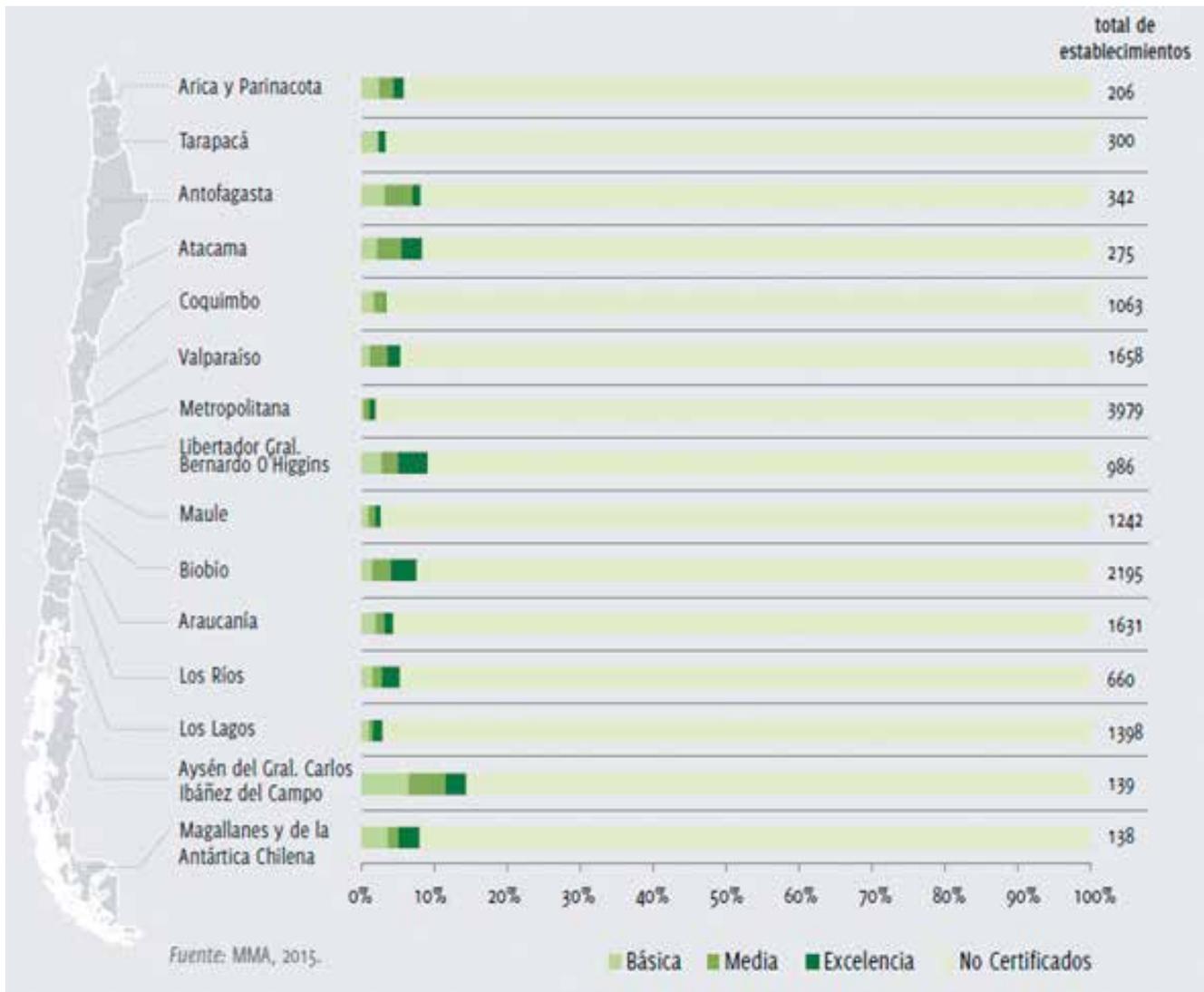
- Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, sujeto a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio del Medio Ambiente.
- Entre sus funciones están administrar las áreas protegidas del Estado y supervisar la administración de las áreas protegidas de propiedad privada; fomentar la creación de estas áreas; elaborar y velar por el cumplimiento de los planes de manejo de las áreas protegidas públicas y privadas; ejecutar las políticas, planes y programas de preservación, restauración y promoción del uso sustentable de las especies y ecosistemas, especialmente de aquellos amenazados o degradados.
- El Servicio será el encargado de autorizar la caza o captura en áreas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y de fiscalizar el cumplimiento de las normas legales sobre la materia.
- Crea el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, cuyos objetivos son los de asegurar la conservación de una muestra representativa de la biodiversidad del país en las áreas que formen parte del Sistema; mejorar la representatividad de los ecosistemas terrestres, acuáticos continentales y marinos, especies y variedades y, fomentar la integración de los servicios ecosistémicos de las áreas protegidas en las estrategias de desarrollo nacional, regional y local.
- Establece las siguientes categorías de áreas protegidas: Reserva de Región Virgen; Parque Marino; Parque Nacional; Monumento Natural; Reserva Marina; Reserva Nacional; Santuario de la Naturaleza; Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos, y Humedal de Importancia Internacional o Sitio Ramsar.

- Fija las características y contenidos que deberán reunir los planes de manejo de las áreas protegidas, los que deberán revisarse al menos cada 5 años. Estos planes podrán dividirse en varios programas que traten funciones específicas: conservación, uso sostenible, investigación científica, monitoreo, educación, recreación, ecoturismo, aspectos regulatorios, administración y coordinación.
- Establece las funciones y atribuciones de los guardaparques dentro de las áreas protegidas, las que podrán contar también con un administrador, que formará parte del cuerpo de guardaparques, y será responsable de la dirección y gestión integral del área.
- Sólo podrán otorgarse concesiones en las zonas protegidas del Estado, en beneficio del manejo del área, cuyo fin sea la prestación de servicios en el marco de proyectos de ecoturismo, investigación científica o educación. Crea un Comité Técnico, de carácter consultivo, para apoyar el proceso de otorgamiento de concesiones.
- Fija el procedimiento para la creación de un área protegida de propiedad privada.
- Faculta al Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas para diseñar, implementar y dar seguimiento a la aplicación de los instrumentos de conservación de la biodiversidad que se señalan en el proyecto.
- Crea el Fondo Nacional de la Biodiversidad, destinado a financiar programas de conservación fuera de las áreas protegidas, incentivando las actividades de uso sustentable de la biodiversidad, la investigación, la restauración de ecosistemas degradados, la recuperación de especies y la educación. También podrá financiar iniciativas de organizaciones sin fines de lucro, para desarrollar estudios o proyectos de conservación, fuera o dentro de áreas protegidas, cuyo objetivo sea ampliar la gestión del Estado en relación a especies y ecosistemas.
- Autoriza al Servicio para certificar, en los procesos productivos, los predios que provean servicios ecosistémicos, como una oportunidad de desarrollo local sustentable.
- Crea los bancos de compensación de biodiversidad, que corresponden a un conjunto de territorios cuyas singularidades y valor por biodiversidad lo convierten en candidato en el esquema de la compensación de impactos de proyectos de inversión.
- Establece un catálogo de infracciones y las sanciones que se les aplicarán, imponiendo al Servicio la obligación de mantener actualizado un registro público de sanciones, el que deberá estar a disposición de cualquier persona que lo requiera, debiendo permitirse su consulta también por vía electrónica.

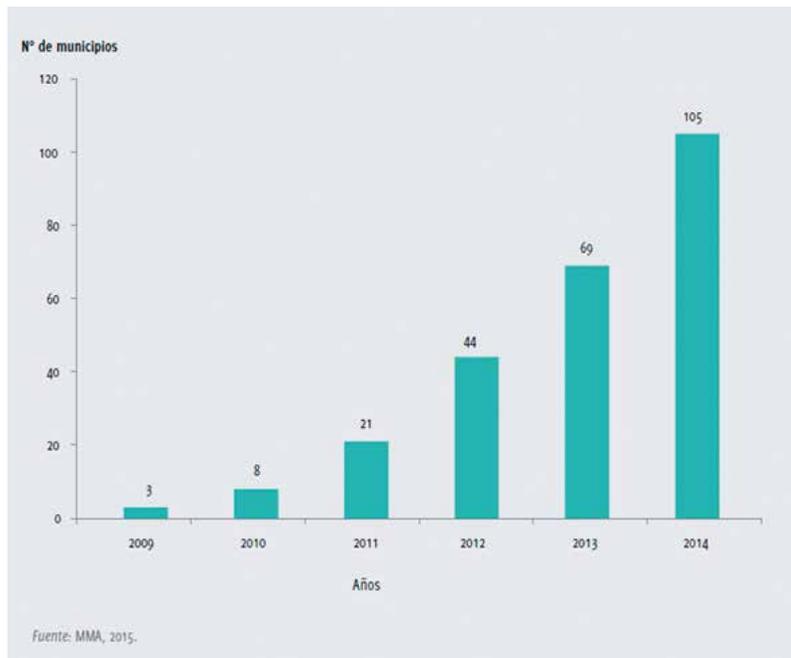
ANEXO 3: INDICADORES DE GESTIÓN AMBIENTAL - MMA

Los gráficos reproducidos en este anexo, relativos a instrumentos de gestión ambiental – que constituyen una valiosa información – fueron presentados en el Segundo Reporte sobre el Estado del Medio Ambiente publicado por el Ministerio de Medio Ambiente en 2015, elaborado por el Departamento de Información Ambiental de la División de Información y Economía Ambiental del Ministerio y están disponibles en el portal internet del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). El Reporte destaca que la información ambiental que incorpora fue entregada por distintos servicios que forman parte del Comité Interinstitucional de Información Ambiental, instancia que busca coordinar los esfuerzos que el sector público realiza en esta materia.

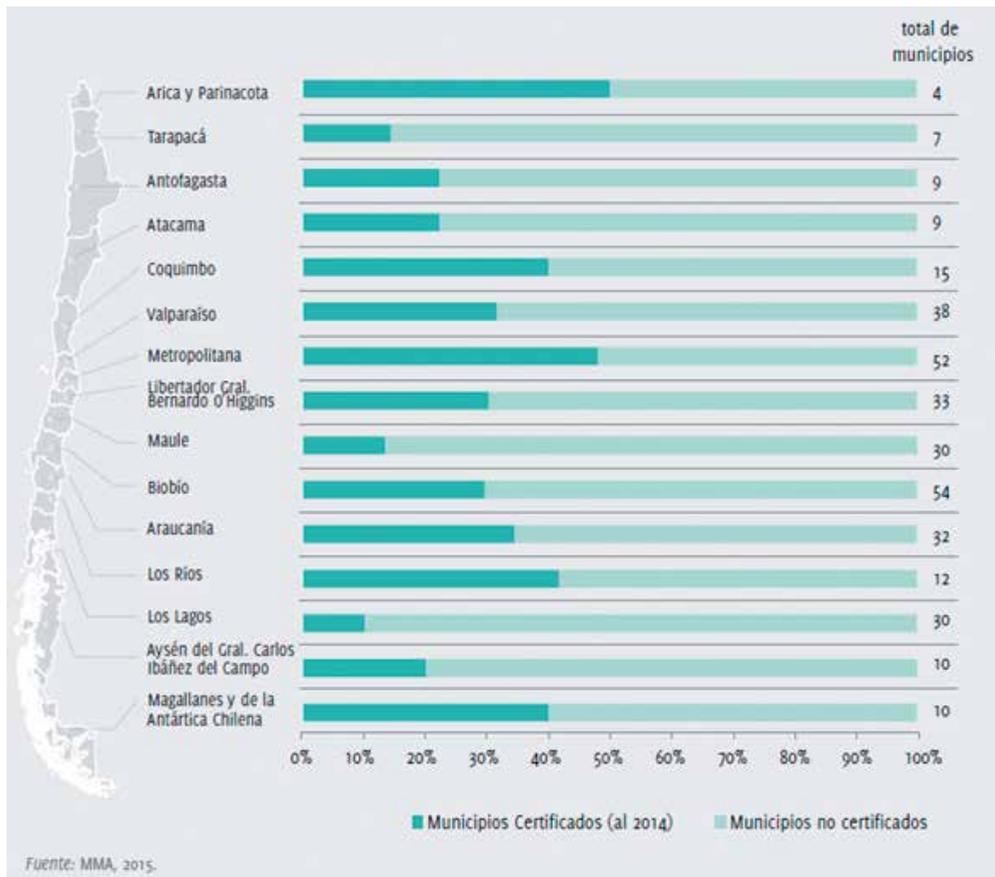
ANEXO 3A): PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTOS CERTIFICADOS SEGÚN TIPO DE CERTIFICACIÓN, VIGENTE AL 2014



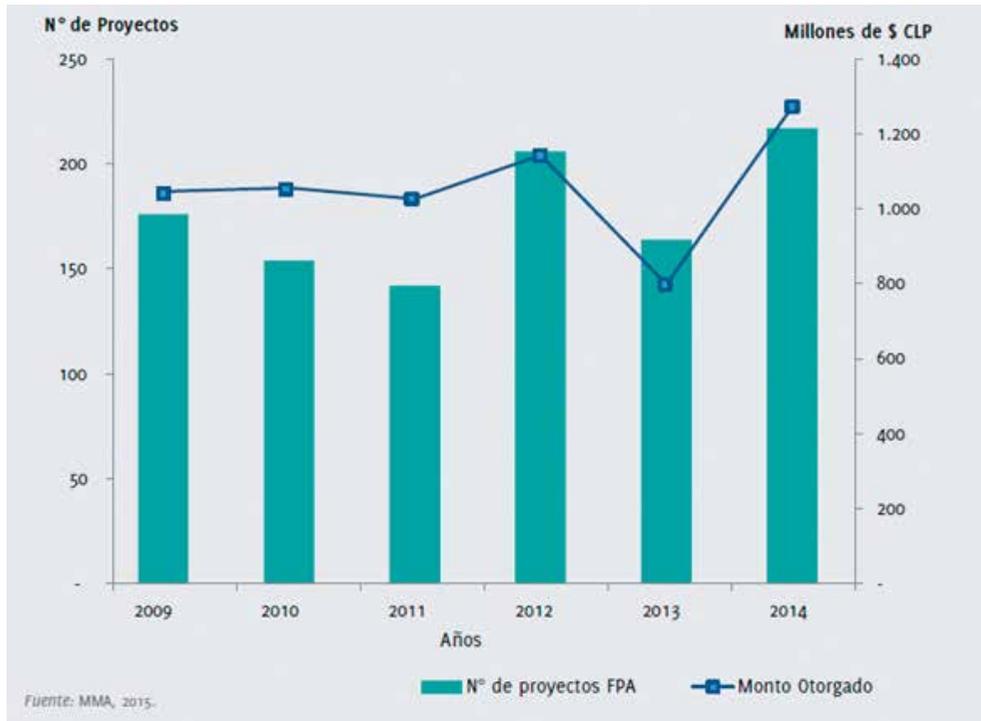
ANEXO 3B): NÚMERO DE MUNICIPIOS CERTIFICADOS AMBIENTALMENTE POR AÑO



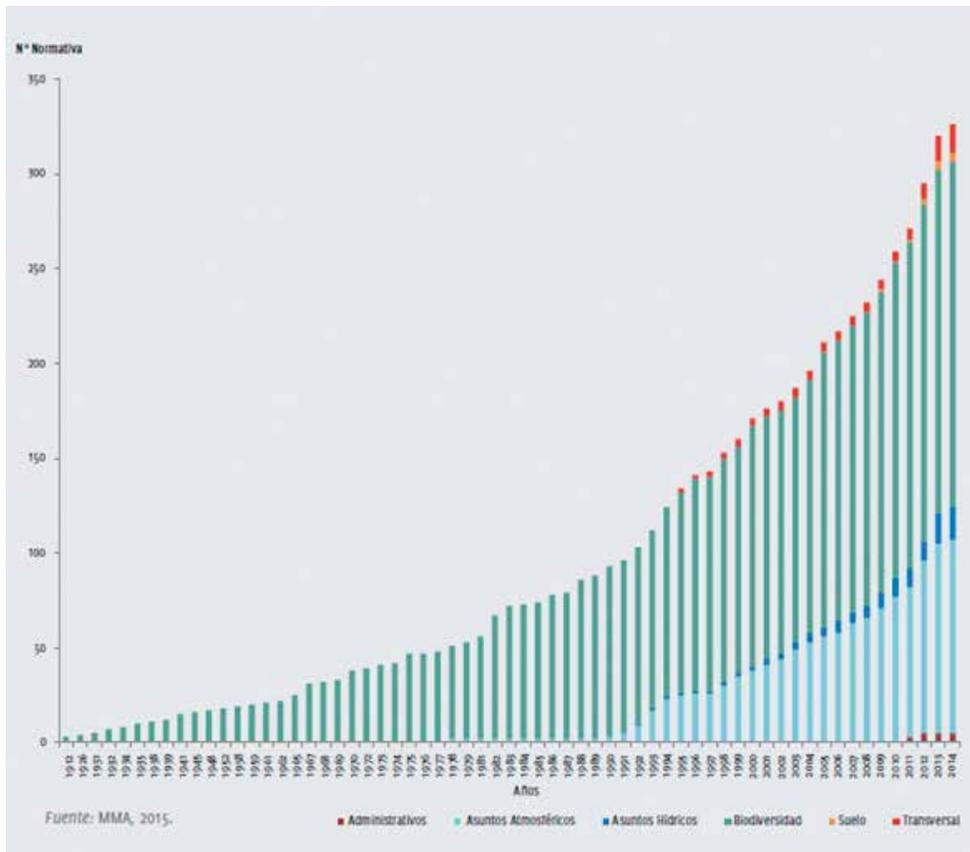
ANEXO 3C): PORCENTAJE DE MUNICIPIOS CERTIFICADOS AMBIENTALMENTE A NIVEL REGIONAL AL AÑO 2014



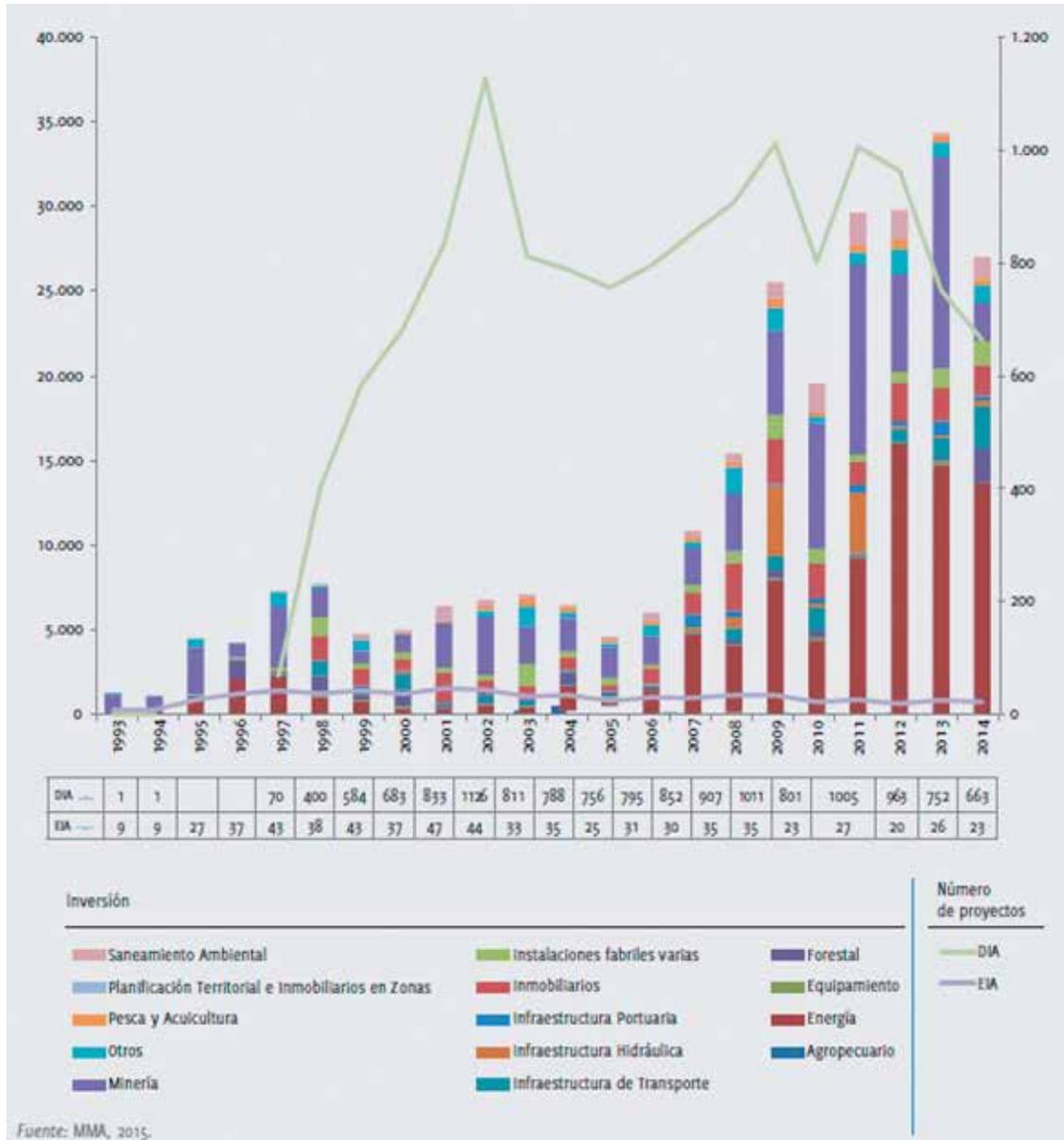
ANEXO 3D): PROYECTOS FONDO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL Y MONTOS



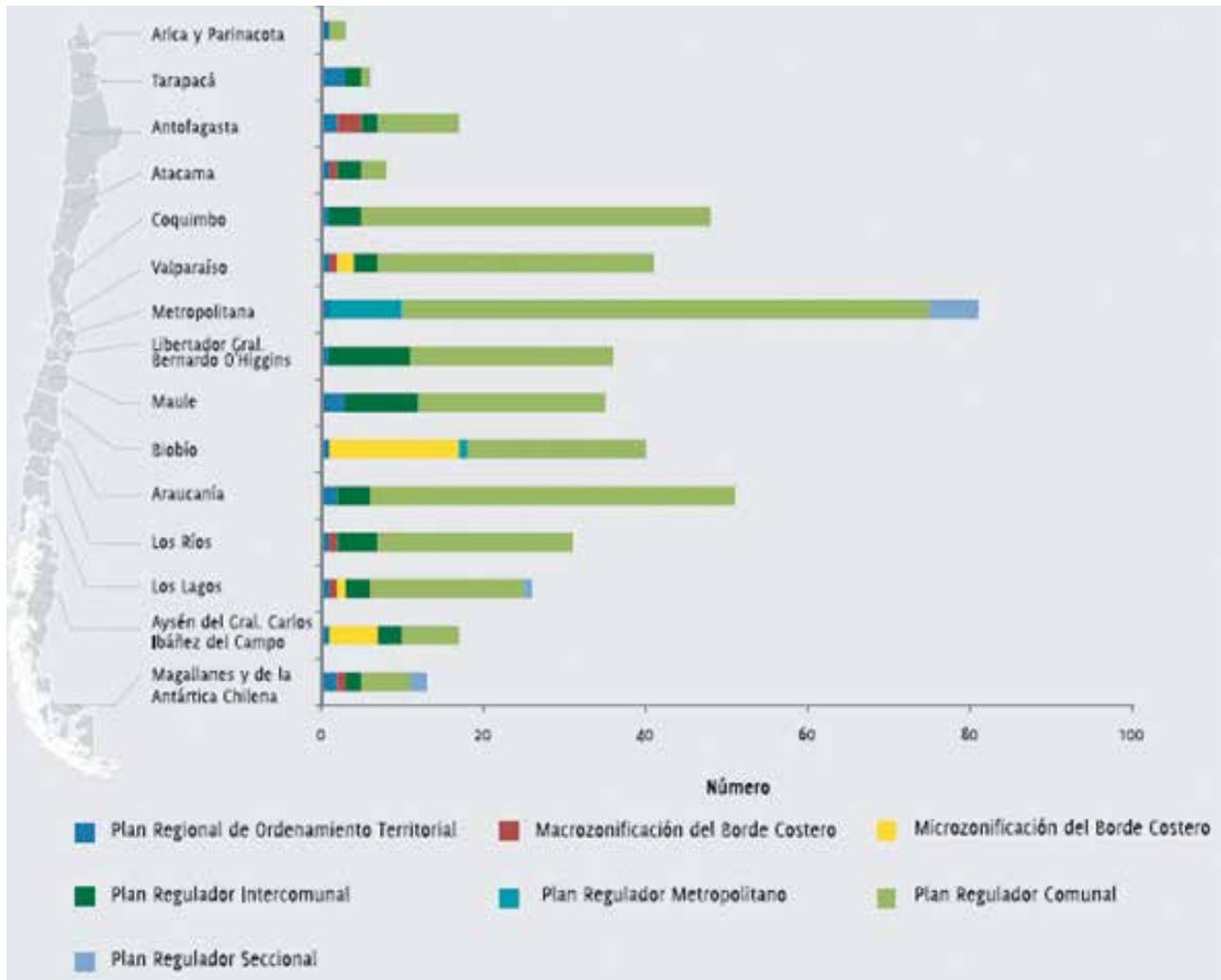
ANEXO 3E): NORMATIVA AMBIENTAL APROBADA POR AÑO Y ÁREA ESPECÍFICA 1912-2014



ANEXO 3F): MONTO DE INVERSIÓN ESPERADA EN PROYECTOS APROBADOS POR EL SEIA Y NÚMERO DE PROYECTOS POR RUBRO EN 2014



ANEXO 3G): NÚMERO Y TIPO DE INICIATIVAS SOMETIDAS A EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA, POR REGIONES, AL AÑO 2014



ANEXO 4: SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Antecedentes y datos que conforman el SNIFA (art. 31)	Antecedentes e infor. que deben alimentar el SNIFA (art. 32)
a) Las Resoluciones de Calificación Ambiental y la totalidad de sus antecedentes; los permisos ambientales sectoriales asociados a cada una de ellas; las acciones de fiscalización desarrolladas a su respecto y sus resultados, y las mediciones, análisis y demás datos que los titulares deban proporcionar de conformidad a las exigencias establecidas por dichas Resoluciones.	a) Las Resoluciones de Calificación Ambiental dictadas y que se dicten, incluidos todos sus antecedentes y las modificaciones y aclaraciones de que sean objeto.
b) Los Planes de Prevención y/o de Descontaminación y la totalidad de sus antecedentes; las acciones de fiscalización desarrolladas a su respecto y sus resultados, y las mediciones, análisis y demás datos que conforme a las medidas de cada Plan, deban proporcionarse por los sujetos fiscalizados o por los organismos sectoriales competentes.	b) Los Planes de Prevención y/o de Descontaminación que se determine aplicar, incluidos todos sus antecedentes y las modificaciones y aclaraciones de que sean objeto.
c) Los procesos sancionatorios incoados respecto de cada actividad, proyecto y sujeto fiscalizado y sus resultados.	c) Los permisos ambientales sectoriales que se otorguen.
d) Los procesos de fiscalización de las Normas de Emisión, de Calidad Ambiental y de las demás normas ambientales que no sean de control y fiscalización de otros órganos del Estado.	d) Los resultados de los procesos de fiscalización ambiental que desarrollen los organismos sectoriales con competencia ambiental.
e) Los dictámenes de la Contraloría General de la República recaídos en materias ambientales.	e) Los resultados de las mediciones, muestreos y análisis que, de acuerdo a lo previsto en los Planes de Prevención y/o de Descontaminación, se deban realizar.
f) Las sentencias definitivas de los Tribunales de Justicia recaídas en juicios de carácter ambiental.	f) Los antecedentes y datos sobre mediciones, análisis y pruebas que los titulares de proyectos o actividades deban realizar conforme a sus respectivas Resoluciones de Calificación Ambiental.
g) Toda otra decisión o resolución de carácter general emanada de autoridad recaída en asuntos ambientales.	g) Los antecedentes y datos sobre mediciones, análisis y pruebas que se deban realizar de conformidad a las normas de calidad.
	h) Los antecedentes y datos sobre mediciones, análisis y pruebas que los titulares de las fuentes deban realizar de conformidad a las normas de emisión.
Fuente: Párrafo 3° de la Ley Orgánica de la Superintendencia de Medio Ambiente	

ANEXO 5: NORMAS DE EMISIÓN VIGENTES 1991-2013

Nombre/título	Ministerio	Decreto N°	Fecha publicación en diario oficial
Reglamenta funcionamiento de establecimientos emisores de anhídrido sulfuroso material particulado y arsénico en todo el territorio de la república	Minería	185	29/09/1991
Normas sobre emisiones de vehículos motorizados livianos	Transporte y Telecomunicaciones	211	18/10/1991
Norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales y grupales	Salud	4	13/01/1992
Norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales	Salud	1583	31/12/1992
Norma de emisión de contaminantes aplicables a los vehículos motorizados y fija los procedimientos para su control	Transporte y Telecomunicaciones	4	07/01/1994
Normas de emisión aplicables a vehículos motorizados medianos que indica	Transporte y Telecomunicaciones	54	08/03/1994
Normas de emisión aplicables a vehículos motorizados pesados que indica	Transporte y Telecomunicaciones	55	08/03/1994
Norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas elaborada a partir de la revisión de la norma de emisión contenida en el decreto N° 286 de 1984 del Ministerio de Salud	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	146	24/12/1997
Norma de emisión para la regulación del contaminante arsénico emitido al aire	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	165	27/10/1998
Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado	Obras Públicas	609	07/05/1998
Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica	Economía, Fomento y Turismo	686	07/12/1998
Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica elaborada a partir de la revisión del decreto n° 686 de 1998 del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción	Medio Ambiente	43	02/08/1999
Norma de emisión para olores molestos (compuestos sulfuro de hidrogeno y mercaptanos: gases TRS) asociados a la fabricación de pulpa sulfatada	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	167	09/11/1999
Norma de emisión de compuestos TRS generadores de olor asociados a la fabricación de pulpa kraft o al sulfato elaborada a partir de la revisión del decreto N° 167 de 1999 MINSEGPRES que norma emisión para olores molestos (compuestos sulfuro de hidrogeno y mercaptanos: gases TRS) asociados a la fabricación de pulpa sulfatada	Medio Ambiente	37	01/04/2000

Continúa en página siguiente

Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales	Secretaría General de la Presidencia	90	30/05/2000
Norma de emisión para motocicletas	Transporte y Telecomunicaciones	104	02/05/2000
Normas de emisión de monóxido de carbono (CO) hidrocarburos totales (HCT) hidrocarburos no metánicos (HCNM), metano (CH ₄), óxidos de nitrógeno (NO _x) y material particulado (MP) para motores de buses de locomoción colectiva de la ciudad de Santiago	Transporte y Telecomunicaciones	130	31/12/2001
Norma de emisión de ruidos para buses de locomoción colectiva urbana y rural	Transporte y Telecomunicaciones	129	03/12/2002
Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas	Secretaría General de la Presidencia	46	08/03/2002
Norma de emisión para molibdeno y sulfatos de efluentes descargados desde tranques de relaves al estero Caren	Secretaría General de la Presidencia	80	26/07/2006
Norma de emisión de no HC y CO para el control del NO _x en vehículos en uso de encendido por chispa (ciclo Otto) que cumplen con las normas de emisión establecidas en el D.S. N° 211 de 1991 y D.S. N° 54 de 1994	Transporte y Telecomunicaciones	149	23/10/2006
Norma de emisión para incineración y co-incineración	Secretaría General de la Presidencia	45	05/03/2007
Norma de emisión para centrales termoeléctricas	Medio Ambiente	13	18/01/2011
Norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica elaborada a partir de la revisión del decreto supremo N° 146 de 1997 MINSEGPRES	Medio Ambiente	38	11/11/2011
Norma de emisión de material particulado para los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y derivados de la madera	Medio Ambiente	39	11/11/2011
Norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico.	Medio Ambiente	28	30/07/2013
Norma de emisión para incineración co-incineración y coprocesamiento y deroga decreto N° 45 de 2007 del ministerio secretaria general de la presidencia	Medio Ambiente	29	30/07/2013

Fuente: Sitio internet SNIFA, noviembre 2016.

ANEXO 6: PRINCIPIOS JURÍDICOS EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El cuestionamiento ciudadano presente en 1999 se generó a partir de la forma de aplicación del instrumento de Evaluación de Impacto Ambiental durante los gobiernos de los Presidentes de la República don Eduardo Frei (1994–2000) y don Ricardo Lagos (2000–2006), así como el sentimiento de pérdida de legitimidad del SEIA en dichas administraciones. Se evidenciaron falencias en la prevención, la precaución, la solución de las externalidades negativas, la participación ciudadana, los criterios de evaluación de los impactos sinérgicos y la localización territorial de los proyectos evaluados. Esto, sumado a una serie de conflictos ambientales que motivaron la movilización de la ciudadanía y a la evaluación ambiental de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), llevó al primer gobierno de la Presidenta de la República doña Michelle Bachelet (2006–2010) a reformar la institucionalidad ambiental creándose el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), un paso importante que diferencia la situación actual con la que había en 1999.

La experiencia de más de dos décadas de vigencia de la Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300), la subsiguiente aplicación voluntaria del SEIA desde 1994 y su aplicación obligatoria desde que se puso en vigencia el año 1997 (fecha de la dictación del Reglamento de Evaluación Ambiental), además de la reforma a la institucionalidad ambiental del año 2010, con la creación del SEA y la SMA, ha llevado al convencimiento de que el impacto debe ser entendido de manera amplia, sin reducirlo a una concepción limitada de mitigaciones y compensaciones restringida a lo ambiental en su sentido natural.

Sin embargo, se debe señalar que, aunque en estos últimos 16 años el tema ha madurado, la aplicación de las EIA en la actualidad no presenta significativas diferencias con relación a 1999. Lo social y ambiental, en un importante sector de gestores ambientales aún no se entiende como íntimamente relacionados. Aún al 2015 hay déficit; la relación entre las comunidades y su entorno, no sólo por su vinculación cultural, social y emocional sino, también, porque las economías locales tienen una base sustantiva en el acceso, uso y estado de los recursos naturales. Por ello, es fundamental mantener un enfoque socioambiental en la matriz del SEIA ya que los territorios constituyen espacios donde lo ambiental, cultural, social y económico son inseparables. Es por esto que se incluye en las propuestas presentadas por la CSCP para la reforma del SEIA (2016) aspectos como la evaluación de los impactos socioambientales, particularmente sobre derechos fundamentales y derechos sociales.

Se debe señalar que el marco general que fundamenta este enfoque se encuentra presente en los documentos y convenciones firmados y ratificados por Chile en la “Cumbre de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo” de 1992, recogido por el Presidente Patricio Aylwin (1990–1994) en el Mensaje de la Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente.

En el espíritu de la Ley 19.300, la idea central es el IMPACTO AMBIENTAL; él es el que guía la evaluación ambiental. Sin embargo, este espíritu original no ha sido aplicado y fue limitado hasta el presente en el texto y, más aún, en la práctica de la evaluación ambiental por dos razones:

La primera se refiere a la preeminencia del principio preventivo sobre el precautorio. A nuestro juicio, el principio precautorio debe ser incluido expresamente en la legislación a fin de ampliarse la extensión de la evaluación ambiental, de tal manera que se incluya la noción de incertidumbre y no solo la de riesgos conocidos, elemento clave a la hora de hacernos cargo de los desafíos ambientales que son sistémicos (por ejemplo, ciclo hidrológico de una cuenca, inserción de organismos genéticamente modificados, impactos del cambio climático).

La segunda se refiere a que, no obstante la existencia del enfoque preventivo en la Ley 19.300, existe una división a priori de los proyectos en dos tipos: los que requieren ser evaluados mediante Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y los que requieren ser evaluados mediante Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), sin considerar la relevancia de sus impactos. Dicha separación que se contrapone a lo expresado en el Mensaje de la ley 19.300, restringe el mismo principio preventivo que se buscaba implementar, particularmente porque, en muchos casos, se fragmentan los proyectos, distorsionando sus

efectos sobre el ambiente y se evita o minimiza la participación ciudadana, olvidando el aporte que la ciudadanía puede realizar al procedimiento de evaluación para evitar los impactos ambientales que pueden afectar a las personas que viven cerca del proyecto como al país todo.

En función de las razones dadas con anterioridad, la propuesta se basa en un enfoque de profundización de la prevención presente en la Ley 19.300, complementándola con los principios precautorio, de participación ciudadana y del uso sostenible del territorio, entre otros principios de derecho ambiental a fin de lograr, como comunidad nacional, el ejercicio de una verdadera justicia ambiental, entendida esta como “la distribución equitativa de las cargas y beneficios ambientales entre todas las personas de la sociedad, considerando en dicha distribución el reconocimiento de la situación comunitaria y de las capacidades de tales personas y su participación en la adopción de las decisiones que los afectan.”

6.1 PRINCIPIO PREVENTIVO Y PRINCIPIO PRECAUTORIO

Desde la prevención es que el SEIA toma sentido y, en especial, gracias a los conocimientos científicos consolidados se puede presumir, de manera anticipada, cómo es que un determinado proyecto impactará en el medio ambiente y, en consecuencia, determinar si ese impacto es efectivo o no. Complementariamente, desde el mismo conocimiento, podrían explorarse vías de solución a los impactos principales de un determinado proyecto.

Sin embargo, el principio preventivo no ha sido utilizado ni ponderado en la interpretación e implementación del SEIA. Una muestra de aquello es la cantidad de veces que se aprueban proyectos con la condición de la realización de estudios que deberían haber sido realizados de manera previa a la presentación y/o aprobación de dichos proyectos.

Como se ve, se echa de menos que los entes evaluadores así como, en general, los Tribunales de Justicia, “olviden” o desconozcan la vigencia del Principio Precautorio, el cual es un paso más adelante en la evolución del conocimiento sobre los impactos ambientales provocados por el Hombre. Este principio no significa crear una incertidumbre total, se trata sólo de reconocer que el conocimiento efectivo y científico existente a la fecha de la evaluación ambiental es incompleto y que, debido a ello, existe la posibilidad de daño ambiental, previsible pero no demostrable en ese momento, lo que puede causar efectos catastróficos sobre el medio ambiente los cuales, normalmente, no se podrán mitigar ni remediar. El caso de la Bahía de Chañaral, hoy totalmente inutilizada por los depósitos de relaves mineros existentes en el mar, confirman como la ignorancia científica (o la ambición humana) pueden destruir de manera absoluta un ecosistema.

Como se puede apreciar, se trata de estudios y medidas que necesariamente debieron ser aportados por el proponente en forma previa a su aprobación y consideradas dentro del procedimiento de evaluación, yendo en contra del principio de precaución y preventivo, que se apruebe el proyecto sin tener conocimiento de su real impacto ambiental, ni la posibilidad de mitigarlo o anularlo, ni de haber propuesto las medidas de mitigación o compensación necesarias para evitar perjuicios posteriores irreparables.

A lo anterior, se debe agregar el absurdo y la contradicción que significa lo establecido en el inciso segundo del artículo 24 de la ley 19.300 que obliga, en el caso de aprobación de un Estudio de Impacto Ambiental, a la entidad evaluadora a certificar que el proyecto cumple con todos los requisitos ambientales aplicables.

El Principio Precautorio se basa, ante la ausencia de certeza científica absoluta, en evitar transformaciones al medio que provoquen daños irreversibles. Su idea central, entonces, es evitar la eventualidad de un deterioro ambiental (antes que este se produzca), sin que sea necesario requerir para ello de certeza científica absoluta.

Así, lo que hace es reforzar la idea de la inversión de la carga de la prueba, incita en todo el procedimiento de evaluación ambiental, en el sentido de que ante la incerteza científica respecto a un posible daño, quien genera esta posibilidad es quien debe demostrar la seguridad o inocuidad de la actividad a ser realizada, evitando cargar a las comunidades afectadas o a la administración, con ella.

Es importante señalar que la consagración de este principio, que se desprende fácilmente de lo señalado en el artículo 19 N°8 de la Constitución Política de la República, que establece el “derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación” y la obligación del Estado de “tutelar la preservación de la naturaleza”, no hace sino respetar derechos humanos fundamentales reconocidos por nuestra Carta Magna, como son la vida, la salud y el medio ambiente. Por lo mismo, su completa aceptación es un objetivo deseable en el sistema jurídico ambiental, máxime si él se infiere, además, de diversas normas constitucionales, legales y reglamentarias, fuera de la razón misma.

Además, y como es presumible, este principio se relaciona con el de participación, ya que es una idea fundamental de la precaución es la revisión de los proyectos a la luz de nuevos antecedentes, los que pueden ser aportados por las personas y comunidades potencialmente afectadas, ya que son justamente ellas quienes pueden advertir con mayor celeridad sobre los impactos de un proyecto en el territorio.

A mayor abundamiento, cabe observar que, en la práctica, la gestión ambiental del país se basa en el principio precautorio el que tiene un lugar en la toma de decisiones sobre normas de calidad, normas de emisión y, por supuesto, también debe aplicarse en el SEIA.

La jurisprudencia de nuestros Tribunales Superiores, además, lo ha hecho valer en los últimos años 7. Del mismo modo, se manifiesta en las medidas provisionales que ha cursado la Superintendencia del Medio Ambiente en el marco de sus facultades.

6.2 DERECHO A LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El Derecho a la Participación Ciudadana se encuentra consagrado también en los tratados internacionales y otros instrumentos de protección de los derechos humanos, incluyendo los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, así como los derechos civiles y políticos.

Entre estos tratados vigentes en 1999 cabe mencionar la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 10 de diciembre de 1948, en su artículo 21, y el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos del 16 de diciembre de 1966, en su artículo 25; tratados que reconocen el derecho de todas las personas a la participación en los asuntos públicos. Más recientemente (25 de junio de 1998), está el Convenio de Aarhus sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medio ambiente, el cual ha pasado a formar parte del “jus cogens”.

En la práctica, y hasta el 2015 los espacios de participación vigentes en el SEIA han resultado insuficientes para la expresión de las preocupaciones e intereses ambientales de la comunidad, así como para enfrentar adecuadamente los desafíos de democratización de las decisiones en materia ambiental frente a los retos para la sustentabilidad y gobernabilidad territorial que el país enfrenta.

La situación del caso en Mina Invierno es ejemplificadora de las limitantes normativas que restringen y circunscriben la definición de cargas ambientales a sólo las tipologías de ingreso al SEIA, requisito fundamental para la apertura de un proceso de participación ciudadana. En este caso estamos frente a una comunidad que quedó fuera del procedimiento, porque la normativa vigente no garantiza la participación ciudadana en el sistema y en la toma de decisiones ambientales, lo que es cuestionable en una sociedad que pretende avanzar hacia la inclusión y el fortalecimiento de la participación ciudadana.

El formato, los plazos y la consideración del procedimiento de participación ciudadana, así como la inclusión y respuesta de la autoridad y de los proponentes a las observaciones ciudadanas, son francamente inconsistentes con el principio de participación. La participación se reduce, por un lado, a un proceso de información de carácter restringido sobre los proyectos y sus y, por otro lado, la participación se reduce a la posibilidad de acceder a cientos y miles de páginas de documentos especializados, generalmente inaccesibles en cuanto a su total comprensión para las comunidades.

Este formato de “participación” da cuenta de la desigualdad frente a la ley que existe entre los derechos de la comunidad local y los afectados (quienes no tienen acceso a toda la información ni la capacidad técnica para seguir y dar cuenta todo lo que va sucediendo en el expediente de evaluación) y los derechos del inversionista (quien ha preparado e invertido en el proyecto presentado a evaluación). Además, constituye una distorsión del principio de participación de acuerdo a las condiciones básicas para su ejercicio establecidas en los pactos y convenciones sobre derechos humanos.

En este contexto, especial preocupación reviste la restricción de la participación internacionalmente exigida para el caso de inversiones a ser desarrolladas en territorios de pueblos indígenas. ¹⁰ Esto tiene directa relación con la forma restrictiva con la cual el Estado ha asumido la obligación de realizar procesos de consulta previa ante la instalación de iniciativas de inversión en territorios indígenas o que afecten su forma de vida, ya que el ámbito de aplicación de la consulta hasta ahora ha sido muy restrictiva en los casos en los que se ha logrado iniciar los procesos de consulta. Finalmente, se debe destacar que esa “consulta” sólo tiene por objeto ser un elemento de decisión de la autoridad, pero a ella no le es vinculante, lo que se contraviene con lo establecido en la Ley Indígena respecto de los territorios indígenas. Esta característica de la “Consulta Indígena” ha hecho que ella sea mirada por los afectados como un simple requisito formal pero que en caso alguno le brinda una debida protección.

6.3 JUSTICIA AMBIENTAL

El concepto de justicia ambiental es un concepto reciente, no utilizado en 1999, surgido en el marco del trabajo y formulación teórica de los movimientos sociales y ONG, que se ha utilizado en circunstancias y contextos diversos, tales como los conflictos socioambientales de localidades particulares o las políticas asociadas a los impactos del cambio climático.

En un principio, la definición de justicia ambiental estuvo marcada por el acento en cómo se distribuían los riesgos ambientales. Sin embargo, la experiencia y el paso del tiempo dieron lugar a enfoques más sofisticados que incluían la pregunta por los factores que determinaban esta distribución, nociones de reconocimiento y participación, entre otros.

La justicia ambiental conduce y enfrenta al cuestionamiento de decisiones claves sobre el desarrollo, relativas a cómo y cuán equitativamente se distribuyen las cargas ambientales. También pone énfasis en principios fundamentales como el de reconocimiento (quién es reconocido como afectado y con derecho a participar), la participación e inclusión en las decisiones ambientales (destacando la calidad de esta participación), y las capacidades para cuidar y proteger los territorios asegurando su permanencia en el tiempo.

Existe un acuerdo generalizado respecto a la importancia de incluir en la discusión pública la noción de justicia ambiental, que está siendo hoy incorporada en la conceptualización sobre derechos humanos y derechos ambientales y en la política pública de algunos países. Sin embargo, en el caso de Chile, aunque se cuenta con una definición general sobre derechos ambientales en la Constitución (tal como el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y la obligación del Estado de tutelar la protección de la naturaleza), y formalmente habría acceso a la justicia ambiental desde la creación de los tribunales especializados en el año 2011, no existe un real debate sobre este tema.

Por consiguiente, incluir el principio de justicia ambiental en la toma de decisiones se vuelve crucial si se desean políticas basadas en la precaución, sustentabilidad y participación en dicha toma de decisiones.

6.4 USO SUSTENTABLE DEL TERRITORIO

Otro principio fundamental del SEIA debe ser el uso sustentable del territorio, entendiendo sustentable en el sentido de permitir la continuidad de la vida social y ecológica en los territorios, no poniendo en riesgo las posibilidades de desarrollo de las actuales y futuras generaciones. Lo anterior supone entender el territorio en su dimensión relativa a la naturaleza

y cultura, es decir, como un espacio de interrelaciones complejas e interdependientes (con aristas ambientales, sociales, económicas, culturales, políticas, históricas, etc.).

Este principio se ha visto reforzado últimamente con la incorporación de nuevos instrumentos de gestión ambiental como la Evaluación Ambiental Estratégica (ver Título II, Párrafo 1º bis de la Ley 19.300). La Ley 19.300, en su Artículo 7º señala que: “En todo caso, siempre deberán someterse a evaluación ambiental estratégica los planes regionales de ordenamiento territorial, planes reguladores intercomunales, planes reguladores comunales y planes seccionales, planes regionales de desarrollo urbano y zonificaciones del borde costero, del territorio marítimo y el manejo integrado de cuencas o los instrumentos de ordenamiento territorial que los reemplacen o sistematicen”.

En este sentido, y a través de este instrumento específico, se ahonda aún más en la relación entre el territorio y la sustentabilidad, en el sentido de asegurar un uso sustentable de este, poniendo hincapié en cómo el territorio es ordenado, y por ende, en cuáles son los usos prioritarios y vocaciones que permiten su desarrollo sustentable.

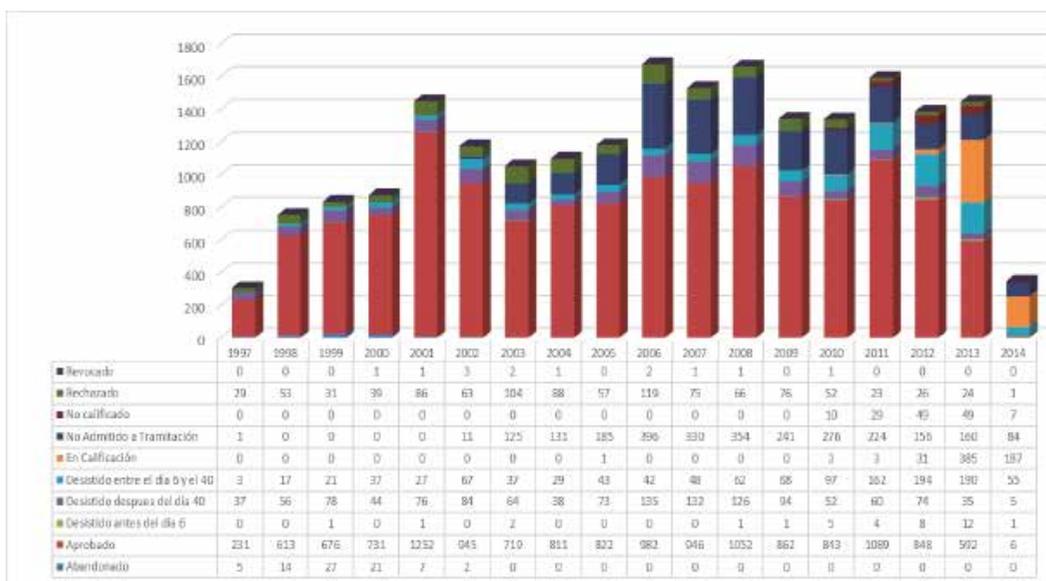
6.5 Principio Contaminador-Pagador y las Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación

El principio contaminador-pagador supone la solución de todas las externalidades negativas de los proyectos, de suerte que los costos que puedan ser sufridos por terceros sean internalizados en los costos de quien produce esos impactos o se aprovecha de ellos, debiendo ser, por lo tanto, los proyectos “inocuos” para terceros. Este principio no es nuevo en la protección del medioambiente, estando ya presente en 1999, siendo reconocido en la Declaración de Río Sobre el Medioambiente y Desarrollo de 1992.

Este concepto, que es absolutamente necesario para la consecución de los objetivos de prevención y justicia ambiental, requiere de una atención mayor para que los resultados de su aplicación sean reales y no se queden en la mera declaración de principios.

La mayor manifestación fáctica del principio en el SEIA son las medidas de mitigación, reparación y compensación, establecidas correlativamente en el Reglamento del SEIA como las que “tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad”, las que “tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al impacto sobre dicho componente o elemento”, y finalmente, las que “tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, que no sea posible mitigar o reparar”. Sin embargo, tales medidas se han convertido en un requisito formal más a cumplir en la presentación de un EIA, olvidándose que a través de un estudiado plan de mitigaciones, compensaciones y reparaciones se pretende minimizar al máximo los efectos nocivos en el medioambiente. Se aprecia entonces que estas medidas no son creadas en base a ninguna metodología en particular. Por el contrario, generalmente son antojadizas y no responden a la necesidad de los proyectos de internalizar los costos, cuestión que trae como consecuencia inevitable dejar indemnes a terceros.

ANEXO 7: CUADRO ANALÍTICO DE PROYECTOS INGRESADOS AL SEIA - PERÍODO 1997-2014 (EN NÚMERO DE PROYECTOS)



Fuente: Portal de datos públicos, www.gatos.global.cl

ANEXO 8: PROYECTOS DE INVERSIÓN INGRESADOS AL SEIA - PERÍODO 2010-2016 (NÚMERO PROYECTOS Y MONTOS INVERSIÓN EN MILES DE MILLONES DE DÓLARES AMERICANOS)

Cantidad de Proyectos

Sector Productivo	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Inmobiliarios	98	117	111	118	89	180	170	883
Energía	85	115	145	196	169	174	169	1.044
Otros	163	167	153	137	104	147	90	951
Minería	215	241	196	237	156	132	75	1.252
Saneamiento Ambiental	367	457	203	304	108	129	73	1.721
Pesca y Acuicultura	204	279	317	227	134	145	59	1.345
Infraestructura Hidráulica	44	38	34	55	22	18	25	232
Agropecuaria	24	26	13	31	25	19	25	168
Instalaciones fabriles varias	37	62	63	75	28	24	22	317
Equipamiento	24	35	39	31		6	1	127
Forestal	11	4	4	3	7	2	4	35
Infraestructura de Transporte	11	22	12	13	7	26	8	99
Infraestructura Portuaria	18	29	17	20	10	6	7	107
Planificación Territorial e Inmobili.	38	2						40
Total	1.339	1.584	1.385	1.447	829	1.068	718	8.321

Montos de Inversión

Sector Productivo	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Agropecuaria	113	162	53	124	278	188	258	1.177
Energía	6.532	9.050	24.853	24.398	26.015	19.881	53.796	164.437
Equipamiento	177	124	349	3.059		47	16	3.766
Forestal	253	103	2.023	276	139	10	33	2.837
Infraestructura de Transporte	546	638	952	3.469	18	1.958	243	7.824
Infraestructura Hidráulica	236	301	175	464	66	489	597	2.308
Infraestructura Portuaria	694	893	1.856	922	923	385	230	5.822
Inmobiliarios	3.770	3.297	4.559	4.280	1.864	6.017	4.021	27.807
Instalaciones fabriles varias	676	675	1.526	8.424	265	757	481	10.825
Minería	12.111	18.763	22.317	21.915	3.194	12.142	9.652	100.136
Otros	1.644	1.758	1.006	1.330	1.242	2.888	482	10.269
Pesca y Acuicultura	489	773	795	563	298	488	382	3.790
Planificación Territorial e Inmobili.	118	0						118
Saneamiento Ambiental	7.882	1.513	1.999	2.618	663	2.188	121	17.123
Total	35.242	38.070	62.463	70.044	35.005	47.158	70.216	358.237

Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, www.sea.gob.cl

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

CAP	Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Naciones Unidas
CONAMA	Comisión Nacional de Medio Ambiente
CSCP	Comisión Sindical Ciudadana Parlamentaria para la Reforma del SEIA
DS	Decreto Supremo
LMA	Ley General de Bases del Medio Ambiente
MMA	Ministerio de Medio Ambiente
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económico
SBAP	Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas
SEA	Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SMA	Superintendencia de Medio Ambiente

BIBLIOGRAFÍA

- *Acevedo, Paulina (Observatorio Ciudadano). Solicitan consulta indígena en proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas. Artículo en mapuexpress, <http://www.mapuexpress.org/?p=348>. Sin fecha.*
- *Asenjo, Rafael. Institucionalidad pública y gestión ambiental en Chile en Expansiva, Serie “En foco”, N° 91. 2006.*
- *Camus, Pablo y Hajek, Ernst. Historia ambiental de Chile. Andros Impresores. Santiago, diciembre 1998.*
- *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) / Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016. Santiago, 2016.*
- *Comisión Sindical Ciudadana Parlamentaria para la Reforma del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Propuestas. Santiago agosto 2016.*
- *Congreso Nacional – Biblioteca. Historia de la Ley No. 20.417 que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. 2010.*
- *Congreso Nacional – Biblioteca. Ley No. 20.600, Crea los Tribunales Ambientales. Junio 2012.*
- *CONAMA. Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Marzo 1994.*
- *CONAMA. Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente y sus Reglamentos. 2006.*
- *CONAMA. Una política ambiental para el desarrollo sustentable. Documento aprobado por acuerdo N°5/97 del Consejo Directivo de Ministros de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, sesión 9 de enero, 1998.*
- *Instituto de Asuntos Públicos. Informe País: Estado del Medioambiente en Chile 1999. Santiago: Universidad de Chile. Junio 2000.*

- *Instituto de Asuntos Públicos. Informe País: Estado del Medioambiente en Chile 2008. Santiago: Universidad de Chile. Marzo 2010.*
- *Instituto de Asuntos Públicos. Informe País: Estado del Medioambiente en Chile 2012. Santiago: Universidad de Chile. Noviembre 2013.*
- *Ministerio de Bienes Nacionales. Crea Comisión Nacional de Ecología. Decreto Supremo No. 680. Noviembre 1984.*
- *Ministerio de Bienes Nacionales. Crea Comisión Nacional de Medio Ambiente. Decreto Supremo No. 240. Junio 1990.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Discurso de S.E. la Presidenta de la República, Michelle Bachelet Jeria, al firmar decreto que crea Comisión Asesora Presidencial para el estudio de nuevo Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Decreto 20, MMA, Abril 2015.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Guía de orientación para el uso de la evaluación ambiental estratégica en Chile. Oficina de Evaluación Ambiental, MMA. Diciembre 2015.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Informe Final de la Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental. Oficina Comunicaciones y Prensa, MMA. Julio 2016.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Ley No. 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente / Ley Orgánica Superintendencia de Medio Ambiente. Santiago, diciembre 2011.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Mensaje de S.E. la Presidenta de la República con el que inicia un Proyecto de Ley que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Junio 2008.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Mensaje de S.E. la Presidenta de la Republica con el que inicia un Proyecto de Ley que crea el Tribunal Ambiental. Octubre 2009.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Mensaje de S.E. el Presidente de la Republica con el que inicia un proyecto de ley que crea el servicio de biodiversidad y áreas silvestres protegidas y el sistema nacional de áreas silvestres protegidas. Enero 2011.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Mensaje de S.E. la Presidenta de la Republica que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Junio 2014.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Segundo Reporte del Estado del Medio Ambiente. Santiago, 2015.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Organigrama institucionalidad ambiental. Octubre 2016. <http://portal.mma.gob.cl/organigrama-institucionalidad-ambiental/>*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Organigrama del Ministerio de Medio Ambiente. Octubre 2016. <http://portal.mma.gob.cl/organigrama-institucionalidad-ambiental/>*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Plan de Acción Nacional – Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable. División de Educación Ambiental, MMA. Abril 2013.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable. División de Educación Ambiental, MMA. Abril 2009.*
- *Ministerio de Medio Ambiente. Presentación, visión y misión. Octubre 2016. <http://portal.mma.gob.cl/vision-y-mision/>*
- *Secretaría General de Gobierno. Instructivo Presidencial N° 007 para la participación ciudadana en la gestión pública. Agosto 2014.*

- <http://www.guiadigital.gob.cl/articulo/instructivos-presidenciales>
- *Senado de la República. Noticias: Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas: Sala dio luz verde.* http://www.senado.cl/servicio-de-biodiversidad-y-areas-protegidas-sala-dio-luz-verde/prontus_senado/2015-03-04/191234.html#vtxt_cuerpo_T1. 2015.
- *Servicio de Evaluación Ambiental. Quiénes somos.* <http://sea.gob.cl/sea/quienes-somos>. Octubre 2016.
- *Servicio de Evaluación Ambiental. Información de proyectos ingresados al SEIA.*
- <http://www.sea.gob.cl/documentacion/reportes/informacion-de-proyectos-ingresados-al-seia>. Noviembre 2016.
- *Sistema Nacional de Información sobre Fiscalización Ambiental (SMA). Resultados.* <http://snifa.sma.gob.cl/v2/Estadisticas/Resultado/1>
- *Superintendencia de Medio Ambiente. Quiénes somos.* www.sma.gob.cl. Octubre, 2016.
- *Superintendencia de Medio Ambiente. Quiénes hacemos.* Octubre 2016. <http://www.sma.gob.cl/index.php/quienes-somos/que-hacemos>
- *Figuroa, Roberto; Chaparro, Consuelo; González, Mario, y Figuroa, Javier (ONGs Desarrollo Sociedad y Medio Ambiente y Entorno). Caso Chile en Recorridos nacionales rumbo a la educación para el desarrollo sostenible – Análisis de las experiencias de los países.* UNESCO. París 2011.

