



HAL
open science

Evaluación Ambiental Estratégica (Fase 2). Diagnóstico Ambiental Estratégico de la Región Metropolitana de Santiago

Gerardo Ubilla-Bravo, Romina Echaiz-Alarcón

► **To cite this version:**

Gerardo Ubilla-Bravo, Romina Echaiz-Alarcón. Evaluación Ambiental Estratégica (Fase 2). Diagnóstico Ambiental Estratégico de la Región Metropolitana de Santiago. [reportType_4] Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. 2014. halshs-01351172

HAL Id: halshs-01351172

<https://shs.hal.science/halshs-01351172>

Submitted on 2 Aug 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) Región Metropolitana de Santiago (RMS)

Informe:

Evaluación Ambiental Estratégica (Fase 2). Diagnóstico Ambiental Estratégico de la Región Metropolitana de Santiago

Autores:

Gerardo Ubilla Bravo

Geógrafo y licenciado en geografía
Departamento de Planificación Regional
División de Planificación y Desarrollo

Romina Echaiz Alarcón

Ing. en Recursos Naturales Renovables
Universidad de Chile

Santiago de Chile
Octubre de 2014

CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	5
II. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ESTRATÉGICO EN EL MARCO DEL PROT RMS.....	7
1. Componente Aire.....	7
1.1. Breve marco legal.....	7
1.2. Diagnóstico del elemento valorado: Calidad del aire.....	8
1.3. Descripción del Objetivo	10
1.4. Variable clave: fuentes fijas contaminantes.....	11
1.5. Diagnóstico de otras variables relevantes.....	14
2. Componente Agua	18
2.1. Breve marco legal.....	18
2.2. Diagnóstico del elemento valorado: Reservorios de agua	19
2.3. Descripción del Objetivo	22
2.4. Diagnóstico de otras variables relevantes.....	23
3. Componente Suelo	25
3.1. Breve marco legal.....	25
3.2. Diagnóstico del elemento valorado: Suelo de alta productividad agrícola	26
3.3. Variable clave: Superficies de suelo con clases I, II y III.....	26
3.4. Descripción del Objetivo	31
3.5. Diagnóstico de otras variables relevantes.....	34
4. Componente Biota: Vegetación y fauna	36
4.1. Breve marco legal.....	36
4.2. Diagnóstico del elemento valorado: Sitios prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad....	38
4.3. Variable clave: Sitios Prioritarios con Plan de Gestión vigente	41
4.4. Descripción del Objetivo	43

4.5. Diagnóstico de otras variables relevantes: instrumentos, ecosistemas y especies (síntesis)45

III. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 48

Citar el documento como:

Estilo APA sexta edición:

Ubilla Bravo, G., & Echaiz Alarcón, R. (2014). *Evaluación Ambiental Estratégica (Fase 2). Diagnóstico Ambiental Estratégico de la Región Metropolitana de Santiago* (Informe técnico) (p. 53). Santiago, Chile: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.

Estilo Elsevier Harvard:

Ubilla Bravo, G., Echaiz Alarcón, R., 2014. Evaluación Ambiental Estratégica (Fase 2). Diagnóstico Ambiental Estratégico de la Región Metropolitana de Santiago (Informe técnico), Plan Regional de Ordenamiento Territorial de la Región Metropolitana de Santiago. Etapa 2: Diagnóstico Prospectivo Territorial. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, Santiago, Chile.

Estilo ISO 690:

UBILLA BRAVO, G. y ECHAIZ ALARCÓN, R., 2014. Evaluación Ambiental Estratégica (Fase 2). Diagnóstico Ambiental Estratégico de la Región Metropolitana de Santiago. Informe técnico. Santiago, Chile: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. Plan Regional de Ordenamiento Territorial de la Región Metropolitana de Santiago. Etapa 2: Diagnóstico Prospectivo Territorial.

Estilo Vancouver:

Nº. Ubilla Bravo G, Echaiz Alarcón R. Evaluación Ambiental Estratégica (Fase 2). Diagnóstico Ambiental Estratégico de la Región Metropolitana de Santiago. Santiago, Chile: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago; 2014 Oct p. 53. (Plan Regional de Ordenamiento Territorial de la Región Metropolitana de Santiago. Etapa 2: Diagnóstico Prospectivo Territorial).

Estilo GORE RMS:

Ubilla Bravo G. y Echaiz Alarcón C. 2014. Evaluación Ambiental Estratégica (Fase 2). Diagnóstico Ambiental Estratégico de la Región Metropolitana de Santiago. Informe de la Etapa 2 del PROT: Diagnóstico Prospectivo Territorial. Santiago, Chile: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.



RESUMEN

En el presente informe se desarrolla el primer diagnóstico ambiental estratégico (bajo el enfoque de la Evaluación Ambiental Estratégica -EAE-) de la Región Metropolitana de Santiago. El estudio comprende las seis provincias de la Región en el marco de la formulación del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT). Para el desarrollo examinamos cuatro componentes: i) aire, ii) agua, iii) suelo, iv) vegetación y fauna. En cada uno de estos se analiza: el marco legal, el diagnóstico del elemento valorado, la variable clave, la descripción del objetivo y el diagnóstico de otras variables relevantes.

PALABRAS CLAVE:

Diagnóstico ambiental, Evaluación ambiental estratégica, Plan Regional de Ordenamiento Territorial, Región Metropolitana de Santiago.

I. INTRODUCCIÓN

El presente documento es un aporte técnico de la División de Planificación y Desarrollo Regional (DIPLADE) del Gobierno Regional Metropolitano de Santiago (GORE RMS), para ser considerado como un insumo en la construcción del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), particularmente en el ámbito de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE). Estos instrumentos son parte del Sistema de Planificación Regional desarrollado por el GORE RMS a partir de 2007 (Sepúlveda *et al.*, 2008; Ubilla Bravo, 2014).

Siguiendo la cronología de los antecedentes legales del proceso antes señalado, en primer lugar podemos mencionar el artículo 2° de la Ley N° 20.417 (2010) que modifica la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N° 19.300, 1994). En esta se define la 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 segundo lugar, destacamos en el inciso segundo del artículo 7° bis de la Ley N° 20.417 (2010) donde “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 [...]. 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”.

En tercer lugar, y en virtud de dar cumplimiento a los puntos anteriores, en el Ordinario Circular N° 4.696 con fecha 17 de Octubre de 2012 de la Subsecretaría Regional de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) del Ministerio del Interior (en conjunto con el Ministerio del Medio Ambiente), se solicitó a los distintos Intendentes del país, **iniciar el proceso de la EAE en el PROT**.

Finalmente, a partir del Ordinario Circular N° 131.290 con fecha de 11 de abril de 2013 de la SUBDERE, se remitió la Guía para la aplicación de la EAE en los PROT del país, donde se señalaron todos los aspectos metodológicos de su elaboración con sus respectivas etapas.

La primera fase de la EAE consistió en **sintetizar los elementos iniciales** para el proceso de la EAE en el PROT de la RMS, destacando entre ellos:

- Los objetivos generales y específicos del PROT.
- La definición de cuatro criterios de sustentabilidad y cómo integran las dimensiones Socio-Cultural, Económica y Ecológica-Ambiental (ver Cuadro 1).
- La definición de los objetivos ambientales (ver Cuadro 2).

Cuadro 1. Criterios de Sustentabilidad PROT RMS

Enunciado criterio 1: Se mejora la gestión de los sitios prioritarios para la conservación de la Biodiversidad existentes en la RMS.
Enunciado criterio 2: Se protegen los reservorios de agua tales como: aguas subterráneas, glaciares y cursos de agua superficiales en la RMS.
Enunciado criterio 3: Se desconcentra la localización de fuentes fijas contaminantes.
Enunciado criterio 4: Se controla y desincentiva el proceso de expansión urbana cercana a los suelos de alta productividad agrícola.

Fuente: Robles Vargas y Ubilla Bravo, 2013.

Cuadro 2. Objetivos Ambientales PROT RMS

Objetivo 1: Mejorar la gestión de los sitios prioritarios para la conservación de la Biodiversidad existentes en la RMS.
Objetivo 2: Proteger los reservorios de agua en la RMS.
Objetivo 3: Controlar la urbanización sobre áreas propensas a riesgos potenciales por amenazas naturales.
Objetivo 4: Desconcentrar la localización de fuentes fijas contaminantes.
Objetivo 5: Analizar y definir nuevas alternativas de disposición de los residuos sólidos domiciliarios e industriales en la región.
Objetivo 6: Promover el desarrollo de aplicaciones de Energías Renovables No Convencionales.
Objetivo 7: Controlar y desincentivar el proceso de expansión urbana cercana a los suelos de alta productividad agrícola.

Fuente: Robles Vargas y Ubilla Bravo, 2013.

II. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ESTRATÉGICO EN EL MARCO DEL PROT RMS

1. Componente Aire

1.1. Breve marco legal

Mediante el Decreto N° 131 del 1º de Agosto de 1996 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, la Región Metropolitana de Santiago (RMS) fue declarada Zona Saturada por Material Particulado Respirable (MP₁₀), Partículas en Suspensión (PTS), Ozono (O₃) y Monóxido de Carbono (CO); y Zona Latente por Dióxido de Nitrógeno (NO₂).

En la Ley N° 20.417 (2010) que modifica la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente en su artículo 2 se entiende por **zona latente** a “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, mientras que en el literal u) se entiende una **zona saturada** como “aquella en que una o más normas de calidad ambiental de encuentran sobrepasadas”.

Mediante el Decreto N° 16 (1998) se oficializa el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) para la RMS, el que define las metas de calidad de aire y las medidas orientadas al control de las principales fuentes contaminantes identificadas en la región, plan que fue reformulado a través del Decreto N° 58 (2004) y posteriormente con el Decreto N° 66 (2010), el que se encuentra actualmente en vigencia. Las medidas establecidas en el PPDA se basan en el impacto generado por cada sector sobre las concentraciones de gases de origen antropogénico y de material particulado.

A partir de lo anterior se implementaron diferentes medidas por medio de estrategias de mitigación de emisiones en distintos ámbitos:

- Implementación de medidas en transportes y combustibles,
- Implementación de medidas en la industria y el comercio,
- Control de emisiones asociadas a la calefacción residencial con leña.

1.2. Diagnóstico del elemento valorado: Calidad del aire

Existen contaminantes primarios (producidos en su mayoría por la acción antrópica, tales como gases y partículas provenientes de la combustión o el tránsito vehicular) y secundarios (producidos en su mayoría por reacciones químicas que se dan en la atmósfera y que reciben la influencia de la radiación solar). Los principales problemas derivados de la contaminación atmosférica en la RMS (ver Cuadro 3), provienen en su mayoría de elementos como el material particulado, cuyo efecto y daño dependen del tamaño de estas, ya que mientras más pequeñas mayores son las probabilidades de perturbar al sistema respiratorio e incluso al circulatorio. Este material además está compuesto por partículas de SO₂ (proveniente en su mayoría de la actividad industrial), NO_x, (del tránsito vehicular) y NH₃ (de desechos orgánicos y actividad agrícola) (O’Ryan y Larraguibel, 2000).

Cuadro 3. Principales contaminantes del aire, su origen y efectos sobre la salud

Contaminante	Origen	Efectos sobre la salud	Características
Material Particulado (PTS, MP₁₀, MP_{2,5})	- Proviene de diversas fuentes: procesos de combustión, polvo levantado por el tráfico de vehículos, procesos industriales, entre otros.	Mientras menor sea el tamaño de las partículas, aumenta la probabilidad de que éstas lleguen a los alvéolos pulmonares y al sistema circulatorio. Se irritan las membranas mucosas y aumentan.	Se perciben como pequeñas gotas o partículas sólidas, humo, aerosoles y polvo.
Óxidos de Azufre (SO_x)	- Proviene de la combustión de combustibles fósiles (cuando éstos contienen azufre), fabricación de papel, entre otros.	Al ser inhalado junto a material particulado, agudiza problemas en los bronquios.	Es un gas incoloro, con olor irritante, soluble en agua y pesado.
Óxidos de Nitrógeno (NO_x)	- Proviene de la combinación de nitrógeno con oxígeno atmosférico a altas temperaturas en procesos de combustión, o como subproducto de la fabricación de fertilizantes.	Aumenta la susceptibilidad a adquirir distintos tipos de virus, así como la irritación pulmonar.	Se percibe como un gas de tonalidades entre rojizas y café, relativamente soluble al agua.
Monóxido de	- Proviene de la	Su principal efecto es el	Es un gas altamente

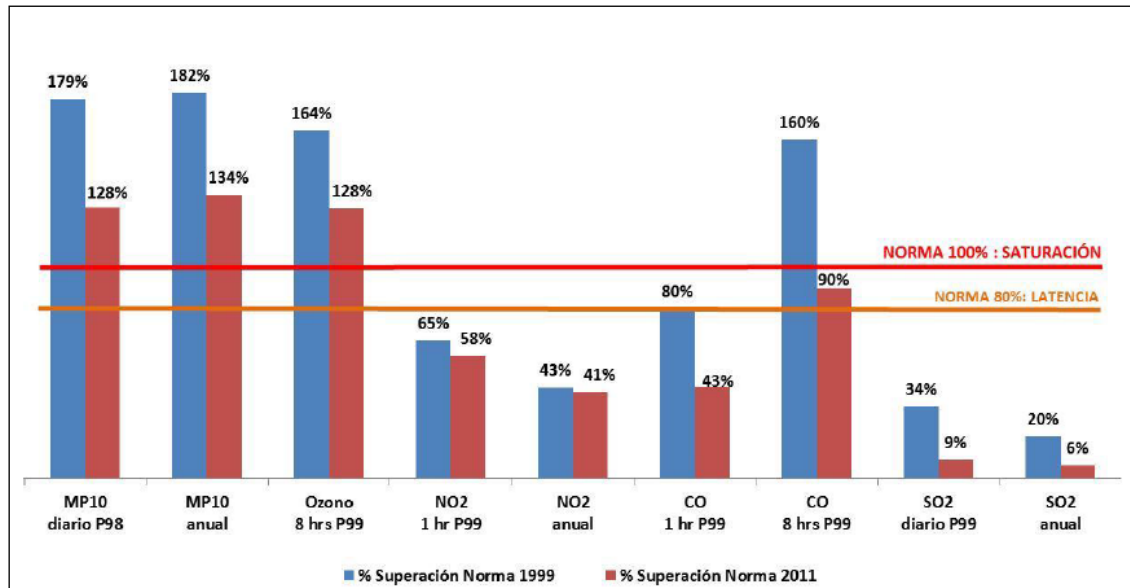
Cuadro 3. Principales contaminantes del aire, su origen y efectos sobre la salud

Contaminante	Origen	Efectos sobre la salud	Características
Carbono (CO)	combustión incompleta de combustibles fósiles como carbón, leña y petróleo entre otros, además de actividades industriales y tránsito vehicular.	bloqueo de la hemoglobina, afectando de sobre manera a personas con anemia.	peligroso, ya que es incoloro e inodoro, por lo que cuesta percibirlo, además de ser ligeramente soluble en agua.
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	- Productos altamente reactivos, provenientes de procesos industriales, fugas de gas, evaporación de tanques de combustibles, entre otros.	En general producen irritación nasal y ocular, pueden generar intoxicación y daño hepático, junto con poseer propiedades cancerígenas.	Muchos y variados compuestos de hidrógeno y carbono.
Ozono (O₃)	- Es producto de reacciones fotoquímicas en la atmósfera.	Producen irritación nasal y ocular, así como el agravamiento de problemas respiratorios.	Se percibe como un gas dulce, de tonalidades azules pálidas e inestable.

Fuente: O’Ryan y Larraguibel, 2000.

De acuerdo a datos recogidos del Ministerio del Medio Ambiente (2012b) para el año 2011, la RMS estuvo en estado de saturación por MP₁₀ en sus normas diaria y anual y por ozono en su norma de 8 horas, así como en estado de latencia por CO en su norma de 8 horas. Por el contrario, las normas horarias de CO y las normas de NO₂ y SO₂ se encontraron en cumplimiento. En la Figura 1 se puede apreciar la disminución que se ha producido entre los años 1999 y 2011 en todos los porcentajes de contaminantes respecto a sus normas de calidad, donde destacan las reducciones de MP₁₀, O₃, CO y SO₂, las cuales lideraron las mayores reducciones.

Figura 1. Superación norma contaminantes, criterio MP y gases. Porcentajes año 2011 respecto del año base 1999



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2012b.

A grandes rasgos, el SO_x se concentra en su mayoría en torno a zonas industriales y en el centro de la Metrópoli de Santiago, el NO_x y el CO tienden a concentrarse en torno a las vías principales del centro de la ciudad, mientras que las partículas en suspensión se concentran en la zona centro y poniente de la RMS. En relación con lo anterior, podemos indicar que se generan diferentes tipos de problemas en distintas zonas a partir de la contaminación atmosférica como: el impacto negativo sobre la salud de las personas, el daño sobre diferentes tipos de materiales, la reducción de la productividad agrícola y disminución de la visibilidad, entre otros (O’Ryan y Larraguibel, 2000).

1.3. Descripción del Objetivo

Una vez conocidos los principales contaminantes presentes en la atmósfera de la RMS, así como sus principales fuentes emisoras y los efectos sobre la salud de las personas, es fundamental disminuir la emisión de contaminantes provenientes de las fuentes fijas.

Para lo anterior es necesario contar con los instrumentos necesarios y el personal calificado para realizar fiscalizaciones periódicas a dichas fuentes de emisión, no sólo en

situaciones de pre-emergencia y emergencia ambiental, sino también para prevenir durante cualquier día del año. Esto permitiría corroborar que efectivamente las declaraciones que se están emitiendo por parte de las empresas se relacionan con las emisiones que efectivamente se liberan al ambiente.

1.4. Variable clave: fuentes fijas contaminantes

Entenderemos como fuente (sea fija o estacionaria) a toda instalación o actividad establecida en un solo lugar o área, que desarrolle operaciones o procesos industriales, comerciales y/o de servicios, que emitan o puedan emitir contaminantes a la atmósfera, al agua o al suelo¹.

En el artículo 2° del Decreto N° 138 (2005) (posteriormente modificado por el Decreto N° 90, 2011) del Ministerio de Salud, se señala que “estarán afectos a la obligación de proporcionar los antecedentes para la determinación de emisión de contaminantes, las fuentes fijas que correspondan a los siguientes rubros, actividades o tipos: calderas generadoras de vapor y/o agua caliente, producción de celulosa, fundiciones primarias y secundarias, centrales termoeléctricas, producción de cemento, cal o yeso, producción de vidrio, producción de cerámica, siderúrgica, petroquímica, asfaltos y equipos electrógenos”.

En virtud de lo anterior, en el año 2009 la entonces Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) publicó la “Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Fuentes Fijas y Móviles en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes” (Serrano *et al.*, 2009). En esta se explica de manera detallada las metodologías a utilizar para la estimación de emisiones de fuentes atmosféricas de fuentes fijas y móviles de interés para el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

En relación con los datos estadísticos sobre las fuentes fijas contaminantes, en el año 2009 se estableció el nivel relativo de paralización de aquellas comunas que exceden las normas técnicas establecidas frente a eventos de contingencia ambiental o episodios críticos de calidad del aire. Además, se logró caracterizar y diferenciar el territorio regional en

¹ <http://www.mma.gob.cl/retc/1279/article-42137.html>.

función de la proporción de fuentes fijas que deben paralizar frente a dichas contingencias ambientales, considerando para ello la calificación de 5.608 fuentes registradas por el SESMA a Marzo de 2003. Estas fuentes fijas deben paralizar frente a dos tipos de situación ambiental: la preemergencia y la emergencia.

Respecto a las fuentes fijas contaminantes, en la RMS el número tiene una directa relación con el nivel de urbanización del territorio regional. Sólo en siete de las 52 comunas que conforman la RMS (todas ellas dentro de la Metrópoli de Santiago) (ver Figura 2) se concentra el 51% del total de las fuentes registradas (2.849), principalmente en las comunas de Las Condes (737), Santiago (545), Providencia (488), Maipú (339), Vitacura (285), San Bernardo (232) y Quilicura (223).

Sin embargo, la concentración y emisión de material particulado, se vincula directamente al tipo de proceso que caracteriza la fuente, ya que por ejemplo en las comunas antes mencionadas, en situaciones ambientales como pre-emergencia y emergencia, paralizan sólo entre un 11% y un 30% del total de fuentes emisoras de fuentes fijas, mientras que en el caso de comunas como Huechuraba (54), La Granja (49), Lo Prado (23), San Ramón (27) y Buin (51), éstas tienden a paralizar entre un 61% y un 100% del total de fuentes emisoras.

En la Figura 3 se puede ver un mapa de la RMS con sus respectivas comunas (las que se pueden confrontar con la Figura 2) donde los colores indican el porcentaje de fuentes que paralizan en los días de contingencia ambiental. Por lo tanto, los colores más claros indican un menor porcentaje de fuentes emisoras paralizadas, mientras que los colores más oscuros indican un mayor porcentaje de las mismas fuentes que paralizan.

Figura 2. Leyenda y datos comunales del mapa Fuentes Fijas que Paralizan en Contingencia Ambiental. Año 2003

PROVINCIA	COMUNA	Nº *	% **
Santiago	1 Santiago	545	55
	2 Cerrillos	173	26
	3 Cerro Navia	67	58
	4 Conchalí	88	44
	5 El Bosque	67	49
	6 Estación Central	159	33
	7 Huechuraba	54	49
	8 Independencia	98	46
	9 La Cisterna	61	52
	10 La Florida	110	51
	11 La Granja	49	67
	12 La Pintana	31	52
	13 La Reina	33	33
	14 Las Condes	737	17
	15 Lo Barnechea	41	20
	16 Lo Espejo	40	60
	17 Lo Prado	25	96
	18 Macul	151	36
	19 Maipú	339	22
	20 Ñuñoa	150	28
	21 Pedro Aguirre Cerda	23	52
	22 Peñalolén	64	52
	23 Providencia	488	30
	24 Pudahuel	70	54
	25 Quilicura	223	23
	26 Quinta Normal	130	36
	27 Recoleta	89	40
	28 Renca	131	34
	29 San Joaquín	101	42
	30 San Miguel	118	38
	31 San Ramón	27	63
	32 Vitacura	285	11

PROVINCIA	COMUNA	Nº *	% **
Cordillera	33 Puente Alto	152	49
	34 Pirque	8	13
	35 San José de Maipo	4	50
Chacabuco	36 Colina	43	53
	37 Lampa	64	42
	38 Tiltil	45	22
Maipo	39 San Bernardo	232	29
	40 Buin	51	61
	41 Calera de Tango	10	50
Melipilla	42 Paine	30	27
	43 Melipilla	63	48
	44 Alhué	2	0
Talagante	45 Curacaví	9	11
	46 María Pinto	1	100
	47 San Pedro	0	0
	48 Talagante	51	47
Talagante	49 El Monte	9	56
	50 Isla de Maipo	9	22
	51 Padre Hurtado	25	28
Talagante	52 Peñaflor	33	24
	Total	5.608	35

LEYENDA (%)		
No paralizan		
11 a	30	
31 a	50	
51 a	60	
61 a	100	

PROVINCIA	Nº *	% **
Santiago	4.767	34
Cordillera	164	47
Chacabuco	152	39
Maipo	323	35
Melipilla	75	43
Talagante	127	36
Total	5.608	35

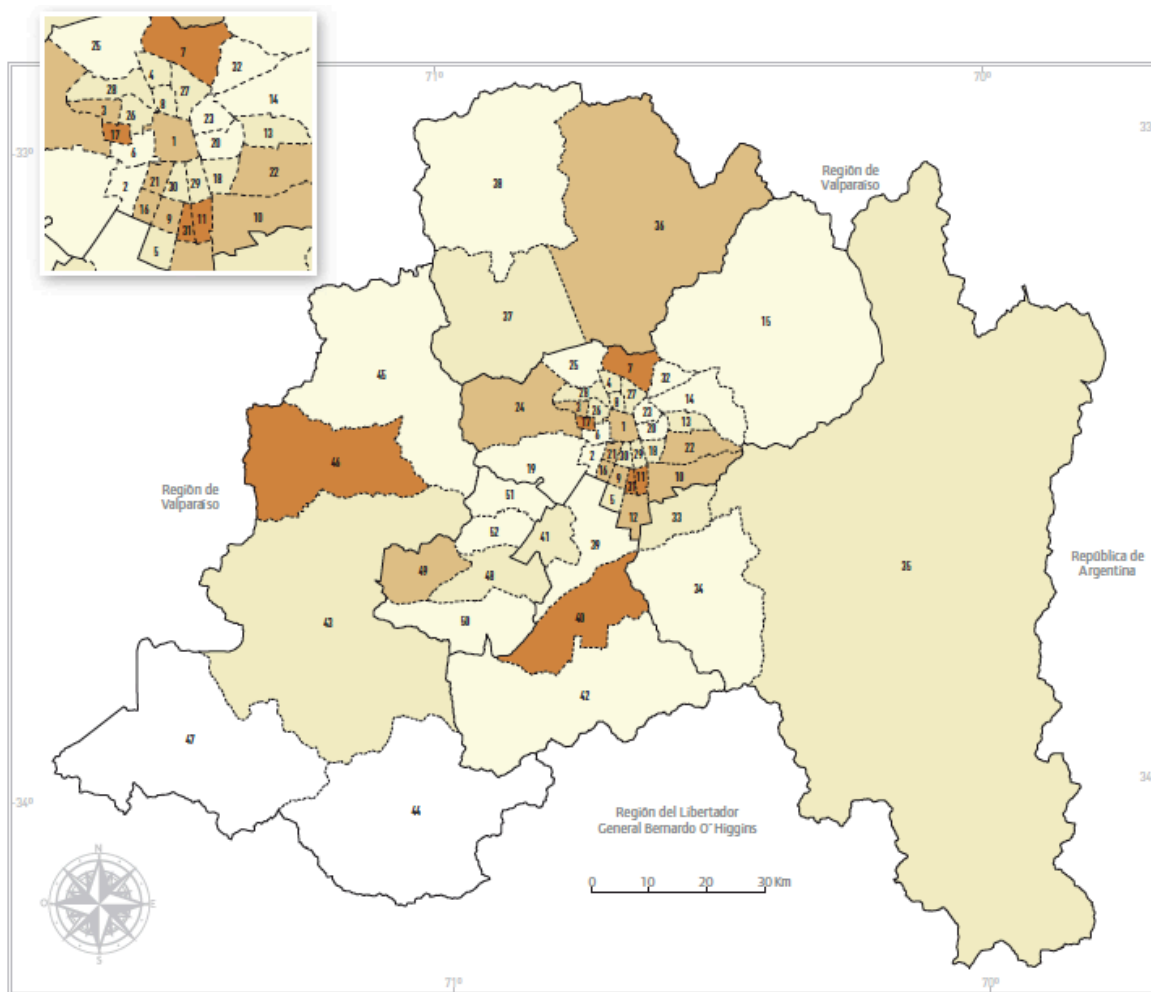
SIMBOLOGÍA	
-----	Límite Comunal
-----	Límite Provincial
-----	Límite Regional
-----	Límite Internacional

Número Regional de Fuentes Fijas 5.608 de las cuales paraliza un 35%

(*) Total de Fuentes Fijas por comuna.
(**) Valor Porcentual de Fuentes Fijas que paralizan en relación al total comunal.
Fuente: SESMA, 2003. Departamento de Calidad del Aire.

Fuente: Ubilla Bravo *et al.*, 2009; a partir del SESMA, 2003.

Figura 3. Región Metropolitana de Santiago. Fuentes Fijas que Paralizan en Contingencia Ambiental. Año 2003

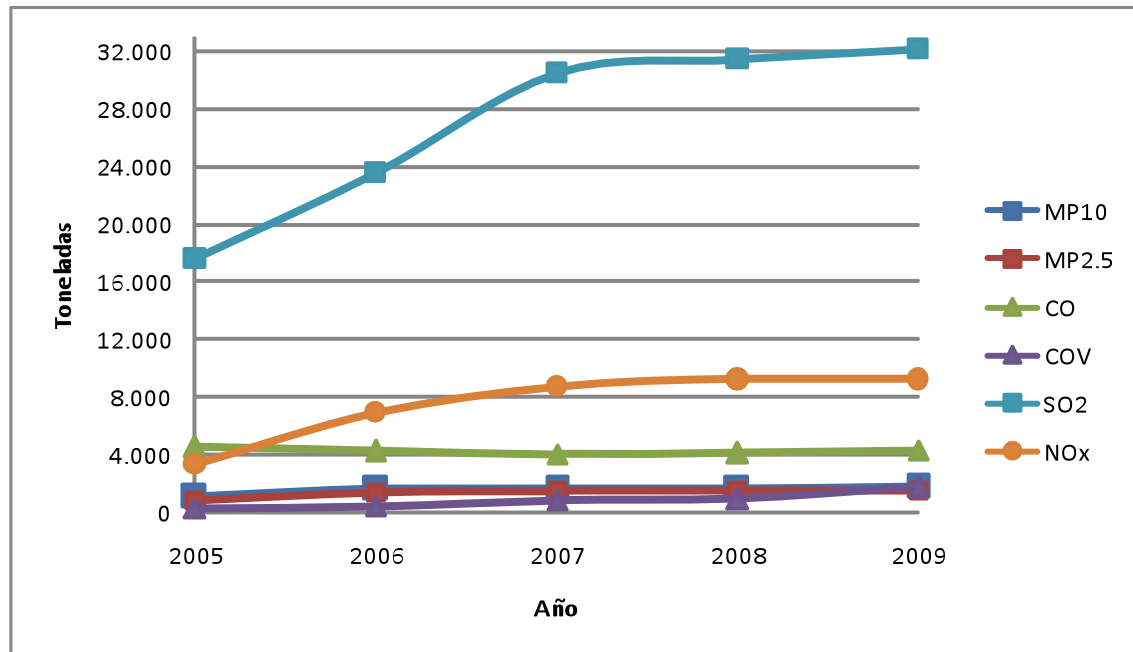


Fuente: Ubilla Bravo *et al.*, 2009; a partir de SESMA, 2003.

1.5. Diagnóstico de otras variables relevantes

Respecto a las emisiones atmosféricas provenientes de fuentes fijas por contaminante (ver Figura 4) en la RMS, según datos aportados por el MMA en su reporte 2005-2009 (de la Maza Guzmán *et al.*, 2012), se puede apreciar que en cinco años, los contaminantes SO₂, NO_x y COV han experimentado un alza significativa, los contaminantes MP_{2,5} y el MP₁₀ experimentaron un alza y luego una mantención sostenida, y finalmente el CO experimentó una baja y luego volvió a aumentar.

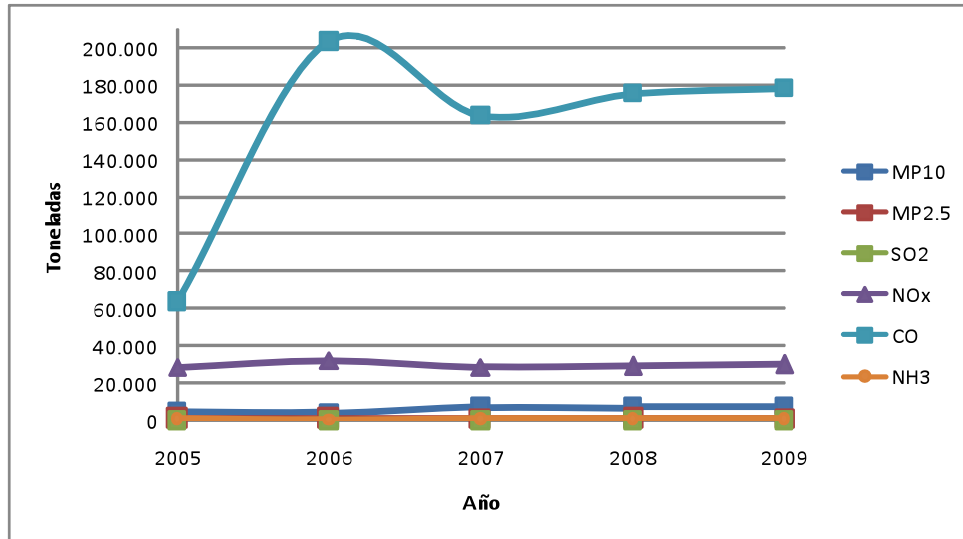
Figura 4. Inventario regional de fuentes de contaminación atmosférica provenientes de emisiones y estimaciones de los inventarios del MMA. Periodo 2005-2009



Fuente: Elaboración propia, a partir de: de la Maza Guzmán *et al.*, 2012.

Para el caso de las fuentes móviles en ruta (sólo para la Metrópoli de Santiago), la composición del parque vehicular corresponde en su mayoría a vehículos livianos (cerca de un 90%), seguido por motos, camiones, buses y taxis colectivos, a partir de los cuales los contaminantes emitidos en mayor cantidad corresponden a COV y NO_x. Como se puede ver en la Figura 5, según datos aportados por de la Maza Guzmán *et al.* (2012), todos los contaminantes experimentaron un alza a partir del año base 2005, sin embargo los contaminantes MP₁₀ y CO son los que han experimentado la mayor alza, para luego tender a una estabilización.

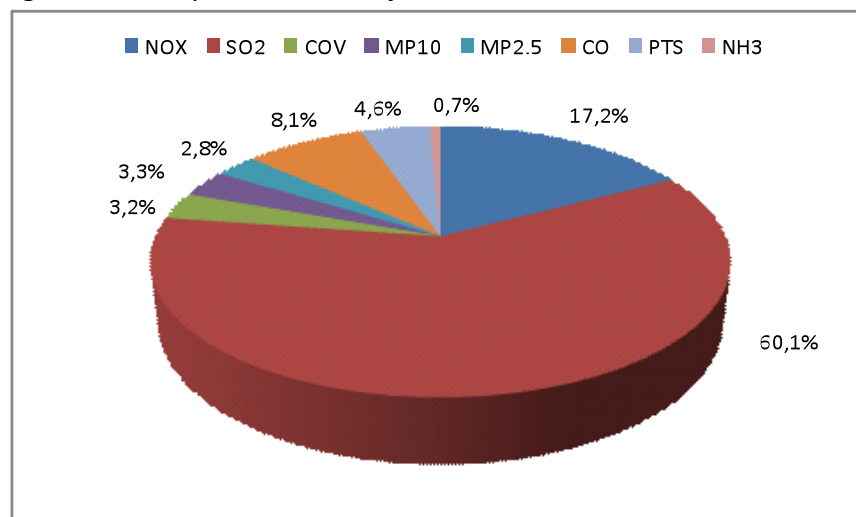
Figura 5. Emisiones totales de fuentes móviles en ruta para la Metrópoli de Santiago, provenientes de emisiones y estimaciones de los inventarios del MMA. Periodo 2005-2009



Fuente: Elaboración propia, a partir de: de la Maza Guzmán *et al.*, 2012.

Respecto a las emisiones de fuentes fijas por rubro en la RMS para el año 2009 (ver Figura 6), la mayor cantidad de contaminantes (en toneladas por año) correspondió a SO₂, NO_x y CO, seguido por partículas en suspensión (PTS), COV, MP₁₀, MP_{2.5} y NH₃.

Figura 6. Principales fuentes fijas de emisiones en la RMS. Año 2009



Fuente: Elaboración propia, a partir de: de la Maza Guzmán *et al.*, 2012.

Todos los agentes contaminantes antes descritos (sumados a las condiciones geomorfológicas de la cuenca de Santiago), contribuyen a la contaminación atmosférica, la que genera efectos nocivos no sólo en lo que se refiere a la salud y calidad de vida de las personas, sino también sobre materiales que conforman diversas infraestructuras o bienes materiales. Los episodios críticos de contaminación atmosférica tienden a acentuarse durante los meses de invierno, principalmente debido a la disminución de la movilidad del aire y por el uso de combustibles para calefaccionar las viviendas. Esto aumenta la acumulación y concentración de los contaminantes antes descritos, incidiendo en el aumento de personas con problemas respiratorios.

2. Componente Agua

2.1. Breve marco legal

Dentro de las funciones que establece la Ley N° 20.417 (2010), que modifica a la Ley N° 19.300 (1994) sobre Bases Generales del Medio Ambiente, en el artículo 69 se indica: “créase el Ministerio del Medio Ambiente, como una Secretaría de Estado encargada 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”.

En el artículo 70 letra f) de la Ley N° 20.417 (2010) se establece que el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) deberá “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”, mientras que en la letra i) del mismo artículo se establece que el MMA deberá “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 [...]”. Asimismo, en el artículo 42 de la misma ley, se señala que se exigirá la presentación y cumplimiento de planes de manejo a fin de asegurar la conservación del caso indica en la letra a) “mantención de caudales de aguas y conservación de suelos”.

Otro organismo que apoya esta función es la Dirección General de Aguas, servicio de Gobierno dependiente del Ministerio de Obras Públicas (MOP), cuya misión consiste en “promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente”².

Por otra parte, en el Decreto con Fuerza de Ley N° 1.122 (1981) que fija el texto del Código de Aguas se indican disposiciones que sólo aplican a las aguas consideradas terrestres. Dentro de esta hay distintas categorías que pueden ser superficiales: aquellas que se encuentran naturalmente a la vista del hombre y pueden ser corrientes o detenidas, siendo corrientes aquellas que escurren por cauces naturales o artificiales, y detenidas

² <http://www.dga.cl/acercadeladga/mision/Paginas/default.aspx>.

aquellas que están acumuladas en depósitos naturales o artificiales; o subterráneas: aquellas que están ocultas en el seno de la tierra y no han sido alumbradas.

Asimismo, en el artículo 5 se establece que “las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas, en conformidad a las disposiciones del mismo código” (Decreto con Fuerza de Ley N° 1.122, 1981). Dentro de los derechos de aprovechamiento se encuentran los consuntivos (en los que el titular puede consumir totalmente las aguas en cualquier actividad) y los no consuntivos (en los que se permite emplear el agua sin consumirla y obliga a restituirla según se determine).

Sin embargo, la gestión de los recursos hídricos en Chile se ha limitado más bien por un enfoque reduccionista, donde los principales objetivos de protección han sido la cantidad y calidad del agua, dejando de lado el aspecto de la sustentabilidad de los recursos hídricos (Ministerio del Medio Ambiente, 2012c).

2.2. Diagnóstico del elemento valorado: Reservorios de agua

Los sistemas hídricos tienen la capacidad de entregar servicios ecosistémicos que son fundamentales no sólo para el sustento de las personas, sino también para los diversos tipos de ecosistemas que dependen y se desarrollan en torno a ellos. Estos servicios ecosistémicos han sido entendidos según varios autores, como la capacidad que tienen los procesos y componentes naturales para proveer bienes y servicios que logran satisfacer las necesidades humanas de manera directa o indirecta (De Groot, Wilson, y Boumans, 2002; Ministerio del Medio Ambiente, 2012c).

A partir de lo mencionado, entendemos a los sistemas hídricos como aquellos en que el agua es la variable fundamental. Además, estos se encuentran constantemente interactuando con otros sistemas asociados recibiendo una gran influencia del ecosistema terrestre, lo que produce efectos sinérgicos en términos de funcionalidad, en la cantidad y calidad de agua presente en ellos. Un claro ejemplo son los bosques nativos y la vegetación ripariana, los que contribuyen en la conservación de caudales, al retener y almacenar agua. En el caso de los sistemas hídricos continentales, estos dependen de elementos como las precipitaciones, niveles freáticos y de reservorios de agua en estado

sólido como los glaciares, y de procesos como la infiltración, evaporación y evapotranspiración (Ministerio del Medio Ambiente, 2012c).

Dentro de los servicios ecosistémicos que prestan los sistemas hídricos se encuentran los de regulación (climática, recarga de acuíferos), de provisión (reservas de agua dulce, agua potable, riego, energía), de soporte (biodiversidad, formación de suelo) y culturales (turismo, recreación, identidad cultural) (Ministerio del Medio Ambiente, 2012c).

Consideramos que estos sistemas son dinámicos ya que posibilitan el flujo de materia y energía entre los ecosistemas, porque cumplen funcionalidades específicas y que además tienen involucradas una gran cantidad de variables bióticas y abióticas. De este modo, apoyamos la protección, conservación y/o recuperación según sea el caso de los sistemas hídricos que prestan servicios ecosistémicos en la RMS, incorporándolos en la gestión de los recursos hídricos de la región, siempre en el marco de un desarrollo sustentable. Por lo tanto, se requieren esfuerzos que permitan mantener estos ecosistemas saludables y en pleno funcionamiento (Ministerio del Medio Ambiente, 2012c).

Respecto a la priorización de servicios ecosistémicos en los sistemas hídricos de la RMS, el Ministerio del Medio Ambiente (2012c) indica la siguiente:

1) En el caso de ríos, glaciares y esteros alto andinos se observa la presencia de glaciares (que actúan como reservorios de agua), vegas alto andinas (que sirven como alimento de animales), lagunas y embalses, los que se exponen principalmente a los efectos de la actividad minera extractiva, a grandes proyectos hidroeléctricos, a la presencia de actividades turísticas intensivas (como centros de nieve), a la contaminación industrial difusa y a la alta extracción de áridos.

2) Para el sector precordillerano se destaca su importancia en el proceso de recarga de acuíferos. Las principales presiones a las que se ve sometido este sector son la proyección inmobiliaria y la modificación del cauce del río Mapocho.

3) En el sector norte, los cuerpos de agua son utilizados principalmente para riego de cultivos agrícolas y para bebida y/o pastoreo de animales, destacando la Planta de Agua Potable Rural (APR) más grande de Latinoamérica, que abastece a gran parte de la población. Las principales presiones a las que se ve sometido este sector son la actividad minera (existiendo un ducto de relave abierto), la contaminación por elementos químicos

provenientes de la producción agrícola y porcina, la descarga de residuos industriales líquidos (RILES) y extracción ilegal desde cuerpos de agua como la laguna de Batuco.

4) En el sector sur de la RMS, los cuerpos de agua son utilizados principalmente para uso agrícola, para uso en procesos agroindustriales y para bebida y/o pastoreo de animales. Esta es una zona donde hay presencia de afloramiento de acuíferos como el caso de Jahuel – Huelquén. Sin embargo, están sometidos constantemente a extracciones de agua para uso agrícola, contaminación por descarga de actividades productivas, extracción de áridos que modifican el cauce del río Angostura, actividad turística intensiva sobre la laguna de Aculeo que ha conllevado a procesos de eutrofización y la presencia de mineras.

5) En la periferia metropolitana, el recurso hídrico está altamente afectado tanto de manera superficial como subterránea, aún cuando en el sector de Peñaflor existe un sector de recarga de acuífero. En general son cuerpos de agua altamente artificializados que han perdido sus capacidades de amortiguación de inundación a causa de la fuerte intervención física, principalmente por la extracción de áridos y que además han sido paulatinamente contaminados.

6) En el sector sur oeste de la cuenca del Maipo se encuentra la Reserva El Yali, la que ha disminuido su disponibilidad de agua con el tiempo. Los cuerpos de agua son utilizados principalmente para la extracción de agua potable urbana y de agua para uso agrícola. En general, los principales problemas vienen dados por los efectos producidos por actividades productivas principalmente agrícolas y avícolas, la alta demanda por el recurso hídrico, la contaminación por RILES y la ocupación de laderas de los esteros.

Para resumir la situación en la RMS, los principales elementos que se ven afectados son los acuíferos, los glaciares y los cuerpos de agua superficiales, los que proveen de servicios ecosistémicos como reservorios de agua, proveedores de agua potable y proveedores de agua para riego de cultivos. En el caso de los acuíferos y los cuerpos de agua superficiales, estos tienden a sufrir pérdida en su cantidad a causa de extracciones ilegales de agua, donde los cuerpos de agua superficiales además sufren la presión ejercida por otro tipo de actividades. Entre estas destacamos: la extracción de áridos (que modifican el cauce de los ríos), la producción agrícola, porcina y avícola (que genera contaminantes que llegan a los cuerpos de agua), la generación de energía (mediante centrales hidroeléctricas que intervienen los cursos de agua) y la actividad minera (que extrae agua de los cuerpos y además genera residuos contaminantes).

Caso aparte es la actividad inmobiliaria (la que afecta principalmente los acuíferos) y la actividad turística (que ejerce presión sobre los glaciares sobre todo en los casos de centros de nieve). En general los efectos generados por las actividades antes señaladas producen una alteración en la calidad y en la cantidad de los recursos disponibles (Ministerio del Medio Ambiente, 2012c).

2.3. Descripción del Objetivo

Considerando que en el sector cordillerano de la RMS (hacia el sector de la cordillera de Los Andes) contiene la mayor cantidad de glaciares que actúan como principales reservorios de agua, consideramos que los esfuerzos se deben enfocar en proteger dichos sectores y realizar una gestión eficiente del recurso.

Descendiendo de oriente a poniente, la actividad turística presente genera una fuerte presión sobre el recurso hídrico, la que se suma a las descargas de residuos, la contaminación y a la modificación de los cauces por parte de la extracción de áridos. Por lo tanto, el principal objetivo debe ser la protección del río Maipo y su cauce.

En el sector precordillerano se debe considerar que su principal función es la de recarga de acuíferos, por lo que el objetivo principal debe ser proteger la superficie con capacidad de infiltrar agua. Esto se indica debido a que la principal amenaza en el sector la constituyen los proyectos inmobiliarios que por un lado influyen en el cambio de superficie y por tanto en la capacidad de infiltrar de los suelos; por otro, observamos la demanda de agua aumenta al existir una mayor población en la zona.

En la zona norte y sur de la RMS, el objetivo principal es la protección del recurso hídrico de agentes contaminantes debido a que el principal uso lo constituye la utilización de agua potable y con fines productivos agrícolas. Casos aparte son la laguna Batuco y la laguna de Aculeo, los que han sufrido una disminución progresiva a causa de la extracción ilegal de agua, por lo que su objetivo debe ser la protección de la calidad de su agua y la recuperación de la eutrofización.

2.4. Diagnóstico de otras variables relevantes

En el país, los cauces de aguas superficiales han enfrentado constantemente la presión debido los residuos y desechos de todo tipo, de los cuales muchos son sumamente tóxicos e implican un riesgo para la salud humana y un alto costo de recuperación de las aguas y los ecosistemas. Del mismo modo, las aguas servidas son una de las principales fuentes de contaminación de estos cauces de aguas superficiales, así como los llamados RILES (Residuos Industriales Líquidos), los que en algunas ocasiones son vertidos sin el tratamiento apropiado a dichos cauces (Matus, Fernández, Aedo y Larraín, 2004).

El Ministerio del Medio Ambiente (2012c) ha identificado diversas unidades proveedoras de servicios ecosistémicos para los sistemas hídricos en la RMS, dentro de las que destacan:

- Ríos, glaciares y esteros alto andinos: microcuenca del río Yeso, microcuenca del río Olivares, microcuenca del río Volcán, microcuenca del río San Francisco, estero Yerba Loca, sector Las Vizcachas.
- Ríos precordilleranos: ríos Mapocho, Maipo y canal San Carlos.
- Ríos, esteros y lagunas, según sector:
 - Norte: microcuenca del estero Colina, microcuenca del estero Polpaico, microcuenca del estero Montenegro, microcuenca de la laguna de Batuco y microcuenca del estero Los Patos.
 - Sur: microcuenca del río Clarillo, microcuenca Alto Jahuel – Huelquén, microcuenca del río Angostura, microcuenca de la laguna de Aculeo, microcuenca del estero Alhué – Carén.
 - Metropolitano Rural: microcuenca del estero Las Cruces (sector de Quilicura y el aeropuerto Arturo Merino Benítez), sector de Santiago Rural (entre los ríos Mapocho y Maipo), río Mapocho rural (entre Maipú y El Monte).
 - Oeste de la RMS: microcuenca del estero Yali, sector de Cantillana, sector de Melipilla, microcuenca del estero Puangue, sector de Curacaví.

Dentro de los servicios ecosistémicos aportados por los sistemas hídricos antes mencionados, para la RMS se lograron identificar entre otros (Ministerio del Medio Ambiente, 2012c):

- Provisión: agua potable rural, agua potable urbana, agua para uso agrícola, agua para uso en procesos industriales, agua para acuicultura, agua para generación de energía.
- Regulación: depuración y regulación de contaminantes, regulación de contaminación térmica, regulación climática, retención de sedimentos, control de crecidas y/o inundaciones, control de caudales.
- Culturales: excursiones, centros recreacionales, turismo, pesca recreativa, actividades náuticas, centros termales, educación.
- Soporte: ciclo de nutrientes, ciclo hidrogeológico, producción primaria, corredor biológico significativo, biodiversidad.

3. Componente Suelo

3.1. Breve marco legal

En el artículo 39 de la Ley N° 19.300 (1994) se señala que se “velará porque el uso del suelo se haga en forma racional, a fin de evitar su pérdida y degradación”. Junto con esto, en la modificación (Ley N° 20.417, 2010) se indica que será el Ministerio del Medio Ambiente quien desarrolle programas de medición y control de la calidad ambiental del aire, agua y suelo, además de otorgar facultades específicas en lo que se refiere a la propuesta de políticas y formulación de normas, planes y programas por cuanto a suelos contaminados se trate.

En sintonía con lo anterior, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), es uno de los instrumentos que permiten velar por lo estipulado, ya que en el artículo 11 de la Ley N° 19.300 (1994) letra b) se obliga a presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) aquellos que generen efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, entre ellos el suelo. Asimismo, en el artículo 41 de la Ley N° 19.300 (1994), se establece que el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables se podrá hacer siempre y cuando se asegure su capacidad de regeneración, entre otros aspectos. Por otra parte, en el artículo 42 de la misma ley se indica la exigencia de la presentación y cumplimiento de planes de manejo a fin de asegurar la conservación, en el caso de la letra a).

Por otra parte, existen regulaciones en torno al suelo enfocados en la regulación urbana, mediante la Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC) (Decreto N° 458, 1976), la que define los usos de suelo mediante Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) como el Plan Regulador Intercomunal (PRI) o Metropolitano (PRM), el Plan Regulador Comunal (PRC), el Plan Seccional y el Límite Urbano, los que han ido incorporando la variable ambiental (Ministerio del Medio Ambiente, 2012a). En el artículo 54 de la LGUC se explica que cuando se amplíe el límite urbano de un Plan Regulador, se definirá simultáneamente el uso del suelo, que corresponda a los terrenos que se incorporen al área urbana.

En el caso de la RMS destaca el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), especialmente la modificación número 100 (Resolución N° 153, 2013) ya que implicó la incorporación de 10.000 ha para convertirse en áreas urbanas.

3.2. Diagnóstico del elemento valorado: Suelo de alta productividad agrícola

Chile cuenta con una reducida superficie de suelos de alta productividad agrícola, los que son un recurso indispensable para asegurar la mantención de la agricultura y la consecuente producción alimentaria. La importancia de lo señalado radica en que la RMS concentra el 30% de los mejores suelos del país, en su mayoría de clase I. Sin embargo, las comunas hacia donde se orientan los cambios de uso de suelo (CUS): Paine, San Bernardo, Calera de Tango, Buin; son las comunas donde existe mayor relevancia, ya que suelos preferentemente agrícolas serán transformados por la expansión urbana. Situación similar la sufrirán las comunas de Talagante, Isla de Maipo y Padre Hurtado, cuyas superficies serán absorbidas en su mayoría por el PRMS (ODEPA del Ministerio de Agricultura, 2012a).

Como se ha mencionado, la RMS cuenta con suelos de gran interés para el desarrollo agrícola, sobretodo en la zona sur y poniente de la región. Sin embargo, la constante expansión urbana de la Metrópoli de Santiago se ha traducido en la degradación del recurso suelo, la disminución de la cobertura vegetal y la biodiversidad (Brignardello y Maya, 1997). A causa de lo anterior, los suelos empleados en la agricultura están sufriendo la presión de diversos elementos como la contaminación, erosión, pastoreo en exceso y extracción de suelo (Ministerio del Medio Ambiente, 2012a).

Junto con lo anterior, se ha constatado una disminución en el número de explotaciones y de su superficie según los últimos censos agropecuarios. Algunas comunas de la RMS han sufrido una disminución de la superficie absoluta destinada a rubros como el frutícola, vitivinícola y cultivos anuales y permanentes, principalmente a causa de la expansión urbana.

3.3. Variable clave: Superficies de suelo con clases I, II y III

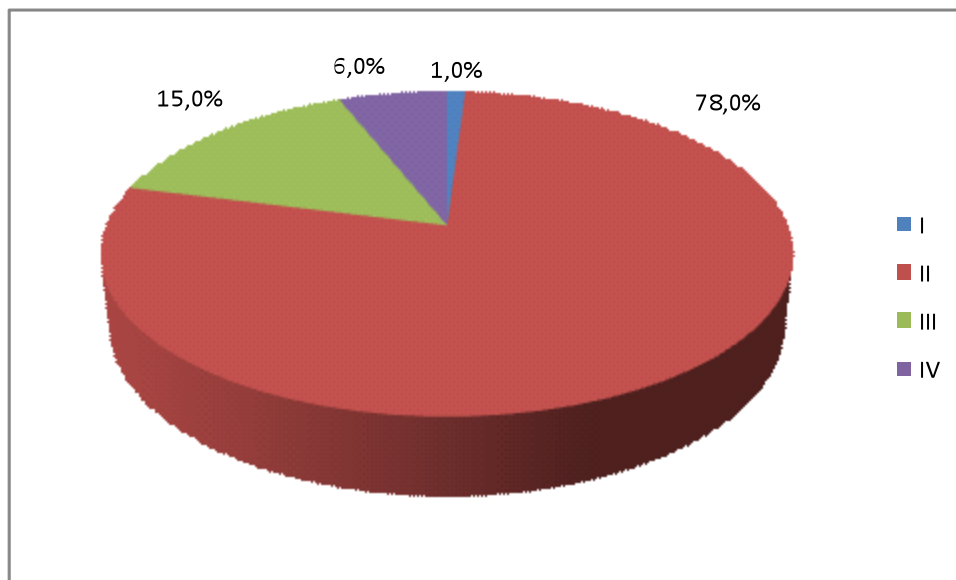
Los suelos de clases I, II y III son suelos con las menores limitaciones y riesgos en el uso. Según el Centro de Información de Recursos Naturales (1996), sus principales características son:

- Clase I: sin limitaciones, apto para todos los cultivos y frutales.
- Clase II: ligeras limitaciones para cultivos y frutales.

- Clase III: moderadas limitaciones para cultivos.

A partir de un informe publicado por la ODEPA del Ministerio de Agricultura (2012a), de la totalidad de superficies de suelo afectas a CUS, la mayoría se concentró en suelos clase II y III (ver Figura 7).

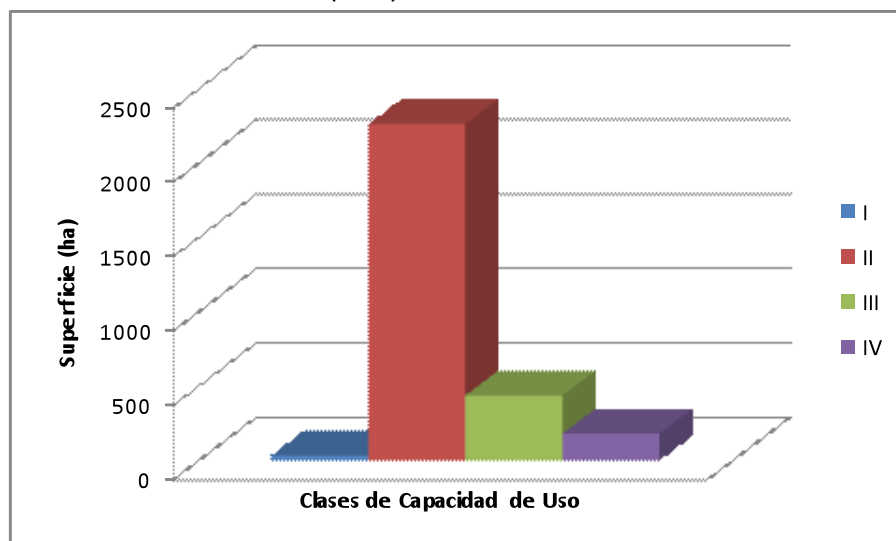
Figura 7. Porcentaje de suelos por clase de capacidad de uso afectos a CUS.
Periodo 1997-2011



Fuente: ODEPA del Ministerio de Agricultura, 2012a.

En la Figura 8 se puede ver la superficie (en hectáreas) de los suelos para las cuatro clases o tipos.

Figura 8. Superficies de suelos por clase de capacidad de uso afectas a cambio uso de suelo (CUS). Periodo 1997-2011



Fuente: Elaboración propia a partir de: ODEPA del Ministerio de Agricultura, 2012a, p. 19.

Para complementar la información antes presentada, ODEPA del Ministerio de Agricultura (2012a) identifica a las principales comunas afectadas por CUS a nivel provincial (ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Comunas afectadas por CUS a partir de Clases de Capacidad de Uso de Suelo

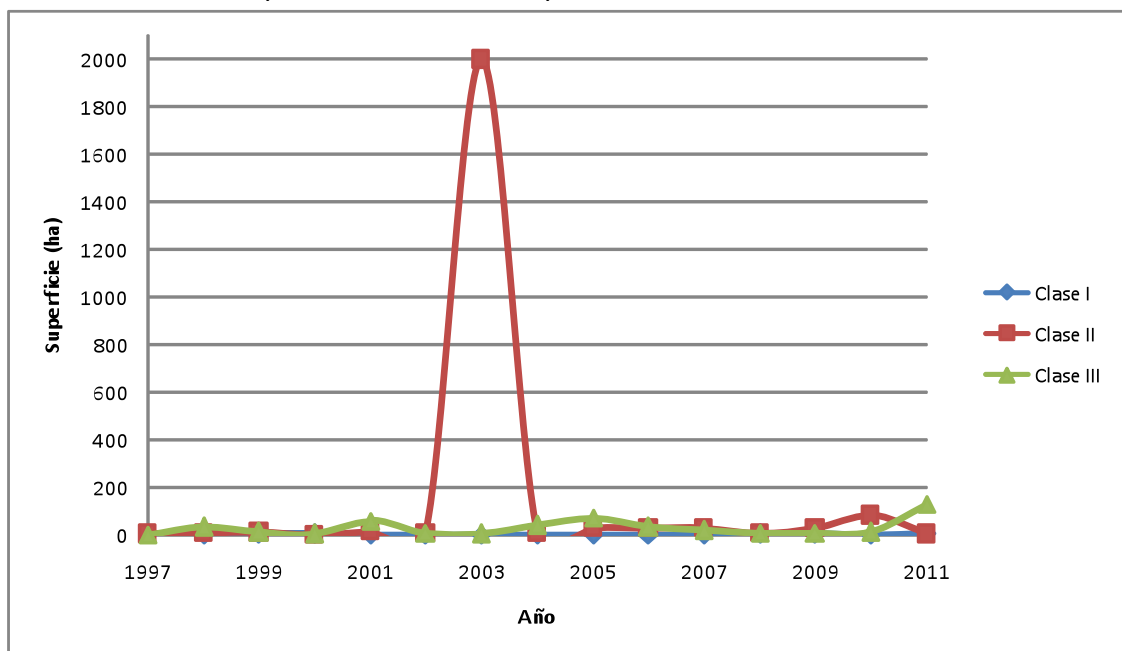
Provincia	Comuna	Clase de Uso
Maipo	Buín	I, II
	San Bernardo	II
	Paine	I, II, III
	Calera de Tango	III
Talagante	Talagante	III
Chacabuco	Colina	II, III y IV
	Lampa	II y IV
	Tiltil	III
Santiago	Pudahuel	III y IV
	Quilicura	IV

Fuente: elaboración propia a partir de: ODEPA del Ministerio de Agricultura, 2012a.

Haciendo un análisis de la evolución entre los años 1997 y 2011 de la superficie de suelos (ha) por clases de capacidad de uso afectadas por CUS aprobados en la RMS (ver Figura 9), se puede apreciar que el principal afectado fue el suelo de clase II. Además se destaca un alza en el año 2003, lo que se asocia a la modificación 48 al PDUC (Resolución N° 107, 2003). Esta definió a las Áreas de Interés Silvoagropecuario Mixto (ISAM) como 'Urbanizable' (Ubilla Bravo, 2013).

Por otra parte, los suelos de clase III han experimentado un comportamiento oscilante en torno al CUS, experimentando las mayores alzas en los años 2001, 2005 y 2011. Finalmente, los suelos de clase I marcaron la mayor cantidad de superficie afectada por CUS en el año 2011.

Figura 9. Región Metropolitana de Santiago. Superficies de suelo afectadas por CUS a partir de Clases de Capacidad de Uso de Suelos



Fuente: Elaboración propia a partir de: ODEPA del Ministerio de Agricultura, 2012a.

Además de considerar las clases de capacidad de uso, en este análisis también incluimos a la erosión, la que sin duda ejerce una presión importante sobre el suelo. En el Cuadro 5 se observa el tipo de erosión de las provincias: Chacabuco, Maipo y Talagante.

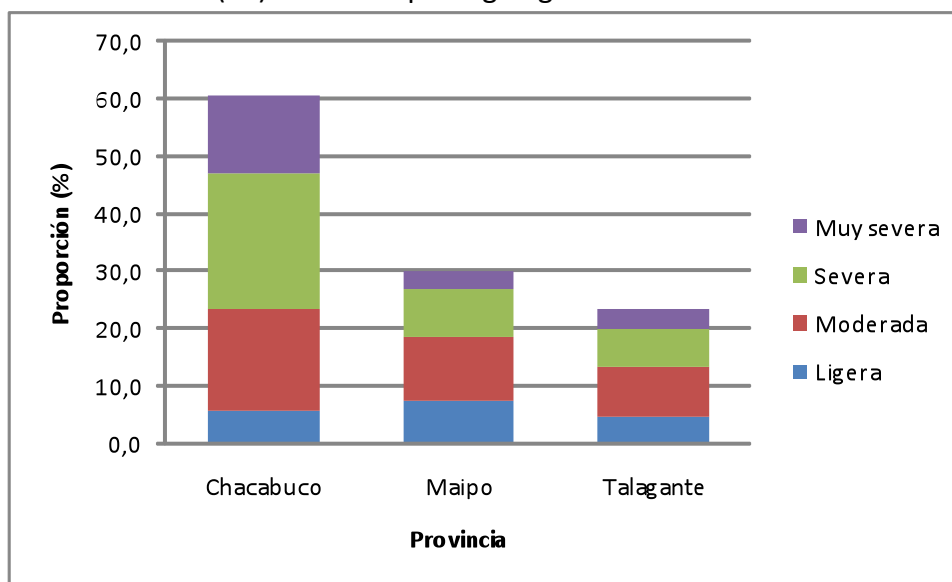
Cuadro 5. Superficie afectada (ha) por algún grado de erosión a nivel provincial

Provincia	Total General	Tipo de Erosión				Total Erosionado	Área Erosionada (%)
		Ligera	Moderada	Severa	Muy Severa		
Chacabuco	207.646	11.575	36.542	49.248	28.476	125.841	60,6
Maipo	112.072	8.305	12.310	9.266	3.567	33.448	29,8
Talagante	58.162	2.678	5.108	3.724	2.094	13.604	23,4

Fuente: Elaboración propia, a partir de Flores Villanelo *et al.*, 2010.

En el caso de la provincia de Chacabuco, un 60,6% del total de suelos de la provincia presenta algún nivel de erosión, mientras que en el caso de la provincia del Maipo es un 29,8% y en la provincia de Talagante es un 23,4%. La distribución de los grados de erosión, a partir del total de la superficie por cada provincia, se puede ver en la Figura 10.

Figura 10. Provincias de Chacabuco, Maipo y Talagante. Porcentaje de superficies de suelo (ha) afectadas por algún grado de erosión



Fuente: Elaboración propia a partir de Flores Villanelo *et al.*, 2010.

A partir de los elementos presentados, proponemos proteger el elemento valorado, en este caso el **suelo de alta productividad** mediante medidas de resguardo. También se deben considerar medidas para disminuir el grado de erosión de las superficies donde existen estos suelos con altas capacidades para la producción agrícola.

3.4. Descripción del Objetivo

De acuerdo a la Ley N° 18.755 (1989), el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) es el encargado de contribuir al desarrollo agropecuario del país y entre otras funciones, proteger y conservar los recursos naturales renovables que inciden dicha producción, entre ellos el suelo. Por ello, el SAG formula un informe favorable para autorizar un cambio de uso de suelo (CUS), de acuerdo a lo estipulado en el artículo 55 de la LGUC (Decreto N° 458, 1976). Además, este debe velar por el cumplimiento de la normativa en lo que se refiere a la subdivisión predial, lo que sin duda juega un rol preponderante en la consecución del objetivo ambiental planteado.

El mayor problema actual en la región consiste en los sucesivos Cambios de Uso de Suelo (CUS) por el explosivo aumento de la expansión urbana, la que utiliza diferentes tipos de suelo, cada uno con sus características propias, particularidades y un rol dentro de diversos ecosistemas.

En general, la zona sur de Santiago está viendo afectados sus suelos de Clases I, II y III; la zona norte suelos de Clases II, III y IV y la zona poniente suelos de Clase IV (se entiende que en la zona oriente por ser una zona principalmente montañosa, esta situación no es de alta relevancia, dado que los suelos son en su mayoría Clase VII y VIII). Esta modificación se ha realizado para dar paso fundamentalmente a actividades urbanas, industriales y en menor medida a agroindustriales, mermando en gran parte suelos de alta calidad agrícola (ODEPA del Ministerio de Agricultura, 2012a).

Entre los años 1997 y 2011 la tendencia a los cambios de uso de suelo (CUS) se concentró mayoritariamente en la Provincia de Maipo, compuesta por las comunas de San Bernardo (Clase II), Buin (Clase I y II), Calera de Tango (Clase III) y Paine (Clase I, II y III), y en menor medida en la provincia de Chacabuco, compuesta por las comunas de Colina (Clase II, III y IV), Lampa (Clase II y IV) y Tiltil (Clase III). La diferencia entre ambos se da principalmente debido a las ventajas de conectividad que presenta la provincia del Maipo. Cabe destacar como antecedente que en el mismo período antes señalado, de la superficie total (4.727 ha) afectada por CUS en la RMS, 2.927 ha corresponden a suelos agrícolas (con una clase entre I y IV de capacidad de uso), cerca de un 62% de suelos agrícolas sufrieron de cambio de uso (ODEPA del Ministerio de Agricultura, 2012a).

Complementando lo anterior, a partir del Decreto Ley N° 3.516 (1980) se generó un proceso de subdivisión predial que entre otras consecuencias, ejerció presiones y generó transformaciones no planificadas en el espacio rural de tradición agrícola, ganadera o forestal.

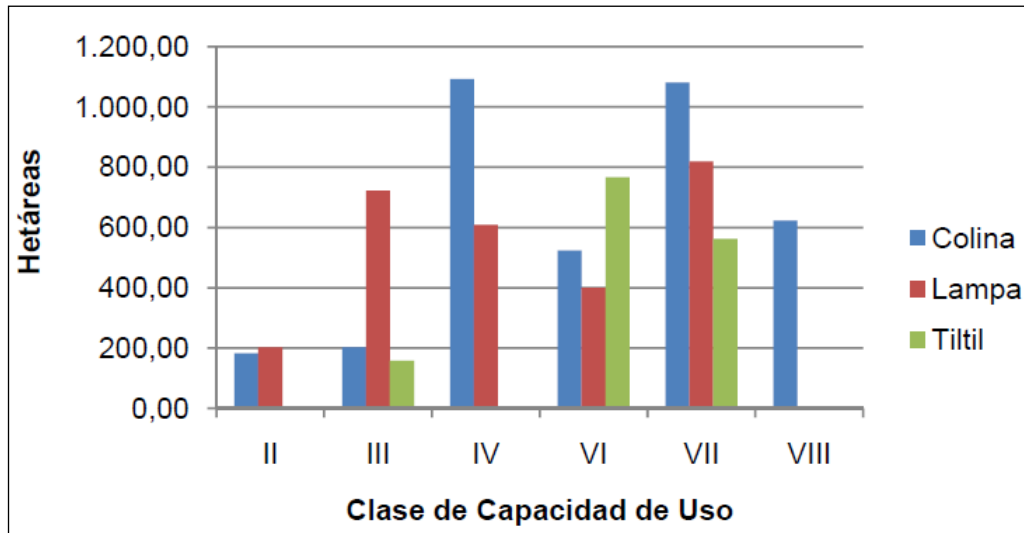
Esto implicó la creación de espacios residenciales (parcelas de agrado) consolidando espacios periurbanos que generarían una serie de impactos ambientales, principalmente sobre el suelo. Del mismo modo, se favoreció el desarrollo de dicho proceso entre los años 1994 y 1997 en la Provincia de Chacabuco (38.575 ha), donde las comunas con mayor impacto fueron Colina y Lampa, con 23.359 y 10.983 ha respectivamente. Posteriormente, la principal afectada fue la Provincia de Melipilla (30.009 ha), especialmente en las comunas de Curacaví y Melipilla, con 17.995 y 8.446 ha respectivamente (Zamora Gatica *et al.*, 2012).

Sumado a lo anterior, el PRMS incorpora Zonas de Desarrollo Urbano Condicionado (ZDUC), entendidas como territorios urbanizables con una densidad bruta de 100 hab/ha, en los que se permite disminuir la densidad a 85 hab/ha para los proyectos que cumplan cierto tipo de condiciones y que se establecieron en el PRMS principalmente para la provincia de Chacabuco (Resolución N° 39, 1997; Ubilla Bravo, 2013).

Las Zonas de Interés Silvoagropecuario Mixto (ISAM) son territorios cuyas características de aptitud silvoagropecuaria e importancia para la economía regional, hacen imprescindible su control y manejo. Para el caso de las ISAM 11 denominadas 'Áreas de Transición Centros Poblados' (las que corresponden a una transición entre el 'Área Urbana' y el 'Área Restringida o Excluida al Desarrollo Urbano'), se genera fundamentalmente a partir del reconocimiento de parcelaciones ubicadas inmediatamente contiguas al límite de extensión urbana (Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo Región Metropolitana de Santiago, 2011).

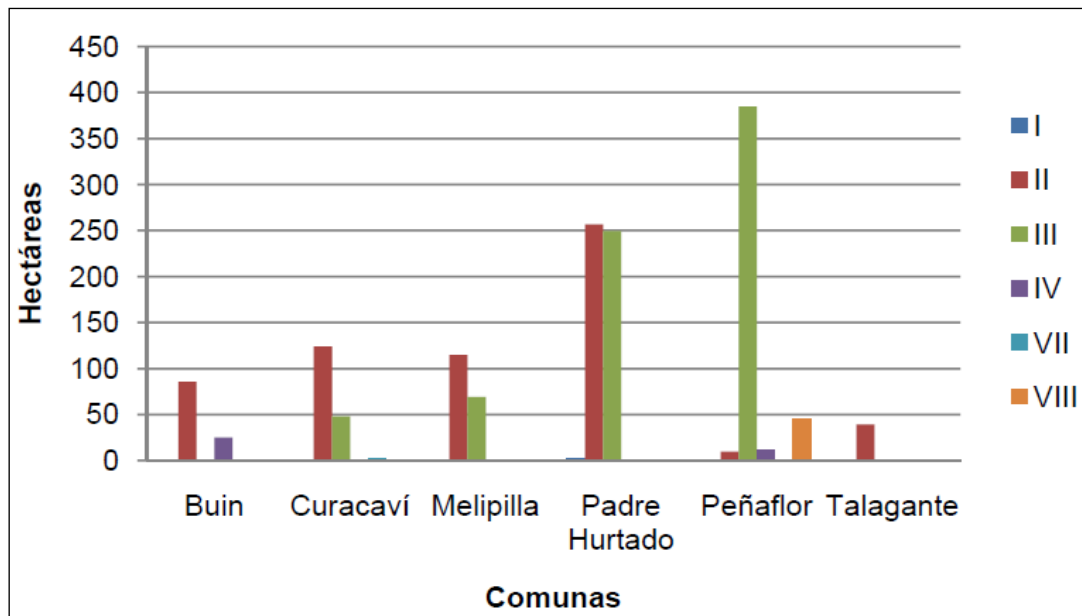
Las ZDUC que mayor preocupación debieran generar son las ubicadas en las comunas de Colina y Lampa ya que estas afectan suelos mayoritariamente de clase II y III (ver Figura 11). Mientras que las ISAM 11 que mayor interés debieran despertar son las ubicadas en las provincias de Melipilla y Talagante, principalmente en las comunas de Buin, Curacaví, Melipilla, Padre Hurtado, Peñaflores y Talagante, cuyos suelos son en su mayoría de clases II y III (ver Figura 12).

Figura 11. Distribución de superficies (ha) por clase de capacidad de uso para las comunas de Colina, Lampa y Tiltil en territorios ZDUC



Fuente: ODEPA del Ministerio de Agricultura, 2012b, p. 13.

Figura 12. Distribución de superficies (ha) por clase de capacidad de uso a nivel comunal en territorios ISAM 11



Fuente: ODEPA del Ministerio de Agricultura, 2012b, p. 14.

El caso de la provincia de Chacabuco, el año 2000 registraba 106.640 ha asociadas a la subdivisión predial, de las cuales un 36% se concentraron en parcelas de agrado, lo que constituye el valor más alto a nivel regional en lo que se refiere a superficie con fines agroresidenciales.

Para concluir podemos indicar que la reciente expansión del PRMS (Resolución N° 153, 2013) prioriza la disponibilidad de suelos con fines urbanos más que agrícolas. Por lo tanto, las medidas deben tender a la protección de las zonas de suelos con alto valor (principalmente de suelos clase I, II y III). Esto permite aumentar su valoración y los incentivos para estos, de manera que sus propietarios prefieran optar por obtener beneficios a partir de la producción agrícola de la tierra antes que parcelar y vender.

En el caso de suelos que ya cuenten con cierto nivel de degradación, una de las medidas posibles consiste en acceder a los incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios, que permite financiar actividades para recuperar los suelos agropecuarios degradados y/o mantener los que ya han sido recuperados, manteniendo o mejorando con esto su calidad.

3.5. Diagnóstico de otras variables relevantes

Un elemento relevante es la formación del suelo. Para esto se requiere una gran cantidad de tiempo, lo que lo convierte en un recurso natural escaso. Si bien técnicamente puede ser renovable, la escala de tiempo necesaria para ello supera a la escala temporal humana (Stevens y Walker, 1970).

Dentro de las funciones ambientales que provee el suelo se encuentran entre otros (Ministerio del Medio Ambiente, 2012a, p. 372):

- Proveer de una base física, química y biológica para organismos vivos.
- Suministrar, almacenar y regular los flujos hídricos.
- Dar soporte a la actividad biológica para la productividad de plantas y animales.
- Filtrar, degradar, inmovilizar, materiales orgánicos e inorgánicos, entre otras facultades.
- Proveer soporte físico para los organismos vivos y su estructura.
- Producir biomasa. Debe considerarse que en el caso de muchas plantas, más de 4/5 de su biomasa total se encuentra bajo la superficie.

- Reservorio de biodiversidad (bacterias, algas, hongos, tejidos subterráneos de plantas, protozoos, nematodos, insectos, ácaros, vertebrados temporales y permanentes).
- Regular ciclos biogeoquímicos (incidencia en efecto invernadero, captura CO₂, cambio climático).
- Descomponer residuos.
- Regular el ciclo del carbono y del nitrógeno.
- Filtrar sustancias contaminantes.
- Termoregulador.

Los suelos comparten características comunes que permiten agruparlos en series y familias, grupos y órdenes. En la RMS existen los siguientes órdenes: Alfisoles, Entisoles, Inceptisoles, Mollisoles, Vertisoles, y Misceláneos (Centro de Información de Recursos Naturales, 1996).

4. Componente Biota: Vegetación y fauna

4.1. Breve marco legal

Desde el punto de vista conceptual, en el artículo 2, letra a) de la Ley N° 19.300 (1994) se define Biodiversidad o Diversidad Biológica a “la variabilidad de los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas”.

A partir de lo anterior, en el artículo 34 se establece que el Estado administrará un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE), con el objeto de asegurar la diversidad biológica, tutelar por la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental. Asimismo, en el artículo 38 de la Ley N° 19.300 (1994), se señala que los organismos competentes del Estado serán los encargados de confeccionar y mantener actualizado un inventario de especies de flora y fauna silvestre y fiscalizarán diversas acciones con el fin de conservar la diversidad biológica y preservar dichas especies. Finalmente, en el artículo 41 se indica que el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables se efectuará siempre y cuando se asegure su capacidad de regeneración y la diversidad biológica asociada a ellos, en especial a aquellas especies en peligro de extinción, vulnerables, raras o insuficientemente conocidas.

En la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro se firmó el Convenio sobre Diversidad Biológica de la Organización de las Naciones Unidas (United Nations, 1992), el cual tenía por objetivo la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de sus beneficios. Mediante el Decreto N° 1.963 (1995) del Ministerio de Relaciones Exteriores, Chile ratifica este convenio.

En consecuencia de lo anterior, a partir del año 2004 Chile ha elaborado una serie de informes nacionales donde se entregan antecedentes sobre las acciones llevadas a cabo en el país, para dar cumplimiento al convenio y para ver la eficacia de las medidas propuestas.

Junto con el convenio sobre Diversidad Biológica, Chile ha suscrito una serie de convenios, protocolos, convenciones y acuerdos, todos ellos con el fin de dar protección a la biodiversidad biológica. Entre estos destacan:

- Convención para la protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas naturales de América (Decreto N° 531, 1967).
- Convención sobre zonas húmedas de importancia internacional especialmente como hábitat de las aves acuáticas (RAMSAR) (Decreto N° 771, 1981).
- Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES) (Decreto N° 141, 1975).
- Convenio sobre la conservación de especies migratorias de la fauna salvaje (Decreto N° 868, 1981).

Para la implementación del Convenio sobre Diversidad Biológica (United Nations, 1992), existen diversos mecanismos, entre los que se encuentra la Estrategia Nacional de Biodiversidad y sus planes de acción para la conservación y usos sustentables de la biodiversidad. A escala regional, el año 2004 se publica la Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago, la que tiene por objetivo “conservar la biodiversidad de la región, promoviendo su gestión sustentable en atención a las características, potencialidades y proyecciones regionales, de manera de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras” (CONAMA RMS, 2004).

Resulta fundamental comprender que la diversidad de ecosistemas alude a grandes agrupaciones vegetacionales que son determinadas por la geografía y el clima, así como las asociaciones que se dan entre la vegetación y la fauna del mismo lugar, lo cual de manera sintética, se transforma en un ecosistema, en donde comunidades vegetales, animales y microorganismos viven e interactúan como una sola unidad. Por tanto, en la medida que se les logre proteger y conservar, podrán cumplir importantes funciones dentro de las áreas urbanas que beneficiarán no sólo a la flora y fauna en sí, sino también a la calidad de vida de las personas.

4.2. Diagnóstico del elemento valorado: Sitios prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad

Chile posee características particulares que le confieren la ventaja de contar con una gran cantidad de condiciones geográficas para dar sustento a la diversidad biológica. Dadas las particulares características geomorfológicas del país, aquí se generan condiciones únicas que se traducen en un alto nivel de especies endémicas, que viven de manera exclusiva en un determinado territorio. Entre el 22% y el 25% de las especies en Chile son endémicas, por lo que deben ser considerados para la conservación de la biodiversidad. Por otra parte, la zona mediterránea de Chile es considerada entre las 25 zonas de mayor importancia para su conservación a nivel mundial, denominada como 'hotspot' o 'punto caliente', es decir, uno de los sitios más importantes de la biodiversidad en el mundo (Myers, Mittermeier, Mittermeier, da Fonseca y Kent, 2000).

A partir de la información aportada por el proyecto Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable (OTAS) (Contreras *et al.*, 2005; Contreras y Ubilla, 2005), entre los años 2002 y 2003 se definió lo que se entiende por sitios prioritarios, en cuyo proceso participaron: la CONAMA, la SEREMI de Agricultura y las Direcciones Regionales del SAG, CONAF y SERNAPESCA. Todos ellos formaron parte de un comité operativo que generó una propuesta técnica sobre las áreas relevantes que debían ser consideradas para la conservación de la biodiversidad.

Al año 2003, los sitios bajo protección oficial representaban el 5% de la superficie total de la RMS. De ellos, tres formaban parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado: Monumento Natural El Morado (3.009 ha), Reserva Nacional Río Clarillo (10.185 ha) y Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha (5.870 ha). El resto de las áreas la constituyen: Santuario de la Naturaleza Yerba Loca (39.029 ha), Los Nogales (11.025 ha), Cascada de las Ánimas (3.600 ha), El Arrayán, Quinta Normal y cerro El Roble (997 ha). Además existen otras normas que contribuyen a la conservación de la biodiversidad, como las Áreas de Preservación Ecológicas del PRMS (Resolución N° 20, 1994), las Áreas de Interés Científico (Ley N° 18.248, 1983) y las Áreas Prohibidas de Caza (Ley N° 18.362, 1984), presentes en Santiago Andino, la cuenca de las Lagunas de Batuco y de Aculeo, Altos de Cantillana y Tantehue (CONAMA RMS, 2004).

De acuerdo a la Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la RMS (CONAMA RMS, 2004), existen 23 sitios definidos como prioritarios, los que se describen en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Región Metropolitana de Santiago. Características de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad

Nº	Nombre	Superficie (ha)	Localización	Formaciones vegetales principales
1.	Cordón de Cantillana	205.378	Cordillera de la Costa, sector sur-poniente de la región.	74% de la superficie regional de Bosque Caducifolio de Santiago, 50% del Bosque Esclerófilo Costero, 30% de Matorral Espinoso de la Cordillera de la Costa y 10% del Matorral Espinoso del Secano Cortero.
2.	El Roble	88.520	Cordillera de la Costa, sector nor-poniente de la región.	25% en la región de Bosque Caducifolio, 14% de Bosque Esclerófilo Costero, 17% de Matorral Espinoso de la Cordillera de la Costa y 32% de Matorral Espinoso de las Serranías.
3.	Altos del Río Maipo	126.622	Cordillera de los Andes, sector sur.	Estepa Alto – Andina de Santiago, donde se encuentra un 65% del total de este tipo de formación de la región, y 5% de Bosque Esclerófilo Andino.
4.	El Morado	141.827	Cordillera de los Andes, sector centro.	Estepa Alto Andina, 20% regional de Bosque Esclerófilo Andino y 6% de Estepa Alto Andina de Santiago.
5.	Río Olivares, Río Colorado, Tupungato	110.438	Cordillera de los Andes, sector norte.	17% regional de la Estepa Alto – Andina de Santiago y un 5% de Bosque Esclerófilo Andino.
6.	Humedal de Batuco	14.788	Sector nor-poniente de la región.	No indicada.
7.	Contrafuerte Cordillerano	13.352	Piedemonte andino.	Estepa Alto Andina de Santiago hacia los sectores más altos, y Matorrales y Bosques Esclerófilos Andinos con importantes niveles de degradación principalmente a partir de la exposición norte – sur de sus laderas.
8.	Cuenca estero El Yali	10.252	Sector sur-poniente de la región.	Matorral espinoso del secano costero con un 15% del total regional.

Cuadro 6. Región Metropolitana de Santiago. Características de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad

Nº	Nombre	Superficie (ha)	Localización	Formaciones vegetales principales
9.	Río Clarillo	62.346	Sector sur-oriente de la región.	18% del total regional de Bosque y Matorral Esclerófilo Andino y una pequeña porción de Estepa Alto Andina de Santiago.
10.	Zona Alto Andina	83.366	Oriente de la región.	No indicada.
11.	Cordón Limítrofe Sur (Angostura)	8.388	Sur de la región.	2% del total regional del Bosque Esclerófilo Andino.
12.	Chacabuco – Peldehue	66.633	Cordón de Chacabuco, sector norte de la región.	Matorral Espinoso de las Serranías, Bosque Esclerófilo Andino, Matorral Esclerófilo Andino y Estepa Alto Andina de Santiago.
13.	Fundo Huechún	691	Zona norte del valle central.	No indicada.
14.	Altos de la Cuenca del Mapocho	76.996	Cordillera de los Andes, sector sur.	Bosque Esclerófilo Andino y Estepa Alto Andina de Santiago.
15.	Colina – Lo Barnechea	15.907	Norte de la región.	Bosque Esclerófilo Andino y Matorral Espinoso de las Serranías.
16.	Mallarauco	8.641	Cordillera de la Costa, sector centro poniente.	Matorral Espinoso de la Cordillera de la Costa y Bosque Esclerófilo Costero.
17.	San Pedro Nor-oriente	4.690	Cordillera de la Costa, sector sur poniente.	Matorral Espinoso del Secano Costero y Bosque Esclerófilo de la Cordillera de la Costa.
18.	Cerro Lonquén	4.296	Poniente de la ruta 5 Sur (sector centro-sur de la región).	Matorral Espinoso de la Cordillera y Bosque Esclerófilo Costero.
19.	Cerro Águilas	9.144	Cordillera de la Costa, poniente de la región.	Bosque Esclerófilo Costero.
20.	Cerros Limítrofes Melipilla –	6.269	Cordillera de la Costa, poniente de la región.	Bosque Esclerófilo Costero con un alto grado de perturbación.

Cuadro 6. Región Metropolitana de Santiago. Características de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad

Nº	Nombre	Superficie (ha)	Localización	Formaciones vegetales principales
	San Antonio			
21.	Las Lomas – Cerro Pelucón	9.002	Cordillera de la Costa, centro-poniente de la región.	Matorral Espinoso de la Cordillera de la Costa y Bosque Esclerófilo Costero.
22.	Cerros Alto Jahuel – Huelquén	7.425	Sur de la región.	Bosque Esclerófilo Costero con un bajo grado de intervención antrópica.
23.	Cerro Chena	1.188	Poniente de la ruta 5 Sur (sector centro-sur de la región).	No indicada.

Fuente: Elaboración propia, a partir de: CONAMA RMS, 2004.

4.3. Variable clave: Sitios Prioritarios con Plan de Gestión vigente

Desde la formulación de la Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad (ECB) de la RMS a la fecha, han existido Planes de Acción para algunos de los Sitios Prioritarios definidos. A continuación se describen los siguientes:

- Proyecto Conservación de la Biodiversidad en los Altos de Cantillana: producto de una asociación entre actores públicos y privados para el desarrollo sustentable de la zona, conjugando la conservación de la biodiversidad en terrenos privados con las actividades económicas de sus habitantes. Además considera el Cordón Limítrofe Sur (Angostura).
- Plan de Acción El Roble 2005-2010: el que recoge iniciativas que los distintos servicios con competencia ambiental han impulsado o pretenden potenciar, a partir de diversos ejes temáticos.
- Plan de Acción Santiago Andino 2005-2010: el que fue pensado para los Sitios Prioritarios Altos del Río Maipo, El Morado y Río Olivares, Río Colorado y Tupungato, por lo que se ha elaborado como un solo plan. Este recoge dos iniciativas actualmente en curso: i) el Proyecto Santiago Andino para proteger ecosistemas y especies altoandinas amenazadas de gran importancia global en los Andes Central de la RMS, y ii) el

trabajo intersectorial en torno a la Zona de Interés Turístico (ZOIT) San José de Maipo, para elaborar un Plan de Ordenamiento Turístico (PLOT) para dicha zona.

- Plan de Acción Humedal Batuco 2005-2010: el que recoge iniciativas que los distintos servicios con competencia ambiental han impulsado o pretenden potenciar, a partir de diversos ejes temáticos.
- Plan de Acción Contrafuerte Cordillerano 2008-2010: el que tiene por objetivo trabajar en la valorización, conservación y recuperación de los ambientes naturales correspondientes a los terrenos cordilleranos de la RMS.
- Plan de Acción Cuenca estero el Yali no existe como tal, pero es parte de la Estrategia Regional de Biodiversidad de la Región de Valparaíso, considerando el Humedal Mediterráneo “El Yali” como sitio de prioridad 1 para la región, donde se establecen varias medidas de acción.
- El Plan de Acción Pucarás del Maipo aplica para los sitios Cerro Lonquén y Cerro Chena: fue aprobado a fines del año 2009 con un horizonte de implementación entre los años 2010-2014, ejecutado por medio de una mesa intersectorial presidida por el alcalde de la Ilustre Municipalidad de Calera de Tango.

En otros casos, si bien no existen Planes de Acción propiamente tal, sí existen otros instrumentos denominados Planes de Manejo. Estos son:

- Río Clarillo: desde el año 1996 existe un Plan de Manejo para la Reserva Nacional Río Clarillo, entendiendo su importancia tanto para la conservación y recuperación de sus recursos naturales, como para la investigación, educación y recreación.
- Zona Alto Andina: existe un Plan para la Conservación y Uso Sustentable de Humedales Altoandinos. Este considera a los ecosistemas estratégicos por su riqueza, diversidad biológica y alto endemismo, así como por los servicios ambientales que ofrecen.

Cabe señalar que existen muchos sitios prioritarios que aún no cuentan con su Plan de Acción, pero que son descritos en algunos proyectos de diferentes ámbitos del sector productivo, por lo que son incluidos en algunos Estudios de Impacto Ambiental. Dichos sitios son: Chacabuco – Peldehue, Fundo Huechún, Altos de la Cuenca del Mapocho, Colina – Lo Barnechea, Mallarauco, San Pedro Nor – Oriente, El Águila, Cerros Límitrofes Melipilla – San Antonio, Las Lomas – Cerro Pelucón y Cerros Alto Jahuel – Huelquén.

Consideramos que para dar cumplimiento a la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad de la RMS, primero se debe contar con todos los planes de acción correspondientes a la totalidad de los sitios prioritarios prioritarios.

4.4. Descripción del Objetivo

Una vez identificados los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, se han establecido elementos valorados que merecen la atención para su conservación, protección y preservación. El detalle se encuentra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Región Metropolitana de Santiago. Característica valorada de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad

Nº	Nombre	Característica valorada
1.	Cordón de Cantillana	Habita la mayor biodiversidad de peces nativos de la región.
2.	El Roble	Amplias y variadas zonas de vegetación no intervenida, importantes para la preservación de la flora y fauna de la Cordillera de la Costa.
3.	Altos del Río Maipo	Microhábitat de quebradas y humedales de altura, que conforman ecosistemas de alta singularidad y valor para la fauna.
4.	El Morado	Dos cuerpos de agua de importancia para la región (embalse El Yeso y la Laguna Negra). Microhábitat de quebradas y humedales de altura.
5.	Río Olivares, Río Colorado, Tupungato	Mantiene su grado de naturalidad, beneficiando a la flora y fauna andina, así como la presencia de serranías y glaciares.
6.	Humedal de Batuco	Biodiversidad de fauna. Área amenazada por la expansión agrícola y urbana.
7.	Contrafuerte Cordillerano	Cantidad y diversidad de servicios ecosistémicos que entrega al sector oriente de la Metrópoli de Santiago. Área amenazada por la expansión urbana.
8.	Cuenca estero El Yali	Aporte hídrico al humedal costero más grande de la zona central.
9.	Río Clarillo	Alta biodiversidad andina de especies endémicas.
10.	Zona Alto Andina	Cantidad de glaciares presentes (reservorios de agua dulce).
11.	Cordón Limítrofe Sur (Angostura)	Presenta formaciones naturales aisladas. Área amenazada por la expansión agrícola.
12.	Chacabuco – Peldehue	En la zona se constata una gran cantidad de reptiles y se caracteriza por ser una zona de recarga de acuíferos que drenan

Cuadro 7. Región Metropolitana de Santiago. Característica valorada de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad

Nº	Nombre	Característica valorada
		hacia el Humedal de Bатуco.
13.	Fundo Huechún	Presenta formaciones naturales aisladas. Área amenazada por la expansión agrícola.
14.	Altos de la Cuenca del Mapocho	Alta biodiversidad de flora y fauna andina.
15.	Colina – Lo Barnechea	Área que aporta servicios ecosistémicos al sector nor-orientе de la Metrópoli de Santiago.
16.	Mallarauco	Se caracteriza por su vegetación natural aislada y la fauna asociada a ella. Área amenazada por la expansión agrícola y urbana.
17.	San Pedro Nor-orientе	Presenta formaciones naturales aisladas. Área amenazada por la expansión agrícola.
18.	Cerro Lonquén	Nidificación y crianza de importantes especies de avifauna. Área amenazada por la expansión agrícola y urbana.
19.	Cerro Águilas	Presenta formaciones naturales aisladas. Área amenazada por la expansión agrícola.
20.	Cerros Limítrofes Melipilla – San Antonio	Presenta formaciones naturales aisladas. Área amenazada por la expansión agrícola.
21.	Las Lomas – Cerro Pelucón	Presenta formaciones naturales aisladas. Área amenazada por la expansión agrícola.
22.	Cerros Alto Jahuel – Huelquén	Sitio importante para aves rapaces.
23.	Cerro Chena	Área que aporta servicios ecosistémicos al sector sur de la Metrópoli de Santiago.

Fuente: Elaboración propia, a partir de: CONAMA RMS, 2004.

Por tanto, el principal objetivo debe ser mejorar la gestión de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, atendiendo a las particularidades de cada sitio ya establecido y definido en la Estrategia, ya que no requiere de la misma gestión un sitio en condición de cerro isla, que un sitio emplazado en la cordillera de la Costa o en la cordillera de los Andes.

En el caso de que no exista un plan, consideramos que se les debe dar prioridad urgente, ya que muchos de los sitios se están viendo afectados desde hace al menos diez años por la expansión agrícola y urbana, que actualmente es una de las principales presiones antrópicas ejercidas sobre los recursos naturales.

4.5. Diagnóstico de otras variables relevantes: instrumentos, ecosistemas y especies (síntesis)

La RMS cuenta con la existencia de especies, ecosistemas y hábitats de gran singularidad y elevado valor ecológico, junto con características geomorfológicas y climáticas particulares. Por otra parte es la región más poblada y el principal centro económico del país, lo que genera un escenario que debe ser abordado de manera especial.

De acuerdo a antecedentes presentados en la Estrategia de Conservación de la Biodiversidad (CONAMA RMS, 2004), la RMS posee vegetación nativa con especies adaptadas, como el bosque y matorral esclerófilo, matorral con suculentas y praderas. Esta vegetación, en conjunto con los humedales que existen, constituye un refugio de una gran diversidad de especies de flora y fauna. Sin embargo, la fauna se encuentra bajo fuerte presión, principalmente a causa de la destrucción de su hábitat y por la introducción de especies exóticas, entre otras. Las principales amenazas vienen dadas principalmente por procesos de contaminación de los distintos recursos, la presión de la expansión urbana, la introducción de especies exóticas, el incremento en la presión de extracción de los recursos, la fragmentación de los ecosistemas y además, la vulnerabilidad de especies, entre otros (CONAMA RMS, 2004).

a) Instrumentos

Los principales instrumentos que contempla la legislación actual en materia de conservación y protección de la biodiversidad, corresponden a:

- Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), cuyo objetivo establecido en el artículo 34 de la Ley N° 19.300 (1994), es asegurar la diversidad biológica, velar por la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental.
- Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, cuyo objetivo consignado en el artículo 35 de la misma ley, es el mismo que el SNASPE.

- Tres instrumentos indicados en la Ley N° 19.300 (1994), estos son: i) Clasificación de especies de flora y fauna silvestres (artículo 37); ii) Inventario de especies de flora y fauna (artículo 38); y iii) Planes de manejo para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, considerando su capacidad de regeneración y la diversidad biológica asociada a ellos (artículos 41 y 42).

Cabe destacar que en el artículo 38 de la Ley N° 19.300 (1994), se indica que “los organismos competentes del Estado confeccionarán y mantendrán actualizado un inventario de especies de flora y fauna silvestre y fiscalizarán las normas que imponen restricciones a su corte, captura, caza, comercio y transporte, con el objeto de adoptar las acciones y medias tendientes a conservar la diversidad biológica y preservar dichas especies”.

Profundizando en lo que implica el SNASPE (Ley N° 18.362, 1984), este es un sistema creado para conservar las áreas naturales a cargo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), quien posee las competencias legales y las facultades administrativas necesarias para su funcionamiento. La finalidad es mantener las áreas representativas de la diversidad ecológica natural del país, mantener y mejorar los recursos de la flora y fauna silvestres, y racionalizar su utilización, entre otros. Estas áreas protegidas se clasifican en: i) santuarios de la naturaleza; ii) áreas de protección turística; iii) lugares de prohibición de caza.

A nivel regional, el PRMS reconoce diferentes categorías o tipos de áreas que apuntan a la protección de la biodiversidad, las que se denominan ‘áreas de valor natural’, y que deben ser respetadas por los instrumentos de regulación urbana comunal (Planos Reguladores Comunales). Dentro de las áreas de valor natural se encuentran: i) las áreas de preservación ecológica; ii) las áreas de protección ecológica; iii) las áreas de rehabilitación ecológica.

b) Ecosistemas y especies (síntesis)

En la RMS se han identificado ecosistemas particulares que constituyen el hábitat de variadas especies de gran importancia como: el humedal de Batuco, la laguna de Aculeo, algunos cerros islas (por ejemplo cerro Chena, cerro Lo Herrera), la quebrada de la Plata y la quebrada de San Ramón, entre otros. El caso de los humedales resulta fundamental para muchas aves migratorias que requieren de lugares de descanso y abastecimiento, ya que sirve de hábitat para numerosas especies.

Respecto a la flora en la RMS, se puede decir que se caracteriza por un alto endemismo, en donde existen 91 especies exclusivas de la región. Según su distribución, en la Estrategia de Conservación de Biodiversidad se pueden distinguir las siguientes especies (García Berguecio y Ormazábal, 2008) en:

- Cordillera de la Costa: Espino, Manzanilla cimarrona, Palo de yegua, cactus columnares, chaguales, palma chilena.
- Depresión intermedia: Sauce chileno, Maitén, Quillay, Mayo, Barraco, Patagua y Espino.
- Cordillera de los Andes: Litre, Quillay, Boldo, Peumo, Colliguay de Cordillera, Guayacán y Chilca.

En la RMS existen especies con problemas de conservación, entre los que se destacan: once de líquenes, once de bulbosas, veintisiete de pteridophytas, cinco de cactáceas y quince de flora leñosa. De estas últimas especies, encontramos el Ciprés de la Cordillera, el Belloto del Norte y del Sur, el Hualo, el Lingue, el Guayacán y el Algarrobo, entre otras (García Berguecio y Ormazábal, 2008).

Respecto a la fauna, del total de especies vertebradas terrestres del país, un 48% se encuentran en la RMS y la región de Valparaíso. En su detalle destaca: 57% de las aves, 37% de los mamíferos, 36% de los peces, 28% de los reptiles y 20% de los anfibios (porcentaje de ambas regiones en relación al total del país). Hasta mediados de la década de 1990, la fauna sufrió importantes presiones sobre ella, principalmente por la captura y caza ilegal, situación que cambió a partir de la entrada en vigencia de la Ley de Caza (Ley N° 19.473, 1996). Además, podemos agregar que en la RMS existen: seis especies de anfibios con problemas de conservación (sapo de rulo, rana chilena), diez especies de reptiles (iguana, lagarto chileno), veintitrés especies de aves (piuquén, bandurria), catorce especies de mamíferos (quique, coipo) y doce especies de peces nativos de aguas continentales (Ministerio del Medio Ambiente, n.d.).

III. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Brignardello L. y Maya B.** 1997. Geopedología de la cuenca de Santiago: dimensión espacial de los problemas ambientales en los suelos. *Revista de geografía Norte Grande*, (24), 127–141.
- **Centro de Información de Recursos Naturales.** 1996. Materiales y símbolos. In *Estudio agrológico Región Metropolitana. Descripciones de suelos. Tomo I y II* (pp. 402–425). Santiago, Chile. <http://www.libreonline.com/chile/libros/19705/sin-autor/estudio-agrologico-region-metropolitana-descripciones-de-suelos-materiales-y-simbolos.html>.
- **Comisión Nacional de Medioambiente Región Metropolitana de Santiago (CONAMA RMS).** 2004. Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago. Comité Operativo para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago. Santiago, Chile.
- **Contreras M., Opazo D., Núñez C. y Ubilla G.** 2005. Informe Final del Proyecto “Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable” (OTAS). (M. Contreras Alonso, ed.). Santiago, Chile: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, Universidad de Chile y Agencia Técnica Alemana. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.1393.2801>.
- **Contreras M., & Ubilla G.** 2005. Resumen Ejecutivo del Proyecto “Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable” (OTAS) (p. 23). Santiago, Chile: Universidad de Chile y Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3665.5363>.
- **De Groot R. S., Wilson M. A. y Boumans R. M. J.** 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393–408. [http://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](http://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7).
- **De la Maza Guzmán C., Serrano M., Cortés C., Figueroa D., Lizama H., Ponce M., ... Norambuena L.** 2012. Registro de emisiones y transferencias de contaminantes: reporte 2005-2009. Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente. http://www.retc.cl/wp-content/uploads/2015/07/articles-56962_Quinto_reporte_RETC.pdf.

- **Flores Villanelo J. P., Martínez Herrera E., Espinosa Toro M., Martínez Herrera E., Henríquez Armijo G., Avendaño Vercellino P., ... Ahumada Fonseca I.** 2010. Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile: informe final diciembre 2010. Santiago, Chile: Centro de Información de Recursos Naturales. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2650.0329>.
- **García Berguecio N., y Ormazábal C.** 2008. Árboles nativos de Chile. Santiago, Chile: Enersis : Fundación Huinay.
- **Matus N., Fernández B., Aedo M. P. y Larraín S.** 2004. Recursos hídricos en Chile: desafíos para la sustentabilidad. Santiago, Chile: Programa Chile Sustentable. <http://www.chilesustentable.net/wp-content/uploads/2004/01/RECURSOSHIDRICOS-en-Chile-desaf%C3%ACos-para-la-sustentabilidad.pdf>.
- **Ministerio del Medio Ambiente.** 2012a. Capítulo 9: Suelos para Uso Silvoagropecuario. En: Informe del Estado del Medio Ambiente 2011 (pp. 369–397). Santiago, Chile. http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52016_Capitulo_9.pdf.
- **Ministerio del Medio Ambiente.** 2012b. Informe Seguimiento Plan de Prevención y de Descontaminación para la Región Metropolitana año 2011 (incluye avance a septiembre de 2012) (p. 19). Santiago, Chile. http://www.sinia.cl/1292/articles-54535_InformeAnualPPDA_2011_ResumenEjecutivo.pdf.
- **Ministerio del Medio Ambiente.** 2012c. Servicios Ecosistémicos Priorizados en los Sistemas Hídricos de Chile: Diagnóstico.
- **Ministerio del Medio Ambiente.** n.d. Inventario nacional de especies de Chile. <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx>.
- **Myers N., Mittermeier R. A., Mittermeier C. G., da Fonseca G. A. B. y Kent, J.** 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858. <http://doi.org/10.1038/35002501>.
- **Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura.** 2012a. Análisis de los Catastros sobre Autorizaciones del Cambio de Uso de Suelo de la Región Metropolitana de Santiago. Santiago, Chile.

- **Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura.** 2012b. Análisis de los Catastros sobre Autorizaciones de Subdivisiones de Predios Agrícolas de la Región Metropolitana de Santiago. Santiago, Chile.
- **O’Ryan R. y Larraguibel L.** 2000. Contaminación del Aire en Santiago: ¿qué es, qué se ha hecho, qué falta? *Revista Perspectivas*, 4(1), 153–191.
- **Robles Vargas R. y Ubilla Bravo G.** 2013. Inicio para la Evaluación Ambiental Estratégica (Fase 1) del Plan Regional de Ordenamiento Territorial. Región Metropolitana de Santiago. Informe de la Etapa 2 del PROT: Diagnóstico Prospectivo Territorial del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT). Región Metropolitana de Santiago (RMS). Santiago, Chile: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4244.5846>.
- **Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Vivienda y Urbanismo Región Metropolitana de Santiago (RMS).** 2011. Ordenanza Plan Regulador Metropolitano de Santiago. Santiago, Chile.
- **Sepúlveda N., Ubilla G. y Fuentes P.** 2008. Capítulo 3: Plan de gestión de la competencia de Ordenamiento Territorial. Región Metropolitana de Santiago. En: G. Ubilla Bravo (Ed.), Informe de Pre-Transferencias de Competencias para el Ordenamiento Territorial de la Región Metropolitana de Santiago. Santiago, Chile: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3645.8885>.
- **Serrano M., Folch W., Triviño R., Villafranca R., Jadrijevic M., Contreras C. G., ... Bordones Ju. C.** 2009. Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Fuentes Fijas y Móviles en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Santiago, Chile: Comisión Nacional de Medioambiente. http://www.mma.gob.cl/retc_ingles/1316/articles-51545_recurso_1.pdf.
- **Stevens P. R. y Walker T. W.** 1970. The Chronosequence Concept and Soil Formation. *The Quarterly Review of Biology*, 45(4), 333–350.

- **Ubilla Bravo G., Robles R., Núñez C., Sepúlveda N., Montecinos T., Mombiola M. C., y Contreras M.** 2009. Atlas Regional. Región Metropolitana de Santiago. (G. Ubilla Bravo y C. Núñez Pino, Eds.). Santiago, Chile: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.4956.6089>.
- **Ubilla Bravo G.** 2013. Análisis de variables clave para el Ordenamiento Territorial. Región Metropolitana de Santiago. Informe de la Etapa 2 del PROT: Diagnóstico Prospectivo Territorial del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT). Región Metropolitana de Santiago (RMS). Santiago, Chile: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1287.7840>.
- **Ubilla G.** 2014. Brechas territoriales de género en la Región Metropolitana de Santiago, Chile. *Cuadernos Geográficos*, 53(1), 122–159.
- **United Nations.** 1992. Convention on Biological Diversity. Rio de Janeiro, Brazil. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>.
- **Zamora Gatica G., Álvarez Jaime L., Gajardo Escobar G., Rodríguez León R. y Salinas Rojas C.** (2012). Estudio de Impacto de la Expansión Urbana sobre el Sector Agrícola en la Región Metropolitana de Santiago. Santiago, Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.

Normas jurídicas

- **Decreto con Fuerza de Ley N° 1.122.** 1981. “Fija texto del Código de Aguas”. <http://bcn.cl/1m08b>
- **Decreto Ley N° 3.516.** 1980. “Establece Normas sobre División de Predios Rústicos”. <http://bcn.cl/1m38w>
- **Decreto N° 1.963.** 1995. “Promulga el Convenio sobre la Diversidad Biológica”. <http://bcn.cl/1v4me>
- **Decreto N° 16.** 1998. “Establece Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana”. <http://bcn.cl/1vjqq>

- **Decreto N° 58.** 2004. “Reformula y actualiza Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA)”. <http://bcn.cl/1vjqr>
- **Decreto N° 66.** 2010. “Revisa, reformula y actualiza Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA)”. <http://bcn.cl/1uwz8>
- **Decreto N° 90.** 2011. “Modifica Decreto N° 138, de 2005, que establece la obligación de declarar emisiones que indica”. <http://bcn.cl/1vjqs>
- **Decreto N° 131.** 1996. “Declara zona saturada por ozono, material particulado respirable, partículas en suspensión y monóxido de carbono, y zona latente por dióxido de nitrógeno, al área que indica”. <http://bcn.cl/1q403>
- **Decreto N° 138.** 2005. Establece obligación de declarar emisiones que indica. <http://bcn.cl/1v1ho>
- **Decreto N° 141.** 1975. “Aprueba Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres”. <http://bcn.cl/1vjqu>
- **Decreto N° 458.** 1976. “Aprueba nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones”. <http://bcn.cl/1lz2d>
- **Decreto N° 531.** 1967. “Convención para la protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas naturales de América”. <http://bcn.cl/1v1x2>
- **Decreto N° 771.** 1981. “Promulga la Convención sobre zonas húmedas de importancia internacional especialmente como hábitat de las aves acuáticas, suscrito en Irán el 2 de febrero de 1971”. <http://bcn.cl/1vjqt>
- **Decreto N° 868.** 1981. “Promulga el Convenio sobre la conservación de especies migratorias de la fauna salvaje”. <http://bcn.cl/1vjqv>
- **Ley N° 18.248.** 1983. “Código de Minería”. <http://bcn.cl/1lyo1>
- **Ley N° 18.362.** 1984. “Crea un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado”. <http://bcn.cl/1m3uy>
- **Ley N° 18.755.** 1989. “Establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero, deroga la Ley N° 16.640 y otras disposiciones”. <http://bcn.cl/1lz7q>

- **Ley N° 19.300.** 1994. “Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente”. <http://bcn.cl/1lzic>
- **Ley N° 19.473.** 1996. “Sustituye texto de la Ley N° 4.601, sobre caza, y artículo 609 del código civil”. <http://bcn.cl/1v8wm>
- **Ley N° 20.417.** 2010. “Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente”. <http://bcn.cl/1m0h6>
- **Resolución N° 20.** 1994. “Aprueba Plan Regulador Metropolitano de Santiago”. <http://bcn.cl/1mgf>
- **Resolución N° 39.** 1997. “Aprueba Modificación de Plan Regulador Metropolitano de Santiago”. <http://bcn.cl/1m1de>
- **Resolución N° 107.** 2003. “Modifica Plan Regulador Metropolitano de Santiago”. <http://bcn.cl/1qa7w>
- **Resolución N° 153.** 2013. “Modifica Plan Regulador Metropolitano de Santiago”. <http://bcn.cl/1nnjb>

GUB / REA