

## LA EXPANSIÓN URBANA DE SANTIAGO VS. EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE LA REGIÓN METROPOLITANA

*Una vez más el Gobierno ha dado señales contradictorias a la hora de tomar decisiones que determinen la política ambiental del país y, fundamentalmente, en su compromiso con la descontaminación de la Región Metropolitana y la salud de sus habitantes. Esta es la principal conclusión que se desprende de la reciente aprobación de la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto que modifica el Plan Regulador Metropolitano de Santiago –MPRMA- y que permitirá llevar a cabo desarrollos urbanos condicionados en áreas de interés silvoagropecuarios.*

Contrariamente a lo que dispone esta nueva modificación, tanto el Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana<sup>1</sup> como el Plan Regulador Metropolitano de Santiago<sup>2</sup> de 1994 recogen una serie de antecedentes en donde la expansión de la ciudad no tiene cabida. Entre éstos se encuentran:

1. La Región Metropolitana es, según el último censo poblacional (2002), la más poblada y densa del país, concentrando el 40,1% de su población total (aproximadamente 6.000.000 habitantes). Esta alta concentración poblacional sumada a la centralización de las actividades económicas, principalmente en la ciudad de Santiago, han constituido un factor determinante en las condiciones de contaminación de la región, especialmente del aire. Un panorama muy poco alentador si consideramos que a esto se suma la estimación de la Secretaría Ministerial de la Vivienda de un crecimiento demográfico proyectado de la ciudad de 2,1 millones de nuevos habitantes en los próximos 25 años, lo que equivale a la construcción de 700 mil nuevos hogares.

***"Esta alta concentración poblacional sumada a la centralización de las actividades económicas, principalmente en la ciudad de Santiago, han constituido un factor determinante en las condiciones de contaminación de la región, especialmente del aire".***

2. Asociado al crecimiento poblacional se ha producido una extensa expansión horizontal de la ciudad de Santiago, principalmente hacia la periferia sur y sudoeste. El área de la ciudad conformada por el casco urbano (zonas consolidadas y zonas parcialmente construidas), aumentó de 55 mil hectáreas en 1990 a 65 mil hectáreas en 1995.

La ciudad de Santiago, que se caracteriza por una extremada segregación socio-espacial y funcional, presenta problemas estructurales que dificultan su funcionamiento. Desde el punto de vista del aumento de las emisiones, la expansión horizontal y la segregación funcional de la ciudad generan efectos negativos sobre el sistema de transporte, lo que incide fuertemente en el nivel de contaminación atmosférica. Otros efectos ambientales negativos asociados a la expansión de la ciudad son: disminución de la cubierta vegetal, impermeabilización del suelo y cambios en

<sup>1</sup> Ver Plan de Prevención y Descontaminación para la Región Metropolitana (PPDA), CONAMA, 1997.

<sup>2</sup> Ver Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), 1994.

***Preparado por:  
El Departamento de Estudios  
Fundación Terram  
Huelén 95, Providencia  
Teléfono: (56) (2) 264-0682  
www.terram.cl***

las tasas de reposición de las napas freáticas, contaminación de las aguas, pérdida de bosque nativo y erosión, entre otros.

3. Según la última encuesta Origen-Destino (EOD) de viajes<sup>3</sup>, en el Gran Santiago se realizan 16,4 millones de viajes diarios. De ellos, 10,1 millones corresponden a viajes motorizados, lo que muestra una fuerte dependencia de estos modos de transporte. Del total de viajes, un 27,2 % se efectúa en transporte privado (automóviles y taxis), el 30,4% en transporte público, el 36,5% corresponde a caminata y el resto (5,9 %) a otros modos, tales como bicicleta y motos.

Los principales problemas del transporte en la ciudad lo constituyen la concentración horaria y espacial de los viajes, y la mala calidad del servicio de transporte público, lo que fomenta la posesión y uso del automóvil particular. Según la EOD, durante la última década, Santiago ha duplicado el uso del automóvil privado, situación que se refleja en los altos niveles de congestión vehicular en la ciudad, con sus correspondientes externalidades: contaminación del aire, ruido y accidentes.

Dentro de las medidas establecidas en el PPDA se definió el papel de las áreas de valor natural y áreas de interés silvoagropecuario en la descontaminación de la ciudad puesto que éstas captarían las partículas en suspensión y generarían condiciones para la circulación del aire en la cuenca<sup>4</sup>. Por esta razón, el PPDA establece que es necesario forestar y proteger la precordillera, las cuencas y la zona periurbana, además de forestar parques, plazas, bandejones y sitios eriazos.

La fuerte expansión horizontal de la ciudad de Santiago en las últimas décadas, está íntimamente ligada con el fenómeno de contaminación atmosférica que vivimos, básicamente por dos razones: como se ha señalado, una ciudad muy extensa genera viajes de una gran longitud; segundo, los nuevos barrios periféricos se caracterizan por tener calles y veredas sin pavimentar.

Considerando estos efectos negativos, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago de 1994 estableció un límite a la expansión urbana y aumentó las densidades promedio.

Sin embargo, hace más de un año que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo impulsa la iniciativa de modificar la norma del Plan Regulador de Santiago

para permitir que proyectos inmobiliarios puedan instalarse dentro de las áreas de interés silvoagropecuario, previo consentimiento de las autoridades municipales y del Ministerio de Agricultura, lo que a nuestro entender entra en contradicción con los antecedentes anteriormente expuestos.

Este proyecto presentado como Declaración de Impacto Ambiental al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) fue aprobado por la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región Metropolitana por quince votos a favor, dos abstenciones y un voto en contra durante la sesión especial del 25 de noviembre de 2002, lo cual es un **hito** ya que:

1. Evidencia la falta de compromiso político ambiental con el Plan de Descontaminación de la ciudad de Santiago al violar el artículo 44 de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente que establece la obligatoriedad de los Planes de Prevención y Descontaminación pues deben cumplirse necesariamente en las zonas que hayan sido declaradas latentes o saturadas. Además, no considera ni el artículo 20 del Plan de Descontaminación que indica "promoverá la preservación de la áreas de valor natural y las de interés silvoagropecuarios establecidas en los instrumentos de planificación territorial" ni la necesidad de resguardar la salud de la población que vive actualmente en la Región Metropolitana.

2. Falta de compromiso con el Plan de Transporte Urbano (PTUS) impulsado por el Gobierno, el cual busca: mejorar la calidad del transporte público reduciendo los tiempos de viaje y, con ello, las emisiones al aire producidas por este sector que justamente es el mayor responsable de la contaminación de Santiago en estos momentos<sup>5</sup>. Al

<sup>3</sup> Encuesta Origen-Destino de Viajes del Gran Santiago, 2001. SECTRA.

<sup>4</sup> Según resultados preliminares de la investigación "Manejo arbolado urbano y su relación con la contaminación atmosférica" realizada por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile, la vegetación de Santiago (430 Km<sup>2</sup> de superficie foliar) capta anualmente unas 2.266 ton de material particulado, es decir, cerca del 6% del total de partículas menores de 10 micrones (PM<sub>10</sub>) en primavera y alrededor del 3% en invierno; 115 ton de monóxido de carbono, 851 ton de ozono urbano (troposférico), 321 ton de dióxido de nitrógeno, 211 ton de dióxido de azufre y 37.713 ton al año de dióxido de carbono, principal gas invernadero, culpable del calentamiento global.

<sup>5</sup> Idem 3

continuar con la expansión de la ciudad, las personas que continuarán trabajando en los lugares donde mayoritariamente se desarrolla la actividad económica, especialmente concentrada en el centro de la ciudad, seguirán viajando todos los días por largos trechos desde sus casas al trabajo y viceversa.

3. Falta de compromiso con la participación ciudadana ya que, al no ser sometido a un estudio de impacto ambiental, el Proyecto de Modificación elaborado por el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo niega la posibilidad de que la ciudadanía y los organismos públicos vinculados al proyecto se pronuncien formalmente a su respecto contradiciendo, además, el Instructivo Presidencial sobre Participación Ciudadana que en sus artículos N° 80, 81 y 88 orienta a dicho ministerio a incorporar al máximo la participación en la gestión territorial.

4. Este acto administrativo evidencia, una vez más, los problemas estructurales de la institucionalidad ambiental vigente, al tratar de coordinar diferentes instancias políticas que, por supuesto, tienen intereses diferentes, muchas veces contradictorios con el Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana.

## 1. Contaminación Urbana

### 1.1 Ciudad de Santiago

#### Calidad del aire en la capital

Para el período agosto-octubre de este año, la contaminación atmosférica de Santiago tuvo un comportamiento similar en las distintas estaciones de monitoreo, mientras que para los meses de agosto y septiembre, en general, se registró aumento de los

contaminantes en relación a igual período del año 2001. Para el mes de octubre en cambio, se registró una disminución de los mismos.

Para el caso del  $PM_{10}$ , en general, se mantuvo la misma tendencia, observándose un aumento de los niveles de contaminación para los meses de agosto y septiembre respecto de igual período del año anterior (de manera importante en las estaciones de Santiago, Pudahuel y Cerrillos durante). Para el mes de octubre, en cambio, se observó una disminución de hasta 10% en algunas estaciones.

No obstante, la calidad del aire en la capital durante el período analizado se mantuvo dentro del rango bueno, propio de esta época del año en que las condiciones meteorológicas y climatológicas favorecen la dispersión de los contaminantes en cuenca de Santiago.

**Cuadro 1.1.1 Material Particulado, fracción menor a  $10\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . Variación Año 2002-2001**

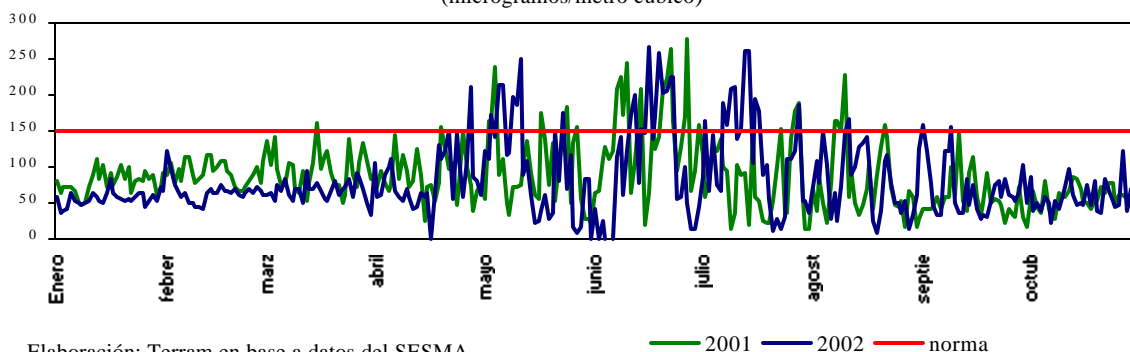
Estación	Código	Variación		
		agosto	septiembre	octubre
PROVIDENCIA	B	0.9%	6.8%	-4.2%
INDEPENDENCIA	F	3.4%	4.1%	-2.4%
LA FLORIDA	L	9.3%	19.8%	-6.6%
LAS CONDES	M	-0.1%	2.1%	-1.8%
SANTIAGO	N	0.5%	35.1%	3.8%
PUDAHUEL	O	2.9%	24.9%	0.9%
CERRILLOS	P	9.1%	37.6%	-10.1%
EL BOSQUE	Q	-6.0%	8.8%	-10.2%
Norma		150microgramos/ $\text{m}^3\text{N}$		

Fuente: Fundación Terram en base a datos del SESMA

En el gráfico 1.1.1 se observa el comportamiento que ha tenido las concentración de  $PM_{10}$  en la estación de

**Gráfico 1.1.1 Emisión de  $PM_{10}$ . Estación de Pudahuel**

(microgramos/metro cúbico)

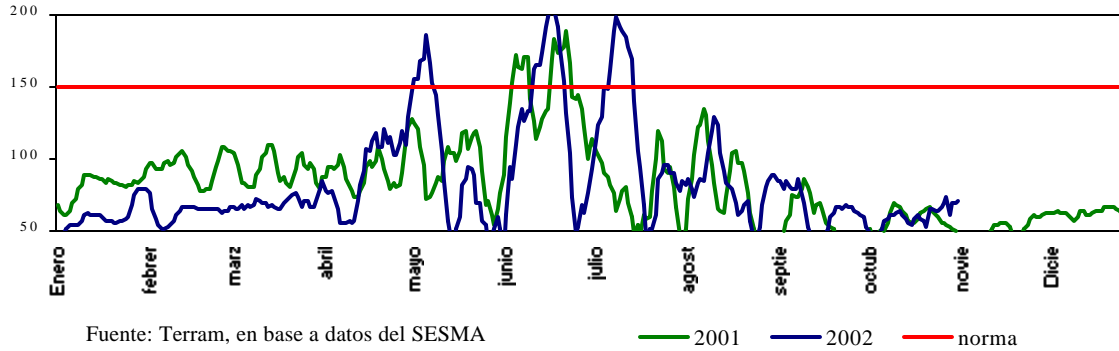


Elaboración: Terram en base a datos del SESMA

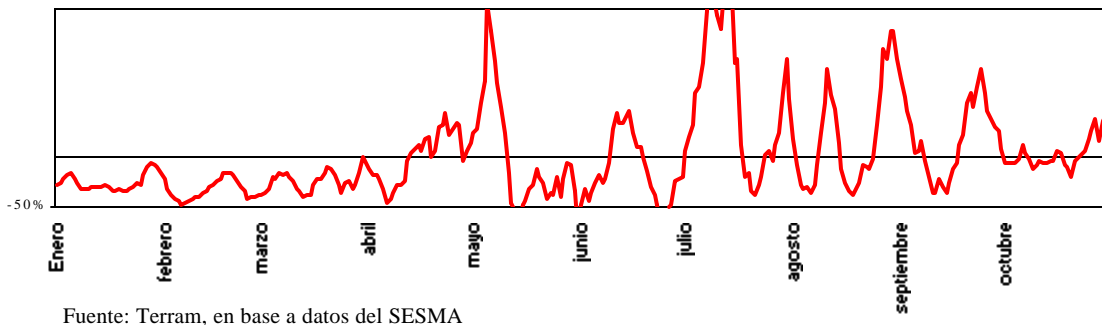
— 2001 — 2002 — norma

**Gráfico 1.1.2 Promedios Móviles Semanales de PM10 Estación de Pudahuel**

(microgramos/metro cúbico)



**Gráfico 1.1.3 Variación Interanual de los Promedios Moviles Semanales de PM10 Estación de Pudahuel año 2002**



Pudahuel durante los meses de agosto, septiembre y octubre en relación a los mismo meses del año pasado.

Haciendo un balance del período invernal (mayo-agosto), donde se registran las mayores concentraciones, podemos ver que este año hubo un aumento del número de alertas y preemergencias respecto al 2001, lo que se debe principalmente a las adversas condiciones de dispersión registradas este año, las peores después del año 1997. De hecho, durante junio, las autoridades se vieron obligadas a decretar 14 días consecutivos con excepción ambiental (seis alertas y siete preemergencias).

A esto se suma una serie de fallas presentadas por el Modelo Predictivo Cassmassi, el cual tiene un nivel de acierto del 70% (margen de error de 30%). Estas situaciones incentivaron al Centro Nacional del Medio Ambiental (CENMA) junto a la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) a trabajar en un nuevo modelo predictivo que se aplicará de forma

experimental y paralela al actual durante el otoño-invierno del 2003, con el fin lograr una mayor precisión a la hora de determinar los episodios críticos de contaminación. La principal ventaja de este nuevo modelo es que tiene la capacidad de reconocer valores estadísticos a partir de las distintas variables meteorológicas, las mismas que 12 horas más tarde permiten pronosticar las características de la contaminación que tendrá la ciudad para los próximos tres días. Gracias a él se podrá analizar no sólo el material particulado sino también otros contaminantes.

Otro beneficio es la posibilidad de arrojar predicciones sobre los peaks de contaminación cada seis horas, es decir, permitiría tomar decisiones a partir de datos recientes entregados cuatro veces al día.

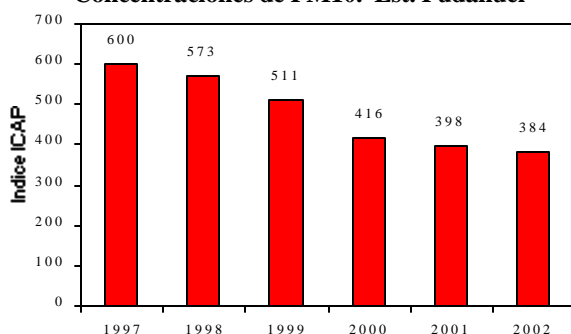
En el cuadro 1.1.2 observamos los días en que efectivamente se constataron períodos críticos de contaminación en la ciudad de Santiago:

**Cuadro 1.1.2 Episodios constatados de contaminación**

Año	Alertas	Preemergencias	Emergencias
1997	38	37	4
1998	41	21	1
1999	23	12	1
2000	27	10	0
2001	14	6	0
2002	17	7	0

Fuente: CONAMA-RM

Otro hecho relevante es que los máximos de concentración de  $PM_{10}$  se han ido reduciendo desde 1997, sin embargo, en los últimos tres años se ha producido un estancamiento (disminución menor) lo que podría indicar que las medidas de corto plazo tomadas por el Gobierno ya produjeron su máximo efecto y es necesario ahora tomar otra serie de medidas para bajar los índices de contaminación. Éstas debieran concretarse fundamentalmente, en el sector transporte que, según el último inventario de emisiones, es responsable del 21% de la contaminación atmosférica de Santiago, (las fuentes móviles, buses, camiones y vehículos livianos, en su conjunto son responsables del 48%).

**Gráfico 1.1.4 Evolución de Máximas Concentraciones de  $PM_{10}$ . Est. Pudahuel**

Fuente: CONAMA-RM

Según la última Encuesta Origen-Destino<sup>6</sup> el uso del automóvil privado se duplicó durante la última década en la ciudad de Santiago, mientras disminuyó significativamente el interés de los capitalinos por utilizar el transporte público. Esto indica que los esfuerzos del Gobierno por incentivar el uso de la locomoción colectiva deben ser mayores, disminuir los tiempos de recorrido, las emisiones de los buses y mejorar la calidad del servicio, son las principales medidas que debe considerar la autoridad dentro del nuevo Plan de Transporte.

Otras medidas deben estar encaminadas a: controlar el polvo resuspendido, que se produce por el paso de los distintos tipos de transportes por las vías de la capital; pavimentar las calles, fundamentalmente de la zona norponiente de la ciudad, la más afectada por la contaminación; reforestar y consolidar las áreas verdes de la capital, hoy en día tenemos un promedio de 3 m<sup>2</sup> de arborización por habitante, indicador muy lejano del recomendado por las Naciones Unidas que es de 9 m<sup>2</sup> por habitante.

Finalizada la época invernal muchos se olvidan del tema de la contaminación del aire en la capital, sin embargo, ésta no deja de estar presente de la mano de otro contaminante, el ozono (O<sub>3</sub>, troposférico), el cual también tiene un impacto negativo en la salud de las personas.

La exposición a altas concentraciones de ozono puede causar problemas respiratorios agudos, inflamación de la membrana pulmonar y agravar el asma, conduciendo a un aumento en las admisiones hospitalarias y consultas de emergencias. Además, puede causar una disminución temporal significativa de la capacidad pulmonar de un 15% a 20% en adultos sanos, debilitando los sistemas de defensa e inmunidad del organismo, haciendo que la gente quede más susceptible a contraer enfermedades respiratorias e incluyendo bronquitis y neumonía.

Durante el período analizado (agosto-octubre) el ozono ha tenido un comportamiento similar al material particulado, registrando mayores índices para los meses de agosto y septiembre en comparación a iguales meses del año 2001. Mientras, para el mes de octubre se registra una disminución en todas las estaciones respecto de igual mes del año anterior.

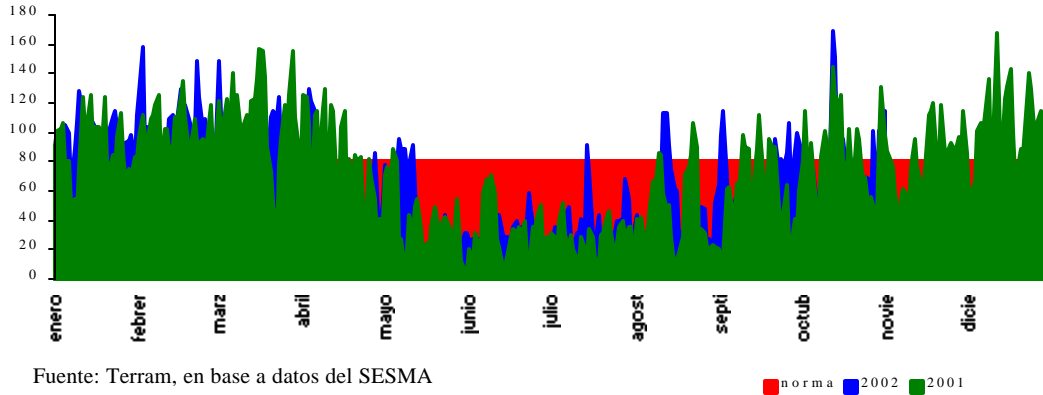
**Cuadro 1.1.3 Ozono O3 (ppb). Var. Año 2002-2001**

Estación	Código	Variación		
		agosto	septiembre	octubre
PROVIDENCIA	B	12.2%	6.9%	-12.0%
INDEPENDENCIA	F	10.7%	6.1%	-13.2%
LA FLORIDA	L	5.0%	4.7%	-9.6%
LAS CONDES	M	0.9%	5.9%	-11.9%
SANTIAGO	N	5.8%	3.5%	-11.0%
PUDAHUEL	O	4.4%	9.1%	-3.3%
CERRILLOS	P	8.5%	10.0%	-3.4%
EL BOSQUE	Q	-0.7%	5.2%	-4.0%
Norma		80ppb		

Fuente: Fundación Terram en base a datos del SESMA

<sup>6</sup> Idem 3

**Gráfico 1.1.5 Emisión Diaria de O<sub>3</sub>. Estación Las Condes.**  
(ppb)



Fuente: Terram, en base a datos del SESMA

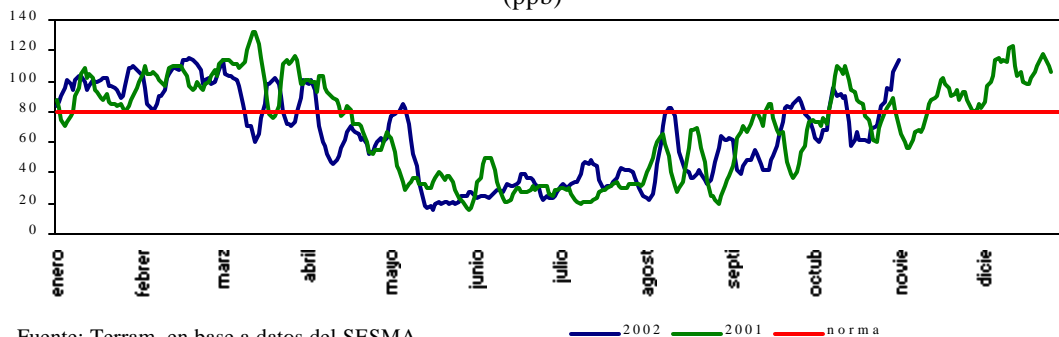
Recordemos que el ozono es un contaminante secundario de origen fotoquímico que se forma por la reacción entre los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) e hidrocarburos volátiles, en presencia de radiación solar. Es por esto que el fenómeno se produce fundamentalmente, en verano, cuando esta radiación es más intensa, afectando principalmente a las comunas del sector oriente de la capital.

Todavía se encuentra en Contraloría la resolución que rebajará la norma a 60 ppb medidos en un promedio móvil de ocho horas de exposición al ozono troposférico. Se espera que a partir del 2003 empiecen a regir las medidas para enfrentar los episodios de altas concentraciones de ozono en la capital. En estos momentos el CENMA lleva una campaña experimental de pronóstico meteorológico orientado al ozono troposférico con el fin de informar a la ciudadanía y a las autoridades ambientales y de salud acerca de los episodios constatados o previstos con alta concentración de este contaminante y que se tomen las medidas necesarias para proteger la salud de la población.

En el gráfico 1.1.5 se observa el comportamiento del ozono en la estación de Las Condes, según lo monitoreado hasta noviembre 2002, en relación a igual período del año anterior. En general, se aprecia un aumento en los niveles de este contaminante para los meses de agosto y septiembre mientras que para el mes de octubre se observa una disminución en comparación con iguales períodos del 2001.

La disminución del O<sub>3</sub> durante octubre se debe a cambios puntuales en las condiciones meteorológicas, donde han predominado días menos soleados que durante el mismo mes del año pasado. Este fenómeno ha dificultado las reacciones fotoquímicas que forman el ozono para las cuales un factor determinante es la radiación solar. No obstante, durante octubre, se registraron once días en que se superó la norma en la estación de Las Condes, además, y un total de 23 días para el período analizado (agosto-octubre).

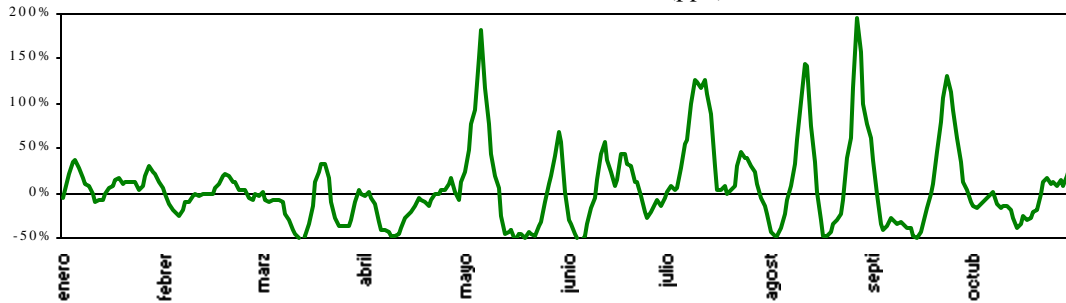
**Gráfico 1.1.6 Promedios Móviles Semanales de Ozono. Estación Las Condes.**  
(ppb)



Fuente: Terram, en base a datos del SESMA



**Gráfico 1.1.7 Variación Interanual de los Promedios Móviles Semanales de Ozono. Estación Las Condes. (ppb)**



Fuente: Terram, en base a datos del SESMA

## 1.2 Contaminación en Otras Ciudades

La contaminación en Chile siempre se ha asociado a la ciudad de Santiago, sin embargo, estudios recientes han revelado que los niveles de contaminación en agua, aire y suelo en diferentes regiones de nuestro país han alcanzado valores incluso superiores a los de la capital, por lo que se hace necesario centrar la atención en estas ciudades y concentrar esfuerzos para evitar que la polución siga aumentando.

### Ciudad de Arica

En un estudio realizado por la Universidad de Tarapacá en 1999 se detectaron niveles de hasta 15 mg/l de Boro en el agua potable de la ciudad de Arica. Para el año 2001, el Servicio de Salud de la región confirmó la presencia del elemento detectando valores de 9,66 mg/l lo que es excesivo si se considera que la norma internacional establece un valor de 0,5 mg/l de boro en el agua potable.

El boro es un elemento no metálico y su ingesta puede causar envenenamiento, provocando síntomas como disturbios gastrointestinales, erupciones cutáneas, erimatosas, depresiones, infertilidad en el hombre y según los últimos estudios, hasta atrofia de los testículos.

A pesar de los antecedentes, los habitantes de Arica están a la espera de que las autoridades sanitarias y ambientales tomen las medidas pertinentes para no seguir expuestos a este elemento.

Las principales manifestaciones de contaminación por boratos o ácido bórico, sin importar la vía de exposición, pueden ser entre otras, la excitación o depresión, letargo, cefaleas, coma y convulsiones.

Éste elemento afecta a todas las personas por igual, sin importar sexo o edad.

No obstante, el boro no está incluido dentro de la norma chilena sobre calidad del agua potable.

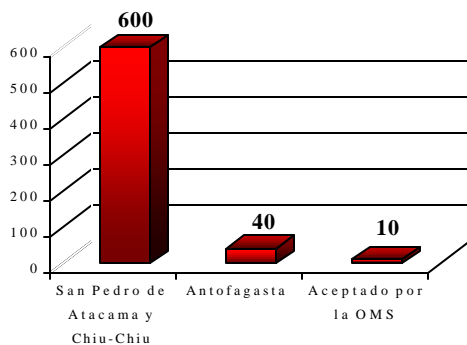
### Ciudad de Antofagasta

Pese al mejoramiento de los procesos de potabilización del agua y la próxima puesta en marcha de la planta desalinizadora, el arsénico continúa siendo la causa de graves males en la salud de los habitantes de la II Región.

El problema del arsénico en el agua potable de Antofagasta y de la II Región, en general, empezó en 1958 cuando la ciudad se comenzó a abastecer de agua potable del río Tocone, portador de 800 microgramos de arsénico por litro(mgr/lit), y el río Holajar, con 1.300 mgr/lit. Durante muchos años la población de esa región estuvo consumiendo diariamente agua contaminada hasta que, en los años 70, se instaló una planta desarsenizadora que redujo los niveles a un promedio de 40 mgr/lit, cifra que aún está por sobre la recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 10 mgr/lit. Esto significa que los habitantes de Antofagasta están consumiendo, desde hace más de 20 años, agua potable que contiene cuatro veces los niveles de arsénico que se consideran tolerables. Esta situación es mucho más grave para ciudades como San Pedro de Atacama y Chiu-Chiu donde las concentraciones del mineral llegan a los 600 mgr/lit.

Se sospecha que niveles de 40 mgr/lit de arsénico producen un riesgo mayor de lesiones dermatológicas (manchas blancas por decoloración) con posibilidad de desarrollar cáncer de piel y de otros órganos. A

**Gráfico 1.2.1 Nivel de Arsénico en el agua de la II Región** (microgramos por litro)

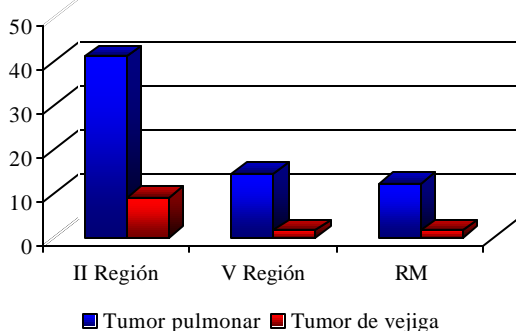


Fuente: Dpto. de Salud Pública de la Universidad Católica

nivel genético el arsénico afecta de dos maneras: estimula a los genes que facilitan la producción de tumores malignos y, por otra parte, inhibe a los genes que protegen de la aparición del cáncer.

De hecho, la Segunda Región presenta, desde hace más de tres décadas, las tasas de mortalidad por tumores malignos más altas del país como se puede observar en el gráfico 1.2.2

**Gráfico 1.2.2 Riesgo de tumores asociados a arsénico** (por cada 100 mil hbtes)



Fuente: Dpto. de Salud Pública de la Universidad Católica

Otra alteración que produce el arsénico en el cuerpo es el engrosamiento del endotelio o capa más interna de las arterias pequeñas y medianas, lo que facilita su colapso y cierre, aumentando el riesgo de infartos. Este fenómeno afecta principalmente al corazón, los intestinos, la piel, el hígado e, incluso puede provocar gangrena de los dedos del pie al reducirse la llegada de sangre a las extremidades.

A la situación del arsénico en Antofagasta se suma el alto nivel de contaminación con plomo debido al tránsito por la ciudad de camiones con este mineral que proviene desde Bolivia, los camiones circulan desde Portezuelo hasta el Puerto de Antofagasta.

Según el monitoreo ambiental que se viene efectuando desde 1999 en la ruta de los camiones, se ha detectado que a la salida del lugar de acopio valores de 251 miligramos de plomo por kilo de material, esta cantidad se eleva a 743 miligramos a la entrada de la Ruta de la Minería para posteriormente alcanzar los 404 durante el descenso hacia Antofagasta. En otros sectores de la ciudad se han detectado valores desde 360 miligramos por kilo de mineral hasta los 1.079 miligramos cifra que supera en tres veces la norma permitida por la Organización Mundial de la Salud (330 ppm). Para el caso de los edificios aledaños el plomo sedimentado adherido a sus paredes promedia los 4.500 miligramos por kilo de material mientras que el suelo se detectan valores de 1.000 miligramos.

La presencia de plomo en el organismo humano afecta el cerebro, los procesos bioquímicos y los principales sistemas sensitivos afectados son el sistema hemopoyético, el sistema reproductor (esterilidad, abortos, espermatogénesis), el sistema renal, el sistema cardiovascular (mayor presión sanguínea, hipertensión, embolias e infartos al miocardio), el neurológico y, una mayor acumulación del plomo en los huesos. Además, el plomo afecta la producción de hemoglobina en diversas etapas, presentándose casos de anemia, si su nivel supera los 80 ug/dl en la sangre. En el sistema renal se pueden presentar daños en el funcionamiento los riñones, generándose una reducción gradual de la excreción de ácido úrico.

La exposición e intoxicación por plomo es muy peligrosa para los niños. Estudios han demostrado que distintos grados de exposición pueden reducir de modo significativo el coeficiente intelectual (CI) de los niños en edad escolar; algunos cálculos indican que cada diez microgramos por decilitro de incremento de los niveles de plomo en la sangre se acarrea una reducción de entre uno y cinco puntos en el CI (coeficiente intelectual) de los niños expuestos. También se ha venido asociando la exposición al plomo a comportamientos agresivos, delincuencia y desórdenes



de la atención entre niños cuyas edades van de los siete a los once años. El plomo afecta el peso de los niños al nacer y su desarrollo neuroconductual, lo que puede ser severo y prolongarse más allá de la infancia. Una concentración de plomo mayor que 10 µg/dl en el cordón umbilical se correlaciona con una deficiencia del desarrollo temprano y malformaciones congénitas.

El plomo puede ingresar al cuerpo humano por vía respiratoria en áreas en donde el aire se encuentra contaminado, por vía oral al ingerir alimentos, tierra y hasta pintura contaminada y por chupar o morder lápices de colores y juguetes y, por vía cutánea. Entre 30 y 40% del plomo inhalado por los pulmones se deposita a través de la sangre en diversos órganos. La mayor parte la absorbe el sistema óseo. Se cree que el plomo es absorbido más fácilmente por el estómago cuando éste se encuentra vacío y cuando la dieta carece de elementos esenciales, tales como hierro, calcio y zinc. Evidencias de los estudios toxicológicos, epidemiológicos, bioquímicos y fisiológicos, demuestran que el plomo tiene efectos adversos en la salud humana, en especial en los trabajadores expuestos a diversas concentraciones de plomo en el ambiente de trabajo.

Los niveles de plomo en la sangre oscilan entre los 15 y 40 µg/dl de sangre. La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera como límite aceptable hasta 40, inaceptable de 41 a 60, y peligroso cuando rebasan los 60 µg/dl de sangre. El promedio aceptable es de 20 µg/dl de sangre. Análisis químicos han revelado que entre los adultos, alrededor del 95% del plomo en el cuerpo se almacena en los huesos; este porcentaje es de aproximadamente 70% en los niños.

## **2. Contaminación por generación de Residuos**

### **2.1 Residuos Industriales**

Los residuos industriales son aquellos generados por las industrias y están directamente relacionados con los procesos industriales que se llevan a cabo en la producción. Estos se clasifican según su magnitud y características de su impacto ambiental en peligrosos y no peligrosos. Entre los peligrosos se tienen los tóxicos, combustibles, explosivos y radioactivos. Mientras que dentro de los no peligrosos tenemos los desechos orgánicos, los de la construcción.

Durante las últimas dos décadas, Chile ha tenido un crecimiento importante en todos los rubros de la actividad industrial, lo que se ha traducido en un aumento significativo en la generación de residuos industriales, tanto sólidos como líquidos.

Al principio este tipo de residuos fueron dispuestos en los vertederos para residuos sólidos domiciliarios, abandonados en vertederos clandestinos, vertidos al alcantarillado y/o causes superficiales. Esto evidenció, principalmente, la falta de alternativas para tratar y disponer los residuos industriales dentro del país, la falta de una normativa clara y la ausencia de fiscalización por parte de las autoridades ambientales y sanitarias.

Ha sido largo el camino respecto de esta materia pero de a poco se han ido incorporando empresas que se dedican a tratar y disponer este tipo de residuos. Además, las propias industrias, en el marco del acuerdo de producción limpia, como parte del proceso han incorporados políticas de minimización, recuperación y reutilización de sus residuos así como la instalación de plantas de tratamiento. A esto se suma el avance en la dictación de normas encaminadas, principalmente, a la protección de la salud de las personas y el medio ambiente.

En general, se dispone de escasos antecedentes respecto a la cuantificación y caracterización de los residuos industriales a nivel nacional.

El análisis de los estudios que se han realizado ha permitido detectar que cada región genera distinta cantidad y tipos de residuos industriales, y por consiguiente, es diferente la jerarquización de sus problemas, ya sea por su grado de peligrosidad, impacto social o volumen de generación. No obstante, se ha detectado que en lo que respecta al manejo de los residuos, éste presenta características similares a nivel nacional.

En Chile, en la industria manufacturera, se generan alrededor de 20 millones de toneladas de residuos industriales al año. De éstos un millón de toneladas corresponde a los residuos sólidos mientras 600 mil son lodos. La mayor parte de los residuos se generan en el sector de la industria de los alimentos, aunque sus residuos no son tóxicos, su impacto ambiental es

similar al de la parte orgánica de los residuos domésticos: altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno disuelto (DBO<sub>5</sub>) en los cursos de aguas, deterioro de la flora y fauna acuáticas y deterioro estético de determinados lugares<sup>7</sup>.

La industria metalmecánica aporta sólo el 1,5% de los residuos sólidos. Es posible que esta información esté subestimando el monto de residuos por cuanto no se consideró todo el sector que labora en la pequeña industria metalmecánica (maestranza, talleres de reparación, galvanoplastia, etc.), que normalmente genera una cantidad importante de desechos.

Los residuos tóxicos del sector industrial alcanzan a 133 mil ton/año, correspondiendo un 1% del total de residuos.

La industria metálica básica, que en el caso de Chile comprende las fundiciones de hierro y cobre, aparece como la rama que más genera residuos tóxicos (34,1%), seguida de la industria química (31,9%), la industria textil, de prendas de vestir y del cuero (23,1%), fabricación de maquinarias y equipos (8,5%), y el sector de alimentos (0,83%).

Para el caso de la Región Metropolitana ésta genera anualmente alrededor de un millón de toneladas de residuos industriales sólidos, dentro de los cuales el 5% correspondería a residuos peligrosos. Se estima que cerca de la mitad de los residuos son reciclados dentro o fuera de la industria. Un cuarto de éstos son depositados en conjunto con los domiciliarios, mientras el resto es almacenado al interior de las industrias o depositado ilegalmente, sin mayor control o protección para el medio ambiente y la población. Por otra parte, con las plantas de tratamiento de residuos industriales líquidos se genera una gran cantidad de lodos, los que requieren de un manejo adecuado como residuos sólidos.

## 2.2 Residuos Industriales Líquidos

La actividad industrial moderna se caracteriza por generar una cantidad de residuos líquidos que contienen una amplia gama de compuestos químicos según el tipo de industria y procesos de producción del que provienen. Entre los elementos, compuestos y

efectos contaminantes producidos por la industria destacan: la materia orgánica (DBO), los sólidos suspendidos, cambios significativos del pH, cambios de temperatura, aceites, grasas, metales pesados, y compuestos químicos orgánicos e inorgánicos.

Existe particular alarma a nivel mundial por la producción y descarga al medio ambiente de sustancias orgánicas persistentes, que son compuestos sintéticos altamente tóxicos (tal como su nombre indica, son persistentes, es decir, no son biodegradables, permaneciendo mucho tiempo químicamente activos en el medio ambiente y diseminándose a largas distancias). Estos compuestos industriales se acumulan y concentran en los organismos a niveles cada vez más peligrosos a medida que asciende la cadena trófica.

“En Chile, las descargas industriales más relevantes en el deterioro de la calidad del medio acuático provienen de la minería del cobre, fábricas de celulosa y papel y de las industrias pesqueras. Los aportes más significativos de carga orgánica, producto de los residuos industriales líquidos, los entregan las cuencas de Maipo, Aconcagua, Andalién y Bío-Bío, sin considerar sus caudales de dilución. Las áreas marinas más afectadas respecto a carga orgánica son las bahías de Valparaíso y Concepción. Problemas de contaminación producidos por efluentes de industrias mineras ocurren principalmente en ciertas áreas del norte del país, donde grandes cantidades de relaves y residuos son depositados en el mar, produciendo embancamientos y el deterioro de la flora y la fauna”<sup>8</sup>.

Según la Dirección General de Aguas (DGA, 1993), los rubros industriales más importantes desde el punto de vista de la contaminación hídrica en Chile son:

- Industria alimenticia y agroindustria
- Industria de la madera, papel y celulosa
- Industria metalúrgica y metalmecánica
- Industria química
- Industria del cuero
- Industria textil

<sup>7</sup> Manejo de Residuos Sólidos Urbanos e Industriales en Chile. Hernán Durán.

<sup>8</sup> Nora Cabrera, en “Perfil Ambiental”, CONAMA, 1994.

**Cuadro 2.2.1 Número de descargas según tipo de cuerpo receptor**

Descargas	Industrias	Instituciones de Salud	Servicios Sanitarios
Río	154	3	436
Lago	6	0	9
Mar	141	1	149
Canal de Riego	87	2	11
Alcantarillado	1,591	419	0
Suelo	374	9	8
Otros	79	1	27
<b>Total</b>	<b>2,432</b>	<b>435</b>	<b>640</b>

Fuente: SISS, 1993, Catastro de Descargas de Riles

La industria pesquera, que es altamente contaminante, en general vierte sus residuos directamente al mar y, por lo tanto, no afecta la calidad de las aguas superficiales terrestres.

**Cuadro 2.2.2 Cuencas afectadas por RILES y Actividades**

Río	Actividad Económica Asociada
Andalién	Industria: alimentos, metalmecánica, siderúrgica; Agricultura: cultivos tradicionales y silvicultura
Itata	Cultivos Tradicionales: viñas, silvicultura; Ganadería; Industria: agroindustria
Bío-Bío	Industria: alimentos, metalmecánica, siderúrgica; Agricultura: cultivos tradicionales y silvicultura
Carampangue	Agricultura: silvicultura
La Ligua	Agricultura: hortofrutícola; minería metálica y no metálica
Aconcagua	Agricultura: frutícola de exportación, floricultura, horticultura; Industria: cemento, fundición de cobre, agroindustria; Minería: cobre
Elqui	Minería de hierro y oro, Agricultura: zona pisquera y frutícola
Limarí	Agricultura: zona pisquera y frutícola

Fuente: Catastro Nacional de Descargas de RILES, SISS, 1997

### 2.3 Residuos Líquidos Domésticos

Estudios recientes de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), realizados de acuerdo a las nuevas normas y parámetros, así como métodos de evaluación y medición, establecidos en Chile, han determinado que el total de aguas servidas descargadas a las 36 hoyas hidrográficas del país a diciembre de 2001, asciende aproximadamente a 536 millones de m<sup>3</sup> al año, con una carga contaminante orgánica de 99.454 toneladas de DBO<sub>5</sub> al año. En este estudio la SISS estima que el caudal de aguas servidas vertidas en todo el país directamente al mar, asciende

aproximadamente a 136 millones de m<sup>3</sup> al año, con una DBO<sub>5</sub> de 27.015 toneladas al año. El total de descarga nacional, por tanto, asciende a 672 millones de m<sup>3</sup>/año con una carga de DBO<sub>5</sub> total aproximado de 126.560 ton/año.

**Cuadro 2.3.1 Cuencas Hidrográficas y sus descargas de aguas**

Río o cuerpo de agua	Población Total Dic. 2001	Población AS Dic. 2001	Caudal AS Dic. 2001	Carga Orgánica descargada a curso en un año (ton DBO5)
Río Loa	135.720	125.405	4.519.615	158
Río El Salado	9.946	8.925	330.376	83
Río Copiapó	137.682	130.456	6.589.428	386
Río Huasco	52.468	50.528	2.076.094	133
Río Elqui	15.987	13.143	547.881	66
Río Limarí	122.266		3.738.529	291
Río Choapa	41.855	37.449	1.216.345	72
Río Petorca	2.873	1.345	46.049	2
Río La Ligua	33.148	31.150	1.109.185	72
Estero Salado	665	665		0
Estero Puchuncaví	3.066	2.664	88.588	10
Río Aconcagua	328.951	294.099	14.597.997	1.656
Estero Casablanca	20.066	16.856	805.332	21
Río Maipo	6.386.534	6.263.717	381.122.350	78.875
Estero Batuco	68.044	57.944	2.957.881	109
Río Rapel	470.498	401.950	8.257.810	907
Estero Nilahue	18.878	16.490	925.553	64
Río Mataquito	175.004	161.947	6.955.337	359
Río Maule	390.039	371.400	17.393.072	3.375
Río Loanco	2.730	1.521	49.553	0
Río Cobquecura	8.785	6.861	274.613	5
Río Itata	279.738		9.500.582	700
Río Andalién	3.707	2.929	106.203	16
Río Bío Bío	719.551	651.876	30.975.132	5.971
Río Lebu	75.204	47.673	1.415.977	201
Río Carampangue	15.087	13.382	517.684	104
Río Paicaví	18.359	13.788	503.310	8
Lago Lanalhue	2.299	1.261	2	0
Río Imperial	392.393	363.139	16.270.798	2.943
Río Toltén	74.892	62.141	2.751.846	393
Río Calle Calle	183.676	164.506	7.037.277	858
Río Bueno	189.664	179.215	7.330.727	1.409
Río Maullín	49.706	39.560	1.630.075	33
Río Aysén	57.943	55.199	2.056.188	167
Río Baker	2.832	2.542	87.476	3
Lago General Carrera	3.694	1.928	112.057	4
<b>Total</b>	<b>10.493.950</b>	<b>9.593.654</b>	<b>533.896.922</b>	<b>99.454</b>

Fuente: Informe de Gestión del Sector Sanitario, SISS, 2001. Informe Anual de Coberturas de Servicios Sanitarios al 31/12/01, SISS, 2002

Estas cifras parecen indicar que la cantidad total de descargas de aguas servidas en el país, a diciembre de 2001, es prácticamente la misma que la estimada en 1993. Según la SISS, esto no es efectivo, sino que se trata de una coincidencia, dado que la cifra alcanzada en 1993 era sólo una aproximación en base a la metodología de la Organización Mundial de la

**Cuadro 2.3.2 Carga orgánica descargada al mar por regiones (diciembre 2001)**

Región	Caudal AS-Dic 2001 (m3/años)	Carga DBO5 (ton/año)
I	18.445.562	5.386
II	14.076.364	754
III	1.222.159	417
IV	16.069.539	4.476
V	45.348.943	7.829
VI	0	0
VII	1.433.193	400
VIII	22.258.321	3.049
IX	0	0
X	9.360.853	2.678
XI	69.848	27
XII	7.403.754	1.999
<b>Total</b>	<b>135.688.536</b>	<b>27.015</b>

Fuente: Informe de Gestión del Sector Sanitario, SISS, 2001. Informe Anual de Coberturas de Servicios Sanitarios al 31/12/01, SISS, 2002

Salud (OMS). Lo que sí es importante notar, es que la carga asociada a las descargas actuales de aguas servidas es menor a la estimada con la metodología de la OMS. Esto es atribuible al efecto de las plantas de tratamiento. Aún así, la carga orgánica contaminante descargada actualmente a todas las cuencas del país y al borde costero – aproximadamente 126.560 ton/año- es considerable y constituye un serio problema ambiental que es necesario solucionar. Según las proyecciones de la SISS y de las empresas sanitarias, para el año 2010, esta situación habrá sido significativamente mitigada por medio de las plantas de tratamiento en construcción y planificación a lo largo del país. Sin embargo, cabe hacer notar que estas estimaciones no incluyen los riles ni la contaminación difusa (pesticidas y fertilizantes). Como se ha dicho, con las nuevas normas la calidad de los riles vertidos a los sistemas de alcantarillado y a aguas superficiales debiera mejorar significativamente. La actual carencia de antecedentes respecto a la contaminación difusa, así como de propuestas para su neutralización, es sumamente alarmante.

En relación a la cobertura de tratamiento de aguas servidas, la SISS estima que la cobertura actual de tratamiento de ellas, promedio nacional, se aproxima al 40%, que a fines del 2002 será de 44,4%, de 83,6% para el año 2005 y de 98,7% para el año 2010. Estas

proyecciones consideran los programas de inversiones de cada una de las empresas sanitarias para los próximos años y el índice de cobertura de tratamiento de aguas servidas en términos de población, que corresponde a una estimación del porcentaje de la población urbana cuyas aguas servidas recolectadas recibe algún tipo de tratamiento.

## 2.4 Residuos Sólidos Domiciliarios

Uno de los problemas ambientales más significativo del país es el de los residuos sólidos domiciliarios que se generan a lo largo de éste. Hasta ahora todas las soluciones apuntan a la disposición final de los mismos, más estaciones de transferencia, más rellenos sanitarios para todas las regiones. Hay pocas soluciones encaminadas a la minimización, reducción y reciclaje de la basura. Las políticas están erradas en este aspecto y si no comenzamos a ver el problema de los residuos desde otro punto de vista dentro de muy poco no sabremos que hacer con ellos.

A esto se suma la gran cantidad de vertederos ilegales. Sólo en la Región Metropolitana existen unos 78 de ellos a los cuales va a parar el 57% de los residuos de la región, es decir, un poco más de 1,5 millones de toneladas. Estos lugares carecen de control y con el tiempo se transforman en focos de infección y enfermedad, contaminando cursos de aguas superficiales y subterráneas a través de los líquidos percolados.

Es cierto que los estudios de factibilidad escogen la tecnología del relleno sanitario como la mejor solución para la situación chilena puesto que otro tipo de soluciones (incineración, pirólisis, etc. por ejemplo) resultan demasiado costosas.

Sin embargo, optar sólo por rellenos sanitarios, a la larga se transforma en una bomba de tiempo. Expertos de los países desarrollados han concluido que con el relleno sanitario sólo se está preservando la basura para las futuras generaciones. Es por esto que se debe pensar en procesos alternativos.

Por ejemplo, si se implementaran políticas de minimización, reducción y reciclaje de los residuos se reducirían considerablemente los volúmenes que llegan

a los rellenos, prolongado su vida útil y evitando la construcción de varios más de ellos.

El tema de la basura pide fuertes cambios en su actual sistema de manejo y de gestión. La práctica de dejarlo en manos de los municipios ya colapsó haciendo urgente la necesidad de modificar la legislación vigente que incorpore una política real de manejo y defina claramente un ente rector y una normativa que permitan fiscalizar cómo se cumple la norma.

### 3. Sector Energético

En materia de energía Chile ha sido calificado como un país altamente vulnerable y dependiente. Dos tercios de la electricidad generada, motor de la economía, depende de recursos importados: petróleo (se compra el 97% del consumo total) y gas natural (100% importado), los cuáles contaminan y pueden llegar a agotarse.

Han habido intentos por cambiar estas fuentes energéticas por las llamadas energías renovables, pero éstos no han resultado. En cambio, se ha optado por construir grandes centrales hidroeléctricas (hoy día representan el 30% de la capacidad instalada), que si bien contaminan menos, al pudrirse inundan bosques que emiten sus gases a la atmósfera contaminándola, provocan la pérdida de la biodiversidad en el área inundada y sus alrededores, cambian el equilibrio ecosistémico de la zona, dependen de las lluvias, entre otros inconvenientes.

Las fuentes renovables no convencionales o "alternativas" parecen ser la solución –el viento, el sol, los desechos y el calor natural de la Tierra-. En Chile, menos del 1% de la energía se genera a partir de ellas, a pesar de que se poseen recursos de sobra para explotarlas a mayor escala..

Dentro de este tipo de energía limpia la geotérmica es uno de los menos explotados a pesar de que Chile esta ubicado en el Círculo del Fuego del Pacífico, que es la zona donde chocan las placas tectónicas posibilitando el ascenso del magma a la superficie. Recién en el 2000 se promulgó la Ley Nº 19.657 que regula la explotación de éste recurso. El 2001 la ENAP y CODELCO formaron la empresa Geotérmica del

Norte, destinada a explorar y explotar los recursos geotermales en la I, II y III regiones, acciones de investigación que se han ido extendiendo hacia las regiones VI, VII, VIII y Metropolitana A esto se suman exploraciones realizadas por geólogos de la Universidad de Chile en la zona central-sur, quienes estiman que las fuentes geotérmicas de estas zonas podrían alcanzar para 16.000 MW, cerca del doble de la capacidad instalada actualmente en el país.

La energía eólica es un recurso muy poco utilizado en nuestro país, fundamentalmente en la zona sur. Un ejemplo de esto son los tres molinos de 45 metros de altura y con aspas de 47 metros de diámetro instalados en Alto Baguales, a unos 7 kilómetros de Coyhaique, los cuales generan 360 KW cada uno permitiendo el abastecimiento de unas 500 casas.

En la zona norte del país se utiliza, cada vez más, la energía solar para producir energía eléctrica, fundamentalmente, gracias a los kilómetros de desierto desocupado que ya sirven y en el futuro podrían aumentar como grandes generadores de kilovatios.

Según los expertos, utilizando sólo la energía eólica en el sur y la solar, en el norte, se podrían generar entre mil y dos mil MW, hasta un 20% de la potencia instalada en el país, por lo que se hace necesaria una política energética que incentive la utilización de éste tipo de fuentes. Mientras tanto, los gestos indicativos de la política para los próximos diez años señala que en el escenario futuro existen tres tipos de proyectos: termoelectricidad con gas natural, hidroelectricidad e interconexiones.

#### Gas Natural

La introducción del gas natural en Chile produjo uno de los cambios más importantes y, tal vez, uno de los más explosivos, ocurridos en la matriz energética de nuestro país. El primer gasoducto de interconexión entre Chile y Argentina fue construido en 1996 para abastecer la planta de metanol de Methanex, en la XII Región. No obstante, el impacto de este energético a nivel masivo comenzó en 1997, cuando se inauguró el gasoducto GasAndes, que abastece de gas natural a la región central del país. A esto le siguió la construcción de los gasoductos Gas Atacama y Norandino en la II Región, y Gas Pacífico en la VIII Región. Con esto, el gas natural

irrumpió con fuerza los mercados de generación eléctrica, industrial, comercial y, en menor grado, domiciliario.

La introducción del gas natural ha traído innegables beneficios, especialmente en la generación eléctrica, donde ha reemplazado exitosamente al carbón y al petróleo, vía precios, con una disminución importante de las emisiones de gases contaminantes.

El gas natural representa hoy día el 70% de los combustibles utilizados para generar electricidad en el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) y el 20% del Sistema Interconectado central (SIC). Según la Comisión Nacional de Energía (CNE) durante el 2002 el país consumirá unos ocho mil millones de m<sup>3</sup> de gas natural, de los cuales un 40% será destinado a energía eléctrica, un 33% a petroquímica, un 15% a usos industriales y un 5% a consumo residencial.

En el ámbito nacional, el sector industrial ha sido uno de los más beneficiados por este combustible. En la

Región Metropolitana, el 90% de las industrias posibles de convertir utilizan hoy gas natural.

Las proyecciones de la CNE señalan que existe todavía un amplio margen de crecimiento para el gas natural, estimando que en los próximos diez años podría duplicar su participación en la matriz energética nacional, con un rango de crecimiento en torno al ocho por ciento anual.

En el SING, no se prevé la construcción de nuevas centrales de ciclo combinado a gas natural, situación que podría cambiar si se concreta la interconexión con el SIC. En el SIC, por su parte, el gas natural sí cobra importancia y ya han sido programadas, entre 2003 y 2010, las construcciones de ocho nuevas centrales de ciclo combinado a gas, desplazando en forma significativa el crecimiento vía hidroelectricidad.

Por otro lado, el futuro del gas natural podría cambiar si se concreta la salida del gas boliviano por un puerto chileno. A pesar de que este proyecto está diseñado

<b>Cuadro 3.1 Proyección de Demanda de Gas Natural Escenario Base: Consumo anual (Mm3)</b>														
Año	REGIÓN										SIC	SING	TOTAL	
	II	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII				
2002	197.250	302.356	730.185	0	0	290.620	0	0	0	0	3.804.438	1.672.503	1.185.908	8.183.260
2003	273.000	320.356	797.771	49.005	0	418.628	0	0	0	0	3.820.141	1.959.810	1.232.782	8.871.493
2004	302.250	343.578	866.883	102.879	0	541.264	0	0	0	0	3.891.135	2.106.820	1.267.178	9.421.987
2005	377.400	349.676	936.001	115.288	0	576.092	0	0	0	0	4.572.429	2.939.075	1.326.203	11.192.164
2006	417.550	370.456	1.003.242	128.524	0	602.587	0	0	0	0	4.583.032	3.540.483	1.326.203	11.972.077
2007	457.700	379.278	1.075.841	134.761	0	628.335	0	0	0	0	4.593.953	4.106.684	1.449.710	12.826.262
2008	472.300	388.458	1.147.258	140.611	0	652.045	0	0	0	0	4.605.201	4.277.593	1.573.217	13.256.683
2009	483.250	407.509	1.211.359	146.706	0	672.164	0	0	0	0	4.616.787	4.800.597	1.632.999	13.971.371
2010	501.500	417.359	1.272.111	151.841	0	690.646	0	0	0	0	4.629.721	5.408.771	1.632.999	14.704.948
2011	519.750	427.172	1.333.291	157.155	0	708.565	0	0	0	0	4.642.013	6.467.714	1.632.999	15.888.659

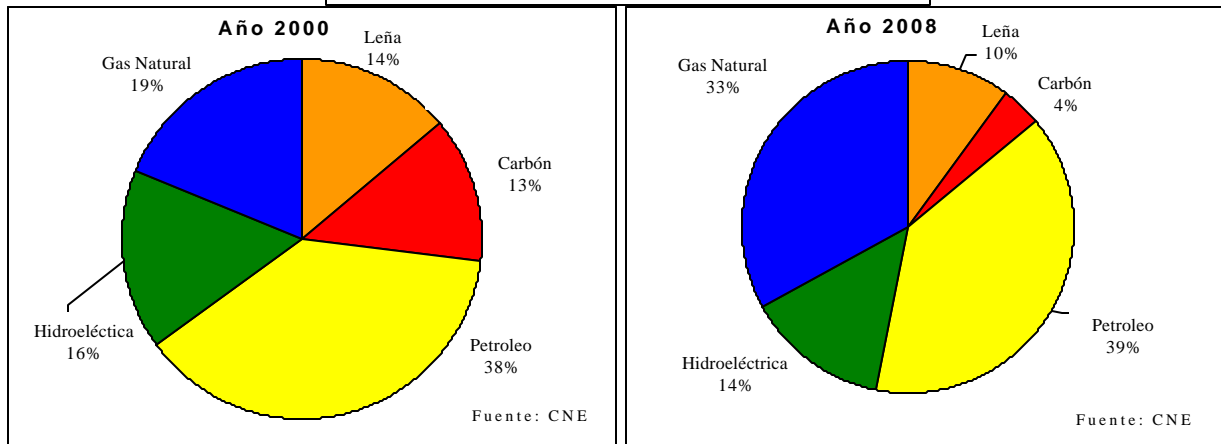
<b>Proyección de Demanda de Gas Natural Escenario Alternativo (1): Consumo anual (Mm3)</b>														
Año	REGIÓN										SIC	SING	TOTAL	
	II	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII				
2002	197.250	302.356	730.185	0	0	290.620	0	0	0	0	3.804.438	1.672.503	1.185.908	8.183.260
2003	273.000	320.356	797.771	49.005	0	418.628	0	0	0	0	3.820.141	1.959.810	1.232.782	8.871.493
2004	302.250	343.578	866.883	102.879	0	541.264	27.988	11.636	11.436	3.891.135	2.106.820	1.267.178	9.473.047	9.473.047
2005	377.400	349.676	936.001	115.288	95.783	576.092	41.219	39.042	23.445	4.572.429	2.939.075	1.326.203	11.391.653	11.391.653
2006	417.550	370.456	1.003.242	128.524	119.060	602.587	50.340	66.448	35.692	4.583.032	3.540.483	1.326.203	12.243.617	12.243.617
2007	457.700	379.278	1.075.841	134.761	135.417	628.335	56.715	92.849	36.406	4.593.953	4.106.684	1.449.710	13.147.649	13.147.649
2008	472.300	388.458	1.147.258	140.611	153.006	652.045	60.928	108.258	37.134	4.605.201	4.277.593	1.573.217	13.616.009	13.616.009
2009	483.250	407.509	1.211.359	146.706	171.903	672.164	63.811	117.015	37.877	4.616.787	4.800.597	1.632.999	14.361.977	14.361.977
2010	501.500	417.359	1.272.111	151.841	192.192	690.646	65.520	123.452	38.635	4.629.721	5.408.771	1.632.999	15.124.747	15.124.747
2011	519.750	427.172	1.333.291	157.155	200.840	708.565	66.927	127.793	39.407	4.642.013	6.467.714	1.632.999	16.323.626	16.323.626

(1): considera proyección de demanda de gas natural en regiones que al 2002 cuenta con el energético y además a partir de 2004 la materialización de proyecto de transporte de gas natural en regiones VII, IX, X y XII

Fuente: CNE



Gráfico 3.1 Cambios en la Matriz Energética Chilena



Cuadro 3.2 Generación de Energía y su Variación Interanual

Mes	Generación (GWh)								Variación (%)			
	Año 2001				Año 2002				Total	Ciclo Combinado	Otras Térmicas	Hidro
	Total	Ciclo Combinado	Otras Térmicas	Hidro	Total	Ciclo Combinado	Otras Térmicas	Hidro				
Agosto	3.561	755	753	2.053	3.593	753	736	2.104	0,9%	-0,3%	-2,3%	2,5%
Septiembre	3.277	731	591	1.955	3.361	572	731	2.058	2,6%	-21,8%	23,7%	5,3%
Octubre	3.502	748	746	2.008	3.558	691	695	2.172	1,6%	-7,6%	-6,8%	8,2%

Fuente: INE

para exportar gas natural licuado al mercado californiano, la existencia del gasoducto abre la posibilidad a las negociaciones y Chile podría acceder a los ricos campos gasíferos bolivianos.

### 3.1 Generación Eléctrica

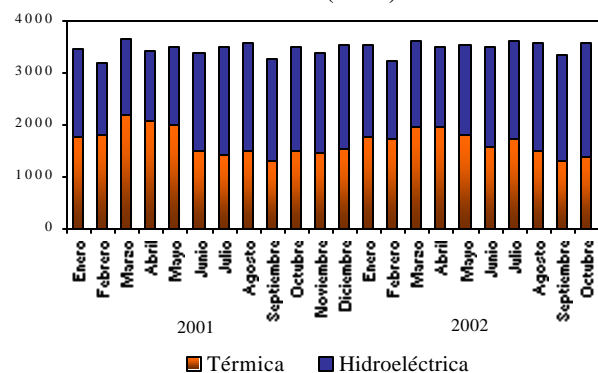
En el cuadro 3.2 se puede observar la variación en la generación de la energía eléctrica para los meses de agosto, septiembre y octubre. Analizando el trimestre se aprecia un incremento del 1,6% respecto a igual período del año 2001.

Para el mes de octubre la generación de ciclo combinado disminuyó un 7,6% con respecto a igual mes del año anterior. Asimismo, la generación de otras térmicas decreció un 6,8% en el mismo período. Por otra parte, la generación hidroeléctrica creció en un 8,2% con respecto a igual mes de octubre del año 2001.

Del total generado, un 19,4% corresponde a energía de ciclo combinado, un 19,5% a termoeléctricas y 61,1% a la energía hidroeléctrica.

Por otra parte, durante el mes de octubre del 2002 la generación total del Sistema Interconectado Central (SIC) fue de 2635 GWh, correspondiendo a un 74,1% del total generado, en tanto que el Sistema Interconectado Norte Grande (SING) fue de 727 GWh, correspondiendo al 20,4% del total generado, y el 6,3% restante corresponde a otros sistemas menores y auto productores con 196 GWh.

Gráfico 3.2 Generación de Energía Hidroeléctrica y Térmica 2001-2002 (GWh)

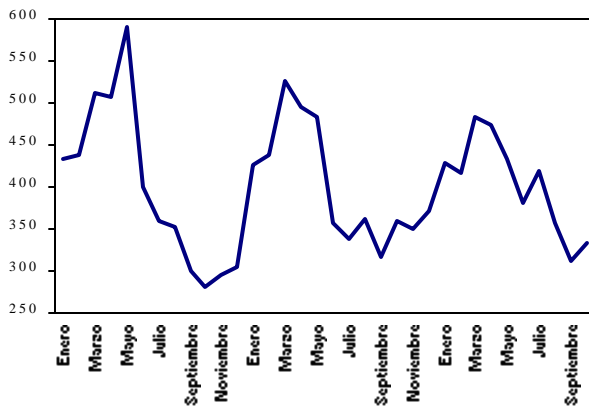


Fuente: INE

### 3.2 Impacto Ambiental

En Chile las emisiones de CO<sub>2</sub> se comportan de manera cíclica, como se puede observar en el gráfico 3.3. Mientras en el período diciembre-marzo (para los años 2001-2002) aumentan las emisiones de CO<sub>2</sub>, dado que la producción de energía eléctrica es fundamentalmente a través de las centrales térmicas, a partir de marzo esta tendencia se invierte, registrándose una disminución en las emisiones ya que se favoreció la producción de energía hidroeléctrica, fundamentalmente por su bajo costo.

**Gráfico 3.3 Emisiones de CO2 en Centrales Eléctricas**  
(millones de Kgs de CO2)



Fuente: Terram en base a información del INE y CEPAL

## 4. Medioambiente

### Catastro de Contaminación

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) está coordinando el primer catastro para detectar las zonas con mayores índices de contaminación del país. Aunque se trata de una iniciativa clave para organizar y ejecutar las políticas del medioambiente del país, el organismo comenzó a preparar este catastro recién en diciembre del 2001.

El estudio permitirá identificar las características de las áreas afectadas y sus efectos. Incluirá una evaluación de los contaminantes, un análisis de los riesgos y la elaboración de proyectos de saneamiento específico para cada caso. Gracias al catastro de las zonas más contaminadas del país, en el cual colaboran diversas organizaciones estatales, será posible focalizar

los escasos recursos, que para este objetivo posee el Estado, en aquellos lugares cuya población se encuentra sometida a elevados niveles de polución. Así, se instalarán medidas urgentes para aminorar sus perjudiciales consecuencias sobre la ciudadanía.

Este trabajo ya ha dado sus primeros frutos: fueron identificados los cinco puntos de mayor compromiso sanitario de Chile, entre los cuales destacan el sector aledaño a la industria Pizarreño, en Maipú, y en la zona habitacional los colectivos de Antofagasta. Mientras en el primer caso se iniciaron las obras de limpieza en agosto pasado, para el segundo los trabajos empezaron durante septiembre de este año.

El catastro de la CONAMA debiera convertirse en la piedra angular de la estrategia de descontaminación nacional. Conjugación de calidad de vida de la ciudadanía con el cuidado del medio ambiente es el desafío que, a partir de este estudio, debe motivar a las autoridades en los próximos años.

### Nuevo Reglamento apura Proyectos de Evaluación de Impacto Ambiental

La CONAMA nacional anunció durante la primera semana de diciembre que la Contraloría tomó razón de un conjunto de modificaciones al reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), las que formaban parte de los compromisos ambientales asumidos por el Gobierno en el marco de la Agenda Pro-Crecimiento, para agilizar la tramitación de los proyectos de inversión y la gestión ambiental.

El objetivo fundamental de esta modificación, según la CONAMA, es hacer más expedita y menos discrecional la evaluación de impacto ambiental de proyectos públicos y privados.

La nueva versión del reglamento aclara, simplifica, precisa y define algunos aspectos contenidos en el actual texto, dejando en claro, por ejemplo, qué proyectos y actividades deben evaluarse en forma obligatoria.

Es de esperar que estas modificaciones no influyan en la calidad de los procesos y evaluaciones y que las autoridades ambientales sean rigurosas a la hora de dar sus dictámenes y resoluciones calificativas de los proyectos.

## **Empresas: Gasto ambiental es 1% del PIB**

Hoy día el 1% del producto interno bruto del país se está destinando a la protección del medioambiente. Así se desprende de la información entregada por primera vez por las empresas chilenas en sus últimos reportes de estados financieros, después de que la circular 1.501 de la Superintendencia de Valores y seguros del año 2000 estableciera la necesidad de transparentar esta información.

El Superintendente, junto al director ejecutivo de la CONAMA, señaló que se han invertido sobre US\$60 millones en medioambiente, lo que implica un mejor posicionamiento de los productos chilenos en los mercados externos.

Los sectores que declararon mayor inversión en medioambiente son minería, forestal y vitivinicultura. Todos estos sectores comparten la característica de estar ligados a la exportación.

Las inversiones medioambientales más comunes son mejoras de procesos para poder producir más limpio y tratamiento de las descargas de residuos industriales líquidos.

## **Pocas Empresas chilenas están certificadas ISO 14.000.**

Una organización obtiene grandes beneficios al implementar la norma ISO 14.000. Entre ellos, el ahorro de costos y el incremento de la eficacia, mayores oportunidades de mercado, mayor eficacia para cumplir las regulaciones medioambientales, con las exigencias de los clientes, mejorar relaciones con terceros interesados (vecinos, accionistas, clientes, banqueros, aseguradoras, fiscalizadores), mayor y mejor comunicación con los empleados además de aumento de su motivación, lealtad y mayor compromiso.

Las organización que fomentan iniciativas para mejorar su actuación medioambiental global, tales como sistemas de gestión medioambiental, así como tecnologías más limpias o programas de reducción de residuos, han demostrado su habilidad para generar ahorros considerables. El proceso de

implantación de la ISO 14.001 les permite identificar el uso de los recursos y la falta de eficacia y les proporcionará un marco de trabajo para evaluar las oportunidades y posibilidades de ahorro de costos.

Algunos ejemplos: entre 1975 y 1990, la empresa 3M ahorró más de 537 millones de dólares al implantar iniciativas medioambientales en su organización; Project Catalyst, un proyecto de demostración del Departamento de Industria y Comercio del Reino Unido (DTI), identificó ahorros potenciales de 8,9 millones de libras a partir de 399 medidas de recorte de residuos de catorce grandes y medianas empresas.

A pesar de esto en Chile sólo hay 33 empresas certificadas con ISO 14.000 (esta no es una cifra oficial por cuanto no hay obligación de informar al respecto), lo que es bastante poco si se considera otros países: en Argentina hay 170, en Brasil 350, Inglaterra 2.500 y Japón 7.500.

Una de las explicaciones es que para esto se requiere de inversión en consultoría, capacitación, innovación tecnológica, tratamiento de residuos.

Para las grandes empresas sobre todo las de capital extranjero, no es problema adoptar la ISO 14.000 y otras normas de la serie ISO, porque en ellas existe la cultura empresarial que acepta que ella les impone un tema que deben abordar.

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental ha ayudado en este camino. Por ejemplo, los rellenos sanitarios deben certificar obligatoriamente su gestión ambiental.

En Chile existen alrededor de 500.000 empresas, de las cuales cerca de uno por ciento pertenece a las grandes empresas (5.000), comparando las certificadas la cifra es bastante baja.

## **Definen Trazado geográfico de proyecto sendero de Chile**

Prácticamente listo se encuentra el trazado del sendero de Chile, uno de los proyectos estrella del Gobierno con miras a la celebración del Bicentenario en el año 2010. Luego de numerosos estudios y análisis jurídicos de las diferentes

comisiones regionales que trabajan en el programa se determinaron los puntos más importantes que lazarán la ruta que recorre el país desde Visviri hasta el Cabo de Hornos y los tramos pilotos de cada región.

Si bien la obra de construcción y habilitación de la senda, bastante avanzada en la Región Metropolitana, La Araucanía y Los Lagos han sido lentas por su magnitud, lo más complejo es definir cómo los propios asentamientos humanos sostendrán el entorno medioambiental del proyecto.

El proyecto del Sendero de Chile tiene como fin la construcción de una vía transitable a pie, caballo o en bicicleta que recorra el país en toda su extensión. Según estimaciones preliminares, cada kilómetro de

construcción tendrá un costo de \$1,5 millones. El sendero tendrá una extensión de seis mil kilómetros y recorrerá más de mil áreas silvestres protegidas (17 parques, 21 reservas y dos monumentos nacionales), comprendiendo las trece regiones del país, 36 provincias y 94 comunas.

Su trazo se relacionará con 4,4 millones de chilenos, lo que corresponde a 250 asentamientos humanos. De ellos, 70 son poblados indígenas donde viven 24.500 personas.

Este año se habilitarán 100 kilómetros al público mientras que para el 2003, la CONAMA pretende integrar socialmente el sendero con escuelas, grupos ecológicos, tercera edad, menores en riesgo y otros.

Si bien la mayor parte del trazado del sendero está sobre terrenos fiscales, se está iniciando un plan de negociación con los particulares que tienen terrenos con posibilidades de integrarse a la ruta.

## Fuentes de Información

CENMA-Universidad de Chile. 2001. Inventario de Emisiones a octubre del 2000.

CONAMA. 1998. "Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana, 1997"

CONAMA. 1999. "Política Regional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Domiciliarios".

CONAMA. 2000. "Antecedentes para la Política Nacional sobre Gestión de Residuos".

CONAMA. 2000. "Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Domiciliarios". Propuesta.

CONAMA. Normas Ambientales preparadas por el Sistema de Gestión Ambiental Chileno.

Diferentes Números. Revista Induambiente. Varios años. Santiago de Chile, Chile.

INE-CONAMA. Estadísticas del Medio Ambiente. 1996-2000

INE. Varios Números. "Informe mensual de la Generación Eléctrica del País".

Noticias de la Prensa Nacional y extranjera.

Ostro, B., J.M: Sánchez y S. Valdés. 1998. "Los Efectos en la Salud de la Contaminación Atmosférica por PM<sub>10</sub> en Santiago". Centro de Estudios Públicos, N° 69.

SESMA. Informe especial para Vigilancia Epidemiológica. (Red-Macam2: PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>; O<sub>3</sub>; CO; SO<sub>2</sub>).

SESMA. Informe mensual de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana.

SISS. 1999. "Diagnóstico de los Residuos Industriales Líquidos en Chile".

SISS. 2000. "Actualización del Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos del año 1999".

Universidad de Chile. 1995. "Estudio de Composición y Proyección de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Provincia de Santiago"

Universidad de Chile. 2000 "Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile 1999". Centro de Análisis de Políticas Públicas.

[www.conama.cl](http://www.conama.cl)

[www.ine.cl](http://www.ine.cl)

[www.santiagolimpio.cl](http://www.santiagolimpio.cl)

[www.sesma.cl](http://www.sesma.cl)

[www.siss.cl](http://www.siss.cl)

Descarga de Riles según tipo

Cobertura de las Empresas Sanitarias a nivel nacional

Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas

## Otras Publicaciones de Fundación Terram

- ADC-5S A la Espera de los Cambios Sociales, 08-2002  
ADC-5MA Santiago, Una Ciudad que se Ahoga entre el Smog, la Basura y las Inundaciones, 8-2002  
ADC-5RN La Insustentabilidad en el Uso de los Recursos Naturales, 08-2002  
ADC-6MA La Expansión Urbana de Santiago vs. el Plan de Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana, 10-2002  
APP-3 Contaminación Atmosférica de la Región Metropolitana, 09-2001  
APP-4 Evaluación de los Impactos de la Producción de Celulosa, 11-2001  
APP-5 El Costo Ambiental de la Salmonicultura en Chile, 11-2001  
APP-6 El Tratado de Libre Comercio entre Chile y Estados Unidos: Mitos y Realidades, 02-2002  
APP-7 El Aluminio en el Mundo, 04-2002  
APP-8 MegaProyecto Alumysa, 04-2002  
APP-9 El Fracaso de la Política Fiscal de la Concertación, 04-2002  
APP-10 De Pescadores a Cultivadores del Mar: Salmonicultura en Chile, 06-2002  
APP-11 La Privatización de los Recursos del Mar, 08-2002  
APP-12 Crecimiento Infinito: el mito de la salmonicultura en Chile, 08-2002  
APP-13 Informe Zaldívar: El Conflicto de Interés en la Ley de Pesca, 12-2002  
APP-14 Minera Disputada de Las Condes: El Despojo a un País de sus Riquezas Básicas, 12-2002  
EDS-1 Del Bosque a la Ciudad: ¿Progreso?, 03-2002  
EDS-2 Domar el capitalismo extremo no es tarea fácil, 11-2002  
ICS-4 Desde la Perspectiva de la Sustentabilidad: Superávit Estructural, Regla para la Recesión 05-2002  
IPE-1 Una Arteria sobre un Parque, 03-2002  
IPE-2 Dónde habrá más basura: ¿En los Rellenos Sanitarios o en su Proceso de Licitación?, 06-2002  
IPE-3 El Cobre Chileno: los nuevos caminos a la usurpación, 12-2002  
IR-2000 Informe de Recursos 2000  
IR-2001 Informe de Recursos 2001  
RPP-1 La Ineficiencia de la Salmonicultura en Chile: Aspectos sociales, económicos y ambientales, 07-2000  
RPP-2 El Valor de la Biodiversidad en Chile: Aspectos económicos, ambientales y legales, 09-2000  
RPP-3 Salmonicultura en Chile: Desarrollo, Proyecciones e Impacto, 11-2001  
RPP-4 Impacto Ambiental de la Acuicultura: El Estado de la Investigación en Chile y en el Mundo, 12-2001  
RPP-5 El Bosque Nativo de Chile: Situación Actual y Proyecciones, 04-2002  
RPP-6 Éxitos y fracasos en la Defensa Jurídica del Medio Ambiente, 07-2002  
RPP-7 Determinación del Nuevo Umbral de la Pobreza en Chile, 07-2002  
RPP-8 De la Harina de Pescado al "Salmón Valley", 08-2002  
RPP-9 Legislación e Institucionalidad para la Gestión de las Aguas, 08-2002  
RPP-10 Megaproyecto Camino Costero Sur ¿Inversión Fiscal al Servicio de Quién?, 11-2002  
RPP-11 Evaluación Social del Parque Pumalín, 12-2002  
RPP-12 El Estado de las Aguas Terrestres en Chile: cursos y aguas subterráneas, 12-2002

Escuche nuestro programa radial "Archivos del Subdesarrollo", todos los miércoles a las 18:30 horas en Radio Universidad de Chile, 102.5 F.M.

**Fundación Terram** es una Organización No-Gubernamental, sin fines de lucro, creada con el propósito de generar una propuesta de desarrollo sustentable en el país; con este objetivo, Terram se ha puesto como tarea fundamental construir reflexión, capacidad crítica y proposiciones que estimulen la indispensable renovación del pensamiento político, social y económico del país.

Para pedir más información o aportar su opinión se puede comunicar con Fundación Terram:

**Fundación Terram**

**Huelén 95 - Oficina 3 - Santiago, Chile**

**Página Web: [www.terram.cl](http://www.terram.cl)**

**Info@terram.cl**

**Teléfono (56) (2) 264-0682**

**Fax: (56) (2) 264-2514**