

**SEGUNDA AUDITORIA INTERNACIONAL**

**PLAN DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA  
DE LA REGIÓN METROPOLITANA (PPDA)**

**COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE  
REGION METROPOLITANA**

**INFORME FINAL**

**James M. Lents  
Gerhard Leutert  
Humberto Fuenzalida**

**MARZO 2006**

## CONTENIDO

| Pag.      |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Introducción y generalidades</b>                           | <b>4</b>  |
| 1.1       | Acerca de este estudio  | 5         |
| 1.2       | Estado actual de la calidad del aire en Santiago              | 5         |
| 1.3       | Principales fuentes de contaminación del aire                 | 7         |
| <b>2.</b> | <b>Revisión de la obtención y distribución de información</b> | <b>9</b>  |
| 2.1       | Red observacional MACAM                                       | 9         |
| 2.2       | Modelamiento de la calidad del aire                           | 12        |
| 2.3       | Impacto en la salud   | 14        |
| 2.4       | Información, participación y educación                        | 17        |
| <b>3.</b> | <b>Revisión de medidas en operación</b>                       | <b>18</b> |
| 3.1       | Transporte público  | 18        |
| 3.1.1     | Antecedentes generales  |           |
| 3.1.2     | TRANSANTIAGO  |           |
| 3.2       | Combustibles  | 22        |
| 3.3       | Emisiones vehiculares   | 25        |
| 3.4       | Calefacción domiciliaria                                      | 26        |
| 3.5       | Procesos industriales   | 27        |
| 3.6       | Generación eléctrica dispersa estacionaria                    | 31        |
| 3.7       | Compuestos orgánicos volátiles                                | 32        |
| 3.8       | Otras emisiones   | 35        |
| 3.8.1     | Polvo resuspendido  |           |
| 3.8.2     | Quemas agrícolas  |           |
| 3.9       | Fiscalización   | 36        |
| 3.10      | Factibilidad de las metas al 2020                             | 38        |
| 3.11      | Recursos de CONAMA RM   | 41        |
| 3.11.1    | Recursos humanos  |           |
| 3.11.2    | Recursos económicos   |           |
| <b>4.</b> | <b>Recomendaciones de futuras medidas</b>                     | <b>42</b> |
| 4.1       | Organización y recursos económicos                            | 42        |
| 4.2       | Estrategias de control para la contaminación del aire         | 43        |
| 4.3       | Medidas para obtener y distribuir información                 | 44        |
| 4.4       | Medidas para reducir emisiones                                | 45        |
| <b>5.</b> | <b>Resumen de conclusiones</b>                                | <b>47</b> |
| 5.1       | Prioridad del PPDA en el medio político                       | 47        |
| 5.2       | Consecuencias del estancamiento del PPDA                      | 47        |
| 5.3       | Evolución de la calidad del aire en Santiago                  | 48        |
| 5.4       | Estado de avance en la implementación del PPDA                | 48        |
| 5.5       | Seguimiento del PPDA y sistemas de información                | 53        |
| 5.6       | Gestión de episodios críticos                                 | 54        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 5.7       | Salud  | 54        |
| 5.8       | Difusión a la comunidad                                | 55        |
| 5.9       | Institucionalidad y financiamiento                     | 55        |
| 5.10      | Principales lineamientos para la Segunda Actualización | 56        |
| <b>6.</b> | <b>Anexos</b>  | <b>58</b> |
| 6.1       | Anexo 1: Documentación consultada                      | 59        |
| 6.2       | Anexo 2: Programa de entrevistas                       | 61        |
| 6.3       | Anexo 3: Material proporcionado por entrevistados      | 65        |
| 6.4       | Anexo 4:Tareas pendientes                              | 67        |
| 6.5       | Anexo 5: Percepción del PPDA                           | 69        |

## 1. Introducción y generalidades

Dentro del marco del Programa de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA) correspondía materializar su Segunda Auditoría Internacional durante el año 2005. El PPDA surge oficialmente en Junio de 1998, luego de que en 1996 la Región Metropolitana fuera declarada Zona Saturada por varios contaminantes, y fue reformulado y actualizado en el año 2004, dos años después que la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) aprobara el proyecto definitivo.

A pesar de importantes avances alcanzados cabe notar que en su reciente informe *Evaluaciones del Desempeño Ambiental para Chile* producido por la Organización de Cooperación y desarrollo Económicos (OCDE, 2005) se indica que el país “sigue enfrentando importantes desafíos en materia de salud y contaminación del aire en la Región Metropolitana (que representa el 40% de la población del país y el 48% de su PIB)”.

Para esta Segunda Auditoría Internacional se contó con la colaboración de dos expertos internacionales que permanecieron durante una semana en Santiago. Esta auditoría tuvo características diferentes a la anterior. Por una parte, el programa de entrevistas se debió desarrollar en un plazo relativamente más breve, pero por otra, en todas ellas se contó con la participación del equipo completo de auditores.

El equipo auditor estuvo constituido por el Dr. Humberto Fuenzalida, académico de la Universidad de Chile, especialista en Ciencias Atmosféricas como responsable nacional, y como expertos internacionales por el Dr. James Lents Director de Políticas Ambientales, Procesos Atmosféricos y Laboratorio de Modelamiento de la Universidad de California en Riverside y por el Dr. Gerhard Leuter quien encabezara por más de treinta años la División de Control de la Contaminación Atmosférica de la Oficina Federal Suiza del Ambiente. Como Secretaria Técnica participó doña Ximena Jara.

El programa de entrevistas se desarrolló entre los días 11 y 17 de Octubre, fecha relativamente tardía forzada por la disponibilidad de tiempo de los expertos internacionales. Los objetivos de la Auditoría fueron definidos en términos de la verificación del progreso del Programa y la

factibilidad de alcanzar las metas definidas para el año 2010. Los resultados de esta actividad son un elemento clave para la reformulación del PPDA a efectuarse durante el año 2006.

### **1.1 Acerca de este estudio**

La Primera Auditoría Internacional del PPDA se efectuó en 1999 y en ella se constataron los avances alcanzados en la calidad del aire a través de la década de los años 90.

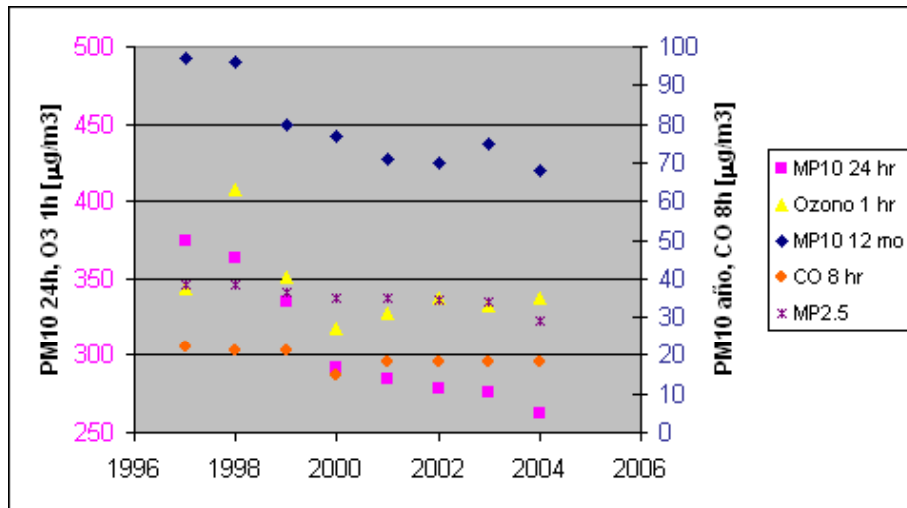
Las actividades de la presente auditoría comprendieron 25 entrevistas a grupos participantes en los procesos de administración de la calidad del aire de Santiago, una reunión con grupos académicos que investigan sobre el problema y una visita a estaciones de la red de seguimiento que operan en la ciudad. El presente informe está basado en la información proporcionada oralmente, documentos entregados por los entrevistados y otros recolectados por sus autores.

### **1.2 Estado actual de la calidad del aire en Santiago**

En la Auditoría de 1999 se constataba en cuanto a la calidad del aire de la capital que:

- Los niveles de PM10 habían disminuido en forma significativa en los períodos 1989-1991 y 1996-1999. A pesar de lo cual, se requerirían mejorías adicionales para cumplir con la norma chilena.
- Los niveles de PM2.5 no estaban normados. Los promedios de sus concentraciones habían disminuido en todas las estaciones de monitoreo en los últimos tres años. Aún así, las concentraciones de PM2.5 en la atmósfera de Santiago continuaban estando muy por encima de estándares internacionales.
- En forma menos pronunciada, los niveles de CO parecían estar mejorando en el curso de los últimos 3 años.
- Los niveles de ozono habían permanecido constantes entre los años 1995 y 1999.
- Si bien todos los contaminantes que mostraban excedencias de las normas revestían un carácter crítico, el fenómeno que mostraba mayor gravedad era la alta concentración de PM2.5.

La situación actual no difiere ostensiblemente de la de entonces, con la excepción de que durante el último quinquenio las disminuciones de concentraciones no exhiben una clara mejoría. Los contaminantes más problemáticos siguen siendo el PM10 (incluyendo el PM2.5 que continúa sin ser normado), el Ozono (O3) y el Monóxido de Carbono (CO).



**Figura 1: Evolución de promedios anuales en la peor estación. Concentraciones sobre intervalo de tiempo indicado. (Fuente: CONAMA RM)**

La Figura 1 muestra los promedios anuales de la estación con mayores concentraciones de la red actual para los contaminantes en comento desde 1997 a 2004. En general se aprecia que el pronunciado descenso, comentado en la auditoría anterior, se ha detenido o atenuado luego del año 2000. Si bien el promedio de PM10 sobre 24 horas ha experimentado un descenso, éste es muy inferior al verificado en el período precedente. Por otra parte el Ozono y el Monóxido de Carbono han aumentado sus concentraciones. De manera más específica, parece difícil alcanzar las metas propuestas para el año 2010 vistas las concentraciones del año 2004: el valor de PM10, en promedio de 24 horas, excede la norma de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en un 75%; el de Monóxido de Carbono, promediado sobre 8 horas, la excede en 80% ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), y la concentración de Ozono excede el doble de la norma para una hora ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica a Santiago entre las ciudades más seriamente contaminadas del mundo en razón de las emisiones industriales y del transporte, unidas a sus condiciones orográficas y meteorológicas (OCDE, 2005) Incluso Los Angeles, California, considerada a nivel mundial una de las capitales del SMOG, muestra en la actualidad

niveles de contaminación inferiores a los de Santiago en la mayoría de los casos. Todo esto ocurre en un marco de progreso económico dentro del cual el país avanza en la búsqueda de tratados de comercio internacionales operando como una nación avanzada. Pero Chile no podrá prolongar este esfuerzo y sostener tratados comerciales si no se coloca a la par con el mundo desarrollado en el enfrentamiento de sus problemas ambientales.

### 1.3 Principales fuentes de contaminación del aire

La contaminación del aire de Santiago tiene su origen en una combinación de múltiples tipos de fuentes cada una de las cuales contribuye de manera significativa al problema. La Tabla 1 reproduce el inventario de emisiones incluido en el PPDA (Art.1). Cabe notar que en el caso del material particulado se lista por separado el polvo antropogénico, generado por la construcción y demolición así como por la resuspensión de polvo debida al tráfico vehicular, que resulta ser *nueve* veces mayor al PM10 total de la Tabla 1. Más aún, el examen del material recogido en filtros indica un 38% de material particulado no proveniente de las emisiones urbanas (polvo de fondo o background) que también es omitido en la Tabla 1. En la estimación que sigue de emisores responsables por la mala calidad del aire se omitirá al polvo antropogénico en razón del reducido tiempo que permanece suspendido (y lo incierto de su estimación). También se excluye el polvo de fondo por ser ajeno a la contaminación urbana.

| TABLA 1              | PM10        | CO            | NOx          | COV          | SO2         | NH3          |
|----------------------|-------------|---------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| FUENTES:             | t/año       | t/año         | t/año        | t/año        | t/año       | t/año        |
| Buses                | 1208        | 6020          | 20428        | 2478         | 793         | 5            |
| Camiones             | 810         | 3333          | 9209         | 2388         | 471         | 5            |
| Vehículos livianos   | 408         | 164843        | 16543        | 19590        | 927         | 924          |
| Móv. fuera de ruta   | 42          | 1529          | 865          | 272          | 5           | 0            |
| <b>Total móviles</b> | <b>2468</b> | <b>175725</b> | <b>47045</b> | <b>24728</b> | <b>2196</b> | <b>934</b>   |
| Fijas combustión     | 304         | 990           | 2515         | 87           | 2536        | 97           |
| Fijas procesos       | 739         | 5514          | 2748         | 4041         | 4065        | 104          |
| Residenciales        | 328         | 888           | 1392         | 30309        | 239         | 2002         |
| <b>Total fijas</b>   | <b>1371</b> | <b>7392</b>   | <b>6655</b>  | <b>34437</b> | <b>6840</b> | <b>2203</b>  |
| <b>Total areales</b> | <b>534</b>  | <b>4322</b>   | <b>310</b>   | <b>20926</b> | <b>16</b>   | <b>26213</b> |
| <b>TOTAL</b>         | <b>4373</b> | <b>187439</b> | <b>54010</b> | <b>80091</b> | <b>9052</b> | <b>29350</b> |

Fuente: PPDA 2004

Con el fin de dar una idea general de a cual tipo de fuentes emisoras deben orientarse los esfuerzos para reducir la presencia de un cierto contaminante se usará una metodología simple

que, junto a los contaminantes primarios, reconoce la contribución de contaminantes secundarios a través de la emisión de sus precursores. Así, en el caso de material particulado a las emisiones directas de PM10 se agregan el SOx y el NOx que forman partículas de sulfato y nitrato; de igual manera al estimar la responsabilidad de las emisiones sobre el Ozono se incluyen los COV y los NOx que son sus precursores. El resultado de tal procedimiento aplicado a las emisiones de la Tabla 1 se muestra en la Tabla 2 para los tres contaminantes más problemáticos.

| TABLA 2              | Partic.    | Ozono      | CO         |
|----------------------|------------|------------|------------|
| <b>FUENTES:</b>      | <b>%</b>   | <b>%</b>   | <b>%</b>   |
| Buses                | 33         | 17         | 3          |
| Camiones             | 16         | 9          | 2          |
| Vehículos livianos   | 27         | 27         | 88         |
| Móv. fuera de ruta   | 1          | 1          | 1          |
| <b>Total móviles</b> | <b>77</b>  | <b>54</b>  | <b>94</b>  |
| Fijas combustión     | 8          | 2          | 1          |
| Fijas procesos       | 11         | 5          | 3          |
| Residenciales        | 3          | 24         | 0          |
| <b>Total fijas</b>   | <b>22</b>  | <b>31</b>  | <b>4</b>   |
| <b>Total areales</b> | <b>1</b>   | <b>15</b>  | <b>2</b>   |
| <b>TOTAL</b>         | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

*Fuente: Derivada de Tabla 1*

Esta tabla indica que para reducir las emisiones de monóxido de carbono (CO) la única fuente a reducir corresponde a los vehículos livianos, aunque existe la posibilidad de que la contribución de combustiones residenciales haya sido subestimada en localidades con altas concentraciones de este gas. En el caso del Ozono el esfuerzo debe dirigirse a vehículos de todo tipo, fuentes distribuidas (areales) y en menor grado hacia la industria. En cuanto al material particulado el esfuerzo debe estar focalizado en vehículos pesados y livianos junto con la industria.

Conviene destacar que las reducciones de contaminantes deben hacerse en todo tipo de fuentes, aún cuando su contribución sea relativamente modesta, si su control resulta ser de un costo conveniente (cost effective), de manera que, de ser posible, ninguna fuente debe ser omitida en el análisis de control.



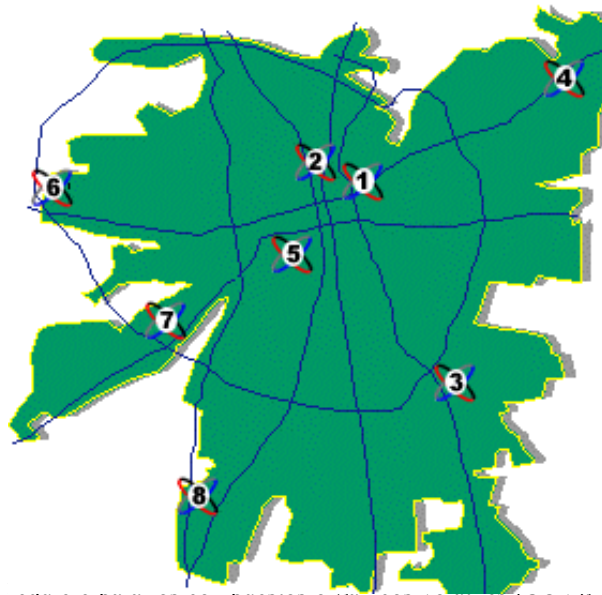
## 2. Revisión de la obtención y distribución de información

### 2.1 Red observacional MACAM

La medición automática de contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas se realiza por medio de la red MACAM2 que cuenta actualmente con 7 estaciones con calibraciones diarias que se efectúan automáticamente. Las sustancias que se controlan son los contaminantes criterio, para los que se ha determinado un estándar (salvo para los COVs): material particulado, monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos expresados como ozono, dióxidos de azufre expresados como SO<sub>2</sub>, óxidos de nitrógeno expresados como NO<sub>2</sub> y compuestos orgánicos volátiles (COV). Todo ello con el fin de aportar información relevante para la evaluación de las metas establecidas en el PPDA entre 1997 y 2011<sup>1</sup>. Sin embargo, de las 7 estaciones sólo 3 miden NO<sub>x</sub> (desde 1997), sólo 4 miden PM<sub>2.5</sub> en tiempo real y sólo 3 tienen muestreadores dicotómicos.

El monitoreo de calidad de aire depende de la Autoridad Sanitaria de la Región Metropolitana (ASRM). Un total de 16 personas se encarga de su operación y mantenimiento, incluyendo la adquisición y procesamiento de datos y todo lo que se refiere a gravimetría y procedimientos de laboratorio. Existe un equipo de apoyo administrativo y se dispone de tres vehículos que permiten

un contacto rápido con las estaciones.



Las estaciones están distribuidas en la zona urbana como se muestra en la figura adjunta: con dos de ellas en el sector céntrico (2 y 5) y el resto en su derredor (6, 7, 8, 3 y 4) formando una U abierta en la dirección norte. Una octava estación integrante de la red (1: Providencia) fue

debe ser reducido en un 50% respecto de 1997, igual reducción se  
in 40% para el monóxido de carbono, y tanto los SO<sub>x</sub> como los  
NO<sub>x</sub> un 50%.

retirada por interferencia de las especies arbóreas plantadas con el funcionamiento de los equipos y porque el flujo vehicular aumentó considerablemente haciendo que la estación perdiera representatividad. Sin embargo, este último hecho contravino una recomendación de la primera auditoría en cuanto a muestrear un lugar con altas concentraciones. Aún más, la estación no fue reinstalada en otro lugar y sus partes se destinaron a repuestos lo que indica una carencia de recursos para mantener la red. Por esta vía lejos de mejorar, la red se hace más precaria. Cabe destacar que existen importantes vacíos en las vecindades del anillo de circunvalación al sur, este y norte de la zona céntrica.

Fuera de la red MACAM y sin instrumentos meteorológicos se opera la estación Cerro Navia, ubicada cerca de la estación Pudahuel cuyos registros están altamente correlacionados. En una condición similar con respecto a la estación Las Condes, operó temporalmente la estación Lo Barnechea registrando material particulado (PM10 y PM2.5) y ozono.

Según los responsables, una vez instalada una estación, se trata de mantener su ubicación para evitar en la opinión pública la percepción de una preferencia por sitios con baja contaminación. Esta motivación parece espúrea frente a criterios más técnicos como uno de continuidad de las series de tiempo recolectadas u otro de mejor representatividad.

Aparte de las estaciones mencionadas hay otras privadas que han sido instaladas en carreteras concesionadas cuya finalidad es cuantificar el impacto de la nueva vía, a diferencia de las MACAM que intentan ser representativas de un área mayor. Actualmente hay cinco y tal vez el próximo año se duplique su número; de estas estaciones se reciben informes en lugar de los datos originales sin procesamiento.

Aunque a simple vista la red cubre pobremente la zona urbana, los encargados la consideran representativa de la macro distribución de los contaminantes criterio en la Región Metropolitana. Sin embargo, deben existir localidades vecinas a carreteras donde los niveles de contaminación son más elevados y que deberían ser objeto de estudios especiales. Del mismo modo, se deben hacer esfuerzos para determinar los niveles de toxicidad presentes en el aire de la capital. Pero en lugar de densificar la red metropolitana se ha privilegiado el desarrollo de redes en otras ciudades (Temuco, Chillán, Osorno y Rancagua) en vista a que hay otras regiones con importantes niveles de contaminación, tales como aquellas donde el uso de la leña ha alcanzado niveles preocupantes.

La validación de la información sobre calidad del aire recolectada por el sistema de seguimiento de Santiago se encuentra muy atrasada en algunos casos en más de cuatro años respecto de la fecha de medición, situación que debe ser remediada a la brevedad pues es altamente recomendable que tal plazo no exceda los seis meses para ser puesta oportunamente a disposición de investigadores y público en general. Otra acción prioritaria es la realización de controles inter laboratorio que garanticen el óptimo estado y funcionamiento de la instrumentación usada en la recolección de información. El instrumental de la red MACAM ha sido objeto de controles muy completos por la GTZ en los años 1996, 1997 y 1998. En esa oportunidad se comprobó que el funcionamiento era óptimo y se recomendó una auditoría en intervalos no mayores a 2 años. Dado lo distante del último control resulta aventurado asegurar que la información que se recolecta sea fidedigna.

La auditoría al PPDA del año 1999 recomendaba:

*“Aunque la opinión de los auditores es que los procedimientos de control de calidad de la información son buenos y que estos son debidamente observados por el PVCA (Plan de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica), se recomienda invitar a instituciones acreditadas a realizar una auditoría completa del sistema de monitoreo de la Región Metropolitana, complementando la auditoría internacional parcial efectuada anteriormente. Se recomienda que el PVCA participe en actividades internacionales de inter calibración.”*

Tal validación de la red se encuentra aún a la espera de ser realizada.

Finalmente, de acuerdo a los datos existentes, es preciso continuar con estudios que aclaren el origen del material particulado en Santiago así como su naturaleza. Si bien es cierto que han bajado las emisiones de material particulado, la composición del material fino se está empezando a estudiar y los primeros resultados revelan contenidos muy altos de compuestos orgánicos cancerígenos (Cereceda-Balic, comunicación personal).

En resumen, en lugar de mejorar la red MACAM ha sufrido un deterioro desde alrededor del año 2000 en adelante al punto que no es posible asegurar la calidad de la información que recolecta la que tampoco se encuentra adecuadamente validada. Tal estado de cosas probablemente deriva de una aguda falta de recursos producto de que su dependencia dentro de la ASRM le otorga una

baja prioridad. Claramente urge completar el instrumental de las estaciones existentes, densificar su cobertura espacial, asegurar auditorías periódicas que verifiquen su funcionamiento y en fin un presupuesto independiente que permita su cabal operación.

## **2.2 Modelamiento de la calidad del aire**

En relación a la última auditoría ha habido un avance significativo en el modelamiento numérico de la calidad del aire. Al menos tres grupos de investigación han desarrollado esfuerzos en este tema siguiendo técnicas diferentes y con distintos fines.

Un grupo (USACH) ha implementado un modelo de red neuronal con el fin de mejorar el pronóstico de episodios de material particulado, que actualmente está basado en modelos estadísticos de regresión múltiple. Este tipo de modelación no está basado en procesos físicos, sino que representa una versión más sofisticada de pronóstico estadístico en la cual la red neuronal es previamente entrenada en base a un conjunto de observaciones históricas. Por lo tanto no puede ser usado para estudios de impacto en condiciones, o escenarios, diferentes a aquellas para las cuales fue entrenado como tampoco puede aplicarse para condiciones en evolución.

Los otros grupos (PUC y UCH) usan modelos numéricos basados en leyes fundamentales de la física y la química. Ambos modelos incluyen un módulo físico, o meteorológicos, que proporcionan los aspectos dinámicos de transporte y difusión del material emitido, junto con un módulo químico que describe la formación de contaminantes secundarios y su evolución junto con la de aquellos directamente emitidos o primarios. En este sentido sus resultados incluyen, además del material particulado, la química de los compuestos gaseosos y ambos pueden ser usados en estudios de impacto, o de escenarios ficticios que incluyan medidas tendientes a mejorar la calidad del aire, antes de ser implementadas. Al menos uno de estos grupos (UCH) ha intentado simular la formación de ozono bajo diferentes condiciones de emisión de sus precursores (NO<sub>x</sub> y COV) así como hacer pronósticos de corto y largo plazo. La principal dificultad en la aplicación de estos modelos es la carencia de información meteorológica en niveles alejados de la superficie del terreno y una buena información de las fuentes emisoras.

Un complemento al uso de modelos lo constituyen los estudios con trazadores biológicamente inofensivos como el hexafluoruro de azufre ( $SF_6^2$ ), los que sirven para validar los resultados de los modelos numéricos de difusión pues se miden concentraciones generadas por una fuente emisora puntual cuya posición y magnitud son conocidas.

Frente a la necesidad de mejorar la comprensión de los procesos atmosféricos, la importancia de pronosticar episodios de alta contaminación por material particulado ha disminuído debido a su rara ocurrencia. La Figura 2 muestra la evolución del número de casos de excedencia anual para la norma y los valores umbrales cuya excedencia define situaciones de alerta, pre-emergencia y emergencia por PM10 en el período invernal. Cabe notar que desde el año 1999 no ocurren emergencias y que hace dos años las pre-emergencias son muy infrecuentes. Sin embargo, este comportamiento está sujeto a vicisitudes meteorológicas, es preciso contemplar la posibilidad de que los valores umbral puedan ser disminuidos o bien que haya un cambio del contaminante bajo consideración.

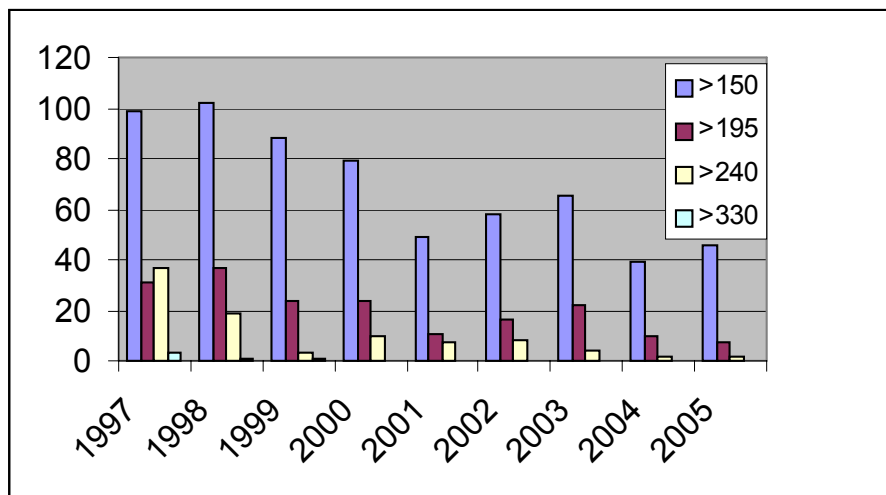


Figura 2: Número de ocasiones en que dentro del período invernal (1° de Abril a 17 de Septiembre) fueron excedidos los valores umbrales correspondientes a la norma y condiciones de alerta, pre-emergencia y emergencia: 150, 195, 240 y 330  $\mu g/m^3$  de PM10, respectivamente. (Fuente CENMA)

La forma óptima de controlar la formación urbana de ozono es aún un tema de controversia. Aunque el sector industrial opina que una reducción de NOx puede llevar a un incremento en la generación de ozono, hay ventajas adicionales en tal reducción: ayuda a alcanzar los estándares

<sup>2</sup> : El SF6 es un poderoso gas invernadero.

de material particulado y lo más probable es que los NO<sub>x</sub> sean reducidos aún más en el futuro, junto con el resto de los contaminantes, para enfrentar el problema de la contaminación atmosférica de Santiago, no sólo por la formación de ozono sino también porque el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es un contaminante nocivo para la salud y porque los NO<sub>x</sub> son precursores de la formación del peroxi acetil nitrato (PAN), otros oxidantes fotoquímicos y contaminantes tóxicos. En todo caso el modelamiento numérico representa una herramienta útil en este problema y sugiere que la reducción de los COV es el elemento central (Schmitz, comunicación personal).

### **2.3 Impactos en la salud**

El Sistema de Salud Pública en Chile está compuesto por dos niveles o clases de atención: la atención Primaria que son los Servicios de Urgencias de Atención Primaria (SAPU) y los consultorios, y la atención Secundaria que se efectúa en los hospitales y sus servicios de urgencia. Esta organización, que se originó buscando un aumento de cobertura y también se relaciona con el nivel de complejidad que requiera la atención de los pacientes. Ambos niveles de atención constituyen las principales fuentes de información para el Programa IRA (Infecciones Respiratorias Agudas). Este programa define su trabajo como *“una acción orientadora para direccionar las estrategias de atención a la población. Para ello se cruza la información de los centros centinela, donde se atiende a los enfermos, con los niveles de contaminación en base a lo cual damos recomendaciones prácticas en los períodos críticos”*. El programa genera informativos semanales, pero no sistematiza la información ni hace difusión al público sobre los efectos de los contaminantes.

El impacto en la salud de la contaminación atmosférica de Santiago está asociado principalmente con las enfermedades respiratorias. Ello se refleja en el aumento del número de enfermos y el riesgo de mortalidad cuando los niveles de ciertos contaminantes sobrepasan los límites normados, así como en la mayor persistencia de estas enfermedades durante todo el año en un grado importante respecto de otras regiones. Los períodos críticos, tanto por los niveles más altos de contaminación como por el número de personas afectadas por enfermedades respiratorias, ocurren durante otoño e invierno. Las enfermedades respiratorias se caracterizan por ser fuertemente epidémicas y en el caso de Chile están asociadas a la presencia de varios virus: Virus Respiratorio Sinsicial, Adenovirus, Parainfluenza, Influenza (A y B). La Influenza es el que tiene

mayor incidencia en la mortalidad. Las enfermedades respiratorias tienen mayor impacto en la población infantil y en los adultos mayores de 65 años.

El fin último del PPDA es la protección de la salud de la población y si bien la reducción de emisiones debe traer asociada una mejora del aire que se respira, el eficiente uso de los recursos y la determinación de prioridades demanda conocer la relación entre variables de calidad del aire, como concentraciones de diversos contaminantes, con índices de impacto en la salud tales como número de consultas solicitadas o parámetros de morbilidad o mortalidad. Más arriba ya se ha comentado acerca de la red MACAM que registra la información de calidad del aire junto con variables meteorológicas. Esta información, aún sin validar, se difunde en tiempo real a los organismos partícipes del PPDA y al público en general. Sin embargo, no ocurre lo mismo con la información de salud, que de hecho es muy difícil de obtener, y aquellos que tienen acceso a ella tampoco han determinado la relación calidad del aire versus salud. El equipo auditor tiene la impresión que el equipo de especialistas del Programa IRA posee las capacidades para hacer un informe anual destinado a las autoridades políticas para compenetrarlos del daño causado por el aire contaminado en la salud de la ciudadanía e impulsar un programa de control más agresivo. Del mismo modo opina que pueden establecer la correlación calidad del aire/salud pues cuentan con acceso a la información necesaria tanto para PM10 y PM2.5 como índices de morbilidad y mortalidad. No obstante, el Programa IRA parece requerir de apoyo adicional para la recolección y el procesamiento de la información pues se quejan de que CONAMA como entidad responsable: “... publica en línea, la información de material particulado y ozono, todos los días durante las 24 hrs. Antes entregaban un resumen semanal, pero si queremos utilizar esa información tendríamos que estar en línea permanentemente. Dos años atrás teníamos reportes semanales”.

Esta queja por excesiva disponibilidad de información no es compatible con las facilidades de comunicación y computacionales disponibles en la actualidad, desde la recepción de los datos hasta el resumen semanal todo puede hacerse automáticamente. Por otra parte CONAMA RM se queja de no tener acceso a la información de impacto en salud de la contaminación del aire la que considera de primera importancia para justificar los costos del PPDA tanto en su forma actual como de una versión mejorada. La dificultad para obtener información del impacto en salud representa un problema de extrema gravedad pues las autoridades que aprueban los recursos para

la operación del PPDA, así como los privados que colaboran en la reducción de emisiones, deberían estar informados de los beneficios que derivan de sus esfuerzos y recursos. Es muy difícil solicitar al sector industrial una reducción adicional de emisiones si se ignora el beneficio social que ha resultado de esfuerzos previos. Aún más, tal información debe alcanzar a la comunidad en general que eventualmente será la responsable del uso eficiente de la energía, del control de quema de biomasa o de abandonar el automóvil y optar por el transporte público, etc.

En la literatura técnica no abundan trabajos dirigidos a establecer el vínculo calidad del aire-salud para la ciudad de Santiago. Los únicos estudios que lo han intentado son dos trabajos publicados por el Banco Mundial en su serie “Policy Research Working Paper” en los años 1995 y 1998, y otro más reciente de Ilabaca y colaboradores en una revista norteamericana. En el primero Ostro et al. (1995) establecen una relación entre la concentración de PM10 y la mortalidad diaria en base a datos del Instituto Nacional de Estadística durante los años 1989-1991, su principal conclusión es que en general un incremento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el PM10 se asocia a un 1% de aumento en mortalidad (unos 180 decesos adicionales en cada período invernal). En el segundo trabajo Ostro et al. (1998) relacionan el número de atenciones médicas a niños menores de 15 años con concentraciones de PM10 y ozono concluyendo que ambos contaminantes incrementan las afecciones respiratorias inferiores significativamente cuando aumentan  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  o 50 ppb, respectivamente, y que los efectos mayores ocurren con exposiciones prolongadas de varios días. Más recientemente, Ilabaca et al. (1999) han estudiado la influencia del material particulado fino (PM2.5) sobre atenciones de emergencia por neumonía y otras afecciones respiratorias en niños menores de 15 años atendidos en el Hospital Calvo Mackenna; entre sus resultados cabe destacar que incrementos de  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el promedio diario de PM2.5 se asocia con un aumento de 2.7% en las atenciones por problemas respiratorios. También encontraron vinculación entre el PM2.5 con infecciones respiratorias al tracto superior e inferior, entre ellas un incremento del 6.7% en los casos de neumonía luego de tres días de ocurrido el aumento de  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En todos estos trabajos la determinación de la relación se hizo por regresiones lineales, luego de un exhaustivo análisis de factores distractores (confounding), a través de un factor de “riesgo relativo” muy especial, y cuyo fundamento es desconocido para los autores.



Tal escasez de información acerca de la relación entre la calidad del aire y su impacto en la salud, revela la urgencia de contar con mayores antecedentes que de no ser proveídos por la ASRM deberán ser objeto de estudios contratados.

## **2.4 Información, participación y educación**

En el área de difusión el PPDA presenta varias deficiencias. En primer término, aunque en el pasado CONAMA realizó esfuerzos para introducir en el conocimiento público la comprensión de los problemas asociados a la contaminación del aire de la capital, las entrevistas realizadas en esta auditoría han revelado que muchos de las autoridades y profesionales involucrados en el PPDA tienen escasa información sobre tópicos importantes de calidad del aire que van más allá de aquellos que son de su inmediata responsabilidad, lo cual implica una escasa comunicación entre las agencias participantes.

Tanto CONAMA como la ASRM poseen sitios de red útiles en relación con el problema de calidad del aire. Tales sitios son susceptibles de mejoras para hacerlos más útiles al público general, los investigadores, el sector industrial y otras agencias gubernamentales. A manera de ejemplo, la información relacionada con la calidad del aire debería estar disponible en la región bajo una variedad de formatos tanto de tablas como gráficos. La industria y grupos no-gubernamentales deberían tener fácil acceso a datos de emisiones y medidas de control adoptadas y propuestas. Deben realizarse esfuerzos para asegurar que la información proporcionada sea fácilmente accesible a usuarios no especializados. Con tal objeto sería recomendable crear un Grupo Asesor en Calidad del Aire cuya función fuera coordinar estas tareas de divulgación.

### **3. Revisión de medidas en operación para reducir emisiones**

#### **3.1 Transporte público: TRANSANTIAGO**

##### 3.1.1 Antecedentes Generales.

El Sistema de Transporte Público experimentó un deterioro creciente en las dos últimas décadas. Los resultados de la Encuesta Origen Destino informan sobre un drástico cambio para el período 1991- 2001, en relación a la proporción de viajes efectuados en transporte público y en automóvil particular, los viajes en micros disminuyeron desde un 59,6% a un 42,1%, mientras que los viajes en metro bajaron desde 8,5% a 7,4%. En contraste, los viajes en automóviles crecieron desde un 18,5% a 38,1%. Según la Tabla 2 el transporte público y privado generan el 60% de MP10, 91% de CO y 68% de los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). Así, una de las principales fuentes de contaminantes atmosféricos en Santiago es la actividad del sector transporte.

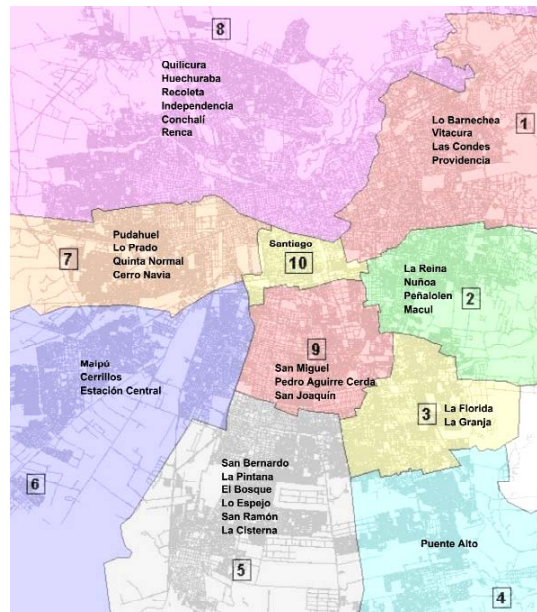
##### 3.1.2 TRANSANTIAGO.

TRANSANTIAGO, el Plan de Transporte Urbano, se comenzó a proyectar a fines del año 2000, constituyendo una respuesta y compromiso del gobierno en la modernización e integración de servicios de transporte público para lograr una mejor calidad de vida, a través de un aire más limpio y una mayor seguridad en las calles. En efecto, uno de los desafíos más importantes de TRANSANTIAGO es desarrollar y operar un Sistema de Transporte Público (STP) como una alternativa competitiva con el automóvil y atractiva a fin de captar continuamente un mayor número de usuarios. El nuevo STP de Santiago estará operado por tres tipos de servicio asociados a sus respectivas redes:

- Una red troncal formada por los principales ejes de transporte público, asociados a servicios troncales prestados por buses de alta capacidad y calidad.
- Un conjunto de redes alimentadoras relacionadas con las distintas áreas, 10 en total, en que se dividirá la Región Metropolitana. (Figura 3). Estas 10 áreas deberán satisfacer la demanda de transporte al interior de determinadas zonas geográficas (viajes locales) y también tener

puntos de enlace con la red troncal. Todos los servicios de una determinada área serán adjudicados a un solo operador.

- Una red de transporte independiente definida por el Metro, eje del sistema, que operará en un contexto de complementación con los servicios troncales y alimentadores.



*Figura 3.1 Demarcación de las 10 áreas de Vías locales y alimentadoras de la Red*

En el contexto de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, TRANSANTIAGO debe cumplir con las metas y exigencias ambientales establecidas por el PPDA para el sistema de transporte público licitado. Las metas se deberían traducir en la reducción de un 75% de emisiones de material particulado (PM10) y de 40% para los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), ambos contaminantes referidos al inventario base de 1997. Sin embargo, ello ocurrirá solo a través del cumplimiento efectivo de todas sus etapas y es preciso considerar que TRANSANTIAGO es un proyecto de largo plazo, y la renovación total del parque de buses debería completarse en el año 2010.

Las exigencias ambientales para el STP orientadas a la reducción de emisiones en la Región Metropolitana se traducen en:

- Retiro de la totalidad de los buses que por su diseño de motor no cumplen con las normas de emisión permitida actualmente
- Introducción de los buses nuevos, los que deberán cumplir, bajo nueva norma, con el estándar Euro III
- Instalación de filtros para los buses antiguos (operando bajo estándares Euro I y Euro II) que permiten una reducción del límite de opacidad en un 30%.

Sin embargo, TRANSANTIAGO tiene un atraso del orden de 18 meses. Las razones del atraso derivan básicamente de la complejidad de un sistema en que participan muchos actores. El principal problema fue la participación del Metro, que además es el eje de todo el sistema. El año pasado hubo diferencias de opinión con su administración que obligó a posponer el proyecto. Además, los dueños de buses resistieron la introducción de buses nuevos en Santiago. Dado el retraso que presenta el proyecto relativo a la instalación de filtros en buses antiguos y adquisición de buses nuevos, por su alto costo y disponibilidad respectivamente, las metas de reducción de los contaminantes PM y NO<sub>x</sub> se verán afectadas en un plazo similar.

Otras medidas concretas que se relacionan con aportes del STP, TRANSANTIAGO, al PPDA son: la extensión de la red Metro de 45 a 92 km de longitud y la construcción de dos estaciones de intercambio modal, Quinta Normal y La Cisterna.

La implementación completa de TRANSANTIAGO reducirá la flota de buses en un 40% respecto a la flota existente en Noviembre de 2004, esto es de 7.750 a 5.000 buses aproximadamente. El 22 de octubre de 2006, cuando se haya completando las etapas de TRANSANTIAGO, el parque de buses quedará compuesto de 3.200 buses con filtro y 1.800 buses nuevos con el estándar EURO III.

El 31 de diciembre de 2004, se retiraron 800 buses antiguos del parque de buses urbano. Durante enero de 2005 se dio inició a la fiscalización de buses asociados a esta medida por parte de Secretaría Regional del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SEREMITT), la que se intensificó en el mes de marzo y generó un fuerte impacto en los usuarios del transporte público, debido a la redistribución del parque de buses en los mismos recorridos. El 22 de octubre de

2005, comenzaron a operar 1.000 buses nuevos y el 22 de octubre de 2006 entrarán en operación 800 más. En la etapa de transición, cual es el año que transcurre entre octubre de 2005 y octubre de 2006, las operaciones de renovación del parque de buses, pintado de los mismos e instalación de filtros y cobradores, serán administradas y gestionadas por 10 empresas privadas vía licitación, así como también su mantenimiento en el futuro.

Aunque inicialmente se pretendía que todo el sistema entrara en operación de forma simultánea, se hará por etapas. La primera ya ocurrió en Octubre recién pasado. En julio de 2006, como parte de la segunda fase los buses viejos se modificarán por la adición de filtros y se iniciará el pago con tarjeta, que integrará al Metro por medio de un único pago. En esta fase todos los buses que operen con las normas EURO I/EPA 91 y EURO II/EPA 94 deberán utilizar filtros de partículas. En octubre de 2006 viene la tercera renovación en el parque de buses.

El aporte de TRANSANTIAGO al PPDA será por varias vías: uso de combustible Diesel de 50 ppm de azufre, aumento de la red del Metro de 45 a 92 km de longitud, construcción de dos estaciones de intercambio modal, Quinta Normal y La Cisterna, que permitirán facilitar el acceso y fomentar a la vez el uso del transporte público y un nuevo laboratorio de emisiones de vehículos pesados del Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV) donde se medirán semestralmente las emisiones del 1% de la flota, verificando así que las reducciones comprometidas por los operadores concuerden con lo realmente emitido.

Las Tablas 3 y 4, contienen estimaciones efectuadas por SECTRA y TRANSANTIAGO, en relación al cumplimiento de metas asociadas a la implementación del plan.

**Tabla 3: Evaluación del cumplimiento de las metas de PM<sub>10</sub> y NO<sub>x</sub>**

| Escenarios                        | Emisiones en [ton/año] |                 | Meta de reducción de emisión |                 |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
|                                   | PM <sub>10</sub>       | NO <sub>x</sub> | PM <sub>10</sub>             | NO <sub>x</sub> |
| Emisión base 1997                 | 647                    | 10.965          | 100%                         | 100%            |
| Emisiones 2000                    | 798                    | 13.797          | -23%                         | -26%            |
| Transantiago en régimen Oct. 2006 | 90                     | 2.380           | 86%                          | 78%             |
| Metas PPDA 2005                   | 162                    | 6.579           | 75%                          | 40%             |

*Fuente: SECTRA y TRANSANTIAGO*

La siguiente tabla detalla la contribución de las medidas ya señaladas a la reducción de emisiones.

**Tabla 4: Contribución de medidas a la reducción de emisiones de PM<sub>10</sub> y NO<sub>x</sub>**

| Medida          | Red. PM <sub>10</sub><br>[ton/a] | Red. NO <sub>x</sub><br>[ton/a] | Red. PM <sub>10</sub><br>(%) | Red. NO <sub>x</sub><br>(%) |
|-----------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Retiro VTT      | 353                              | 4.992                           | 63                           | 59                          |
| Reducción flota | 113                              | 2.871                           | 20                           | 34                          |
| Norma de buses  | 41                               | 658                             | 7                            | 8                           |
| Filtros         | 36                               |                                 | 6                            | 0                           |
| Combustible     | 14                               |                                 | 3                            | 0                           |
| <b>Total</b>    | <b>557</b>                       | <b>8.521</b>                    | <b>100</b>                   | <b>100</b>                  |

*Fuente: SECTRA Y TRANSANTIAGO*

En opinión del equipo auditor el concepto detrás de TRANSANTIAGO merece ser destacado por la combinación de un sistema de buses mejorado y una duplicación de la extensión de la red del Metro. En el mediano plazo, todos los buses públicos deberían estar equipados con filtros para partículas Diesel de alta eficiencia y en el largo plazo, deben tomarse las precauciones para que los nuevos buses logren menores emisiones de NO<sub>x</sub>. Este sistema de transporte público debe reducir la contaminación del aire de manera significativa y proveer una modalidad de transporte rápida y eficiente dentro de la ciudad.

Existe un riesgo de que la economía en alza del país y su capital lleve a un aumento del parque de vehículos privados lo que puede disminuir la ventaja de algunas de las metas de largo plazo de TRANSANTIAGO por lo que conviene mantener este sistema como la opción más limpia y rápida de transporte público.

En conclusión, resulta desafortunado el atraso sufrido por este proyecto y que sus ventajas en la reducción de emisiones sean aún sólo una promesa, aunque de inminente concreción.

### 3.2 Combustibles

El Plan de Desarrollo Energético Nacional se terminó de completar en 1997, y en su contenido fue asumida la disponibilidad de gas natural para el sector industrial, sin embargo, para los

próximos 3 años lo más probable es que ella no exista. El consumo de gas natural en escala industrial existe desde 1996 en Chile cuando satisfacía el 8% del consumo. Pero la matriz energética cambió desde 1997 a 2003, elevando el consumo de gas natural a un 28% de la demanda con una inversión de cinco millones de dólares.

Aunque en la zona austral de Chile, Magallanes, hay una pequeña producción de gas natural, por las dificultades de transportarlo ella se usa para producir metanol. La carencia de gas implicó que las industrias comenzaran a cambiar su fuente de energía a diesel y otros combustibles que resultan ser más contaminantes. El actual acuerdo con Argentina respecto al abastecimiento del gas natural, cubre solo el uso doméstico excluyendo el uso industrial. Este último está asociado a la generación de energía eléctrica y ante la inminente escasez de gas una parte importante de la industria se ha provisto de micro generadores que funcionan con diesel u otros combustibles.

Así, la escasez de gas natural se transformó en un problema al amenazar la seguridad de suministro. Con la intención de diversificar la matriz energética, el gobierno en un momento tomó la decisión de apoyar la importación de gas licuado y ha impulsado las energías renovables otorgando a través de CORFO, fondos para 75 proyectos de energía renovable no convencional, y apoyando los estudios de preinversión. El problema afecta la contaminación del aire a través del aumento del consumo de diesel, pues la falta de gas ha llevado a que las industrias que se convirtieron a gas, hoy tengan que trabajar con diesel. Todavía no se sabe cómo funcionará el abastecimiento de gas. Si bien dos empresas (Oxiqum y ENAP) tienen proyectos en proceso de valuación del impacto ambiental, es probable que sólo una llegue a funcionar. Se estima que transcurrirán unos tres años antes que el gas natural licuado llegue a estar disponible.

Los planes de reducción de emisiones provenientes tanto del sector industrial como del consumo domiciliario descansaban en el gas natural. Frente esta crisis la industria ha manifestado su intención de usar *fuel oil* y retrasar temporalmente el logro de las normas de emisión. No obstante, existen procedimientos de costo relativamente bajo para reducir las emisiones del *fuel oil* tales como quemadores de bajo NOx o inyección de urea o amoníaco. Tales tecnologías están probadas y se aplican en Europa y los Estados Unidos así como en otras partes del mundo y nada impide que sean aplicadas también en Chile.

También se ha considerado el gas natural licuado (LNG) como alternativa al gas natural comprimido (CNG), no obstante, las normas del LNG no han sido bien establecidas a nivel mundial y suele tener una composición distinta a la del CNG lo que puede dañar algunos tipos de equipos que lo usen. Ante tal eventualidad es preciso establecer especificaciones que protejan los equipos y garanticen bajas emisiones.

En Chile, gracias a los esfuerzos de ENAP que sistemáticamente se ha adelantado a la introducción de normas más estrictas, los estándares de combustibles son excelentes. Desde Julio de 2004 en la Región Metropolitana, el contenido máximo de azufre de la gasolina es de 30 ppm y para el Diesel es de 50 ppm. En el resto del país el contenido máximo de azufre del Diesel disminuirá a 350 ppm en Julio del 2006 y para el año 2010 se planea reducirlo a 10 ppm. Estos contenidos de azufre tan bajos, permiten la aplicación de una gama de controles en los vehículos motorizados que deben ser incorporadas.

El control de calidad de los combustibles, que es permanente, se aplica en varias etapas de la cadena de abastecimiento. El primer control de calidad se hace en las dos refinerías existentes (Aconcagua y Bío Bío), posteriormente en los camiones y estaciones de servicio.

ENAP produce dos clases de petróleo. Para Santiago, la clase A1, de calidad superior en cuanto a contaminación principalmente por la reducción de azufre, un contenido 50 ppm, pero también por mejor combustión (número de cetano), homogeneidad (en densidad) y por contenido (de compuestos aromáticos y nitrógeno). La clase B1 de menor calidad se consume en el resto del país. El uso de la clase A1 restringido a Santiago se explica principalmente por su mayor costo y la cadena de abastecimiento, pero tampoco hay una capacidad suficiente en cuanto a refinerías para producir sólo clase A1. El precio de venta es ligeramente mayor para la clase A1, pero la diferencia entre los precios es pequeña, ya que las compañías distribuidoras privadas tratan que así ocurra. También se podría pensar que como el diesel es más caro en Santiago, los consumidores carguen el mínimo necesario de diesel A1 en la Región Metropolitana y rellenen fuera de Santiago, pero no hay incentivo para que esta situación ocurra, pues en Chile no hay un precio igualitario ni constante tanto por la ubicación de las refinerías como también por el tamaño de mercado lo cual disminuye los precios en Santiago. Sin embargo, para desalentar esta posible práctica debe asegurarse que su precio supere aquel del mismo combustible con bajo contenido de azufre, aunque el próximo año habrá una norma más estricta para camiones EURO III cuando



el diesel tenga 350 ppm en todo el país. En el largo plazo todo el país debería usar el combustible más limpio posible para permitir el uso de la próxima generación de vehículos súper limpios en otras ciudades del país.

Tanto la preocupación sobre el calentamiento global como alzas de precio de los combustibles pueden incrementar la preferencia por vehículos diesel que tienen la ventaja de ofrecer un medio de transporte limpio si se exige el uso de controles de material particulado y NOx. En este aspecto la mantención de normas exigentes para los combustibles diesel permitirá un máximo de flexibilidad en el futuro.

### **3.3 Emisiones vehiculares**

El Programa de Control y Certificación Vehicular (3CV) está inserto dentro de la estructura del Ministerio de Transporte como un programa de la subsecretaría regional. El programa 3CV tiene dos misiones, la homologación y certificación de los vehículos nuevos, que comprende emisiones y funcionalidad, esto es, seguridad de los mismos, y el desarrollo e investigación de nuevas normas y programas destinados a reducir emisiones y aumentar la seguridad vehicular.

El laboratorio 3CV cuenta con equipo para realizar los ensayos conforme a las normas norteamericanas y europeas, que son las que rigen en Chile. Otro aspecto importante es el desarrollo de las investigaciones de nuevas normas para aumentar la seguridad vehicular y programas destinados a reducir las emisiones.

El parque vehicular del país es del orden de 2.000.000, de los cuales se estima que en la Región Metropolitana hay unos 800.000 vehículos. Considerando una población para Santiago entre 5 y 6 millones de habitantes, hay alrededor de un vehículo cada 7 personas. A pesar de que cada año ingresan 70.000 a 90.000 vehículos a la región Metropolitana, la calidad del aire se ha mantenido alrededor de los mismos niveles. Dentro de lo que es transporte público se está exigiendo la norma EURO III, a la par con los países desarrollados. En Santiago, existían 50 talleres para la revisión y reparación de buses los cuales fueron inspeccionados encontrándose que el 80% de esos talleres no cumplían con el requerimiento mínimo para el mantenimiento de los buses. Esto dio lugar a que una buena parte de ellos recibieran recursos para implementarlos de acuerdo a las

normas, luego fueron sometidos a una auditoría para obtener la certificación y/o acreditación. Sólo 15 talleres aprobaron y entraron a operar el 22 de octubre de 2005 oficialmente.

Para los camiones la norma de ingreso vigente es la EURO II y en Octubre de 2006 entra en vigencia la norma EURO III que es la actualmente usada en Europa. Para el combustible de los camiones, en regiones, hay un calendario de reducción del contenido de azufre para el próximo año. Para vehículos diesel livianos, en el año 2006 entrará en vigencia la norma EURO IV. Esta norma no se aplicará aún en vehículos a gasolina porque los países origen de los vehículos que circulan en Chile son Argentina, Brasil, Japón, Corea, México, los cuales todavía están lejos de trabajar con esa norma. Además el contaminante principal en la Región Metropolitana sigue siendo el material particulado que es emitido preferencialmente por motores diesel.

### **3.4 Calefacción residencial**

La modalidad de calefacción doméstica más frecuente es la de gas licuado, pero en los últimos años los calefactores a leña han bajado mucho de precio por lo que su venta ha aumentado. Para estos últimos se pretende que sean acreditados según una norma aún indefinida. Las restricciones actuales de emisiones son: prohibición de humo visible por un máximo de 25 minutos continuos y no superar los 7.5 g/hora de material particulado, este criterio será rebajado a 4.5 g/hora al año 2008.

Puede parecer extraña una norma expresada en gramos por hora en lugar de gramos por kilo de combustible, pero la modalidad de acreditación está basada en pruebas a varios niveles de carga o tasa de quemado que cubran el intervalo de operación que puede tener una estufa domiciliaria.

La quema de leña es un problema importante en los hogares santiaguinos pues genera material particulado, monóxido de carbono y sustancias carcinogénicas. Las restricciones actuales para estufas a leña a la larga quedarán obsoletas. En el largo plazo las casas deberían calefaccionarse mediante gas natural o gas licuado y prohibirse la quema de leña excepto con propósitos recreativos ocasionales durante días con buen poder dispersivo.

### 3.5 Procesos industriales

En este sector, los contaminantes considerados en el PPDA para reducción de emisiones corresponden a PM10, NO<sub>x</sub>, CO y SO<sub>2</sub>. En el caso del PM10, la reducción de las emisiones se ha desarrollado a través de la tecnología disponible y un sistema de cupos de emisión (sistema de compensaciones) para los mayores emisores definidos como aquellos que concentran el 80% del total de las emisiones al año 1997. El PPDA ha establecido reducciones de 50% y 52% respecto de la emisión en 1997 para los promedios anual y diario, respectivamente. Al año 2000 las reducciones alcanzadas eran de 23% (promedio anual) y 20% (promedio diario), quedando pendientes reducciones de 35% y 40% del valor al año 2000, respectivamente. El valor tope de emisión para PM10 ha sido definido en 2.5 ton/año, aunque no está explícitamente indicado en el PPDA.

Para fuentes estacionarias incluidas en un registro de fuentes fijas, la concentración máxima permitida de CO es de 100 ppm en volumen, salvo en operaciones de partida por un período de 15 minutos. Este límite debe ser objeto de mediciones anuales por laboratorios autorizados. Un total de 9 laboratorios privados habían sido acreditados a Diciembre del 2004. De un total aproximado de 5000 fuentes, 2140 han sido sometidas a mediciones, pero la continuidad de esta acción, así como su fiscalización, carece aún de financiamiento.

Sin embargo, para los óxidos de nitrógeno, la situación se presenta más problemática, ya que no opera el sistema de compensaciones, aunque ha sido propuesto. Si bien se ha logrado alcanzar la meta global de 33% de reducción al 2007, no ocurre lo mismo respecto de la misma meta a nivel de cada emisor mayor, definido como las fuentes que concentraban el 80% de las emisiones al año 1997. En cuanto a lograr la meta del 50% establecida para el 2010, el sector industrial y las instituciones encargadas de normar y controlar se muestran bastantes escépticos, ya que sin un sistema de compensaciones resulta complejo enfrentar los mayores costos tecnológicos que demandan reducciones adicionales. Parece claro que la futura meta del 50% requerirá de la combinación del aporte de reducciones individuales, en este contexto la principal preocupación de las empresas es saber cuales de ellas tendrán que hacer reducción, para cumplir con la meta y así estudiar el tema. Se ha establecido un valor tope preliminar de emisión o punto de corte de 7 ton/año de NO<sub>x</sub> y aquellas fuentes que excedan esta cifra deben cumplir con la meta de

reducción. Por otra parte, las fuentes nuevas que impliquen un aumento sobre ciertos valores especificados tienen que compensar sus emisiones en un 150%.

La reducción del dióxido de azufre, al igual que en los dos casos anteriores, es también para los mayores emisores que en este caso se definen como aquellos que superan las 100 ton/año. En este caso las emisiones estándar para SO<sub>2</sub> se definieron en referencia a las producidas por los combustibles, en unidades de nanogramos por joule. Sin embargo estos estándares están orientados hacia el uso de mejores combustibles y mejores prácticas para el mantenimiento de los quemadores, lo que ha presentado un problema con la norma del SO<sub>2</sub>, ya que sólo puede ser cumplida con los combustibles diesel, gas natural y gas natural licuado. La norma de emisión de SO<sub>2</sub> requiere certificación de laboratorio, pero las fuentes que usan petróleo diesel, gas natural u otro tipo de gas, no requieren acreditar cumplimiento dado que estos combustibles no tienen azufre. En el contexto de grandes emisores, existen aproximadamente 12 fuentes que utilizan petróleo residual, es decir con un alto contenido de azufre. Adicionalmente, como producto de las restricciones de gas natural, alrededor de 15 fuentes más han declarado que estarían usando temporalmente petróleo residual. Los grandes emisores de SO<sub>2</sub> deben presentar un programa de reducción, pues es dependiente de la tecnología instalada y la capacidad económica de la empresa. CONAMA tiene la obligación de revisarlos y emitir un informe a favor o en contra según corresponda. A la fecha hay 6 programas de reducción presentados. Por ejemplo, Molymer, que es el mayor productor de SO<sub>2</sub> responsable del 80% en Santiago, tiene su programa aprobado, según el cual se comprometió a alcanzar un 50% de reducción para el año 2007. Las otras cinco industrias tienen sus programas en evaluación (Soprocál, Cristalerías Chile, Cristalerías Toro, Industrias Princesa y Cemento Polpaico)

Como ya ha sido mencionado, un tema central en la reducción de emisiones por el sector industrial es el problema del sistema de compensación o bonos de emisión transables. El proyecto de ley se encuentra en el congreso esperando un acuerdo. Actualmente el sistema de compensaciones solo está definido para las grandes fuentes fijas en la Región Metropolitana, pero de acuerdo a lo establecido en el Plan es posible agregar nuevas fuentes. En la realidad este sistema de transacciones opera solo para PM10 aún cuando también fue definido para los NO<sub>x</sub>. Se encuentra en consideración la inclusión de fuentes móviles, transporte, y la posibilidad de efectuar transacciones de compensación entre estas últimas y fuentes estacionarias. Con el

sistema de compensaciones, si una industria no pudiera reducir sus emisiones en el porcentaje establecido, tiene la posibilidad de comprar el excedente por sobre el 50% de otra industria que haya sobrepasado, para completar la propia. De allí la importancia del sistema de compensaciones, ya que es imposible para algunos sectores de la industria alcanzar el 50% de reducción de sus emisiones.

El sistema de asignación de cupos y las transacciones que puedan derivarse de él, en el caso de fuentes emisoras estacionarias, requiere de un cuidadoso análisis de la infraestructura fiscalizadora, la cual en su condición actual es considerada muy débil en cuanto a recursos humanos y económicos. Sumado a esto, se estima que el problema de la contaminación no se conoce lo suficiente para que el progreso obtenido en la reducción de emisiones en el transporte pueda ser intercambiable con las emisiones de la industria. El intercambio entre fuentes móviles y estacionarias así como la transacción entre diferentes contaminantes, se contraponen con la distribución y concentración espacial y temporal de los mismos, como también con el impacto específico que cada uno tiene en el medio ambiente.

Desde el año 1998, todos los proyectos industriales que sean ampliados o entren a la región tienen que compensar sus emisiones en un 150% respecto de una tabla de emisiones máximas con el objeto de ir incrementando el número de fuentes que puede participar en el sistema de compensaciones. En la opinión de CONAMA el sector transporte podría participar en el sistema de compensaciones en base a cupos ajustables en el tiempo para los dos sectores, fuentes industriales mayores y transporte.

En el caso del NO<sub>x</sub>, cuya meta final al 2010 es de un 50% de reducción, el sector industrial la considera muy difícil de alcanzar en ausencia de compensaciones o de algún mecanismo similar al de desarrollo limpio del Protocolo de KYOTO.

Desde el año 1997 la fiscalización al sector industrial se han concentrado en las grandes fuentes emisoras, que emiten un 80% del total de este sector. Para el año 2007 el conjunto de los mayores emisores industriales tendrían que reducir sus emisiones en un 50% sobre la base del 80% mencionado y tanto a nivel global como en forma individual.

Sin embargo, la transacción de material particulado se considera peligrosa ya que no considera la toxicidad de los compuestos químicos, pudiéndose transar emisiones tóxicas carcinógenas por otras de material inerte. Como resultado se puede disminuir el total de material particulado a expensas de aumentar su toxicidad con los consiguientes efectos negativos para la salud.

De manera general, los expertos internacionales participantes en esta auditoría son escépticos en relación a sistemas de compensaciones considerando el estado actual de la administración de la calidad del aire en el país y no recomiendan ampliar el actual sistema hasta que la comprensión del problema de su contaminación se encuentre mejor estudiado y los inventarios de emisiones así como los programas de fiscalización sean más confiables. Esto resulta particularmente válido para el caso de compensaciones entre distintos contaminantes y entre fuentes móviles y estacionarias.

En Chile actualmente opera un sistema de compensación de emisiones parecido a permisos transables para PM10 y se está considerando ampliarlo a los NOx. Tales compensaciones pueden disminuir los costos para lograr reducción de emisiones, pero también pueden ser objeto de abusos. Si las instituciones fiscalizadoras son débiles (por razones de falta de personal, conocimiento o recursos financieros), el sistema puede resultar contraproducente para el ambiente.

Es posible ampliar el actual sistema de meta-compensación pero debe hacerse con muchas precauciones, paso a paso y mejorando la infraestructura de fiscalización para ser capaces de administrar adecuadamente tal sistema. Bajo ciertas condiciones cuidadosamente controladas, un sistema de transacciones entre fuentes móviles y areales puede operar satisfactoriamente. Sin embargo, existe un alto riesgo que reducciones de emisión, requeridas para mejorar la calidad del aire capitalino, se pierdan en tales transacciones. No se recomienda transar entre fuentes industriales y móviles antes que la estructura administrativa haya sido mejorada. En Los Angeles estas transacciones son normalmente restringidas a situaciones mitigadoras de breve duración en lugar de destinarlas a ganancias permanentes en emisiones. En el caso específico de transacciones entre los sectores industrial y de transporte, resulta difícil comprender por qué el progreso logrado en emisiones vehiculares deba ser compensado por emisiones de la industria. También se debe evitar la compensación entre distintos contaminantes, la cual es muy difícil de justificar porque cada contaminante tiene impactos específicos. El modelamiento requerido para evaluar

transacciones convenientes es demasiado complejo e impreciso para la justificación de intercambio entre contaminantes diferentes. Pero las reducciones de emisiones industriales que se precisan y aún mayores pueden ser alcanzada por medio de tecnologías modernas de control.

### **3.6 Generación eléctrica dispersa estacionaria**

Frente a la incertidumbre en la disponibilidad de energía eléctrica durante los relativamente frecuentes períodos de sequía que suele afrontar el país y como consecuencia de su continuo encarecimiento, un gran número de fábricas de la Región Metropolitana han ido adquiriendo generadores diesel. Así, durante la gran sequía en 1998, el gobierno dio facilidades a los empresarios para la adquisición de grupos electrógenos con el fin de que pudieran respaldar sus sistemas productivos en períodos de racionamiento.

No obstante, la disponibilidad de estos equipos ha extendido su uso como herramienta de reducción de costos. La mayor demanda de energía eléctrica que ocurre entre las 18 y 23 hrs está asociada a una mayor tarifa, y ha llevado a muchas empresas a utilizar estos equipos durante las horas punta del consumo cuando ello les representa un ahorro. Es lógico imaginar que en tal búsqueda de beneficio se opere con el combustible de menor costo disponible.

En base a los registros de importación se estima cree que en Santiago actualmente habrían unos 10.000 equipos electrógenos operando sin obligatoriedad de registro ni verificación de operación.

Los generadores de electricidad impulsados por motores diesel pueden ser fuente importante de contaminación. Lo que ha llevado a que en gran parte de Estados Unidos, su uso se encuentre restringido sólo a situaciones de emergencia.

Una investigación sobre la situación en Santiago, ha mostrado que los autogeneradores estacionarios diesel contribuyen con un 4% al material particulado y un 18% de emisiones de óxidos de nitrógeno, ambos casos en base anual y considerando el total de fuentes fijas. Al trasladar este aporte a una base diaria, como estos autogeneradores no operan a lo largo de todo el año si no solamente en el período de invierno, la situación es más dramática, ya que para el material particulado la contribución es de un 11% mientras que para las emisiones de NO<sub>x</sub> estas

fuentes alcanzan un 34%, tomando en cuenta el total de emisiones asociadas a fuentes estacionarias en ambos casos.

CONAMA está estudiando una norma para la regulación de estos equipos electrógenos, proceso que se recomienda acelerar por su relevancia en las emisiones ya señalada anteriormente.

Por otra parte, existen alternativas de generadores cuyas emisiones son más bajas, como los que utilizan gas natural. Estos pueden ser fuentes de menor emisión si son configurados apropiadamente. Adicionalmente, está la posibilidad de recuperar la energía térmica para aumentar la eficiencia.

El precio de la energía eléctrica debería someterse a una revisión, para constatar si se está siendo consecuente con los objetivos planteados en el PPDA, y no impulsando negocios al seleccionar arbitrariamente alternativas energéticas.

### **3.7 Compuestos orgánicos volátiles (COV)**

Las emisiones de COVs de origen antropogénico resultan de la producción, refinamiento y distribución masiva de petróleo, gas natural y gas licuado. Adicionalmente, se generan emisiones de COVs en la utilización de carbón o leña, solventes –industrias del plástico, gráfica y pinturas-, transportes y quema de basura.

La relevancia otorgada en el PPDA a los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) obedece principalmente a la participación que estos tienen en la formación de smog fotoquímico, como precursor del Ozono (O<sub>3</sub>) troposférico. En el programa para el control de COVs del PPDA no se define una norma para reducir emisiones, sino un plan de acción con este objetivo.

Es así como la ASRM debía realizar un estudio a partir del año 2004, sobre el Desarrollo de un Sistema de Control, Reducción y Fiscalización de Emisiones de COVs en actividades Industriales y Comerciales sobre la base de estudios desarrollados por CONAMA RM, los que aportarían un inventario de fuentes emisoras y emisiones, junto a propuestas tecnológicas para el control y la reducción de emisiones de COVs. El estudio fue presentado al Fondo Nacional de Desarrollo Regional durante el año 2005, encontrándose actualmente aprobado y a la espera de asignación de recursos.



Los compuestos orgánicos volátiles son un elemento importante en la generación secundaria de ozono en las atmósferas urbanas. Por su carácter volátil se trata de líquidos o gases licuados que se evaporan con extrema facilidad durante su uso, transporte y distribución. En un artículo reciente (Rappenglück et al., 2005) identifican un grupo de VOCs muestreados en la atmósfera de Santiago y su vecindad durante la primavera del 2002. Estos autores encuentran que los alcanos (propano y butano) constituyen la fracción más importante en todos los lugares, seguidos por los aromáticos (tolueno, benceno y xileno) y alquenos (eteno, acetileno). Sin embargo, los más reactivos durante las mañanas son los alquenos, en torno al mediodía son los aromáticos y en la tarde el isopreno. La Tabla 5 es una muestra de valores de las medianas (máximos) extraídas de las concentraciones medidas una veintena de veces en cada uno de los tres sitios a lo largo de un transecto orientado en la dirección SW-NE. La estación El Monte se eligió como representativa de condiciones de fondo, es decir, con escasa influencia antrópica, Parque O'Higgins caracterizando el centro urbano y Las Condes un zona hacia donde son arrastradas las emisiones durante el período diurno.

| Tabla 5: COVs seleccionados Región Metropolitana |             |              |              |
|--|-------------|--------------|--------------|
|  | El Monte    | P.O'Higgins  | Las Condes   |
| COV:   | [ppbv]      | [ppbv]       | [ppbv]       |
| Propano  | 0.66 (8.00) | 5.66 (84.52) | 7.91 (23.16) |
| Butano   | 0.12 (3.73) | 1.56 (12.51) | 1.73 (4.34)  |
| Pentano  | 0.21 (6.95) | 1.05 (11.60) | 2.36 (5.20)  |
| Benceno  | 0.19 (0.50) | 0.38 (4.00)  | 0.95 (2.06)  |
| Tolueno  | 0.19 (1.15) | 1.59 (13.52) | 2.28 (5.99)  |
| Xileno   | 0.24 (1.88) | 1.09 (15.28) | 2.18 (4.95)  |

La Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), es el organismo a cargo del control de emisiones de COVs a lo largo de la cadena de producción, almacenamiento y distribución de combustibles líquidos, mediante las medidas establecidas por el D.S. N°58 en enero de 2004.

La primera etapa corresponde a los estanques de almacenamiento con capacidades que excedan los 100 m<sup>3</sup>. En 1997 se estableció que para estanques superiores a este tamaño debían contar con una planta de recuperación de vapores. Sin embargo, no se han construido estanques mayores porque los planos reguladores de la comuna de Maipú lo impiden. Así, Exxon tiene 4 estanques,

Shell y Copec tienen 6 estanques, ENAP tiene 4 estanques (para YPF) y la compañía más pequeña, JLC tiene 2, todos ellos con sistemas de recuperación de vapores (SRV) de techo flotante o fijo con membrana interna flotante. Como la gasolina es la que libera más vapor, es preciso contar con un SRV, pero el mismo control se efectúa para el diesel. Solo hay mínimos de recuperación, de un 95%, para la gasolina Clase I (30 ppm de contenido máximo de azufre)

La segunda etapa corresponde al proceso de transferencia de estanques a camiones para la que se establece la instalación de equipos de captura y posterior recuperación y/o eliminación de un 95% de vapores. La medida ha sido cumplida desde el año 2000 por todas las compañías distribuidoras.

En una tercera etapa está la transferencia de camiones a los estanques de estaciones de expendio de combustibles líquidos de Clase I, las cuales deben estar equipadas con SRV que aseguren la captura de un 90%. De un total de 506 puntos de distribución sólo 148 establecimientos están inscritos en la SEC. Al año 2005 todos los camiones inscritos Clase I cuentan con SRV.

Finalmente, la última etapa es el expendio al público. En el caso de las estaciones de servicio que estuvieran en funcionamiento antes de junio de 1998, se establecieron plazos para que en forma gradual, las grandes empresas distribuidoras pudieran acreditar la habilitación de los SRV, en función de una proporción determinada de su volumen total de ventas. Las empresas con estaciones antiguas debían habilitar un SRV al 30 de Abril del 2005 en un número de estaciones por ellas abastecidas que den cuenta de al menos un 72% de su volumen de ventas. Esta disposición ha sido cumplida en distinta medida por las compañías distribuidoras, existiendo una cuyo cumplimiento escasamente llega a un 58% de sus ventas. En los casos de autoservicio el SRV debe ser capaz de capturar al menos 80% de los vapores lo que nuevamente ha tenido un cumplimiento variable. Las estaciones nuevas deben tener habilitado un SRV desde el año 2004. De los 148 establecimientos inscritos en el SEC, 112 han certificado sus instalaciones. El resultado global de la recuperación de vapores a Octubre de 2005 es que sólo un 65% de las estaciones de distribución se encuentran certificadas.

En conclusión y como observaciones de esta auditoría, reconociendo que en Santiago ya existen regulaciones que demandan recuperación de vapores o emisiones de COVs desde grandes estanques, para estaciones de servicio nuevas y antiguas así como para camiones de distribución,

se recomienda que estas medidas sean ampliadas a todo vehículo y estanque que transporte o almacene gasolina u otro combustible de similar volatilidad.

Como parte de mejoras futuras al PPDA la recuperación de vapores debe incluir la transferencia de combustible a cualquier vehículo que sea abastecido en el área metropolitana.

Actualmente no existen límites para la emisión de COVs en procesos industriales. Como muchos de ellos emiten grandes cantidades de COVs, esto representa una omisión importante que implica el financiamiento y puesta en marcha del Sistema de Control, Reducción y Fiscalización de Emisiones de COVs en actividades Industriales y Comerciales poniendo límites a las emisiones para categorías específicas de procesos industriales.

### **3.8 Otras emisiones**

#### **3.8.1 Polvo resuspendido**

Para combatir la resuspensión de polvo de las calles por el tráfico vehicular, particularmente en casos no pavimentados, el Gobierno Regional Metropolitano opera un Programa de Aspirado de Calles (PAC) por un sistema de aspersión de agua que opera en el período nocturno entre Abril y Septiembre en 4 zonas periféricas de Santiago. El impacto de esta medida ha sido objeto de un estudio independiente que concluyó que después del paso del camión aspersor se obtiene una disminución del 44% en la masa de material particulado en la calle recorrida y de un 10% en las zonas cercanas. En las partículas entre 10 y 0.45 micrómetros se observaron disminuciones que variaban entre 34 y 71%.

Este programa tiene una duración que se extiende hasta el año 2007 y su continuidad debe ser objeto de una evaluación en razón de los resultados más arriba mencionados.

#### **3.8.2 Quemados agrícolas**

La quema de biomasa (desechos agrícolas, malezas, etc.) está prohibida en los meses invernales, entre el 1° de Mayo y el 31 de Agosto, en todas las provincias de la Región Metropolitana y en la Provincia de Cachapoal en la Sexta Región. Esta veda es fiscalizada por personal de CONAF y Carabineros junto con acciones de difusión y educativas. La quema agrícola en la Región

Metropolitana se practica sobre una superficie de 1.400 hectáreas que pertenecen a pequeños y medianos propietarios y que constituye el 50% del total dedicado a la agricultura. En el quinquenio 2000-2004, se contabilizó un promedio de 840 quemas en el cuatrimestre con veda, de las cuales sólo un 17% no fueron fiscalizadas y en el año 2005 esta fracción descendió a un 5% en un total de 430 quemas.

La quema agrícola en la Región Metropolitana está permitida desde Septiembre a Abril. La ley que permite quemar tiene por objeto evitar los incendios forestales pues se trata de una quema regulada, condicionada a la obtención de un permiso, en un horario y condiciones meteorológicas favorables. La quema es una tradición muy arraigada en los agricultores, parte de su cultura y de costo muy bajo, razón por la cual una campaña realizada para cambiar la cultura de las quemas agrícolas tuvo un impacto mínimo.

Sin embargo, esta práctica debería ser erradicada pues es fuente importante de compuestos tóxicos

### **3.9 Fiscalización**

La fiscalización de las medidas aplicadas a los contaminantes y diversos tipos de fuentes establecidas en el PPDA, se encuentran repartidas en diferentes instituciones como se indica a continuación:

- El transporte público y fuentes móviles en general es fiscalizado por SEREMI TT
- Los combustibles líquidos son fiscalizados por la SEC, a través de la venta de los productos tanto si es nacional o importado
- Las fuentes fijas, empresas y fuentes residenciales, comprendiendo residuos sólidos y gases específicos y en futuro próximo COVs y amoníaco (NH<sub>3</sub>), son fiscalizados por SEREMI SALUD
- La quema de residuos agrícolas es fiscalizada por CONAF RM.

No se observa un criterio técnico sectorial en la distribución de las diferentes supervisiones y medidas orientadas a la fiscalización, parece haber primado la separación fuente fija y fuente móvil por sobre el conocimiento de procesos, tipo de análisis y tratamiento de la información.

Sin embargo, lo realmente importante es la diseminación de una sola tarea en múltiples agencias pertenecientes a diferentes ministerios. La función fiscalizadora, por su carácter controlador, tiene la necesidad de una visión y comprensión global de los diferentes agentes y procesos responsables de la contaminación. La diversificación en esta materia, dificulta la integración de prioridades globales a cambio de las sectoriales, así como también la asignación de presupuestos a las distintas instituciones. Proyectos que pueden ser prioritarios para una institución específica, pueden ser secundarios o incluso irrelevantes para la perspectiva y cobertura del Programa de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana.

La fiscalización de las medidas incluidas en el PPDA no está en las manos de una sola agencia de control de la contaminación atmosférica, sino que es efectuada por varias agencias que adicionalmente pertenecen a distintos ministerios, cada uno con sus propios presupuestos y prioridades. Esta situación dificulta la fiscalización del PPDA y el establecimiento de prioridades conforme a la urgencia de una acción fiscalizadora en particular. Algunas agencias pueden contar con recursos para proyectos de baja prioridad en tanto que otras carecer de medios para acciones fiscalizadoras importantes.

Una organización más efectiva debe integrar la fiscalización de las fuentes, el seguimiento de la calidad del aire y la planificación en una única agencia de control de la contaminación atmosférica.

En un enfoque más puntual, el sistema de fiscalización tal como existe hoy, muestra debilidades en recursos humanos así como probablemente en la asignación de recursos económicos. En el caso de las fuentes estacionarias que alcanzan un total de 4.000, solo pueden ser visitadas una vez por año dado que el número de inspectores no supera un total de 45; esta relación entre inspectores y fuentes es claramente insuficiente. En tales condiciones no es posible implementar, por ejemplo, un sistema de visitas sorpresivas que asegure el cumplimiento de medidas y normas.

Las fuentes móviles por otra parte, en relación a los motores de los vehículos, estos no son inspeccionados bajo el criterio de cumplimiento de los estándares de emisión en el largo plazo. Las pruebas actuales están restringidas a unos pocos vehículos nuevos. Estas pruebas deberían extenderse a gran escala, para asegurar que los vehículos cumplen con las regulaciones importantes a medida que se hacen más antiguos. Este tipo de información ha permitido a los

fiscalizadores en los Estados Unidos identificar un programa fraudulento de los fabricantes de camiones. Las pruebas realizadas por ISSRC en Sao Paulo y Ciudad de México, sugieren una tasa de alto deterioro en el sistema de emisiones en los vehículos de trabajo livianos. Esto debiera ser revisado en forma rutinaria en Chile.

### 3.10 Factibilidad de las metas al año 2010

Las metas definidas para el año 2010 (y 2012) junto con algunos datos de la evolución de las concentraciones de contaminantes se incluyen en la Tabla 6.

| <i>Tabla 6: Concentraciones observadas y metas propuestas</i> |                          |                          |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|   | Obs.<br>1997             | Obs.<br>2000             | Obs.<br>2004             | Meta<br>2010             | Meta<br>2012             |
| <i>PM10</i>   | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| <i>Media anual</i>  | 100                      | 77                       | 68                       | 50                       |                          |
| <i>Media diaria</i>   | 375                      | 292                      | 262                      | 150                      | 120                      |
| <i>PM2.5 Anual</i>  | 38                       | 35                       | 35                       | 15                       |                          |
| <i>PM2.5 24h</i>  |                          | 102                      | 128                      | 65                       |                          |
| <i>O3 media 1h</i>  | 343                      | 318                      | 337                      | 160                      |                          |
| <i>CO media 8h</i>  | 22                       | 15                       | 18                       | 10                       |                          |
| <i>CO media 1h</i>  | 33                       | 22                       | 22                       | 40                       |                          |
| <i>NO2 anual</i>  | s.i.                     | 38                       | 39                       | 100                      |                          |
| <i>SO2 anual</i>  | 19                       | 12                       | 9                        | 80                       |                          |
| <i>SO2 24 h</i>   | 115                      | 81                       | 55                       | 365                      |                          |

*Fuente: CONAMA RM*

A partir de estos datos se obtuvo la Tabla 7 en que se muestran las disminuciones anuales medias observadas en los intervalos 1997-2000 y 2000-2004. Además, se incluyen las disminuciones anuales que se requerirían para satisfacer las metas programadas para el año 2010. Se han indicado en rojo las disminuciones que se prevén problemáticas de lograr en las condiciones actuales de emisiones.

No obstante, hay que recordar que el actual estado de cosas es, en gran medida, consecuencia del atraso sufrido por la implementación del Plan TRANSANTIAGO y los tropiezos en el abastecimiento de gas natural desde Argentina. En el primer caso se trata de un atraso de 18 meses que en gran medida puede ser recuperado antes del 2010. En el segundo, existen estimaciones de tres años para la regularización de abastecimiento y también podría estar resuelto antes del año 2010. Por lo tanto un análisis de factibilidad del cumplimiento de metas debe contemplar ambas posibilidades.

| <i>Tabla 7: Disminución anual en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{año}</math></i> |       |      |       |       |
|--|-------|------|-------|-------|
| <i>Antes del año:</i>  | 2000  | 2004 | 2010  | 2012  |
| <i>MP10</i>  | Obs   | Obs  | Meta  | Meta  |
| <i>Media anual</i>   | -7.7  | -2.3 | -3.0  |       |
| <i>Media diaria</i>  | -27.7 | -7.5 | -18.7 | -17.8 |
| <i>PM2.5 Anual</i>   | -1.0  | 0.0  | -3.3  |       |
| <i>PM2.5 24h</i>   |       | 6.5  | -10.5 |       |
| <i>O3 media 1h</i>   | -8.3  | 4.8  | -29.5 |       |
| <i>CO media 8h</i>   | -2.3  | 0.7  | -1.3  |       |
| <i>CO media 1h</i>   | -3.7  | 0.0  | 3.0   |       |
| <i>NO2 anual</i>   |       | 0.3  | 10.2  |       |
| <i>SO2 anual</i>   | -2.3  | -0.8 | 11.8  |       |
| <i>SO2 24 h</i>  | -11.3 | -6.5 | 51.7  |       |

En una condición en que el Plan TRANSANTIAGO se encuentre completado es posible hacer estimaciones de su impacto en las emisiones de PM10 y de NOx por medio de los datos proveídos por SECTRA y el mismo Plan (Sección 3.1.2). Sobre esta base se ha confeccionado la Tabla 8.

**TABLA 8: Impacto del Transantiago en emisiones**

|   | PM10  | NOx   |
|---|-------|-------|
|   | t/año | t/año |
| <i>Inventario 1997</i>                    | 647   | 10965 |
| <i>Invent. 2000 (total de buses)</i>      | 1208  | 29428 |
| <i>Emis. al 2000 (buses Transantiago)</i> | 798   | 13797 |
| <i>Reducción por Transantiago.</i>        | 708   | 2380  |
| <i>Emisiones reducidas</i>                | 90    | 11417 |
| <i>Remanente</i>                          | 470   | 20963 |
| <i>Remanente en %</i>                     | 39    | 71    |
| <i>Reducción en % respecto del 2000</i>   | 61    | 29    |

Bajo la suposición de que las reducciones de estas emisiones porcentuales se reflejen en igual fracción en las concentraciones es posible afirmar que las metas de material particulado serán alcanzadas, tanto en su total como en la fracción fina, asumiendo que el sector industrial mantiene las emisiones del año 2000. Pero si TRANSANTIAGO sufre contratiempos adicionales, o el sector industrial aumenta sus emisiones por uso de combustibles con alto contenido de azufre, las metas de los contaminantes indicadas en rojo en la Tabla 7 serán difíciles de lograr.

Los contaminantes más problemáticos son el Ozono y el Monóxido de Carbono ya que ni el Dióxido de Azufre ni los NOx amenazan con sobrepasar las normas respectivas. En particular, el Ozono puede ser más rebelde si no se toman medidas para frenar las emisiones de COVs.



### 3.11 Recursos de CONAMA RM

#### 3.11.1 Recursos humanos

En la actualidad, dentro de CONAMA RM que cuenta con 56 funcionarios, solamente 8 están dedicados a la calidad del aire. Sin embargo, lo que resulta más preocupante es la evolución de estas cifras. Desde el año 2000 ella ha sido la siguiente:

| <i>Tabla:9</i>             | <i>2000</i> | <i>2001</i> | <i>2002</i> | <i>2003</i> | <i>2004</i> | <i>2005</i> |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Conama Nac. C. Aire</i> | 8           | 8           | 3           | 2           | 4           | 6           |
| <i>Conama RM total</i>     |             | 48          | 51          | 67          | 70          | 75          |
| <i>Conama RM C. Aire</i>   | 14          | 13          | 11          | 10          | 9           | 8           |

Aparentemente, el número de jornadas dedicadas al tema de calidad del aire en la Región Metropolitana ha seguido variaciones análogas al mejoramiento de la contaminación. Con referencia al año 2000 el personal ha disminuido en más de un 40%.

#### 3.11.2 Recursos económicos

Simultáneamente, el presupuesto anual del Grupo de Calidad del Aire de CONAMA RM ha ido decreciendo de igual forma:

| <i>Tabla 10: Presupuesto</i> | <i>2000</i> | <i>2001</i> | <i>2002</i> | <i>2003</i> | <i>2004</i> | <i>2005</i> |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>[millones de pesos]</i>   |             |             |             |             |             |             |
| <i>Estudios</i>              | 536         | 403         | 436         | 372         | 82          | 110         |
| <i>Gestión de episodios</i>  | 130         | 130         | 124         | 131         | 131         | 60          |
| <i>Salarios</i>              | 180         | 180         | 132         | 120         | 108         | 96          |

Los recursos para contratar estudios se han reducido a la cuarta parte desde el año 2000 y los salarios, en concordancia con la reducción de personal, han llegado a ser la mitad de la cifra del 2000. Las autoridades del período no han mostrado ninguna preferencia por un problema que, por el contrario, requería de una intensificación del esfuerzo.

## 4. Recomendación de futuras medidas

### 4.1 Organización y recursos económicos

- A partir del año 1990, en Chile se han desarrollado importantes esfuerzos por desarrollar un sistema de administración de calidad del aire de primera clase. En años recientes, su financiamiento ha sufrido severas reducciones y existen evidencias de que el sistema ha comenzado a fallar. Como se comenta en la sección de seguimiento, los niveles de monóxido de carbono y ozono estarían en aumento luego de una década de avances. Sigue existiendo una alta contaminación del aire de Santiago por lo que el financiamiento apropiado para planificación y fiscalización debe ser mejorado, pues su actual nivel es simplemente inadecuado.
- En relación a la estructura organizacional, el país se beneficiaría de una administración más integrada y fuerte. Como mínimo la planificación, fiscalización y seguimiento atmosférico deben ser integrados en una única agencia de calidad del aire con un financiamiento adecuado para asegurar su efectivo funcionamiento.
- Aún más, se recomienda un refuerzo no sólo a los niveles administrativo y técnico, sino también al nivel político. Un Ministerio del Medio Ambiente ayudaría en el progreso del control de la contaminación del aire en la Región Metropolitana, elevaría políticamente el problema de la contaminación atmosférica y su control, y la protección del ambiente en general, al mismo nivel de otros importantes temas sociales.
- Tarifas de emisión para la industria y de permisos de circulación vehiculares podrían ser usadas para proporcionar financiamiento a las actividades administrativas de calidad del aire. En este sentido, quien contamina paga por los esfuerzos necesarios para mantener una buena calidad del aire. Tales tarifados son comunes en los Estados Unidos, proveyendo un 80% del presupuesto operacional de las agencias de control del aire en la ciudad de Los Angeles.

## 4.2 Estrategias de control para la contaminación del aire

- Desde que en Santiago se inició la lucha contra la contaminación atmosférica 15 años atrás, ha habido importantes avances. Actualmente, las *emergencias* han dejado de ocurrir, y el número de *alertas* y *pre-emergencias* han disminuido a 4 y 2 respectivamente. Sin embargo, la situación dista de ser buena, y mucho más debe hacerse para reducir la contaminación atmosférica a los niveles recomendados por Organización Mundial de la Salud (OMS) o aún para cumplir las normas nacionales.
- Conforme a la eliminación de breves episodios de muy alta contaminación del aire, debe introducirse un cambio de estrategia, el evitar estos episodios ya no es un objetivo básico y debe ser sustituido por la reducción de prolongados períodos de inaceptables niveles medios de alta contaminación. El objetivo de largo plazo debe ser lograr al menos el cumplimiento de las normas nacionales.
- El actual plan de administración de la calidad del aire debe seguir siendo actualizado regularmente ya que la información y las tecnologías de control mejoran continuamente.
- El plan de administración de la calidad del aire para Santiago va a imponer un alto costo a la ciudadanía. Si bien tal costo vale la pena, resulta imperativo que las decisiones se tomen de manera óptima, esto es, orientadas a obtener la mayor reducción de la contaminación del aire al menor costo posible. Ello requiere una efectiva planificación de la administración de la calidad del aire, la cual no debe ser realizada a expensas de los recursos requeridos para estudios. Si los ingresos nacionales por impuestos resultan inadecuados para sostener el esfuerzo, entonces se debe considerar el tarifado por emisiones, los permisos de circulación vehiculares y los impuestos a los combustibles, de modo que las entidades causantes del problema sean las que financien por su solución.
- Como se comentó en la sección acerca de modelamiento, aún se discute sobre la necesidad de controlar las emisiones de NOx. Para algunos esta reducción puede ser contraria a la reducción de ozono. Otros argumentan que las reducciones de NOx son necesarias para cumplir con los estándares de material particulado y para evitar efectos nocivos a la salud del dióxido de nitrógeno (NO2) y otras sustancias agresivas derivadas de los NOx. Este tema

requiere ser enfrentado a través de un proceso de administración de la calidad del aire integrado y actualizado que considere todos los contaminantes y defina la estrategia más económica, pero resultados del modelamiento sugieren que la prioridad es el control de las emisiones de COV.

- La persistencia de altas concentraciones de CO, pesar de la modernización del parque automotriz, puede ser consecuencia de varios factores entre los que cabe mencionar el aumento del número de vehículos particulares y su uso más intensivo, la operación de vehículos muy antiguos carentes de filtro catalítico y la falta de control sobre el estado del catalizador.
- Al discutir los costos de la mitigación de la contaminación del aire, se deben especificar los beneficios asociados a las medidas. Las mejoras en la calidad del aire no sólo mejorarán la salud de la población, sino que en la mayoría de los casos también beneficiarán la economía del país, haciendo que beneficios sean mayores que sus costos.
- La definición de una norma para el material particulado fino (PM2.5) es una acción de extrema importancia que va en claro beneficio del proceso de administración de la calidad del aire en Chile. Las partículas pequeñas han sido identificadas como la principal causa de impactos en la salud y reducción de la visibilidad de manera que la introducción de una norma de PM2.5 es imperiosa.

#### **4.3 Medidas para obtener y distribuir información**

- En Chile se ha adoptado un software integrado de calidad del aire desarrollado en Suecia que es usado por varias agencias gubernamentales. Es preciso asociar, tanto como sea posible a usuarios y expertos en informática computacional para mejorar el aprovechamiento del sistema elegido.
- Como ya ha sido mencionado, los sitios de red tanto pertenecientes a CONAMA como de la Autoridad Sanitaria son de buen nivel, pero pueden ser mejorados para hacerlos más informativos y amigables para el público en la medida que éste se vaya familiarizando con este tipo de divulgación.

- Deben desarrollarse programas de entrenamiento que incluyan elementos de calidad del aire para ser usados en la educación básica y media como manera de instruir a los niños y jóvenes en temas vinculados al desarrollo de una sociedad sustentable con miles de millones habitantes en la Tierra.
- Una herramienta importante para el desarrollo de programas de calidad del aire y las regulaciones asociadas con aceptación de parte de la comunidad, es la creación de un Consejo Asesor. Se recomienda la creación de tal organismo de una forma representativa de la comunidad metropolitana.

#### **4.4 Medidas para reducir emisiones**

- Reconociendo que se ha hecho un razonable avance en la identificación de medidas orientadas a la reducción de emisiones, aún existe un potencial significativo más allá del adoptado.
- En el mediano plazo, todos los buses de TRANSANTIAGO deberían estar equipados con filtros Diesel para partículas de alta eficiencia. En el largo plazo, las emisiones de NOx de buses serían reducidas sustancialmente por reemplazo o acondicionamiento (retrofitting).
- Automóviles diesel nuevos también deberían ser equipados con filtros Diesel para partículas, como en el caso de Europa de forma masiva, aunque sin obligación legal, es decir, sólo por toma de conciencia de los compradores.
- Normas de emisión más restrictivas para vehículos livianos y pesados deberían ser dictadas junto con un sistema de fiscalización que asegure su cumplimiento a lo largo de la vida del vehículo y no sólo cuando es nuevo.
- Una vez que se incorporen una tecnología mejorada en la producción de vehículos, Santiago debe insistir en recibir ese tipo de vehículos para ser ofrecidos al mismo tiempo que nuevas regulaciones de emisión son implementadas en la Unión Europea o en los Estados Unidos. El país debería poner en vigencia las mismas regulaciones de emisión que la Unión Europea o

bien los Estados Unidos. Al aceptar vehículos compatibles con los requisitos de cualquiera de ambos se proporcionan alternativas al comercio y a los clientes.

- Un programa de cooperación agresivo con Brasil y tal vez Argentina ayudaría a asegurar que las casas matrices modernicen sus fábricas sudamericanas para producir los vehículos más limpios posibles.
- La actual inspección aleatoria de emisiones de buses en la vía pública debería extenderse a camiones.
- Normas generales de emisión deben ser definidas para procesos industriales (es decir, para una variedad de fuentes industriales) y para contaminantes tóxicos del aire. Las probadas Instrucciones Técnicas Alemanas de Control de Calidad del Aire (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, TA Luft) son un buen ejemplo ya que han sido muy exitosas reduciendo la contaminación del aire en Alemania.
- La quema de biomasa debe ser estrictamente prohibida en la Región Metropolitana.
- La recuperación de vapores (COV) al abastecer a vehículos con gasolina en las estaciones de servicio debe ser implementada en Santiago.
- Normas estrictas o un impuesto que desincentive deben ser creados en relación al contenido de COVs en pinturas usadas para reparar vehículos, productos manufacturados y pinturas de construcciones.
- Como las congestiones están aumentando rápidamente en Santiago, es importante evitar el incremento del tránsito suburbano en automóviles particulares. Deben tomarse medidas para establecer sistemas eficientes de transporte masivos (trenes) desde comunas distantes al centro de Santiago. Con ello el uso de automóviles particulares podría ser limitado a distancias relativamente cortas, por ejemplo, desde el hogar a la estación ferroviaria más próxima.

## **5. Resumen de conclusiones**

### **5.1 Prioridad del PPDA en el medio político.**

El equipo auditor tiene la percepción de que desde la realización de la auditoría anterior (1999) el problema de la calidad del aire en la región Metropolitana ha perdido prioridad entre las autoridades. Tal sensación tiene su origen en que la mayor parte de las autoridades no se entrevistaron con el equipo auditor, delegando en colaboradores la entrevista solicitada con la debida antelación (Tabla A2 del Anexo 2). Aunque las razones de esta actitud le son desconocidas, existe la impresión de que el nivel político considera exitoso el combate contra la contaminación, lo que se contrapone con los datos reales de calidad del aire y con la opinión de los técnicos a cargo del tema.

En consonancia con tal percepción, los recursos técnicos y financieros así como el interés por el tema han decaído, no obstante que la calidad del aire es aun inaceptable y el proceso está en un punto donde reducciones adicionales son más complejas y costosas de obtener.

### **5.2 Consecuencias del estancamiento del proceso de descontaminación de Santiago.**

Muy ligado a lo anterior, es preciso advertir de los riesgos a los que se expone el país si la Región Metropolitana de Santiago no avanza en este proceso de descontaminación, sobre todo de cara a su integración a la OECD y los compromisos internacionales vinculados con los Tratados de Libre Comercio. No seguir avanzando en este tema puede significar en el corto plazo no sólo un retroceso importante en los avances locales logrados a la fecha luego de 15 años de esfuerzos, sino también dificultades en el desarrollo a nivel de todo el país.

Considerando solamente los contaminantes material particulado, monóxido de carbono y ozono y sus disminuciones al año 2004 (Tabla 7), las metas del PPDA para el año 2010 son imposibles de cumplir si las autoridades continúan sin prestar atención al problema.

### 5.3 Evolución de la Calidad del Aire de Santiago.

La calidad del aire en Santiago sigue siendo inaceptable, si bien se han logrado avances en la reducción de eventos de alta contaminación, con las tendencias actuales es prácticamente imposible lograr el cumplimiento de todos los estándares comprometido por el Gobierno para el año 2010. Las concentraciones de MP10 de 24 horas superan todavía ampliamente la norma chilena de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en un 75%, norma que bajaría a 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el año 2012. El ozono no ha tenido variaciones en el período de aplicación del PPDA y las concentraciones de CO también muestran una tendencia a la estabilización, las cuales se encuentran en un 110% y 80% sobre la norma respectivamente (Figura 1)

Párrafo aparte merecen las altísimas concentraciones de PM2.5, las que duplican el estándar de los Estados Unidos. La necesidad y urgencia de normar esta sustancia, por ser la que presenta los mayores impactos en la salud, representa una acción incomprensiblemente ignorada, a pesar que ya fuera recomendada en la Primera Auditoría Internacional cinco años atrás.

### 5.4 Estado de Avance en la implementación del PPDA.

#### 5.4.1 Cumplimiento del calendario de actividades o cronograma del Plan.

El cumplimiento de las 153 medidas contempladas en el PPDA en su formulación del año 2004 se han alcanzado parcialmente. Como se indica en la **Tabla 11**: 84 de ellas se han cumplido integralmente, ha habido algún avance en 32, 29 han quedado en el papel y no hay información de 8. Sin incorporar los grados de avance alcanzados en las medidas con cumplimiento parcial, es posible afirmar que el cumplimiento global está dentro del intervalo comprendido entre un 55% y un 76%. La **Tabla 12** muestra los porcentajes de avance en cada capítulo del PPDA, incluyendo los avances parciales informados y sin considerar medidas que aún no pueden ser ejecutadas o carentes de plazo de cumplimiento; globalmente el grado de cumplimiento resulta de un 72%.

Los temas con menores logros corresponden a los Capítulos VIII y IX del PPDA y dicen relación con la recuperación de pérdidas evaporativas de COV, emisiones intramuros domiciliarias y desarrollo de áreas verdes. Un factor importante en estas deficiencias radica en el desfinanciamiento de numerosas medidas contenidas en el Capítulo IX de Programas Estratégicos



en que la mayoría están relacionadas con estas tres temáticas; en total 15 de ellas no contaron con recursos. El problema de las emisiones de COV es de especial relevancia por las altas concentraciones de ozono observadas y cuya modelación numérica para Santiago indica que los COV son los compuestos determinantes en su disminución. Más aún, en vista que las innovaciones tecnológicas en la industria automotriz están orientadas a disminuir progresivamente las emisiones de los NOx, el control de los COV pasa a ser primordial.

**Tabla 11: Cumplimiento de medidas del PPDA-2004**

|  | Numero de Medidas | Medidas no permanentes 100% Cumplidas | Sin cumplimen. | En desarrollo con algun grado de avance | Medidas con cumplimen. permanente | Sin información |
|--|-------------------|---------------------------------------|----------------|---|-----------------------------------|-----------------|
| CAPÍTULO II: RENOVACIÓN TECNOLÓGICA DEL TRANSPORTE PÚBLICO   | 7                 | 3                                     | 1              | 2                                       | 1                                 | 0               |
| CAPÍTULO III: COMBUSTIBLES   | 6                 | 6                                     | 0              | 0                                       | 0                                 | 0               |
| CAPÍTULO IV: VEHÍCULOS PESADOS   | 3                 | 2                                     | 1              | 0                                       | 0                                 | 0               |
| CAPÍTULO V: NORMAS DE EMISIÓN PARA VEHÍCULOS NUEVOS LIVIANOS Y MEDIANOS                                  | 4                 | 3                                     | 0              | 0                                       | 0                                 | 1               |
| CAPÍTULO VI: EXIGENCIAS REDUCCIÓN DE EMISIONES PARA EL SECTOR INDUSTRIAL COMERCIAL                       | 28                | 10                                    | 0              | 9                                       | 9                                 | 0               |
| CAPÍTULO VII: CONTROL DE EMISIONES ASOCIADAS A LA CALEFACCIÓN RESIDENCIAL                                | 6                 | 0                                     | 1              | 5                                       | 0                                 | 0               |
| CAPÍTULO VIII: CONTROL DE EMISIONES DE COV ASOCIADAS A LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES         | 8                 | 3                                     | 5              | 0                                       | 0                                 | 0               |
| CAPÍTULO IX: PROGRAMAS ESTRATÉGICOS  | 29                | 2                                     | 15             | 6                                       | 2                                 | 4               |
| CAPÍTULO X: PROGRAMA PERMANENTE DE VIGILANCIA Y FISCALIZACIÓN  | 7                 | 0                                     | 1              | 0                                       | 5                                 | 1               |
| CAPÍTULO XI: PROGRAMOS DE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL                                  | 13                | 2                                     | 4              | 1                                       | 6                                 | 0               |
| CAPÍTULO XII: PROGRAMA DE INVOLUCRAMIENTO DE LA POBLACIÓN, PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL | 4                 | 3                                     | 1              | 0                                       | 0                                 | 0               |
| CAPÍTULO XIII: INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIOS   | 11                | 0                                     | 0              | 9                                       | 0                                 | 2               |
| CAPÍTULO XIV: PLAN OPERACIONAL PARA ENFRENTAR EPISODIOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN                        | 26                | 0                                     | 0              | 0                                       | 26                                | 0               |
| CAPITULO XV: OTRAS DISPOSICIONES   | 1                 | 1                                     | 0              | 0                                       | 0                                 | 0               |
| <b>TOTAL</b>   | <b>153</b>        | <b>35</b>                             | <b>29</b>      | <b>32</b>                               | <b>49</b>                         | <b>8</b>        |

*Fuente: CONAMA RM*

| Tabla 12: Cumplimiento de medidas del PPDA-2004<br>(Excluyendo medidas que no son aún ejecutables o que carecen de plazo de cumplimiento) | Numero de medidas efectivas | Porcentaje de cumplim. |
|---|-----------------------------|------------------------|
| CAPÍTULO II: RENOVACIÓN TECNOLÓGICA DEL TRANSPORTE PÚBLICO  | 7                           | 77                     |
| CAPÍTULO III: COMBUSTIBLES  | 6                           | 100                    |
| CAPÍTULO IV: VEHÍCULOS PESADOS  | 2                           | 100                    |
| CAPÍTULO V: NORMAS DE EMISIÓN PARA VEHÍCULOS NUEVOS LIVIANOS Y MEDIANOS   | 4                           | 75                     |
| CAPÍTULO VI: EXIGENCIAS REDUCCIÓN DE EMISIONES PARA EL SECTOR INDUSTRIAL COMERCIAL  | 24                          | 85                     |
| CAPÍTULO VII: CONTROL DE EMISIONES ASOCIADAS A LA CALEFACCIÓN RESIDENCIAL   | 5                           | 60                     |
| CAPÍTULO VIII: CONTROL DE EMISIONES DE COV ASOCIADAS A LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES  | 8                           | 38                     |
| CAPÍTULO IX: PROGRAMAS ESTRATÉGICOS   | 25                          | 16                     |
| CAPÍTULO X: PROGRAMA PERMANENTE DE VIGILANCIA Y FISCALIZACIÓN   | 7                           | 74                     |
| CAPÍTULO XI: PROGRAMOS DE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL   | 13                          | 67                     |
| CAPÍTULO XII: PROGRAMA DE INVOLUCRAMIENTO DE LA POBLACIÓN, PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL                                  | 4                           | 75                     |
| CAPÍTULO XIII: INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIOS  | 11                          | 36                     |
| CAPÍTULO XIV: PLAN OPERACIONAL PARA ENFRENTAR EPISODIOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN   | 26                          | 100                    |
| CAPITULO XV: OTRAS DISPOSICIONES  | 1                           | 100                    |
| Total:  | 143                         | 71,6                   |

#### 5.4.2 Eficiencia y eficacia de las medidas destinadas a la reducción de las emisiones.

Según indica la Tabla 2 en cuanto al impacto de las fuentes emisoras sobre los tres contaminantes más problemáticos (material particulado, ozono y monóxido de carbono), los capítulos del PPDA de mayor importancia junto con sus grados de cumplimiento son:

|                        | <i>PM10</i> | <i>PM2.5</i> | <i>O3</i><br>( <i>COV</i> ) | <i>CO</i> | <i>Capítulo PPDA</i> | <i>Cumplimiento PPDA (%)</i> |
|------------------------|-------------|--------------|-----------------------------|-----------|----------------------|------------------------------|
| <i>Vehic. Pesados</i>  | X           | X            |                             |           | II, IV,, III         | 77/100/100                   |
| <i>Vehic. Livianos</i> | X           | X            | X                           | X         | V, III               | 75/100                       |
| <i>Combust. Fijas</i>  | X           |              |                             |           | VI, III              | 85/ 100                      |
| <i>Procesos fijos</i>  | X           |              | X                           |           | VI                   | 85                           |
| <i>Residenciales</i>   |             | X            |                             | X         | VII                  | 60                           |
| <i>Areales</i>         |             |              | X                           |           | VIII, IX             | 38/16                        |

Nuevamente aparece el control de fugas de COV como un aspecto que se ha descuidado y que incide sobre las altas concentraciones de ozono. Por otra parte la persistencia de altas concentraciones de CO sugiere que la modernización del parque automotriz (más vehículos con convertidor catalítico) ha sido insuficiente por al menos cuatro causas: falta de control sobre el estado del catalizador, incrementos del parque, permanencia en operación de vehículos muy antiguos y uso más intensivo del automóvil particular.

Un cumplimiento global del 72% de las medidas del PPDA resulta incompatible con la deficiente calidad del aire observada. Considerando que la estrategia seguida no ha sido objetada por expertos internacionales, quedan como explicaciones a tal incongruencia mediciones defectuosas de la calidad del aire y/o una deficiente fiscalización del cumplimiento de las medidas adoptadas. Sin descartar los graves problemas que afectan a las mediciones y errores en la estimación de emisiones, es probable que un aspecto muy débil del PPDA sea un programa de fiscalización precariamente financiado y malamente complementado con incentivos económicos.

Entre estos últimos están los sistemas de compensación de emisiones: Sistema de Compensación de Emisiones de PM para nuevas actividades en la Región Metropolitana (SCE) y los Permisos de Emisión Transables (PET) de la Ley de Bases del Medio Ambiente. El primero, de responsabilidad de CONAMA RM, se ha aplicado desde 1992, aunque restringido al PM, pero el segundo de responsabilidad de CONAMA Nacional y la Secretaría General de la Presidencia, no ha tenido avances en su trámite parlamentario durante el año 2005.

## **5.5 Seguimiento del PPDA y Sistemas de Información utilizados.**

Actualmente, el seguimiento de los avances del PPDA se realiza principalmente por el monitoreo de calidad del aire en la Red MACAM, operada por la Autoridad Sanitaria, y los programas de monitoreo complementario de Carbono (Elemental y Orgánico). Por otro lado, los sistemas de información que dan sustento a la definición de medidas y la mejor caracterización del problema de Santiago, son los inventarios de emisiones de la Región Metropolitana. Cabe señalar que se cuenta con modelos de dispersión de contaminantes, los que actualmente CONAMA RM aún no utiliza.

### **5.5.1 Seguimiento de calidad del aire.**

La condición actual de la Red MACAM adolece de serias deficiencias tanto cualitativa como cuantitativamente. En primer término, con 7 estaciones resulta imposible cubrir de manera razonable una cuenca circundada por importantes rasgos orográficos (laderas y valles), La red que tuvo un inicio promisorio debió haberse ido mejorando, pero ha ocurrido lo contrario. Además, de las 7 estaciones alrededor de la mitad no controlan NOx ni PM2.5. Sin embargo, lo más preocupante es el largo tiempo que las mediciones, instrumentos y técnicas usadas, no han sido controladas por instituciones externas acreditadas. Ello unido a una validación de los datos recolectados que se encuentra atrasada en años impide asegurar que la red esté proporcionando información fidedigna. Para mejorar el seguimiento de la calidad del aire se precisa una inversión de recursos adicional significativa y considerar la posibilidad de privatizar la operación y mantenimiento de la Red MACAM para independizarla de prioridades diferentes a las ambientales. La adición de nuevas sustancias al seguimiento actual, como elementos tóxicos, debe ser previamente objeto de estudios específicos que precisen su naturaleza, abundancia y origen.

### **5.5.2 Reducción de emisiones no atendidas.**

Existen medidas del PPDA que no han recibido atención y/o financiamiento y cuya importancia exige que sean adecuadamente atendidas pues inciden sobre las emisiones de PM, NOx, COV. Ellas corresponden a:

- Capítulo VI, Sector industrial: Cumplimiento de metas individuales de reducción de NOx y PM que se verían facilitadas por una ley reguladora de Permisos de Emisión Transables.
- Capítulo VII: Calefacción Residencial: Certificación de equipos y compensaciones aplicadas a sus fabricantes e importadores.
- Capítulos VIII y IX, Emisiones de COV: tanto en la distribución de combustibles como en fugas originadas en procesos industriales y comercio (solventes y pinturas)
- -Capítulo IX: Estudios de emisiones, control y fiscalización de emisiones de amoníaco.

Finalmente se debe agregar el atraso sufrido por el Plan TRANSANTIAGO que se espera tenga un importante impacto en las emisiones de PM y NOx asociadas al sector transporte.

### **5.6 Gestión de Episodios Críticos de alta contaminación.**

La metodología de corte estadístico actualmente usada para pronosticar episodios de alta contaminación por material particulado, ha mostrado ser inadecuado y dado el desarrollo alcanzado en la modelación es recomendable hacer uso de modelos de pronóstico con base física forzados por inventarios de emisiones mejorados. Por otra parte, considerando que cada vez hay menos eventos de alta contaminación resulta conveniente reorientar parte del esfuerzo en la reducción de períodos prolongados en que se violan las normas nacionales.

En cuanto a las altas concentraciones de Ozono que se registran en la época estival y considerando la vida media de los gases precursores (NOx y COV), es recomendable iniciar sistema de pronóstico de episodios, con difusión masiva y recomendaciones a la población definidas por expertos en salud.

### **5.7 Salud.**

Después de 15 años de gestión ambiental y enormes recursos invertidos en control de emisiones, la autoridad ambiental aún no cuenta con indicadores adecuados para evaluar y hacer seguimiento a los impactos sobre la salud (mortalidad y morbilidad), que es finalmente el objetivo central del PPDA (punto también recomendado en el informe de la OECD). Este es un vacío que debe ser subsanado a la brevedad. La agencia que debió generar estos indicadores es la ASRM, por el

mejor acceso a la información de salud. Sin embargo, en beneficio a su rápida obtención es recomendable hacerlo objeto de un estudio específico a través de un contrato con financiamiento propio.

Otro tema relacionado con el impacto en la salud es la exposición de la población a contaminación intramuros. Sin embargo, este problema tiene implicancias extremadamente complejas de manejar, particularmente en los sectores económicamente más deprimidos de la población urbana y rural. A juicio de los auditores y reconociendo su importancia en la salud y en la emisión de material particulado fino, es conveniente someterlo previamente a una evaluación socio-económica.

### **5.8 Difusión a la comunidad.**

Del análisis hecho se infiere que la calidad del aire que respiran los habitantes de Santiago deja mucho que desear. Sin embargo, la población tiene poca conciencia de este hecho que emana de la simple comparación de las concentraciones medidas y sus diferencias con las normas. Ello implica que la difusión del problema es precaria, más aún, suelen surgir apreciaciones optimistas relativas al combate contra la contaminación atmosférica, en contraste con la necesidad de hacer inversiones crecientes para obtener reducciones adicionales. En el estado de California, con todas las ventajas de una sociedad desarrollada, en el año 2004 se invirtieron 17 dólares americanos por habitante; en Santiago en el año 2005 la inversión directa fue del orden de 1,3 dólares por habitante al año.

### **5.9 Institucionalidad y financiamiento.**

El presupuesto relacionado con el PPDA se ha reducido en forma sostenida en los últimos años, de la misma forma que los profesionales asignados a la gestión del mismo. Paralelamente, la institucionalidad de CONAMA, que carece de competencias ejecutivas y por lo tanto sólo se le permite un papel de coordinación de servicios competentes, hace muy difícil el seguimiento y la implementación de algunas medidas del PPDA. No existe una entidad que supervise que los fondos asignados al PPDA en cada servicio/ministerio sean coherentes con las necesidades y estén debidamente priorizados. Una propuesta concreta de cómo asegurar el financiamiento y la

buena gestión de un plan de descontaminación de la complejidad que tiene el de Santiago requiere de una orgánica centralizada con poder y financiamiento propio asegurado, de manera que los recursos asignados a ella no puedan ser desviados hacia otras necesidades. Los recursos requeridos pueden ser recaudados por contribuciones provenientes de los sectores causantes de la contaminación del aire.

### **5.10 Principales lineamientos para la Segunda Actualización del PPDA.**

La actualización del PPDA que se debe emprender hacia fines del año 2006 tiene a los resultados de esta auditoría como primer antecedente para redactar el anteproyecto. En tal contexto este equipo auditor sugiere no dejar de considerar las siguientes proposiciones para avanzar en el control del Monóxido de carbono, PM2.5 y Ozono así como de sus precursores.

#### **PM2.5:**

- Definir y aplicar norma para PM2.5.
- Avanzar en las medidas relacionadas con NH3 contenidas en el Capítulo IX.
- Realizar revisiones vehiculares bajo carga para controlar NOx.
- Implementar reducción de emisiones de NOx de industrias.

#### **Ozono:**

- Implementar las medidas relacionadas con los COV contenidas en los Capítulos VIII y IX del PPDA.
- Realizar revisiones vehiculares bajo carga para controlar NOx.
- Implementar reducción de emisiones de NOx de industrias.

#### **Monóxido de carbono:**

- Controlar estado de catalizador en filtros de vehículos.
- Iniciar retiro de vehículos sin catalizador.
- Frenar crecimiento del parque automotriz y desincentivar uso de autos particulares



Otros aspectos importantes a considerar:

- TRANSANTIAGO: Cuidar su oportuna implementación
- Fiscalización: Reforzar equipos fiscalizadores en todos los ámbitos.
- Ley de Bonos de Emisión Transables: Previo reforzamiento de capacidad fiscalizadora de CONAMA, aprobar y aplicar la ley progresivamente, evitando compensaciones entre contaminantes de distinto origen.

## ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1: Documentación consultada.....                 | 44 |
| Anexo 2: Programa de entrevistas.....                  | 47 |
| Anexo 3: Material proporcionado por entrevistados..... | 52 |
| Anexo 4: Resumen de tareas pendientes.....             | 54 |
| Anexo 5: Percepción del PPDA.....                      | 62 |

## **Anexo 1: Documentación consultada**

### **Documentos:**

OCDE: Evaluaciones del desempeño ambiental, Chile. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, Naciones Unidas CEPAL, 246 pp., 2005.

CONAMA RM: Evolución de la Calidad del Aire en Santiago 1997-2003. CONAMA Metropolitana de Santiago, Gobierno de Chile, 62 pp., 2003.

CONAMA RM: Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA). CONAMA Metropolitana de Santiago, Gobierno de Chile, 86 pp., 2004.

CONAMA RM: Primera Auditoría Internacional, Plan de Descontaminación. CONAMA Metropolitana de Santiago, Gobierno de Chile, 11 Capítulos, pp. 305 aprox., 1999.

### **Artículos técnicos:**

Koutrakis, P., S.N. Sax, J.A. Sarnat, B. Coull, P. Demokritou, P. Oyola, J. García, E. Gramsch: Analysis of PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, and PM<sub>2.5-10</sub> Concentrations in Santiago, Chile from 1989-2001. *J. Air & Waste Manage. Assoc.*, 55, pp. 1-10, 2005.

Rappenglück, B., R. Schmitz, M. Bauerfeind, F. Cereceda-Balic, D. von Bauer, H. Jorquera, Y. Silva and P. Oyola: An urban photochemistry study in Santiago de Chile. *Atmos. Environment*, In press.

Gramsch, E., I. Ormeño, G. Puelma, F. Cereceda-Balic, P. Oyola: Use of Light Absorption Coefficient to Monitor Elemental Carbon and PM<sub>2.5</sub>- Example of Santiago de Chile. *J. Air & Waste Manage. Assoc.*, 54, pp. 799-808, 2004.

Ilabaca, M., I. Olaeta, E. Campos, J. Villaire: Association between Levels of Fine Particulate and Emergency Visits for Pneumonia and other Respiratory Illnesses among Children in Santiago, Chile. *J. Air & Waste Manage. Assoc.*, 49, pp. 154-163, 1999.

Ostro, B., G.S. Eskeland, T. Feyzioglu, J.M. Sanchez: A Study of Respiratory Illness Among Children in Santiago, Chile. Policy Research Working Paper 1932, The World Bank, Development Research Group, Public Economics, 20 pp., 1998.

Ostro, B., J.M. Sanchez, C. Aranda, G.S. Eskeland: Air Pollution and Mortality. Results from Santiago, Chile. Policy Research Working Paper 1453, The World Bank, Development Research Group, Public Economics, 35 pp., 1995.

### **Sitios de red visitados:**

Montero et al., 2001. Análisis del mercado de emisiones del material particulado. Centro de Estudios Públicos. Estudio. 27p.

[http://www.cepchile.cl/dms/archivo\\_1650\\_877/rev81\\_montero.pdf](http://www.cepchile.cl/dms/archivo_1650_877/rev81_montero.pdf)

Promis B. F., 2005. Evaluación de la eficacia de las medidas del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la RM. Presentación.

[http://www.sec.cl/portal/docs/PAGE/NORMATIVA/COMBUSTIBLES\\_LIQUIDOS/PPDA\\_RM\\_COMBUSTIBLES.PDF](http://www.sec.cl/portal/docs/PAGE/NORMATIVA/COMBUSTIBLES_LIQUIDOS/PPDA_RM_COMBUSTIBLES.PDF)

OCDE & CEPAL, 2005. Evaluaciones de desempeño ambiental Chile. Edición en Español. Naciones Unidas, CEPAL. LC/L2305/E. ISBN: 92-1-322694-2. 246 p.

<http://www.eclac.cl/publicaciones/>

Anteproyecto Ley de Bonos de Descontaminación, 2002.

[http://www.conama.cl/portal/1255/article-27053\\_Bonos.doc](http://www.conama.cl/portal/1255/article-27053_Bonos.doc)

Instituto Libertad y Desarrollo. PPDA: Exitos y Fracasos. Opinión. 8 p.

<http://www.lyd.com/programas/medioambiente/ta46.pdf>

CENMA & Universidad de Chile, 2003. Elaboración de Reglamentos y Protocolos de Procedimientos para el aseguramiento de la calidad del Monitoreo de contaminantes atmosféricos. Informe Final preparado para CONAMA. Santiago, Chile. 97 p.

<http://www.cenma.cl/>

## **Anexo 2: Programa de entrevistas**

Los expertos extranjeros permanecieron en Santiago sólo durante una semana (11 a 17 de Octubre). Durante estos días fue preciso programar numerosas de entrevistas, lo cual redundó en poco tiempo para la redacción de un informe detallado debiendo reducirse a un punteo de observaciones, conclusiones y recomendaciones las cuales dieron forma al Resumen Ejecutivo en inglés.

Las actividades de entrevistas y visitas se detalla en la Tabla A1 adjunta. En ella se indica con fondo amarillo las ocasiones en que el equipo auditor recibió material impreso o en registro magnético así como el único caso en que al entrevistado se le presentó un inconveniente imprevisto que le impidió llegar (Presidente de la Comisión de Medio Ambiente de la Cámara de Diputados).

Se realizó un total de 26 entrevistas, algunas de las cuales debieron ser grupales, con un total de 57 asistentes locales. En varios casos la persona a quien se solicitó la entrevista envió representantes (Tabla A2).

En la organización cronológica de las entrevistas fue inevitable que se produjeran intervalos ociosos de breve duración, a veces por solicitudes de cambio de última hora. En otros casos el tiempo programado resultó insuficiente y debió ser excedido, particularmente cuando los grupos de participantes fueron numerosos, o cuando fue preciso desplazarse a lugares alejados del centro de la ciudad. El trabajo de redacción de un informe se efectuó esencialmente el día Sábado por la tarde y el Domingo.

Algunas autoridades importantes no lograron hacerse el tiempo para ser consultados. Entre ellos se contó la Directora Ejecutiva de CONAMA, el SEREMI de Salud y el Subsecretario de de Transporte.

**Tabla A1: Calendario de entrevistas**

| Martes 11                                       | Miercoles 12   | Jueves 13  | Viernes 14  | Sabado 15   | Lunes 17   |
|---|--|--|---|---|--|
| Sr. Silvio Albarrán SEREMI TTE<br>8:15 a 8:45   | Sra Verónica Serrano SEREMI MINVU<br>9:00 a 10:00                          | Sr. Fernando Promis SEC<br>9:30 a 10:30                                | Sr. Guillermo Díaz SUBS TRANSPORTE<br>8:00 a 11:00  | Sres:<br>Rainer Schmitz<br>Ernesto Gramsch<br>Patricio Pérez<br>Eduardo Lissi<br>Héctor Jorquera<br>Pablo Ulriksen<br>Manuel Merino<br>9:00 a 12:30 | Sra. Andrea Varas CNE<br>9:30 a 10:30                                      |
|   |  |  |   |   | Sra. Paola Vasconi<br>Sr. Rodrigo Pizarro<br>Fund. TERRAM<br>11:00 a 12:00 |
| Sr. Rodrigo Egaña MINSEGPRESS<br>10:00 a 11:00  | Sr. Pedro Mancilla<br>Sr. Pedro Astudillo<br>Programa IRA<br>11:00 a 13:00 | Sr. Jorge Troncoso Sra. Maritza Jadrijevic CONAMA Nac<br>11:00 a 12:00 | Sr. Ricardo San Martín<br>Sr. Pedro Riveros<br>Sr. David Fuentes<br>SEREMI SALUD<br>12:30 a 15:00 |   |  |
| Sr. Marcelo Guerrero ENAP<br>11:00 a 13:00      |  | Sra Cecilia Villavicencio SUBS. SALUD PUBLICA<br>12:00 a 13:00         |   |   | Sra. Sara Larraín Prog. CHILE SUSTENT.<br>12:00 a 13:00                    |
|   |  | Sra. Jessica Maulin ASOC. MUNICIPIOS<br>14:00 a 15:00                  | Sr. Ivan Jaques TRANSANTIAGO<br>15:30 a 16:30   |   | Sr. Leopoldo Sánchez Cámara Diputados Com. Medio Ambiente                  |
| Sra. Paulina Gómez GORE<br>15:00-16:00          | Sr. Luis Garrido CONAF RM<br>15:00 a 16:00                                 | Sr. Pablo Badenier CONAMA RM<br>15:00 a 15:30                          | Visita a RED MACAM<br>17:00 a 18:30   |   | Sr. Marcelo Fernández CONAMA RM<br>16:00 a 17:00                           |
| Sra. Ximena Rincón INTENDENCIA<br>16:00 a 17:00 | Sr. Jaime Dinamarca SOFOFA<br>16:00 a 17:00                                | Sra. Maritza Jadrijevic CONAMA Nac<br>16:00 a 17:00                    |   |   | Sr. Andrei Tchernitchim Col. Médico Reg. Stgo<br>17:00 a 18:00             |
|   | Sra. A. Luisa Covarrubias Inst. Libertad y Desarrollo<br>17:00 a 18:00     |  |   |   |  |
| No se realizó                                   |  |  |   |   |  |
| Se recibió material                             |  |  |   |   |  |

Tabla A2: ENTREVISTAS REALIZADAS (11-17 Octubre 2005)

| N° | NOMBRE                       | CARGO  |           |
|----|------------------------------|--|-----------|
|    | INTENDENCIA                  |  |           |
| 1  | Ximena Rincón                | Intendenta Regional                          | Realizada |
| 2  | Rodrigo Egaña                | Subsecretario MINSEGPRES                     | Realizada |
|    | CONAMA                       |  |           |
| 3  | Paulina Saball               | Directora CONAMA Nacional                    | Ausente   |
| 4  | Pablo Badenier Martínez      | Director CONAMA RM                           | Realizada |
| 5  | Marcelo Fernández G.         | Jefe Área Descontaminación del Aire          | Realizada |
|    | SEREMI de Salud              |  |           |
| 6  | Mauricio Ilabaca             | SEREMI Salud                                 | Ausente   |
| 7  | Pedro Riveros SESMA          | Encargado Fuentes Fijas                      | Realizada |
| 8  | David Fuentes                | Jefe Pgma Vigilancia Calidad del Aire (PVCA) | Realizada |
|    | Ministerio de Salud          |  |           |
| 9  | Danuta Rajs                  | Jefe Dpto Estadísticas e Info Salud (DEIS)   | Ausente   |
|    | Claudio Acuña                | DEIS   | Realizada |
|    | Pedro Mancilla               | Programa IRA                                 | Realizada |
|    | Pedro Astudillo              | Programa IRA                                 | Realizada |
|    | SEREMI de Transporte         |  |           |
| 10 | Silvio Albarran A.           | SEREMI TT                                    | Realizada |
|    | Subsecretaría de Transportes |  |           |
| 11 | Guillermo Díaz               | Subsecretario                                | Ausente   |
| 12 | Roberto Santana              | Jefe Departamento de Normas                  | Ausente   |
| 13 | Jaime Binder                 | Jefe Departamento de Fiscalización           | Ausente   |
|    | Alfonso Cádiz                | Secretario Técnico                           | Realizada |
|    | SOFOFA                       |  |           |
| 14 | Jaime Dinamarca              | Gerente de Medio Ambiente, SOFOFA            | Realizada |
|    | CONAF RM                     |  |           |
| 15 | Carlos Ravanal               | Director                                     | Ausente   |
|    | Luis Garrido                 |  | Realizada |
|    | SEC                          |  |           |
| 16 | Patricia Shotzen             | Super Intendenta (S)                         | Ausente   |
|    | Fernando Promis              | Jefe División Ingeniería de Combustibles     | Realizada |
|    | CNE                          |  |           |
| 17 | Luis Castellón               | Secretario Ejecutivo                         | Ausente   |
|    | Andrea Varas                 |  | Realizada |
|    | Cámara de Diputados          |  |           |
| 18 | Leopoldo Sánchez             | Comisión de Medio Ambiente                   | Fallida   |

|    |                                |  |                |
|----|--------------------------------|--|----------------|
|    | SEREMI MINVU                   |  |                |
| 19 | Verónica Serrano               | SEREMI   | Realizada      |
|    | ONG                            |  |                |
| 20 | Sara Larraín                   | Directora Programa Chile Sustentable   | Realizada      |
| 21 | Ana Luisa Covarrubias          | Directora Programa de Medio Ambiente<br>Instituto Libertad y Desarrollo                                      |                |
| 22 | Rodrigo Pizarro                | Fundación Terram   | Realizada      |
|    | COLEGIO MÉDICO DE CHILE        |  |                |
| 23 | Andrei Tchernitchin            | Presidente, Departamento de Salud y Medio Ambiente<br>del Consejo Regional Santiago, Colegio Médico de Chile |                |
|    | MUNICIPIOS                     |  |                |
| 24 | Jessica Mualim                 | Asociación de Municipios   | Realizada      |
|    | TRANSANTIAGO                   |  |                |
| 25 | Isabel Guzmán                  | Coordinadora   | Ausente        |
|    | Iván Jaques                    | Encargado Proyectos  | Realizada      |
|    | GORE                           |  |                |
| 26 | Paulina Gómez Binfa            | Jefa División de Análisis y Control de Gestión   | Realizada      |
|    | UNIVERSIDADES                  |  |                |
| 27 | Rainer Schmitz                 | U. de Chile  | Realizada      |
|    | Héctor Jorquera                | PUC  | Realizada      |
|    | Ernesto Gramsch                | USACH  | Realizada      |
|    | Eduardo Lissi                  | USACH  | Realizada      |
|    | Patricio Pérez                 | USACH  | Realizada      |
|    | Francisco Cereceda             | U. Técnica Federico Santa María  | Envío material |
|    | Dietrich Von Baer              | U. de Concepción   | Envío material |
|    | M.Merino y P. Ulriksen         | CENMA  | Realizada      |
|    | Subsecretaría de Salud Pública |  |                |
| 28 | Cecilia Villavicencio          |  | Realizada      |
|    | ENAP                           |  |                |
| 29 | Marcelo Gerrero L.             |  | Realizada      |



### **Anexo 3: Material proporcionado por los entrevistados**

**SEREMITT.** *Entrevista:* Sr. Silvio Albarrán, Sra. Patricia Vidal, Sra. Rossana Osorio *(documentación sobre tareas y estado actual enviada posteriormente)*

**MINSEGPRES.** Subsecretario General de la Presidencia. *Entrevista* Sr. Rodrigo Egaña *(sin documentación)*

**ENAP.** *Presentación:* Sr. Marcelo Guerrero, Sr. José Luis Rodríguez. *Copia impresa de la presentación*

**GORE.** Secretaría de Planificación. Programa de Aspirado de calles. *Entrevista:* Sra. Paulina Jara y Sra. Paulina Gómez *(presentación en PPT)*

**SEREMIMINVU.** Secretario Ministerial Metropolitano de Vivienda y Urbanismo. *Entrevista* Sra. Verónica Serrano *(sin documentación)*

**PROGRAMA IRA.** *Presentación:* Sr. Pedro Mancilla, Sr. Pedro Astudillo, Sra. María José Prieto, Sr. Víctor Berríos. *(documentos relacionados con la presentación)*

**CONAF RM.** *Entrevista:* Sr. Jorge Flores, Sr. Jorge Marín, Sr. Luis Garrido y Sra. Soledad Palma *(documentación impresa)*

**SOFOFA.** *Entrevista* Sr. Jaime Dinamarca *(sin documentación)*

**INSTITUTO LIBERTAD Y DESARROLLO.** *Entrevista* Sra. Ana Luisa Covarrubias *(sin documentación)*

**SEC.** Jefe División Ingeniería de Combustibles. *Presentación:* Sr. Fernando Promis y Sra. Cecilia Ferreiro *(documentación impresa y en PPT)*

**CONAMA NACIONAL.** *Entrevista:* Sr. Jorge Troncoso y Sra. Maritza Jadricevic *(sin documentación)*

**SEREMI SALUD PUBLICA.** *Entrevista* Sra. Cecilia Villavicencio *(sin documentación)*

**ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS.** Alcaldesa de María Pinto. *Entrevista* Sra. Jessica Maulin *(sin documentación)*

## **CONAMA RM**

a) *Entrevista:* Sr. Pablo Badenier, Sr. Marcelo Fernández y Sra. Claudia Blanco.  
*Documentación de presupuestos.*

b) *Presentación:* Sr. Marcelo Fernández y Sra. Claudia Blanco (*documentación impresa*)

**SEREMITT, 3CV** (Maipú). Secretario Técnico. *Presentación* Sr. Alfonso Cádiz. *Presentación en PPT.*

**SEREMI SALUD.** *Presentación:* Sr. Ricardo San Martín, Sr. Pedro Riveros y Sr. Víctor Berríos.  
*Copia impresa de parte de la presentación*

**TRANSANTIAGO.** Ingeniero Area de Proyectos. *Entrevista* Sr. Iván Jaques. *Documento impreso relativo a la entrevista*

**CNE.** Asesor Ambiental. *Entrevista* Sra. Andrea Varas (*sin documentación*)

**FUNDACIÓN TERRAM.** Director Ejecutivo. *Entrevista:* Sr. Rodrigo Pizarro y Sra. Paola Vasconi (*documentación impresa*)

**CHILE SUSTENTABLE.** Directora Ejecutiva. *Entrevista* Sra. Sara Larraín (*sin documentación*)

**COLEGIO MEDICO.** *Presentación* Dr. Andrei Tchernitchin. (*Presentación en PPT*)

## **TALLER**

### **Presentaciones:**

a) Rainer Schimtz (*copia PPT*)

b) Ernesto Gramsch. “*Aplicaciones del coeficiente de absorción óptica para monitoreo ambiental en Santiago.*” (*copia en PPT*)

c) Eduardo Lissi (*copia PPT*)

d) Patricio Pérez (*sin documentación*)

e) Pablo Ulriksen y Manuel Merino. “*Herramientas para la gestión de la calidad del aire.*” (*copia en PPT*)

f) Héctor Jorquera. “*Atmospheric Emisión Inventories and dispersión modelling.*” (*copia en PPT*)

g) Dietrich von Baer (*envió copia en PPT*)

h) Francisco Cereceda (*envió material de trabajos diversos*)

## Anexo 4: Tareas pendientes

### Sec.

|       |   |
|-------|---|
| 1.2   | Definir norma para PM2.5  |
| 2.3   | Establecer correlación Calidad aire vs Salud                                    |
| 2.3   | Hacer estudios epidemiológicos  |
| 3.5   | Autorizar laboratorios para medir emisiones de CO                               |
| 3.6   | Apurar norma reguladora de uso de equipos electrógenos                          |
| 3.1.2 | Acelerar pleno operación de Transantiago  |
| 3.7   | Exigir SRV en todo vehículo o estanque que almacene combustible volátil         |
| 3.7   | Controlar emisiones de COVs en la industria y el comercio                       |
| 2.2   | Estudio para definir estrategia de reducción de COVs y NOx                      |
| 3.7   | Ampliar SRV a toda tranferencia de combustibles líquidos                        |
|       |   |
|       | Red MACAM:  |
| 2.1   | - Auditar operación de la red cada 2 años                                       |
| 2.1   | - Completar instrumental en todas las estaciones                                |
| 2.1   | - Densificar la red con nuevas estaciones                                       |
| 2.1   | - Asegurar recursos de operación  |
| 2.1   | - Estudiar lugares muy contaminados   |
| 2.1   | - Llevar al día validación de datos   |
| 2.4   | - Mejorar la difusión de información  |
|       |   |
|       | Fiscalización:  |
| 2.1   | Continuar estudios sobre los orígenes del material particulado                  |
| 3.9   | Implementar visitas-sorpresa a fuente fijas                                     |
| 3.8.2 | Erradicar quemas agrícolas  |
| 3.8   | Veda a quema de biomasa en zona urbana  |
| 4.4   | Extender la inspección aleatoria de buses a camiones                            |
|       |   |
|       | Otras recomendaciones:  |
| 2.1   | Estudiar niveles de toxicidad   |
| 2.2   | Cambiar prioridad de episodios a condición media                                |
| 2.4   | Mejorar comunicación entre agencias participantes en el PPDA                    |
| 3.5   | No ampliar actual sistema de compensaciones mientras no mejore la fiscalización |
| 3.6   | Revisar tarifas eléctricas para evitar abusos en la generación propia           |

|      |   |
|------|---|
| 3.10 | Recuperar y mejorar financiamiento de CONAMA RM: calidad del aire |
| 3.2  | Definir especificaciones para el LNG                              |
| 4.4  | Normar emisiones para determinados procesos industriales          |
|      |   |
|      | El gan paso:  |
|      | Crear Ministerio del Medio Ambiente                               |
|      | - Mejorar prioridad de calidad de aire                            |
|      | - Asegurar financiamiento   |
|      | - Racionalizar y reforzar fiscalización                           |
|      | - Garantizar calidad de información de calidad del aire           |
|      | - Obtención de información de Salud                               |
|      | - Frenar expansión urbana   |
|      | - Impulsar creación de áreas verdes                               |
|      | - Desincentivar uso vehículo particular, y otras                  |

## **Anexo 5: Percepción del PPDA**

De las entrevistas fluye una serie de comentarios críticos al actual funcionamiento del PPDA. A continuación se listan algunos de ellos.

Existe la percepción de que se le ha bajado el perfil al problema de calidad del aire en la Región Metropolitana priorizando otros aspectos del desarrollo.

Hoy la autoridad medio ambiental es una especie de Secretaría, por lo tanto todos los otros intereses, agricultura, economía, obras públicas, vivienda, forestación, etc., están por sobre la autoridad del medio ambiente. Se requiere una autoridad de mayor nivel en este tema, equivalente a un Ministerio del Medio Ambiente de manera que exista una voz en el gabinete del Presidente que estaría al mismo nivel de los otros ministerios.

La opción de una Subsecretaría no parece satisfactoria, pues si bien ella puede ser eficiente en la fiscalización a privados, no resolverá el problema de prioridad del medio ambiente.

La estructura actual del marco administrativo del problema ambiental es demasiado difusa dando lugar a acciones muchas veces contradictorias. Por una parte, se mejoran los combustibles, se reducen emisiones vehiculares e industriales y por otra, la superficie urbana continúa creciendo, se incentiva el uso de automóviles por la construcción autopistas y no se regula su número, el impuesto al combustible más contaminante (diesel) se mantiene por debajo del de la gasolina, etc.

Si CONAMA que es el organismo técnico responsable no tiene el personal adecuado ni los recursos suficientes para efectuar el seguimiento y estudios, se estaría produciendo una debilidad en este segundo plan por la incapacidad para realizarlo.

CONAMA en el futuro deberá estar más distante de los vaivenes políticos.

Intendencia es responsable en la parte política del Plan

No se han cumplido varias metas: Transantiago, bonos compensatorios, estancamiento en las medidas de reducción, impuestos menores para el diesel, pavimentación de calles, control de pesticidas, manejo de aguas servidas.

Los recursos disponibles para implementar el plan hay que estar discutiéndolos año a año en circunstancias que existe un plan quinquenal aprobado. Se precisa un flujo estable de recursos.

El estudio de los impactos de la calidad del aire en salud que no ha sido desarrollado.

El ya alto PM2.5 no ha sido normado.

Se precisa una autoridad ambiental, se sugiere un Ministerio del Medio Ambiente con dos subsecretarías, una de recursos naturales y otra para la administración del medio ambiente, ligada principalmente con la regulación de la salud, contaminación, calidad del aire, agua, tipos de normas, etc. Mientras la primera estaría ligada a la pesca, agricultura, forestación.

La enorme extensión que está alcanzando la ciudad, construcción de autopistas, un número de vehículos que aumenta sin control.

Se precisa, una gestión integral de la cuenca de Santiago.

Finalmente, es preciso recordar que el OCDE recomienda desarrollar y fortalecer las institucionalidad ambiental tanto en el ámbito nacional como regional con particular énfasis de los marcos normativos, la capacidad de cumplimiento y fiscalización, la planificación territorial y desarrollar un conjunto de indicadores ambientales instrumentales a la medición del desempeño ambiental con respecto a objetivos nacionales y compromisos internacionales.