



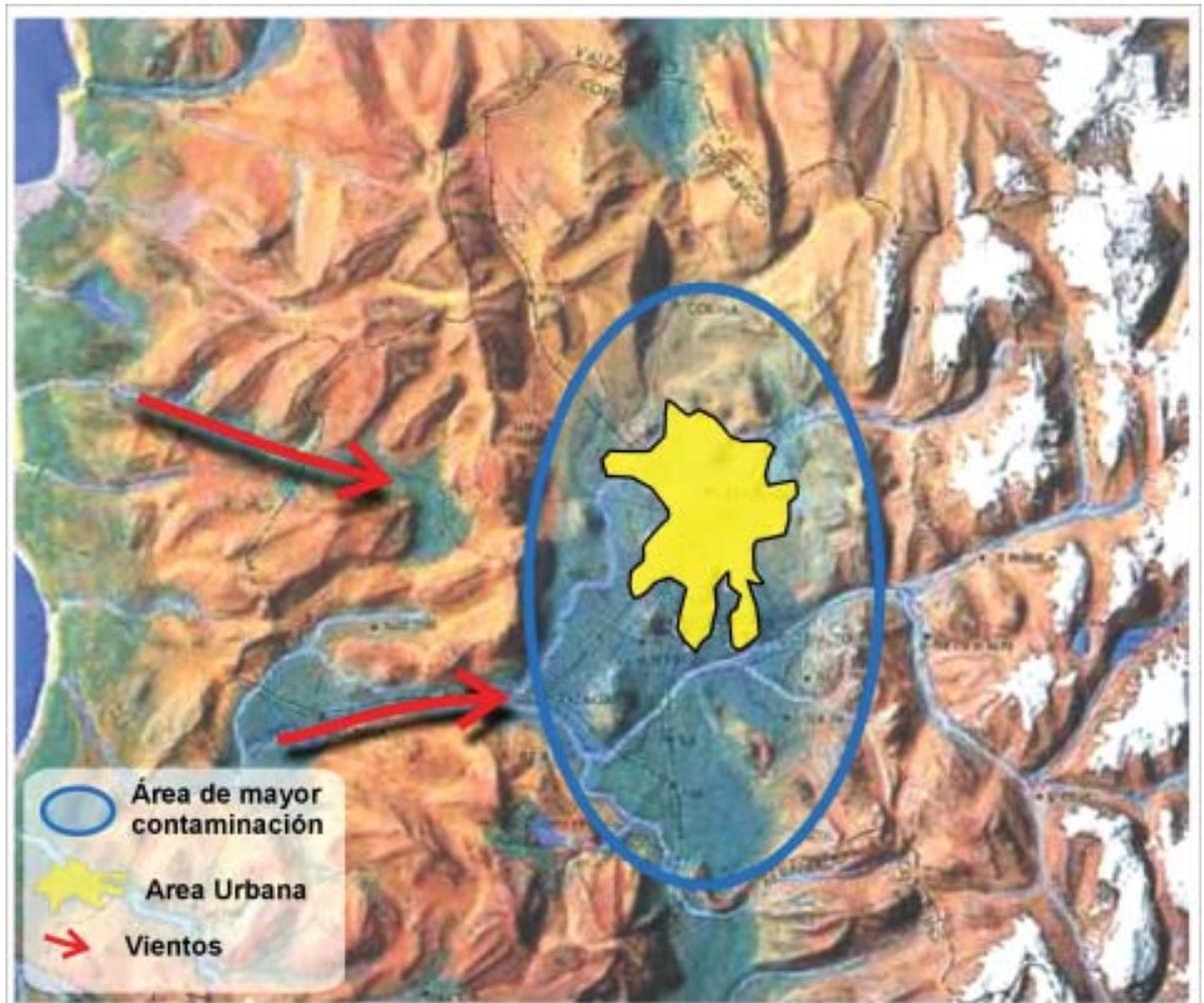
REGION METROPOLITANA: PROPUESTA DE SOLUCION A LA DESCONTAMINACION

Ana Luisa Covarrubias Pérez Cotapos¹

Cada año, durante el invierno, se discute la efectividad del sistema de pronósticos ambientales y de las medidas adoptadas para combatir la contaminación durante episodios críticos, y se proponen diversas soluciones. Luego, en septiembre, con la llegada de las brisas primaverales, el problema se olvida hasta el año siguiente.

La situación geográfica de Santiago, ubicado en un valle rodeado de cerros; la carencia de vientos; la formación de una capa de inversión térmica a baja altura y el régimen de agua caída, limitan en forma importante la ventilación de la cuenca. Ello ocasiona

un aumento en la concentración de material particulado respirable (PM10), entre abril y agosto, período en el que se decretan episodios críticos y se toman acciones que restringen la actividad, con el fin de controlar el problema. A partir de septiembre, las brisas primaverales ventilan la ciudad y las concentraciones de PM10 disminuyen a niveles bajo la norma. En esta época, sin embargo, aumentan los niveles de ozono, formado por la reacción química entre óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (COV), en presencia de luz solar. Aunque los niveles de ozono pocas veces superan el



Valle de Santiago: cuenca de concentración de contaminantes

1 Ingeniero Civil de Industrias mención Química, Directora Programa de Medio Ambiente, Instituto Libertad y Desarrollo; E-mail: acovarrubias@lyd.cl

nivel 200, en los últimos años la concentración de este compuesto se ha estabilizado y su persistencia lo hace preocupante. En cuanto a los óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre rara vez se supera la norma, aún cuando son importantes en la formación de ozono y material particulado secundario, respectivamente.

Las condiciones naturales desfavorables, que determinan gran parte, si no la totalidad de los episodios de críticos, nos obligan a ser especialmente eficientes en el diseño de medidas para prevenir y controlar la polución en Santiago.

¿Qué se ha hecho?

Las primeras mediciones sistemáticas de contaminantes en Santiago se inician en 1964 con dos estaciones. En 1978 se cuenta con la primera red de monitoreo, y en 1988 se pone en marcha la primera red automática de 4 estaciones, ubicadas en el centro de Santiago. Por último, en 1997 se incorporan estaciones de medición continua y la red se amplía a 8 estaciones. Actualmente, está en etapa de prueba una novena estación en Cerro Navia.

En 1986 se inicia la restricción vehicular como medida provisoria para abordar situaciones críticas de contaminación. En 1992, el Gobierno la establece en forma permanente al transporte no catalítico y se incorpora la bencina sin plomo, exceptuando de la restricción vehicular a los autos con convertidor catalítico. Hoy circulan en el país más de un millón de vehículos con convertidor catalítico, el 65% de los cuales lo hace en Santiago, lo que ha significado una inversión privada cercana a los US\$ 4.000 millones.² Finalmente, el 2000, se incorporaron a la restricción vehicular también los vehículos catalíticos, sólo durante episodios críticos de contaminación.

En cuanto a las fuentes fijas, el DS N°4 de 1992 del Ministerio de Salud, congeló sus emisiones y puso en marcha el Sistema de Compensaciones, a través del cual estas fuentes debían reducir sus emisiones en un 50% en un plazo de 5 años.

Por último, en la década del 90, se prohibió el uso de chimeneas sin doble cámara, las que hoy siguen prohibidas durante episodios críticos.

En 1996, la Región Metropolitana fue declarada saturada por material particulado respirable (PM10), monóxido de carbono (CO) y ozono (O₃) y en estado de latencia por óxidos de nitrógeno (NO_x). En 1997, en consecuencia, se puso en marcha el Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana.

Si bien durante los últimos diez años, la concentración media anual de PM10 ha descendido en un 30% y la fracción fina PM2.5 en más de 50%³, los niveles de contaminación siguen siendo inaceptables. El año 2002, se superó la norma de PM10 en 47 ocasiones y el indicador máximo observado alcanzó un valor de 360, para una norma equivalente al valor 100. De igual forma, la norma de calidad ambiental para gases se superó en 160 ocasiones, alcanzando un valor máximo de 211 el indicador de ozono y 189 el indicador de CO.

El Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana

El inventario de emisiones de la Región Metropolitana, revisado el año 2000, establece que el 89% de las emisiones de PM10 provienen de polvo en suspensión; un 2.3% es responsabilidad de la industria, comercio y construcción; el 5.4% de fuentes móviles, especialmente buses y camiones y el 3.7% es producto de la combustión doméstica e incendios forestales.

Cuadro N° 1
INVENTARIO DE EMISIONES (EN %) ⁴

	PM10	CO	NO	COV	SO
Industria, comercio y construcción	2.3	3.4	14.3 ⁵	18.9	66.1 ²
Fuentes Móviles	5.4	92.9	82.5	30.7	31.4
- autos particulares	0.3	56.9	17.2	14.4	3.2
- autos comerciales	0.5	19.8	7.8	6.8	3.2
- taxis	0.1	9.3	3.9	2.6	0.8
- camiones	1.8	1.8	16.1	3.0	9.0
- autobuses	2.7	3.2	35.8	3.1	15.1
- otros	0.0	1.9	1.7	0.8	0.1
Otras fuentes	3.7	3.7	3.2	50.4	2.4
Polvo resuspendido	88.6	0	0	0	0

Fuente : CONAMA

Los precursores de ozono, (COV y NO_x) son generados principalmente por las fuentes móviles, los solventes domésticos⁵ y las emisiones biogénicas⁶. Adicionalmente, el 83% de los óxidos de nitrógeno proviene del transporte, principalmente de buses y camiones.

El PM10 consta de una fracción fina (de tamaño inferior a 2,5 micras) y una fracción gruesa (de tamaño entre 2,5 y 10 micras). Diversos estudios, nacionales y extranjeros, establecen que la fracción fina es la más dañina para la salud. La fracción gruesa estaría

2 Centro de Estudios Públicos, Puntos de Referencia, mayo 2000.

3 www.sesma.cl

4 La auditoría al PdPD señala que es probable que las emisiones de polvo estén sobrestimadas y las emisiones vehiculares subestimadas.

5 Lavasecos, talleres de pintado de autos, y uso de pintura en casas y edificios.

6 Eliminados en forma natural por la vegetación

constituida en su mayoría por polvo inerte, aunque se han encontrado elementos nocivos en ella.

El principal responsable del PM_{2.5} es el parque vehicular petrolero, que aporta más del 50% de los elementos que lo componen (carbono y nitratos). Un 19% de esta fracción son sulfatos, producto de la calidad de los combustibles, definidos por la ENAP, sin tener los usuarios de ellos responsabilidad alguna en ello, y un 17% de la agricultura y sistema de alcantarillado.

Si bien en el mercado internacional existen tecnologías limpias para vehículos diesel, que reducen las emisiones de partículas y gases a niveles mínimos, la calidad del petróleo diesel que se vende en el país, tiene alto contenido de azufre, lo que dificulta su incorporación. Sólo en la región metropolitana se expende combustible con un contenido de 300 ppm de azufre (diesel dorado). En el resto del país el contenido de azufre en el diesel es superior a 1000 ppm.⁷ Sin embargo, en los últimos años se han desarrollado una serie de dispositivos para reducir las emisiones contaminantes de los procesos de combustión que usan diesel y otros derivados pesados del petróleo. Entre ellos se cuentan trampas de partículas, precipitadores electrostáticos, aditivos para los combustibles y otros, cuya efectividad es independiente del contenido de azufre del combustible y de la tecnología del motor.

La efectividad del PdPD

La primera evaluación del Plan de Prevención y Descontaminación de la RM se llevó a cabo el año 2000. El Plan estableció una meta de reducción de un 7.5% para todos los contaminantes entre 1997 y 2000. Desgraciadamente, éstas sólo se cumplieron para monóxido de carbono (CO) y óxidos de azufre (SO₂). Los elementos contaminantes que más afectan la salud de la población, las partículas respirables (PM₁₀) y los óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COV), precursores de ozono, no sólo no alcanzaron la meta de reducción, sino que el NO_x incluso aumentó.

La reducción de un 3.8% de las emisiones de PM₁₀, se explica principalmente por la disminución del 63% de las emisiones industriales. Ello se debe al éxito del sistema de compensaciones, unido a la reconversión a gas natural de un gran número de fuentes. Contrariamente, el sector transporte aumentó sus emisiones en un 16%, producto del aumento de las emisiones de vehículos diesel y el polvo resuspendido se mantuvo en los últimos 3 años.

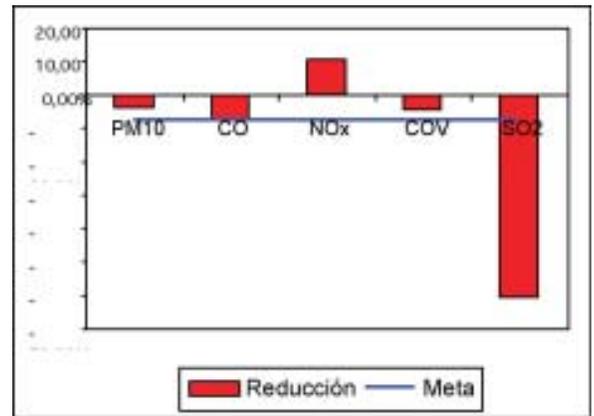


Figura N° 1. Reducción de emisiones 1997 - 2000 (%)

Los NO_x aumentaron en más de un 10%, producto del aumento de emisiones de fuentes móviles, especialmente buses, que crecen en un 25%. Los COV por su parte se redujeron en un 4.3% y se observa una disminución pareja para todas las fuentes. Los óxidos de azufre presentan una reducción del 60%, originado por la disminución de un 70% de las emisiones de las fuentes fijas. Las emisiones del transporte aumentaron en un 32%.

¿A que se debe la diferencia de logros entre fuentes fijas y fuentes móviles?

Ya el año 2000, las fuentes fijas habían cumplido las metas exigidas por el PdPD para el año 2005. Sin embargo, los otros sectores no han mostrado los mismos resultados. A nuestro juicio, ello se debe a que en el caso de las fuentes fijas, las emisiones están congeladas y en el caso de las fuentes móviles hay libertad de emisión.

En el caso del transporte, se ha abordado la solución del problema por medio de instrumentos de comando y control, a través de mayores exigencias en las normas de emisión para los vehículos nuevos.

Estos instrumentos tienen como resultado aumentar los costos de los vehículos más limpios, sin presentar mayores desincentivos al uso de vehículos más contaminantes, cuyo único costo hasta el momento ha sido la restricción vehicular. En el caso de la locomoción colectiva, el Gobierno ha cedido a todas las presiones del gremio (antigüedad de los buses, cajas de cambio automática, cobradores automáticos) y les ha entregado las principales arterias de la ciudad en forma gratuita, sin exigir compensación alguna en retribución.

Estas medidas autorizan la circulación de todos quienes cumplan con la norma, independiente del

⁷ El petróleo diesel que se distribuye en Francia tiene 50 ppm de sulfuros y en Estados Unidos se vende petróleo con 15 ppm de sulfuros.

nivel de contaminación ambiental observado, y los daños provocados en la salud de la población. Es decir, todo quien cumpla la norma tiene derecho a contaminar.

Medidas estructurales como la reducción del azufre en los combustibles va en la dirección correcta, así como aquellas incluidas en el Plan de Transporte Urbano de Santiago, tendientes a reducir la congestión. Sin embargo, estas medidas son de más largo plazo, y debemos esperar para observar sus resultados.

Las emisiones de las fuentes fijas, por su parte, se encuentran congeladas desde 1992 y sujetas a un sistema de compensaciones. Es así como sólo pueden emitir quienes tienen un cupo para hacerlo. Si alguna fuente requiere aumentar sus emisiones más allá de lo exigido por la autoridad, debe encontrar otra fuente que las reduzca en la misma cantidad. A partir del año 2000, la compensación se aumentó de una relación 1:1 a una relación 1:1,5 para toda nueva actividad. Ello llevó a una disminución de 22 ton/día de PM10 a menos de 3.5 ton/día entre 1990 y el 2000. En el mismo período el número de fuentes aumentó de poco más de 1.000 a cerca de 5.000.

El sistema de compensaciones introdujo incentivos de mercado, al exigir el cumplimiento de una meta de reducción global, dejando a los distintos emisores la libertad para buscar la mejor manera de lograrlo, sin intervención estatal. De este modo, se permitió al sector industrial aumentar su actividad, con la consiguiente generación de cerca de 20.000 puestos de trabajo, sin ejercer presión sobre el medio ambiente.

Por último, con el fin de controlar el polvo en suspensión, el año 2000 se aprobó la desafectación de un 20% de zonas destinadas a áreas verdes, que hoy no están habilitadas como tal, incorporando al sector privado en la labor de creación y mantención de áreas verdes públicas. Tal desafectación obliga a quien se adjudica dicho terreno para destinarlo a otros fines, a construir y mantener con áreas verdes el 90% restante del terreno. Ello sin duda es un incentivo para aumentar las áreas verdes de la ciudad y va en directo beneficio del medio ambiente y la calidad de vida de los vecinos. El aumento de la vegetación urbana ayuda a evitar la emisión de polvo y a absorber parte de los contaminantes atmosféricos y reducir la velocidad de desplazamiento del polvo en suspensión.

Adicionalmente, se tomaron una serie de medidas tendientes a mitigar episodios críticos. En 1998 se incorporó un sistema de pronósticos ambientales y se estableció un nivel de alerta ambiental a los niveles de preemergencia y emergencia. Se aumentó la proporción de vehículos no catalíticos que están sometidos a restricción y se incorporaron a ella los catalíticos. También aumentó la proporción de emisiones de

CUADRO N° 2 MEDIDAS CONTEMPLADAS EN EL PDPD

Para el Transporte

- Mayores exigencias a vehículos nuevos y antiguos (normas de emisión y revisión técnica)
- Prohibición de ingreso de camiones al interior de Américo Vespucio
- Congelación del Parque de Taxis
- Introducción de diesel ciudad (reducción de 1000 a 300 ppm de azufre) y retiro de gasolina con plomo.
- Incentivos al uso de gas natural en la locomoción colectiva
- Eliminación de estacionamientos de superficie
- Plan de Transporte Urbano, con medidas como vías exclusivas, reversibles y segregadas y mejoramiento de la calidad de la locomoción colectiva, entre otros.

Para las fuentes fijas

- Aumento del nivel de compensación de emisiones de fuentes nuevas de 120% a 150%
- Control de emisiones de la construcción

Polvo resuspendido

- Forestación periurbana
- Construcción de parques y áreas verdes
 - desafectación del 20% de áreas verdes en zonas café
- Programa de pavimentación y lavado de calles.

Mejoramiento de la Red de Medición de Contaminantes

- Aumento del número de estaciones de 5 a 8
- Medición del PM10 en tiempo real

Episodios críticos

- Sistema de pronósticos ambientales
- Incorporación de un estado de alerta ambiental (ICAP = 200)
- Aumento de la restricción vehicular a vehículos no catalíticos
- Incorporación de Catalíticos a la restricción vehicular
- Vías exclusivas para la locomoción colectiva
- Aumento del 20 al 30% del porcentaje de emisión que deben disminuir fuentes fijas en preemergencia
- Exhimerción de paralización a aquellas fuentes fijas que cumplen con las exigencias del Plan para el año 2005

fuentes fijas que debe reducirse durante episodios críticos, aunque se exceptuó de la paralización a aquellas fuentes fijas que hubieren cumplido con las exigencias de emisión establecidas en el plan de descontaminación para el año 2005.

Desgraciadamente, la efectividad de estas medidas es menor. Se estima que ellas reducen las emisiones de PM10 en cerca de un 6%, lo que las hace claramente ineficiente en términos ambientales. La autoridad ha estimado que ellas reducen la contaminación en un 15% en situaciones de preemergencia. Sin embargo, durante estos episodios, para recuperar la calidad ambiental se requiere reducir la concentración de contaminantes al menos en un 38% (de 245 ug/m³ a 150 ug/m³).

Por otra parte, la predicción de la concentración de contaminantes en el aire se basa en un sistema con un nivel de error de un 20%, el que aumenta con la concentración de contaminantes. Ello hace difícil establecer si la reducción estimada se debe a un error de pronóstico o a las medidas adoptadas en estas situaciones.

Su efectividad en términos de costos también deja mucho que desear. Los costos asociados sólo a la paralización de poco menos de la mitad de las fuentes fijas asciende a \$ 1.037 millones diarios, en tanto los beneficios en salud sólo alcanzan \$ 77 millones. Sería mucho más eficiente en términos sociales destinar esos dineros a mejorar los hospitales, lo que redundaría en salvar muchas más vidas que adoptando las acciones actuales para controlar episodios críticos.

Es por ello, que debemos ser más agresivos en las soluciones adoptadas, buscando prevenir los episodios críticos en lugar de discutir año tras año, la efectividad de sus medidas.

Soluciones de Fondo

Si continuamos con los métodos tradicionales para controlar la contaminación de Santiago, seguiremos aumentando las exigencias a industrias, autos, micros, construcción, agricultura, etc., consiguiendo únicamente autorizar a quienes cumplen con estas exigencias a contaminar.

En primer lugar debemos congelar las emisiones de elementos contaminantes. No es necesario congelar la actividad ni el parque automotriz o el crecimiento de la ciudad, sino establecer una cuota global de emisiones que permita mantener la calidad del aire dentro de normas y asignar cupos de emisión a las distintas fuentes, los que pueden ser transados en un mercado de emisiones. Así, sólo tienen derecho a emitir quienes poseen un cupo y se asegura proteger la salud de la población, ya que se controla el nivel global de emisiones en lugar de las emisiones individuales.



Fuentes móviles de contaminación en el centro de la gran ciudad

Este sistema genera incentivos para la reducción de emisiones, ya que las reducciones por debajo de los niveles exigidos por la autoridad, pueden ser transados libremente en el mercado. Aquellas fuentes a quienes no les es rentable reducir emisiones, pueden comprar las cuotas disponibles, sin aumentar las emisiones globales.

A través de este sistema, será posible eliminar la restricción vehicular obligatoria, y permitir a los automovilistas y a la locomoción colectiva reducir sus emisiones a través de mejoras tecnológicas, cambio del combustible usado a uno más limpio, restricción vehicular voluntaria o bien a través de la reducción en la fuente de un tercero, a través de la compra de bonos de descontaminación. Estudios realizados en la Universidad Católica han determinado que el costo de evitar la restricción vehicular a través de esta alternativa presenta una relación de costos de 1 a 7 en relación a la situación actual que requiere la compra de un vehículo con convertidor catalítico.

Por otra parte, se deben reducir los altos niveles de congestión de la ciudad. Ello va en directa relación con la reducción de la emisión del transporte. La disminución de los estacionamientos de superficie es un paso en este sentido, al aumentar el espacio de circulación y eliminar vehículos circulando a baja velocidad en busca de estacionamiento.

Sin embargo, la medida más eficiente para controlar la congestión, se encuentra en trámite legislativo desde 1990, y pendiente en el Senado desde 1998: el proyecto de ley de tarificación vial. Cuando el precio por el uso de la vía es sólo el aumento en los tiempos de viaje producto de la congestión, al momento de decidir entrar a una vía congestionada, el usuario sólo considera sus propios costos, sin tomar en cuenta el aumento de la congestión que ello significa para terceros. Siempre tenderá a pensar que el efecto que su vehículo produce en la vía es insignifi-

cante, y por lo tanto, que contribuye poco a generar congestión.

La tarificación vial hace explícito para los usuarios los verdaderos costos que sus decisiones producen en la comunidad. Además provee un mayor número de alternativas para el usuario, a diferencia de la restricción vehicular o la prohibición de circular por determinadas áreas. Es un sistema flexible y puede ser una herramienta útil en la planificación del transporte de una ciudad. Por otra parte, permite reducir los niveles de congestión en las áreas donde el uso del suelo es más intensivo y es una vía alternativa para la acumulación de recursos que financien las obras de infraestructura vial (programas de pavimentación, inversiones en sistemas de control de tráfico, etc.).

Por el contrario, la restricción vehicular, instrumento usado para controlar tanto la congestión como la contaminación en Santiago, tiene efectos no deseados:

- * El aumento del parque vehicular al incentivar la compra de otro vehículo, generalmente más antiguo, lo que aumenta tanto la congestión como la contaminación.
- * No considera, en términos de contaminación, las diferencias de emisión de distintos vehículos, por lo que no hay premio para quienes no contaminen ni castigo para quienes sí lo hagan.
- * No considera el costo que tiene para los distintos usuarios el no poder disponer de su vehículo todos los días de la semana.

La restricción vehicular, sin duda, perjudica en mayor medida a aquellos automovilistas de menores recursos, quienes no disponen de los medios para



Vías segregadas de transporte público: una medida efectiva de reducción contaminante.

cambiar de modo de transporte a uno de similar calidad que su propio vehículo.

Adicionalmente, se requiere corregir una serie de distorsiones que dificultan la solución de los problemas de contaminación de la región. Entre ellas se cuenta:

- * Corregir el impuesto específico a los combustibles, que afecta al transporte y que hoy favorece el uso de diesel en desmedro de combustibles más limpios, en especial gas licuado y gas natural. Desgraciadamente, el año 2000, se rebajó en un 30% el impuesto al diesel, exceptuando de ello a la Región Metropolitana, exigencia muy fácil de burlar y difícil de fiscalizar. El proyecto de ley que corrige estos tributos, en función a los niveles de emisión de cada uno de ellos, está en trámite legislativo desde hace varios años.
- * Eliminación del impuesto al lujo, que desincentiva la importación de vehículos con elementos de seguridad y tecnología limpia. Se espera que la firma de los tratados de libre comercio permitan la eliminación definitiva de este impuesto.
- * Corrección del valor de los permisos de circulación, impuesto que se cobra en función del valor patrimonial del vehículo, sin guardar relación alguna con los daños que producen los vehículos a la infraestructura vial y el medio ambiente. Esto incentiva el uso de vehículos más antiguos, más contaminantes e inseguros.

BIBLIOGRAFÍA

Sandoval, Hugo; Prendez, Margarita; Ulrikson, Pablo; *Contaminación Atmosférica de Santiago: Estado Actual y Soluciones*, Agosto, 1993.

CONAMA. *Auditoría al Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana*, 2000.

Centro Nacional del Medio Ambiente, *Mejoramiento del Inventario de Emisiones de la Región Metropolitana*, Nov., 2000.

Centro de Estudios Públicos, *Puntos de Referencia*, mayo, 2000

PPDA: *Éxitos y Fracasos, Libertad y Desarrollo*, Temas Ambientales N° 46, abril 2001.

Tarificación Vial: Solución para la Congestión, Libertad y Desarrollo, Temas Ambientales N° 67, marzo 2003.

Contaminación: Más vale prevenir que lamentar. Libertad y Desarrollo, Temas Ambientales N° 69, mayo 2003