

SERIE INFORME
**MEDIO
AMBIENTE**

ISSN 0717-3814

N° 16

ENERO 2009

**El Plan de Prevención y
Descontaminación de la
Región Metropolitana:
Análisis de sus Avances**

Por: Gonzalo Blümel *

LIBERTAD 
DESARROLLO

INDICE

Resumen Ejecutivo	3
<hr/>	
I. Antecedentes Generales del Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental de la Región Metropolitana	6
<hr/>	
II. Antecedentes de la Calidad del Aire de la Región Metropolitana	6
2.1 Metas de Emisión establecidas en el PPDA	6
2.2 Concentraciones Ambientales en la Región Metropolitana	10
<hr/>	
III. Observaciones a la Propuesta de Actualización del PPDA	14
<hr/>	
IV. Referencias Bibliográficas	19
<hr/>	

-
- **Ingeniero Civil Industrial y Magíster en Ciencias de la Ingeniería, con mención en Economía y Gestión Ambiental, de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Master en Economía, Universidad de Birmingham, Reino Unido. Investigador del Programa de Medio Ambiente de Libertad y Desarrollo.**

EL PLAN DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DE LA REGIÓN METROPOLITANA: ANÁLISIS DE SUS AVANCES

Resumen Ejecutivo

Este documento se enmarca en el contexto de la segunda reformulación del Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana, PPDA, proceso que finalizó durante octubre del 2008. El objetivo de este informe es revisar y analizar los antecedentes que surgen a partir de la situación de calidad del aire de la Región Metropolitana en los últimos años, tomando en consideración la implementación del PPDA y los resultados obtenidos a la fecha. A partir de estos antecedentes se realizan una serie de recomendaciones a la propuesta de modificación del plan entregada por CONAMA.

A poco menos de 3 años del fin del período de implementación del PPDA se observa que las metas de emisión establecidas inicialmente no podrán ser alcanzadas en los plazos definidos, salvo en el caso del dióxido de azufre, SO_x. Las emisiones proyectadas al 2010 para material particulado grueso, PM₁₀, serán 1,3 veces la meta establecida para el año 2011 por el plan. En el caso del monóxido de carbono, CO, esta cifra será 2,37 veces, y en el caso del dióxido de nitrógeno, NO_x, esta cifra será de 2,71 veces. Sin embargo, el peor escenario proyectado es para el caso de los compuestos orgánicos volátiles, COV, donde las emisiones serán 3,44 veces la meta respectiva.

Al separar las emisiones por tipo de fuente emisora (transporte; industria, comercio y construcción; agricultura; domésticas y polvo resuspendido) se tiene que ninguna cumplirá las metas sectoriales establecidas en los casos de CO y COV, siendo especialmente preocupante el exceso de emisiones pronosticado para la industria en el caso del CO y para las fuentes domésticas en el caso del COV. Extremadamente complejas son las proyecciones para el sector transporte, el que se prevé que superará las metas de emisión para todos los contaminantes. Ello resulta grave por cuanto se proyecta que dicho sector sea responsable del 88% de las emisiones totales de CO y del 76% de las emisiones totales de NO_x en el año 2010. Este último elemento junto a los COV son precursores del material particulado fino y del ozono, dos de los contaminantes más dañinos para la salud de la población.

De igual manera, si comparamos los excesos de emisión de las fuentes por tipo de contaminantes, de acuerdo al peso relativo de cada una de estas en el nivel global de emisiones, se tiene que los casos más complejos en el año 2010 serán los COV provenientes de las fuentes domésticas (13,26), los NO_x del sector transporte (2,23), el CO del sector transporte (2,02) y el PM₁₀ provenientes del polvo resuspendido (1,08). El control de estas emisiones y fuentes representan brechas claves en el mejoramiento de la calidad del aire de Santiago.

Respecto a la ocurrencia de episodios críticos constatados, se tiene que estos disminuyen desde el año 1997 hasta el 2008, de 79 a 20 episodios por año, sin embargo, se observa que desde el 2006 a la fecha se ha producido un incremento importante en el número de Alertas y Preemergencias, equivalentes a los niveles observados a comienzos de esta década, lo cual

quebró la tendencia a la baja observada especialmente en los años 2004 y 2005. Lo anterior muestra que la gestión de la calidad del aire ha sufrido un fuerte retroceso a partir del año 2006. Esto resulta particularmente complejo teniendo en consideración las buenas condiciones de ventilación observadas en la cuenca metropolitana en los últimos años, ya que desde el año 2004 los días con malas condiciones de ventilación han estado por debajo del promedio histórico (1997-2008). El alto coeficiente de correlación entre el número de episodios críticos y los días de mala ventilación del aire (0,89) permiten adelantar que un aumento de las malas condiciones de ventilación en los próximos años puede generar un importante incremento del número de episodios críticos.

De acuerdo a los datos obtenidos de la red MACAM, se observa que la calidad del aire no cumple con la normativa vigente en los casos del PM10 y O3, ya que las concentraciones exceden los máximos establecidos. El cumplimiento de la normativa requiere que se reduzcan las concentraciones de PM10 existentes en el año 2007 en un 40% y en un 55% en el caso de la norma diaria. En tanto, las concentraciones de O3 deben ser reducidas en un 43% para asegurar el cumplimiento normativo, tomando como referencia las concentraciones del año 2006.

Si analizamos la tendencia de las concentraciones ambientales en el tiempo, en términos generales se puede observar una estabilización de los niveles observados en los casos del PM10 (anual) y del O3 (8 horas), sin embargo, en el caso de la norma diaria de PM10 se observa un importante aumento en las concentraciones a partir del año 2005, pasando desde un exceso de un 22% sobre los máximos establecidos por la norma (150 ug/m3) en el año 2002 a un exceso de un 55% en el año 2007. En el caso del PM2,5, la fracción de material particulado más peligrosa para salud humana y que no está normada en la legislación nacional, si bien se han reducido las concentraciones en los últimos años (reducción acumulada de un 15% desde 1997 a la fecha), sus concentraciones promedio superan ampliamente los estándares internacionales (norma USA es de 15 ug/m3). Peor aún, desde el año 2004 hasta el año 2007 las concentraciones de PM2,5 aumentaron desde 29 ug/m3 a 33 ug/m3, lo cual quiebra la tendencia decreciente observada en los años previos.

A partir de estos antecedentes es que se hace necesario avanzar de manera sustantiva en las estrategias de control de la contaminación atmosférica, focalizando especialmente los esfuerzos en el sector transporte. Para esto, se proponen las siguientes líneas de acción en la reformulación del PPDA:

1. Congelar el nivel de emisiones de aquellos contaminantes con metas de emisión en el PPDA e incorporar a la reformulación del plan medidas basadas en instrumentos económicos, tales como:
 - a. Sistema de bonos de descontaminación, el que se encuentra actualmente en tramitación en la Cámara de Diputados.
 - b. Profundizar el sistema de compensación de emisiones de la industria incorporando, dentro de lo posible, todos los contaminantes que tienen metas de reducción en el PPDA.
 - c. Incorporar propuestas de Tarifación Vial que consideren elementos como zonas urbanas, horarios, época del año, episodios críticos, entre otros, traspasando a los usuarios los efectos marginales de la congestión. Esta medida debería funcionar como reemplazo del sistema de restricción vehicular permanente, siguiendo el mencionado principio establecido en la ley de Bases del Medio Ambiente “el que contamina paga”.

- d. Generar incentivos económicos para la renovación del parque automotor por vehículos con menores emisiones (o bien, vehículos “cero emisión”), fomentado el retiro de los aquellos sin convertidor catalítico, camiones antiguos y vehículos sin sello verde.
 - e. Además, adelantar el cronograma de implementación de las nuevas exigencias tecnológicas del sector transporte (por ejemplo, vehículos livianos con motor ciclo Otto, EURO IV comercializado en Europa desde el 2005), y corregir las distorsiones del sistema tributario de los combustibles y del transporte, en particular en lo referido al impuesto específico a los combustibles y los permisos de circulación.
2. Revisar las estimaciones de las proyecciones de reducciones de emisión del PPDA, incluyendo en el inventario del PPDA las emisiones correspondientes a polvo fugitivo, el cual es responsable del 81,7% de las emisiones de PM10 y del 43,39% de las emisiones de PM2,5, de acuerdo a las estimaciones del DICTUC en el año 2005. Además, se deben corregir los supuestos considerados en los inventarios de emisión que no se han cumplido y sobre los que se basaron las proyecciones realizadas, en particular, los cambios introducidos al Transantiago y a la matriz energética a partir de las restricciones del gas natural.
 3. Dado el alto impacto del Polvo Resuspendido en las emisiones de material particulado se propone profundizar las capturas de partículas en “zonas verdes”, las cuales deben ser incorporadas con una mayor importancia y nivel de detalle en la propuesta de reformulación del PPDA.
 4. Mejorar la gestión de la calidad de aire, incorporando criterios de costo-beneficio en el cronograma de implementación de las medidas consideradas en el PPDA, focalizando los esfuerzos en aquellas medidas de alto impacto. Además, se propone generar un centro de costos de los distintos ministerios y servicios responsables de la implementación de las medidas y programas del PPDA, incorporando un subprograma de fiscalización gubernamental a los programas de fiscalización existentes (por ejemplo, revisar los niveles de cumplimiento de los programas de forestación, de lavado de calles, de pavimentación, de control del transporte público, de control de la industria, de gestión de episodios críticos, entre otros).
 5. Mejorar la gestión de episodios críticos, introduciendo competencia en la administración del sistema de pronóstico de episodios, considerando que el nivel de aciertos ha caído algunos años hasta apenas un 20%.
 6. Establecer una red de monitoreo equivalente a la red MACAM-2 para la contaminación de intramuros en el PPDA, lo que permitiría entregar un gran aporte al conocimiento de la exposición real de la población durante la ocurrencia de episodios críticos. Esto tiene especial incidencia en las viviendas que hacen uso de sistemas de calefacción a leña durante los meses de invierno.
 7. Desechar la idea de asociar de manera permanente el financiamiento del PPDA a instrumentos económicos de control de emisiones, ya que esto puede llevar a establecer impuestos a las emisiones en niveles no óptimos (independientemente de los mecanismos considerados).

EL PLAN DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DE LA REGIÓN METROPOLITANA: ANÁLISIS DE SUS AVANCES

I. Antecedentes Generales del PPDA

El presente documento se enmarca en el contexto de la reformulación del Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana (CONAMA 2008a), PPDA, el cual fue sometido a escrutinio público durante el segundo semestre del año 2008. Este proceso se constituye en una obligación legal a partir de la declaración de la RM como “zona saturada” realizada durante el año 1996 (Decreto Supremo N°131/96) en los casos de ozono (O3), material particulado grueso (PM10), partículas en suspensión (PTS) y monóxido de carbono (CO). También se declaró como “zona latente” la RM para el dióxido de nitrógeno (NOx). Lo anterior implicó la elaboración de un Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) para la RM, el primero que se llevó a cabo en Chile.

El documento original del PPDA, promulgado con el D.S. N°16/98, consideró 139 medidas desagregadas según se indica a continuación:

- *104 medidas de reducción directa y permanente de emisiones*, orientadas al control de las actividades o fuentes que originan la contaminación (transporte, industria, comercio, construcción, agricultura y polvo resuspendido).
- *26 medidas de gestión de episodios críticos de contaminación* (aquellas que se implementan en situaciones de alerta, preemergencia o emergencia).
- *9 medidas de reducción indirecta de emisiones* (instrumentos de sensibilización, participación y educación).

De acuerdo a lo planificado, el PPDA debía ser revisado y actualizado al menos en dos ocasiones (2000 y 2005) para cumplir con las metas establecidas de calidad del aire; esto es cumplir con las normas de calidad atmosférica primarias vigentes en Chile para el 2011 (actualmente se cuenta con normas de calidad primaria para PM10, O3, CO, SOx y NOx). En enero del año 2004 entró en vigencia la primera actualización del PPDA. En tanto, el 1° de septiembre del 2006 se inició el proceso de la segunda actualización de este plan, el cual se encuentra actualmente en su etapa de participación ciudadana.

El objetivo de este informe es revisar y analizar los antecedentes que surgen a partir de la situación de calidad del aire de la Región Metropolitana en los últimos años, tomando en consideración la implementación del PPDA y los resultados obtenidos a la fecha. A partir de estos antecedentes se realizan una serie de indicaciones a la propuesta entregada por CONAMA para reformular el PPDA, especificando diferentes líneas de acción que requieren especial atención.

II. Antecedentes de la Calidad del Aire de la Región Metropolitana

2.1 Metas de Emisión establecidas por el PPDA

El PPDA de la Región Metropolitana (CONAMA 1998) definió metas de reducción de emisiones para aquellos contaminantes que fueron declarados como “saturados” o

latentes”¹. Estas metas, que incluían metas parciales de reducción en los años 2000 y 2005, se definieron de tal manera que al final del período de implementación del plan, año 2011, la calidad del aire de la cuenca de Santiago cumpliera los estándares definidos por las normas de calidad ambiental, lo cual implica el fin de los episodios críticos en la RM para dicho año (Alertas, Pre-emergencias y Emergencias). Las siguientes tablas detallan las metas de emisión totales y parciales establecidas por el PPDA originalmente.

Cuadro 1: Metas de emisión del PPDA (Cronograma de reducción de emisiones)

Situación	PM10 ton/año	CO ton/año	NOx ton/año	COVs ton/año	SO2 ton/año
Emisión 1997	41.782	244.921	43.828	62.221	21.169
Emis. Meta 2000	38.648	226.552	40.541	57.554	19.581
Emis. Meta 2005	29.137	183.691	32.871	46.666	15.877
Emis. Meta 2011	20.891	97.968	21.914	31.110	10.585

Además de las metas globales de reducción, también se definieron metas por tipo de fuente, las que se muestran en el Cuadro 2.

A partir de los inventarios de emisiones realizados por DICTUC (2007a; DICTUC 2007b) para los años 2005 y 2010, podemos analizar el estado de avance y las proyecciones de las metas de reducción establecidas por el PPDA.

En el caso del inventario 2005, se estimó un escenario “real” el cual da cuenta de las emisiones de las fuentes al año 2005, incluyendo las medidas del PPDA vigentes a esa fecha, es decir, se consideraron las emisiones del transporte público con los requisitos existentes en la licitación de recorridos vigentes previos al Transantiago (TS). En el caso de las fuentes fijas, se consideró la información entregada directamente por la autoridad sanitaria para ese año. El Cuadro 1 y el Cuadro 2 muestran el estado de avance del PPDA en el año 2005, por fuente y tipo de contaminante en el escenario “real”.

Al comparar el escenario “real” versus la meta parcial establecida por el PPDA tenemos que a nivel agregado solo se cumplieron las reducciones establecidas en el caso del PM10 y SOx, observándose en el año 2005 emisiones reales mayores que la meta parcial

Cuadro 2: Cronograma de Reducción de Emisiones por tipo de Contaminante y Fuente (ton/año)

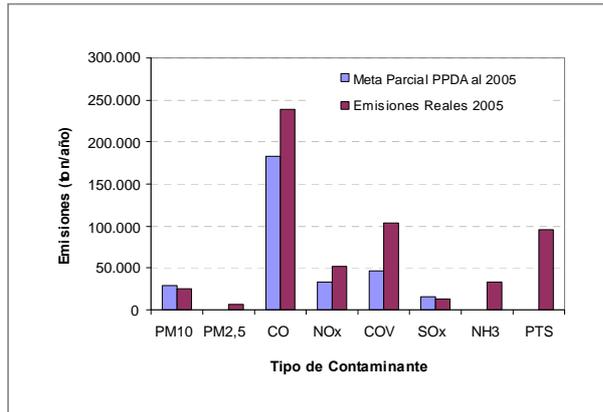
Actividades y Fuentes	PM10			CO			NOx			COV			SO2		
	2000	2005	2011	2000	2005	2011	2000	2005	2011	2000	2005	2011	2000	2005	2011
Transporte	2.525	1.365	1.365	209.042	169.494	90.397	28.622	23.207	15.472	26.286	21.313	14.209	2.920	2.368	1.579
Ind., Comercio y Construcc.	2.937	1.588	1.588	3.980	3.227	1.721	10.137	8.219	5.479	17.830	14.457	9.638	15.759	12.778	8.519
Agricultura	1.417	766	766	8.781	7.120	3.797	332	269	180	8.944	7.252	4.835	-	-	-
Domésticas	1.257	680	680	4.748	3.850	2.053	1.449	1.175	784	4.495	3.644	2.430	902	731	488
Polvo Resusp.	30.512	24.739	16.493	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: CONAMA, Plan de Prevención y Descontaminación de la RM, 1998.

¹ Se define como zona “latente” aquella área geográfica en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo está entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental. Zona “saturada” es aquella área geográfica en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas.

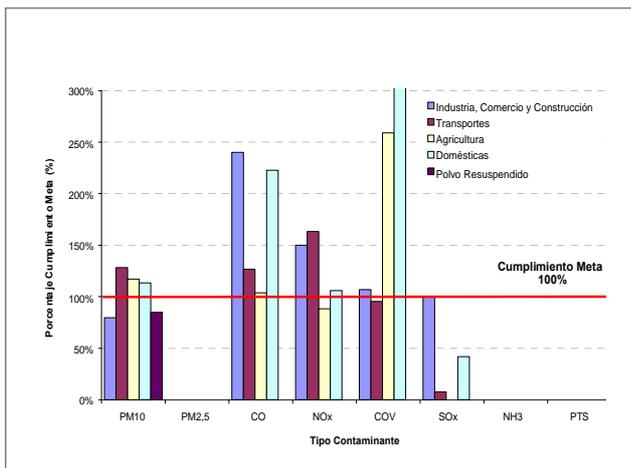
en los casos de CO, NOx y COV, elementos precursores del PM2,5.

Gráfico 1: Comparación de Metas de Emisión 2005, PPDA v/s Escenario Real



Fuente: Elaboración propia según DICTUC, "Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana 2005", 2007.

Gráfico 2: Porcentaje de Avance Meta 2005, PPDA v/s Escenario "Real"



Fuente: Elaboración propia según DICTUC, "Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana 2005", 2007.

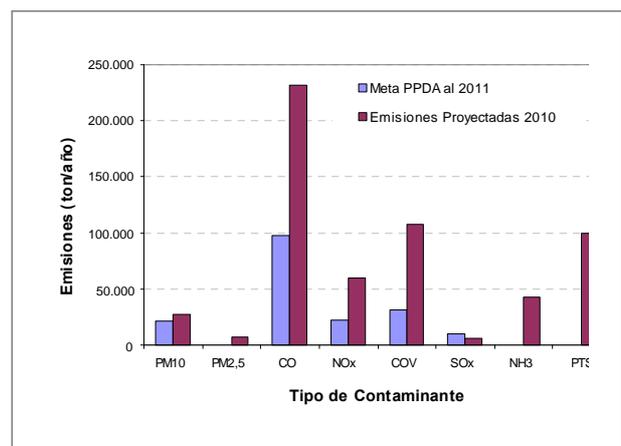
Nota: la línea horizontal representa un nivel de cumplimiento del 100% de las metas de emisión propuestas por el PPDA.

Al comparar por fuentes, podemos observar que en el caso del PM10 se cumple la meta de emisión por sobre el 100% en los casos de la industria y polvo resuspendido. Se observa también más de un 100% de cumplimiento en el caso de la agricultura para el NOx, del sector transportes para el COV y prácticamente de todas las fuentes en el caso del SOx. Sin embargo, el resto de los compromisos de reducción sectoriales no cumplen las metas establecidas para el año 2005, siendo el CO y el COV los que presentan menor nivel porcentual de reducción en relación a la meta parcial.

También es importante señalar que el sector transporte no cumple las reducciones establecidas para PM10, CO y NOx. En tanto, el sector industria no cumple con las reducciones de CO, NOx y COV (en un nivel marginal). El sector residencial no cumple las reducciones establecidas para PM10, CO y COV, presentando en este caso un enorme nivel de exceso respecto del cumplimiento de la meta. En el caso de la agricultura se observa que el principal problema es respecto de la meta de reducción de COV.

Entre las causas asociadas a estos resultados se encuentran los problemas con el suministro energético, el atraso en la implementación del TS, lo que impacta en las emisiones del sector, las emisiones de leña en el caso residencial, entre otras.

Gráfico 3: Comparación Metas de Emisión 2011 y Escenario PPDA proyectado 2010



Fuente: Elaboración propia según DICTUC, "Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana 2010", 2007.

En el caso del inventario de emisiones para el año 2010 se consideraron las emisiones de las fuentes proyectadas para dicho año, incluyendo la implementación de las medidas del PPDA vigentes para el 2010, y se considera el TS funcionando en régimen (no se incluyeron las modificaciones posteriores a su entrada en vigencia).

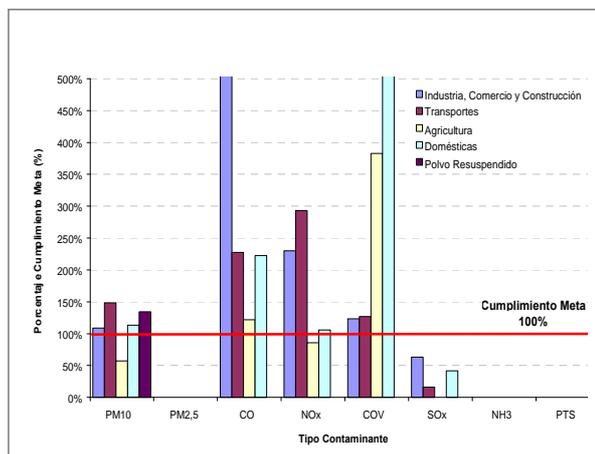
Además, se incluyen los proyectos aprobados del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), la integración del Metro de Santiago al Transantiago y sus extensiones de líneas a Puente Alto y Los Dominicos en Las Condes, la variación de emisiones producto de la aparición de nuevas fuentes y las variaciones en los niveles de actividad y consumo de energía relacionadas al PIB regional.

No se supusieron cambios en la matriz energética ni cambios tecnológicos respecto del escenario 2005, y se mantiene constante la distribución de fuentes por comunas, de acuerdo al número de fuentes por rubro industrial y comuna. Los Gráficos 3 y 4 muestran la comparación de las metas de emisión con el escenario pronosticado por DICTUC para el año 2010.

Al comparar el escenario 2010 versus la meta 2011 establecida por el PPDA tenemos que a nivel agregado no se estaría cumpliendo con las reducciones de emisiones establecidas para ningún contaminante, salvo el caso del SOx, resultando especialmente complejo el escenario pronosticado para CO, NOx y COV, donde se esperan emisiones muy superiores a las metas de emisión establecidas por el PPDA.

En el caso del CO las emisiones proyectadas al 2010 son 2,37 veces respecto de las establecidas en la meta de emisión 2011. En el caso del NOx, esta relación es de 2,71 veces, en tanto, en el caso del COV esta relación es de 3,44 veces. Las emisiones proyectadas para PM10 son 1,3 veces las establecidas en las metas de reducción para el año 2011. Solo en el caso del SOx se pronostica el cumplimiento de la meta con cierta holgura.

Gráfico 4: Porcentaje de Avance Meta 2011, PPDA v/s Escenario 2010



Al comparar por fuentes, podemos observar que ninguna cumplirá las metas sectoriales establecidas en los casos de CO y COV, siendo especialmente preocupante el exceso de emisiones pronosticado para la industria en el caso del CO y para las fuentes domésticas en el caso del COV. En el caso del PM10, el único sector que estaría cumpliendo con las emisiones requeridas es la agricultura. En el caso del NOx, nuevamente es el sector agricultura el se estima que cumplirá con sus metas de emisión.

Especialmente preocupante resulta que, salvo el caso de la agricultura, ningún sector cumplirá las metas sectoriales de PM10, NOx, CO, y COV en el año 2010, siendo en extremo complejas las proyecciones sobre el sector transporte, el que tendrá importantes excesos de emisiones en todos los contaminantes y se estima que será responsable del 88% de las emisiones totales de CO y del 76% de las emisiones totales de NOx. En el siguiente cuadro se muestra un índice que da cuenta de los excesos de emisión por fuente y contaminante respecto a las metas de emisión para el 2011. Las cifras corresponden al ratio “emision2010/meta2011” multiplicado por el peso relativo de las emisiones de cada fuente en las emisiones totales, según tipo de contaminante.

Cuadro 3: Peso Relativo de los Excesos de Emisión al año 2010

Fuente	PM10	CO	NOx	COV
Transporte	0,11	2,02	2,23	0,21
Indust., Comercio y Construc.	0,07	0,22	0,49	0,14
Agricultura	0,01	0,02	0,00	0,66
Domésticas	0,06	0,33	0,04	13,26
Polvo Suspendido	1,08	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Nota: en negrita se destacan los tres mayores pesos relativos.

Aun cuando este índice no da cuenta de la peligrosidad ni de los costos de reducción por tipo de contaminante, permite comparar los excesos de emisiones por sector de acuerdo al peso relativo de sus emisiones, lo que hace posible observar las brechas de reducción que otorgan mayores posibilidades. Puede no ser del todo eficiente focalizar los esfuerzos de reducción en fuentes con importantes excesos de emisiones si es que el peso relativo de dichas fuentes es significativamente bajo en el total de emisiones (por ejemplo, la industria tiene emisiones 5,46 veces sobre la meta en el caso del CO, pero representa apenas el 4% de las emisiones totales de dicho contaminante).

Tomando en cuenta estas consideraciones tenemos que los casos más complejos de acuerdo a los excesos y pesos relativos de emisión serán los COV provenientes de las fuentes domésticas (13,26), los NOx del sector transporte (2,23), el CO del sector transporte (2,02) y el PM10 proveniente del polvo resuspendido (1,08). El control de estas emisiones y fuentes representan brechas clave en el mejoramiento de la calidad del aire de Santiago.

De acuerdo a los pronósticos del DICTUC, las PTS, el PM10 y el PM2,5 aumentan debido al incremento del consumo de combustible y niveles de actividad, en las fuentes que no se encuentran sometidas a alguna regulación, y a que no existen planes de reducciones de material particulado en establecimientos que posean procesos considerados como grandes emisores como en el caso del SO2. El CO aumenta debido al crecimiento en el consumo de combustible y del nivel de actividad. El NOx aumenta debido al incremento en el consumo de

combustible y el supuesto de la no variación de la matriz energética. El SOx disminuye debido al cumplimiento del supuesto de la norma de emisión y a los planes de reducción de aquellos establecimientos con procesos considerados grandes emisores.

A partir de estos antecedentes es posible establecer que es altamente probable que no se cumplan las metas de emisión establecidas por el PPDA de acuerdo al diseño vigente. Además, los escenarios proyectados pueden ser aún peores si consideramos las buenas condiciones de ventilación observados en los últimos años en la RM, lo cual se discute en la siguiente sección, los cambios de diseño del TS y los problemas con el suministro de gas natural.

2.2. Concentraciones Ambientales en la Región Metropolitana

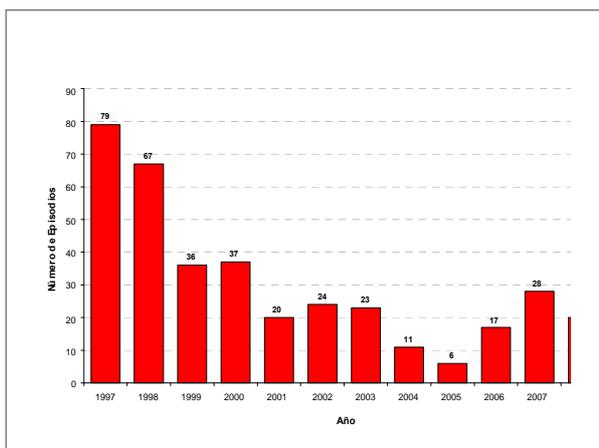
La medición de la calidad del aire de la RM es un elemento clave a la hora de determinar la eficacia de las políticas de descontaminación que se han implementado en los últimos años. En el año 1987 se instaló en la RM la primera red de Monitoreo Automática de Contaminantes Atmosféricos (MACAM 1), la que estaba compuesta por 4 estaciones ubicadas en el la zona central de Santiago y una quinta estación móvil, que fue emplazada en la comuna de Las Condes.

En el año 1997 se modernizó la red existente con una nueva red de monitoreo conocida como MACAM 2. Esta se compone de 8 estaciones, y mide 5 tipos de contaminantes atmosféricos, entre ellos CO, NOx, SO2, etc. El material particulado, en tanto, se mide por medio de una red semiautomática en la cual se exponen los filtros por 24 horas, obteniendo resultados después de 3 a 4 días de análisis. A partir del análisis de los datos entregados por la red de monitoreo MACAM se pueden establecer los siguientes puntos respecto a la ocurrencia de episodios críticos y de la calidad del aire de Santiago.

En primer lugar, aun cuando el total de episodios críticos constatados anuales disminuye desde el año 1997 hasta el 2008, de 79 a 20 episodios, se observa que desde el año 2006 se ha producido un incremento importante en el número de Alertas y Preemergencias, equivalentes a los niveles observados a comienzos de esta década, lo cual quebró la tendencia a la baja observada especialmente en

los años 2004 y 2005. Esto muestra que la gestión de la calidad del aire ha sufrido un fuerte retroceso a partir del año 2006. El Gráfico 5 muestra la evolución de los episodios críticos totales desde 1997 a la fecha.

Gráfico 5: Números Totales de Episodios Críticos, 1997-2008

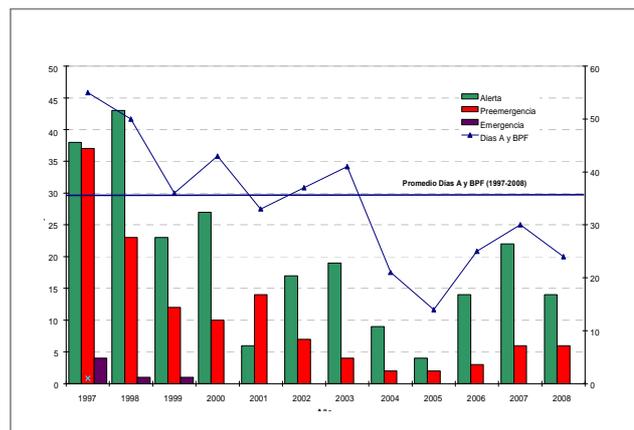


Fuente: Elaboración propia según CONAMA, "Resultados Plan Operacional para la Gestión de Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica por Material Particulado, Período 2008", 2008.

Esto, resulta particularmente complejo teniendo en consideración las buenas condiciones de ventilación observadas en la cuenca metropolitana en los últimos años (CONAMA 2008b). Las malas condiciones de ventilación se asocian a días con configuración tipo A y BPF, altas presiones y "depresiones costeras", respectivamente. Desde el año 2004 los días con malas condiciones de ventilación han estado por debajo del promedio correspondiente al período 1997-2008 (34,08 días por año). Sin embargo, tenemos en los últimos años un importante aumento de los días de preemergencia, desde 2 en el año 2004 a 6 en el año 2008, y de alertas desde 4 en el año 2005 a 14 en el año 2008, alcanzando un máximo de 22 en el año 2007, lo cual es equivalente a lo observado en el año 2000. El Gráfico 6 muestra la positiva correlación existente entre número días con malas condiciones de ventilación de la cuenca metropolitana y el número de episodios críticos, en términos anuales. El coeficiente de correlación entre ambas variables es de 0,89, lo cual implica que un

aumento de las malas condiciones de ventilación en los próximos años puede generar un importante incremento del número de episodios críticos.

Gráfico 6: Episodios Críticos por Tipo y Días de Malas Condiciones de Ventilación, 1997-2008



Fuente: Elaboración propia según CONAMA, "Resultados Plan Operacional para la Gestión de Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica por Material Particulado, Período 2008", 2008.

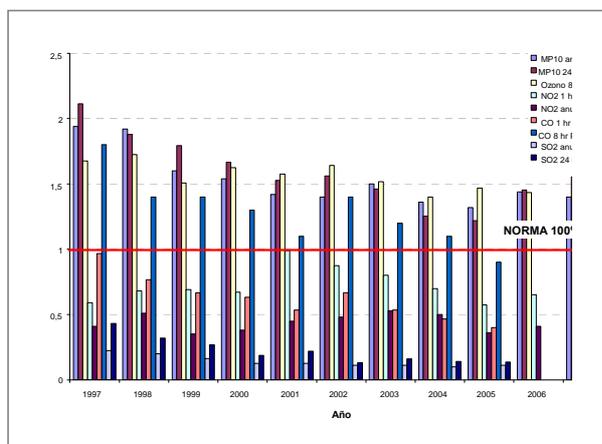
Nota: la línea horizontal muestra el promedio de días con malas condiciones de ventilación desde el año 1997 al 2008 (días A y BPF).

Respecto al cumplimiento de las normas primarias de calidad de contaminantes, y de acuerdo a los datos existentes, se observa que la calidad ambiental no cumple con la normativa en los casos del PM10 (norma diaria y anual) y O3 (norma 8 horas), ya que las concentraciones exceden los máximos establecidos. En el caso del CO (8 horas), aun cuando se observa desde el año 1997 a la fecha una continua disminución de las concentraciones ambientales, los niveles actuales se consideran en estado de "latencia", lo que obliga a tomar medidas de prevención.

El cumplimiento de la normativa requerirá reducir las concentraciones de PM10 existentes en el año 2007 en un 40% para asegurar el cumplimiento de la norma anual y en un 55% en el caso de la norma diaria. En tanto, las concentraciones de O3 deben ser reducidas en un 43% (8 horas) para asegurar el cumplimiento normativo, tomando como referencia las concentraciones del año 2006. En el caso del SO2 y NOx se observan, en los últimos años, niveles adecuados de acuerdo a los estándares exigidos. El

siguiente gráfico muestra el porcentaje de cumplimiento de las normas de calidad ambiental de aquellos contaminantes con norma de calidad ambiental (PM10, O3, NO2, CO y SO2), de acuerdo a las concentraciones obtenidas de la red MACAM.

Gráfico 7: Porcentaje de Cumplimiento de Norma por Tipo de Contaminante, 1997-2007



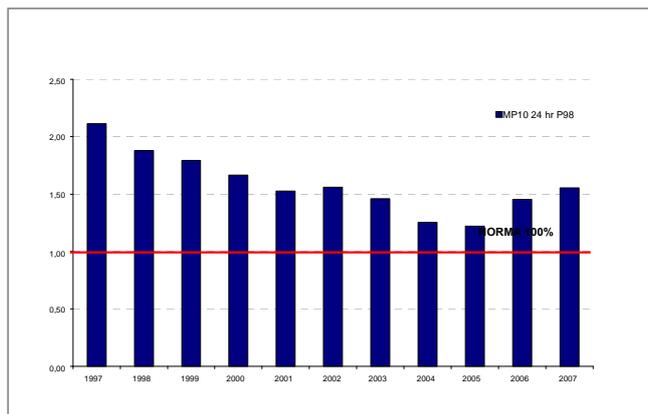
Fuente: Elaboración propia según CONAMA, "Anteproyecto de Revisión, Reformulación y Actualización del PPDA para la R.M." 2008.
Nota: la línea horizontal representa un nivel de cumplimiento del 100% de las normas de calidad ambiental.

Si analizamos la tendencia en el tiempo de las concentraciones ambientales, en términos generales se puede observar una estabilización de los niveles observados en los casos del PM10 (anual) y del O3 (8 horas); sin embargo, en el caso de la norma diaria de PM10 se observa un importante aumento en las concentraciones a partir del año 2005, pasando desde un exceso de un 22% sobre los máximos establecidos por la norma (150 ug/m3) en el año 2002 a un exceso de un 55% en el año 2007 (ver Gráfico 8).

En el caso del NOx se cumple la norma horaria y anual, observándose en el año 2007 concentraciones promedio que representan el 65% y el 41% de los máximos exigidos por la norma horaria y anual, respectivamente.

En el caso del SOx se cumple la norma horaria y anual por bastante margen.

Gráfico 8: Porcentaje de Cumplimiento de Norma PM10 (diaria), 1997-2007

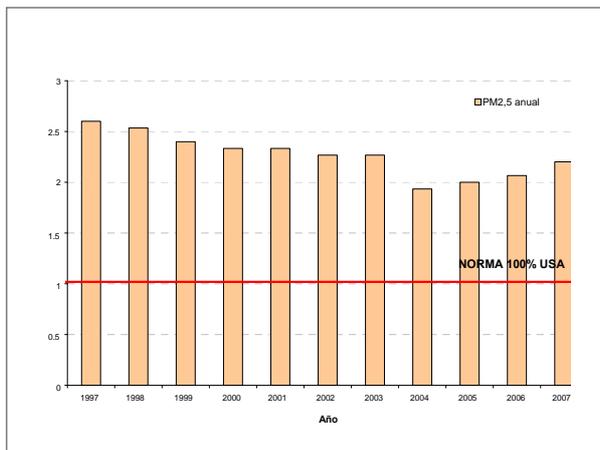


Fuente: Elaboración propia en base a CONAMA, "Anteproyecto de Revisión, Reformulación y Actualización del PPDA para la R.M." 2008.

Nota: la línea horizontal representa un nivel de cumplimiento del 100% de las normas de calidad ambiental.

En el caso del PM2,5, la fracción más peligrosa del material particulado para la salud humana y que no está normada en la legislación nacional, si bien se han reducido las concentraciones en los últimos años (reducción acumulada de un 15% desde 1997 a la fecha), sus concentraciones promedio superan ampliamente los estándares internacionales (norma USA es de 15 ug/m3). Peor aún, desde el año 2004 hasta el año 2007 las concentraciones de PM2,5 aumentaron desde 29 ug/m3 a 33 ug/m3, lo cual quiebra la tendencia decreciente observada en los años anteriores (ver Gráfico 9), afectando directamente la salud de la población. De hecho, estudios realizados muestran una significativa asociación estadística entre muertes diarias y el aumento de las concentraciones de material particulado, especialmente la fracción más fina (Cifuentes et al 2000, Ostro1998).

Gráfico 9: Porcentaje de Cumplimiento de Norma PM2,5 (anual), 1997-2007



Fuente: Elaboración propia según CONAMA, "Anteproyecto de Revisión, Reformulación y Actualización del PPDA para la R.M." 2008.

Pero la evolución de la calidad del aire y el impacto de esta variación en la ocurrencia de episodios críticos no son los únicos aspectos problemáticos que se observan a partir de la implementación del plan de descontaminación. De acuerdo a los resultados de la última auditoría internacional realizada al PPDA en el año 2005, se requiere avanzar de manera sustantiva en el gestión y control de la contaminación atmosférica en la RM para cumplir con los objetivos propuestos inicialmente (Lents et al 2006). La segunda auditoría realizada al PPDA fue publicada a comienzos del año 2006². Esta, además de señalar que los contaminantes mas problemáticos para Santiago son el material particulado, el O₃ y el CO, observa que eventualmente podría haber problemas con contaminantes tóxicos, pero que no se cuenta con suficiente evidencia para fundamentarlo.

Pese a la mejoría mostrada desde 1990 a la fecha, el estudio señala que a partir del año 2000 se ha estancado la reducción de CO y O₃, y que las reducciones de material particulado han sido a tasas mucho más lentas en los últimos años (2% en comparación al 6% previo al 2000). A estas tasas, el estudio plantea que "...Santiago nunca disfrutará una

² La primera auditoría internacional fue realizada en el año 1999 por un grupo de expertos nacionales e internacionales.

calidad adecuada de aire" o "healthy air", lo que podría repercutir en términos económicos para el país por los acuerdos comerciales. Además, se plantea que los recursos requeridos para el tema no han estado disponibles. Evidentemente las conclusiones serían bastante diferentes si la auditoría hubiese contado con los datos posteriores al año 2005, donde la calidad del aire de Santiago, en términos de concentraciones ambientales y episodios críticos, ha sufrido un fuerte deterioro de acuerdo a los antecedentes previamente señalados.

Entre los principales elementos a considerar en una estrategia de control de la contaminación la auditoría señala que los vehículos (livianos y pesados) son uno de los puntos donde deben concentrarse los esfuerzos para reducir gran parte de los contaminantes primarios que saturan Santiago (CO, O₃ y MP). También plantea responsabilidades de la industria en el caso del material particulado.

Otros de los aspectos a mejorar son relativos a la distribución de la red MACAM, la que no considera estaciones cerca de caminos y carreteras donde las concentraciones son mayores. Además, se estima muy largo el tiempo de validación de los datos (actualmente es de 1 año y no debería ser superior a 6 meses). Respecto al modelamiento y pronóstico de la calidad del aire, se señala que se ha mejorado, pero se menciona que no es todo lo bueno que debiese ser, especialmente por la mala calidad de los datos de emisiones y el poco conocimiento meteorológico de la cuenca. Lamentablemente, la auditoría no asigna una alta prioridad a este punto por la disminución de eventos críticos en la época del estudio; sin embargo, esto ha adquirido matices relevantes a partir de lo observado desde el año 2006 (en el año 2005 hubo solo 6 episodios críticos, los cuales aumentaron a 17, 28 y 20 en los años 2006, 2007 y 2008, respectivamente). Además, de acuerdo a estimaciones propias, la eficacia del sistema de predicciones puede llegar a caer hasta apenas un 20% en el pronóstico de episodios críticos (en el año 2005 hubo 6 falsas alarmas y 5 episodios no decretados). Errores en el sistema de pronóstico significan altos costos para la salud de la población (en el caso de episodios no decretados) y para la industria (en el caso de pronósticos mal decretados), por lo que resulta indispensable afinar el sistema de pronósticos en las circunstancias actuales. A modo de ejemplo, según estimaciones de CONAMA un día de preemergencia le cuesta a la industria \$1.073 millones, esto

sin contar los efectos asociados a la restricción vehicular adicional que rige en esos días. En tanto, los beneficios en salud estimados en un día de preemergencia ascienden a \$78 millones.

III. Observaciones a la Propuesta de Actualización del PPDA

Sobre la base de los antecedentes señalados previamente, Libertad y Desarrollo considera necesario revisar los siguientes puntos de la reformulación del PPDA.

1. *Es necesario congelar el nivel de emisiones de aquellos contaminantes con metas de emisión en el PPDA e incorporar a la reformulación del plan medidas basadas en instrumentos económicos.*

El énfasis en las medidas tecnológicas que se puede observar en la propuesta no innova en ningún sentido el PPDA respecto a lo hecho en los últimos años ni asegura la disminución del nivel global de emisiones de Santiago, ya que aun cuando las fuentes tengan menores niveles unitarios de emisión, el número total de fuentes fijas y móviles podrá seguir aumentando indiscriminadamente en los próximos años. Esto se refleja en la sección previa, donde se muestra que el nivel de emisiones pronosticado para el 2010 no permitirá cumplir con las metas establecidas originalmente en el PPDA, ya que el nivel agregado de emisiones superará ampliamente las metas globales establecidas en 1997. Además, la tendencia observada en las concentraciones ambientales de material particulado (fino y grueso) en los últimos 3 años muestra un marcado deterioro de la calidad del aire, y un estancamiento de las reducciones en el caso del ozono, ambos contaminantes con significativas asociaciones estadísticas con los aumentos de la mortalidad diaria, tal como se señaló previamente.

Es por ello que la primera medida que debería considerar el PPDA es **determinar la capacidad de la cuenca, y sobre esa base congelar las emisiones globales para todos los contaminantes con metas de**

emisión para 2011, Congelar el nivel de emisiones de la cuenca y generar reducciones graduales en el tiempo es la única forma de asegurar la calidad del aire de Santiago en el largo plazo. Esta medida es clave para asegurar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental y para poner en marcha instrumentos económicos que permitan lograr las metas en un menor plazo y a un menor costo, como el sistema de bonos de descontaminación³, actualmente en tramitación en la Cámara de Diputados. Esto permitirá disminuir el nivel agregado de emisiones, asegurando la calidad ambiental en el largo plazo. Para ello es clave incluir en el PPDA iniciativas que tiendan a i) asegurar la institucionalidad del sistema, ii) asegurar el conocimiento acabado de la cuenca y su capacidad de carga y iii) congelar las emisiones en un nivel que asegure el cumplimiento normativo en el tiempo.

A partir de lo anterior y de la adecuada implementación de un sistema de permisos de emisión transables (PET) entre las fuentes emisoras, se podrá reducir el nivel agregado de emisiones permitiendo a las fuentes realizarlo costo-eficientemente de acuerdo a sus estructuras de costos y posibilidades tecnológicas. Esto, además, debe considerar tanto a las fuentes fijas como a las móviles, ya que estas últimas son responsables en gran medida de las emisiones de material particulado de acuerdo al inventario de emisiones 2005, considerando tanto las emisiones directas como las indirectas (polvo resuspendido), aun cuando estas últimas no son totalmente atribuibles a las fuentes móviles.

Este tipo de medidas, consideradas en el PPDA en sus orígenes, permiten obtener reducciones de emisiones a costos menores en comparación a los sistemas basados en estándares tecnológicos (comando-control), de acuerdo a la literatura existente (hay múltiples ejemplos del uso de instrumentos de este tipo a nivel mundial, en países como Canadá, Dinamarca, Polonia, Suiza, USA, entre otros,). Perman et al (2003) muestran numerosos ejemplos de los beneficios del uso de este tipo de instrumentos por sobre las medidas de comando-control, y discuten las condiciones en las cuales es beneficioso considerar tales medidas. De acuerdo a lo anterior, se hace necesario **impulsar de manera explícita la discusión de la “Ley de Bonos de Descontaminación”, actualmente estancada en el Parlamento**. Por el momento solo se ha implementado la compensación de fuentes nuevas en la industria, en tanto,

³ Mensaje N° 33-349 de la Presidencia de la República a la Honorable Cámara de Diputados, del 5 de junio de 2003, en el que se inicia un proyecto de ley sobre Bonos de Descontaminación.

la compensación de emisiones de las fuentes móviles se incluye únicamente en el marco del SEIA. Aun cuando la última auditoría realizada al PPDA muestra cierto escepticismo respecto a la implementación de un sistema de estas características en las condiciones actuales, lo cual se debe mayormente a riesgos asociados a la mala calidad de la información (emisiones) y a la institucionalidad, la nueva propuesta del PPDA debe considerar un cronograma de implementación que asegure el marco institucional y los conocimientos técnicos necesarios para congelar las emisiones en la cuenca metropolitana e incorporar un sistema de permisos transables en el mediano plazo (5 años), que permita a las fuentes decidir cómo y cuándo invertir en tecnologías sin aumentar la carga de emisiones en Santiago. Esta medida es la única que asegura en el largo plazo el cumplimiento de los estándares de calidad primaria de aire, algo que en la última auditoría internacional se pone en duda de acuerdo a las tendencias observadas en los últimos años en la RM. Es importante mencionar que la primera auditoría al PPDA (Lents et al 1999) sí recomendó avanzar decididamente en esta materia.

Además, **no parece razonable excluir algunos contaminantes del sistema de compensación de emisiones de la industria (COV y CO)**. Esto considerando que estos contaminantes no cumplirán las metas de emisiones propuestas de acuerdo al inventario del DICTUC para el año 2010 (ver sección II). Por el contrario, el sistema de compensación de emisiones de la industria debería incorporar, dentro de lo posible, a todos los contaminantes que tienen metas de reducción en el PPDA, complementado con las respectivas normas de emisión.

El PPDA debería avanzar de manera sustantiva en la implementación de instrumentos económicos en el control de la contaminación atmosférica, los cuales permiten a las fuentes emisoras internalizar las externalidades negativas que generan a partir de sus emisiones de contaminantes, principal dificultad asociada a la provisión del nivel socialmente óptimo de males (o bienes) públicos. Además, estos cumplen con uno de los fundamentos de la ley de Bases del Medio Ambiente, “el que contamina, paga”.

La incorporación de propuestas de Tarificación Vial

en el PPDA que consideren elementos como zonas urbanas, horarios, época del año, episodios críticos, entre otros, es una medida que permite internalizar los efectos ambientales indirectos de la congestión vehicular⁴. La formulación actual solo considera la internalización de los costos ambientales de la congestión mediante el sistema de restricción vehicular, el cual no traspa de manera proporcional a los usuarios los efectos marginales de la congestión, y contiene elementos discriminatorios ya que afecta en mayor medida a quienes no pueden adquirir más de un vehículo. Se propone estudiar e incluir medidas de Tarificación Vial como reemplazo de la restricción vehicular permanente, siguiendo el mencionado principio “el que contamina paga”, aun cuando es necesario dejar claro que la tarificación vial es una herramienta de control de la congestión más que de contaminación atmosférica.

También es necesario generar incentivos económicos para la renovación del parque automotor por vehículos con menores emisiones (o bien, vehículos “cero emisión”).

Solo a modo de referencia y como ejercicio práctico, actualmente se tiene que los vehículos sin convertidor catalítico (CC) representan el 18% del parque de vehículos livianos, en tanto el costo del retiro total de los vehículos sin CC es de aproximadamente US\$ 200 millones, si consideramos un precio unitario por vehículo de \$500 mil. Estudios muestran que el beneficio marginal asociado a la reducción de una unidad de PM_{2,5} en ug/m³ asciende a US\$ 22.48 millones, (2001), esto sin considerar las emisiones de otros contaminantes. De acuerdo al inventario 2005, los vehículos sin CC representan el 59% del total de las emisiones reales de CO, el 22,29% de las emisiones de NO_x y el 11,26% de las emisiones de COV, precursores del PM_{2,5}, por lo que la creación de incentivos para el retiro de los vehículos sin CC puede generar importantes beneficios en morbilidad y mortalidad de la población, reducción de episodios críticos, entre otros. Similarmente, se puede considerar algún tipo de incentivo para el retiro de vehículos antiguos con CC, ya que estos mecanismos pierden eficiencia a medida que pasa el tiempo si no se renuevan los convertidores. Lo mismo en el caso de los camiones antiguos y para la renovación de vehículos sin sello verde.

Se debe avanzar sustancialmente en medidas de este tipo en la reformulación del PPDA, ya que seguir basando los

⁴ La congestión y la contaminación tienen relación en la medida que los vehículos aumentan su nivel de emisión de partículas a bajas velocidades y cuando aceleran, por lo que circular a velocidades constantes permitiría disminuir los niveles de emisión de las fuentes móviles.

esfuerzos en medidas tecnológicas enfocadas en la reducción unitaria de emisiones mantiene la tendencia de los últimos años, no innova en el control de la contaminación atmosférica, no permite traspasar de manera eficiente las externalidades negativas a los emisores y no asegura el cumplimiento de las metas de emisión en el largo plazo al no controlar el ingreso de nuevas fuentes a la cuenca metropolitana.

2. *Revisar las estimaciones de línea base y de las proyecciones de reducciones de emisión del PPDA.*

En primer lugar, la reformulación no incluye en el inventario las emisiones correspondientes a polvo fugitivo, el cual es responsable del 81,7% de las emisiones de PM10 y del 43,39% de las emisiones de PM2,5, de acuerdo al escenario "real" del inventario 2005 del DICTUC. **Se deben incorporar las emisiones de material particulado en el inventario del PPDA de manera explícita, ya que éstas representan la principal fuente emisora de este contaminante.** Además, medidas que mitiguen las emisiones de este sector, en particular las relacionadas con las capturas de partículas en "zonas verdes", deben tener una mayor importancia y nivel de detalle en la propuesta, la que no pone mucha atención en este aspecto, y su cumplimiento es principalmente de responsabilidad del Estado. Esto se discute más adelante.

En segundo lugar, hay supuestos en los inventarios de emisión que no se han cumplido y sobre los que se basaron las proyecciones realizadas. Por ejemplo, no se consideraron los cambios introducidos al Transantiago (TS) desde su entrada en vigencia, especialmente en lo relativo a los cambios en las mallas de recorridos (más largos) y el aumento de la flota de buses (aumentaron de 4.500 a 6.400), sobre todo considerando que los buses que se incorporaron a la flota a partir de las modificaciones realizadas no cuentan con las tecnologías de emisión exigidas a los buses nuevos. Además, la matriz energética usada en el inventario 2010 no incorpora cambios a la matriz existente en el 2005, lo cual es poco realista, considerando las restricciones de gas natural.

Se deben realizar las actualizaciones correspondientes de manera de contar con una proyección de emisiones adecuada. Es altamente

probable que sea necesario establecer nuevas metas y plazos de reducción que actualicen los datos reales del sistema. Además, se debe incorporar al PPDA las proyecciones existentes respecto de las metas de emisión (solo se incorporan reducciones respecto de la línea base, lo cual no permite cuantificar el nivel de cumplimiento de las metas establecidas).

También sería de suma utilidad en la evaluación de la eficiencia de la propuesta **entregar el detalle de las reducciones estimadas de las medidas del PPDA desagregadas**; esto es, proporcionar el aporte al global de reducciones por medida, incorporando un cronograma de implementación de las medidas y de los impactos anuales esperados con cada medida que se agrega al PPDA, de manera de poder observar y focalizar los esfuerzos de reducción en el tiempo. Este análisis, junto a la incorporación de un análisis de costo-beneficio desagregado de las medidas, permitirá adelantar aquellas con mayor impacto en el cronograma de implementación de acuerdo al beneficio neto por unidad de contaminante reducida (o por unidad de concentración ambiental reducida). **La reformulación del PPDA debe incorporar indicadores de este tipo en su presentación de manera de tener claridad de los costos, beneficios e impactos por medida y a nivel agregado.**

Además, no queda claro que de acuerdo a los inventarios de emisión proyectados al 2010 y las reducciones esperadas (que no cumplen las metas propuestas originalmente en el PPDA) se pueda alcanzar los niveles de concentración ambiental requeridos de acuerdo a la normativa primaria vigente (se supone que el no cumplimiento de las metas de emisión impedirá alcanzar calidades ambientales adecuadas, - ver sección II-).

Sería sumamente conveniente realizar una proyección de las concentraciones para el 2010, explicando los supuestos considerados (factores de emisión) que permitan establecer las metas de reducción de emisiones requeridas para lograr el cumplimiento de las normas de calidad ambiental. Esto, además, debería considerar el impacto espacial de la contaminación, ya que la calidad ambiental del aire en la RM presenta grandes variaciones en las diferentes comunas.

3. *Informar el análisis de costo-beneficio (CBA) de las medidas propuestas, priorizando las medidas más efectivas.*

A partir de la información proporcionada en el punto anterior, **se debe entregar información desagregada de costos y beneficios de las medidas consideradas en la reformulación del PPDA**, a partir de lo cual se podrá priorizar la implementación de las mismas con indicadores de eficiencia de las medidas (costo marginal de las reducciones, beneficio neto por unidad de contaminante reducida, etc.). Incorporar esta información en el PPDA es un elemento clave a la hora de evaluar el impacto real de las medidas propuestas. Esto, además, ya fue recomendado en la primera auditoría realizada al PPDA en el año 1999, donde se estableció que las estrategias y actividades del programa debían ser focalizadas en un número mucho menor a lo que se propuso originalmente, tendencia que tiende a repetirse en la propuesta actual⁵.

4. *Generar un centro de costos del PPDA*

Se debe incorporar formalmente al PPDA un centro de costos de los distintos ministerios y servicios responsables de la implementación de las medidas y programas del PPDA, de manera de contar una estructura centralizada que entregue información actualizada y relevante en la materia, lo que permitirá además solicitar los fondos necesarios para el adecuado financiamiento de la implementación del plan.

5. *Incorporar un programa de fiscalización gubernamental de las medidas del PPDA a los programas de fiscalización existentes.*

Se debe incorporar al “Plan de Fiscalización de Medidas del PPDA” la revisión y fiscalización a los programas de responsabilidad gubernamental (“responsabilidad política” de la descontaminación). Por ejemplo, fiscalizar los niveles de cumplimiento de los programas de forestación, de lavado de calles, de pavimentación, de control del transporte público, de control de la industria, de gestión de episodios críticos, entre otros, de manera de traspasar adecuadamente tanto al sector privado como al sector público las responsabilidades comprometidas en las medidas propuestas en la reformulación del PPDA.

⁵ Ya en la primera auditoría realizada al PPDA (1999) se proponía que “...las estrategias y actividades del plan deben focalizarse en un número relativamente pequeño de actividades substantivas (por ejemplo, 20-30 en lugar de las actuales 104), en las cuales se concentren los recursos, responsabilidades e iniciativas de control”.

Por ejemplo, la segunda auditoría realizada al PPDA asigna al Plan de Transporte Metropolitano (Transantiago) un rol clave en la reducción de las emisiones del sector transporte y, en definitiva, en el mejoramiento de la calidad del aire de Santiago. Esto debido al mejor estándar tecnológico de los nuevos buses y al incentivo que este plan puede generar en los usuarios (“dejar el auto en la casa”).

Es por esto que el PPDA no solo debe considerar el mejoramiento de los estándares tecnológicos de la flota del Transantiago (incluyendo los buses adicionales de la flota), si no que se deben incluir además medidas que tiendan a mejorar la calidad del servicio y los tiempos de traslado de los usuarios del sistema. El Transantiago es un actor clave en la reducción de las emisiones del sector transporte, tanto por la disminución de las emisiones del transporte público, la reducción en el uso del automóvil y, en particular, el potencial efecto de las menores emisiones a partir de polvo resuspendido de las calles, fuente clave en las emisiones de PM_{2,5} y PM₁₀. Esto es algo especialmente recomendado en las auditorías internacionales realizadas al plan. Es por ello que se debe asegurar el cumplimiento de las medidas que comprometen al sector público mediante una adecuada fiscalización de las responsabilidades sectoriales que forman parte del PPDA. Más aún, el plan debería incorporar explícitamente evaluaciones “ex post” de las medidas y programas considerados, de manera realizar los ajustes necesarios durante el proceso de implementación de éste.

6. *Cambios tecnológicos al sector transporte*

Sería conveniente explicar las razones del cronograma de implementación de las nuevas exigencias tecnológicas del sector y considerar explícitamente alternativas que estimulen el retiro de los vehículos antiguos que ya operan en la RM, que finalmente son los mayores responsables de las emisiones del sector, puesto que las medidas de este tipo son solo para vehículos nuevos por medio del SEIA.

No se entiende la razón por la cual los plazos para poner en marcha la exigencia de tecnologías para vehículos son tan amplios. Por ejemplo, en Europa se comercializan vehículos livianos con motor ciclo Otto, EURO IV desde el 2005 y el PPDA exige el cumplimiento de esta norma al año 2010. De igual forma, para vehículos medianos diesel, el PPDA exige el cumplimiento de la norma EURO V a partir del 2012, estando disponible esta tecnología desde el año 2006 en Europa.

Es necesario también corregir las distorsiones del sistema tributario de los combustibles y del transporte, en particular en lo referido al impuesto específico a los combustibles y los permisos de circulación, de manera que el uso de las tecnologías y combustibles más contaminantes internalicen los costos asociados a los mayores niveles de emisión, respetando el principio establecido en la ley de Bases del Medio Ambiente (“el que contamina paga”).

7. *Gestión de Episodios Críticos y otros*

Sería conveniente introducir competencia en la administración del sistema de pronóstico de episodios críticos, de manera de incorporar alternativas (modelo neuronal de la USACH, por ejemplo) al sistema actual (modelo CASSMASSI del CENMA) que tiendan a mejorar los niveles de acierto en las predicciones, que caen significativamente en los casos de episodios críticos.

El mejoramiento de los sistemas de predicción es solicitado en las auditorías realizadas al PPDA. Además, de acuerdo a estimaciones propias y tomando como referencia el año 2005, la eficacia del sistema de predicciones puede caer hasta apenas un 20% en el pronóstico de episodios críticos (ese año hubo 6 falsas alarmas y 5 episodios no decretados).

Adicionalmente, es necesario reformular el sistema de control de episodios críticos. Considerando que el 90% de los episodios críticos se generan y se revierten debido a cambios en las condiciones meteorológicas de la cuenca, el efecto de las medidas de control es marginal. La efectividad de las medidas y su alto costo respecto de los beneficios obtenidos, hacen recomendable establecer un buen sistema de alerta e información a la población, con el fin de que cada ciudadano, dependiendo de su nivel de exposición y condiciones de salud, tome las medidas de mitigación correspondientes.

Además, **establecer una red de monitoreo equivalente a la red MACAM-2 para la contaminación de intramuros** en el PPDA puede entregar un gran aporte al conocimiento de la exposición real de la población durante la ocurrencia de episodios críticos. Esto tiene especial incidencia en las viviendas que

hacen uso de sistemas de calefacción a leña durante los meses de invierno. La incorporación de incentivos para el mejoramiento de los sistemas de aislamiento de las viviendas puede reducir el uso de leña como fuente de calefacción, reduciendo los niveles de emisión asociados a esta fuente y los niveles de exposición al interior de las viviendas.

Respecto al control de la fracción gruesa del PM10, **es necesario detallar el impacto de los planes de creación de áreas verdes (1.800 há.)**. En lo posible, incorporar un catastro del déficit de áreas verdes y el impacto potencial asociado a la creación de parques, planes de forestación y erradicación de sitios eriazos en la RM, especialmente en aquellas comunas con mayores niveles de concentración de contaminantes (Pudahuel, Cerro Navia, etc), ya que el polvo resuspendido es la principal fuente emisora de PM10 y PM2,5 según los inventarios de emisión. De acuerdo a la primera auditoría que se realizó al PPDA (Lents, Larssen et al. 1999) para reducir el polvo resuspendido “...el único método viable es tratar de evitar que las partículas lleguen a las calles”.

En consecuencia, las medidas de control adecuadas son aquellas que tratan de controlar la migración de polvo hacia las calles, tales como plantar vegetación en las superficies cercanas a las calles, etc. **En nuestra opinión resulta clave incorporar medidas que permitan a otros actores participar en la creación de áreas verdes en las zonas altamente pobladas y con mayores problemas de contaminación atmosférica, por medio de mecanismos de compensación e incentivos, lo cual podría estar ligado a un sistema de PETs.**

Por otro lado, **no es conveniente asociar de manera permanente el financiamiento del PPDA a instrumentos económicos de control de emisiones**. La búsqueda de un incremento en el financiamiento institucional puede llevar a establecer impuestos a las emisiones en niveles no óptimos (independientemente de los mecanismos considerados), que está asociado al equilibrio de beneficios y costos sociales de los niveles de emisión y reducción de contaminantes. El nivel óptimo de financiamiento de una institución no necesariamente coincidirá con el óptimo social, por lo que el uso de instrumentos económicos debe estar limitado a los agentes privados, no entre privados y el gobierno, ya que por medio de la creación de mercados y de un sistema de precios claro y transparente los agentes

pueden llegar a niveles considerados óptimos socialmente (Coase 1960).

IV. Referencias Bibliográficas

- Cifuentes, L. A. and E. Sauma (2001). Preliminary Estimation of the Potential Co-control Benefits for Chile. Santiago, Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Coase, R. H. (1960). "The Problem of Social Cost." Journal of Law and Economics **3**: 1-44.
- CONAMA (1998). Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana. MINSEGPRES. Santiago.
- CONAMA (2008a). Anteproyecto de Revisión, Reformulación y Actualización del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana C. M. d. Santiago. Santiago.
- CONAMA (2008b). Resultados Plan Operacional para la Gestión de Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica por Material Particulado, Periodo 2008. Área de Descontaminación Atmosférica, CONAMA SANTIAGO.
- DICTUC (2007a). Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana 2005. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- DICTUC (2007b). Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana, Escenario 2010. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Lents, J., S. Larssen, et al. (1999). Primera Auditoría del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana. CONAMA, CONAMA.
- Lents, J. M., G. Leutert, et al. (2006). Segunda Auditoría Internacional Plan de Prevención y Descontaminación de la R.M. (PPDA). C. R.M. Santiago.
- Perman, R., Y. Ma, et al. (2003). Natural Resource and Environmental Economic, 3rd Edition, Pearson Education Limited.

Serie Informe Ambiental

Últimas Publicaciones

- Nº 15** **¿Qué hacer con el Cambio Climático?**
Indur M. Goklany
Octubre 2008
- Nº 14** **Eficiencia de las COREMA en la Calificación Ambiental**
Ana Luisa Covarrubias y Pablo Eguiguren
Septiembre 2008
- Nº 13** **Tarificación de Residuos Sólidos Domiciliarios**
Ana Luisa Covarrubias
Octubre 2004.