

Qué son y cómo se aplican Permisos de emisión transables en Santiago



Actualmente se está haciendo un decidido esfuerzo para reducir la contaminación atmosférica de Santiago, proveniente de fuentes fijas, sin incurrir en costos excesivos.

Para ello se está aplicando un sistema de «permisos transables» que es altamente novedoso para países en vías de desarrollo.

*Alejandro Cofré *, Raúl O'Ryan ***

La calidad del aire en Santiago se ha deteriorado a tal punto que se violan sistemáticamente las normas de concentración establecidas. En invierno el material particulado, especialmente las partículas pequeñas (PM-10)¹ y el monóxido de carbono, superan las normas, mientras que en la primavera y el verano el ozono² se transforma en el principal problema (Recuadro 1).

Esta contaminación resulta de las actividades que realizan múltiples fuentes: las *fuentes fijas*, que incluyen industrias, calderas de calefacción de tamaño significativo (con cerca de mil quinientas fuentes emisoras) y casi un millón de hogares; y las *fuentes móviles*, sobre diez mil buses y medio millón de automóviles. El Recuadro 2 presenta el número de fuentes y las emisiones de las principales fuentes fijas en Santiago.

Regular las emisiones de esta multiplicidad de fuentes es una tarea difícil. Es muy improbable que quienes generan la contaminación incorporen voluntariamente este factor en su proceso de toma de deci-

siones. Sin la intervención del Estado los agentes no tienen el incentivo de cambiar su comportamiento. ¿Qué incentivo tiene un empresario para reducir su producción o incorporar tecnologías menos contaminantes que le resultan más caras? De hacerlo perdería competitividad frente a otro que no lo hace. ¿Qué beneficio obtendría un empresario de transporte al reducir la circulación de su vehículo? De hacerlo perdería pasajeros que serían una ganancia neta para otro que no reduce su circulación. ¿Por qué va un usuario de automóvil a dejar de usar su vehículo si viajar en transporte colectivo es lento e incómodo?

Al calefaccionar y cocinar, cada consumidor se ve enfrentado a la decisión de qué combustible utilizar y cuánto. Para ello pesa las alternativas a su alcance y elige la que le produce una mayor satisfacción por el mismo desembolso. ¿Porqué elegir una que es más cara o incómoda, aunque sea menos contaminante? En resumen, dejado a su arbitrio, el mercado llevará a niveles de contaminación que pueden llegar a ser intolerables.

* Director Técnico Programa de Control de Emisiones de Fuentes Fijas (PROCEFF), Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.

** Profesor e investigador del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.

Lo anterior hace necesaria la regulación por parte del Estado de las fuentes contaminantes de modo de lograr niveles de calidad del aire aceptables. Pero ¿qué formas puede tomar esta intervención, es decir, de qué instrumentos dispone el Estado para promover el logro de las metas propuestas? La autoridad reguladora dispone de una amplia gama de alternativas entre las cuales elegir. Estas pueden clasificarse como *políticas de regulación directa y de incentivo económico*³. Las primeras regulan las actividades contaminantes por medio de requerimientos y prohibiciones específicas, mientras que las políticas de mercado afectan los incentivos de los agentes contaminantes en forma general. Las políticas de regulación directa incluyen -entre otras- tecnologías obligatorias (como es el caso del uso obligado de convertidores catalíticos) y estándares de desempeño. Las políticas de mercado incluyen licencias de emisión e impuestos a las emisiones.

Claramente la regulación directa ha sido la política dominante en la protección ambiental tanto en los Estados Unidos como los demás países de la OCDE⁴. En teoría sin embargo, la regulación directa no es costo-efectiva, en cambio las de incentivo de mercado sí lo son. Esto implica que el costo de lograr la misma calidad de aire es mayor si se utiliza regulación directa. Ejemplos del costo comparativo entre regulación directa y políticas de incentivo de mercado aparecen en el Recuadro 3. Se observa que políticas de regulación directa pueden ser hasta veinte veces más costosas que políticas de incentivo. Por ello en años recientes múltiples países han comenzado a adoptar políticas de incentivo económico, en combinación con la regulación directa⁵. En particular, el uso de *sistemas de permisos transables (SPT)* parece de especial interés para el control de las emisiones provenientes de fuentes fijas grandes -o «puntuales»- en urbes de gran tamaño como Santiago.

¿Qué son los «permisos transables»?

Los permisos transables son uno de los instrumentos utilizados para «crear un mercado» para el bien escaso «aire limpio». Bajo este sistema, el regulador define una meta de calidad de aire o de emisiones a lograr. Este nivel de calidad de aire se traduce en un total de unidades de emisión permitidas, las que luego se entregan a las fuentes emisoras en la forma de permisos. Cada permiso autoriza al que lo posee a emitir una cierta cantidad del contaminante, por unidad de tiempo: por ejemplo, un kilo de material

Recuadro 1

Número de días en que son superadas las normas de calidad del aire en Santiago

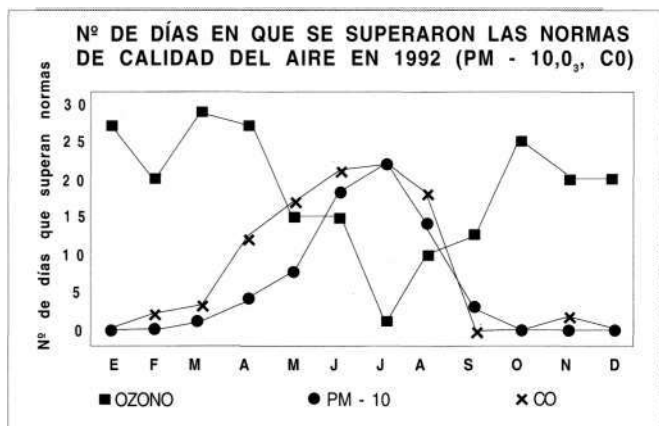
En el siguiente gráfico, se muestra el número de días por mes en que se superó la norma de calidad del aire durante 1992, en lo relativo a material particulado inferior a 10 micrones (PM10), en monóxido de carbono y ozono (O₃)\

Este gráfico permite apreciar que las normas se superan con mayor frecuencia en partículas y monóxido de carbono en los meses de invierno y ozono en los meses de primavera y verano.

De estos 3 contaminantes, es el material particulado el que presenta mayores niveles de concentración, lo cual se puede desprender del número de veces en que se supera el índice 300 definido como de pre-emergencia durante 1992: 11 días en partículas, en contraposición a sólo 2 días en monóxido de carbono y ninguna vez en ozono".

'Estas normas equivalen a 150 microgramos/rrf correspondiente a la norma diaria, 9 ppm que define la norma de 8 horas y 160 microgramos/m³ para 1 hora, respectivamente

El índice 300 equivale a 240 microgramos/m³ de PM10, 30 ppm de CO y 780 microgramos/m³ de O₃.



particulado por día. Si lo desea, el dueño del permiso puede usarlo (emitiendo el kilo autorizado), o transferirlo a otra fuente, cediendo así su derecho.

La transferibilidad es una característica esencial de este instrumento. Es precisamente en este proceso de transferencia que se crea un mercado para el permiso: fuentes que no los requieren o para quienes es de bajo costo reducir, estarán dispuestas a vender sus permisos a otras fuentes obligadas a reducir, pero para quienes es de alto costo hacerlo. Se generará así una oferta de

permisos de parte de quienes están dispuestos a vender, y una demanda por los permisos de parte de las fuentes con alto costo de reducción, dispuestas a comprarlos si el precio de los mismos es adecuado. Este precio puede resultar de negociaciones directas entre las fuentes, o, si hay un número significativo de fuentes, resultará del libre juego de oferta y demanda.

El resultado neto de este proceso es que se logra la calidad de aire autorizada por el número de permisos disponibles, pero las fuentes que hacen las reducciones son aquellas para las que es de bajo costo hacerlo. Así, como resultado de estas transacciones se gana en flexibilidad para lograr la meta de calidad de aire buscada y se reducen los costos asociados a su logro⁶. Esta es precisamente una de las razones principales para usar este tipo de instrumento. A partir del Recuadro 3 se observa que, para Santiago, un sistema de permisos transables es cinco veces menos costoso que imponer un estándar de concentración parejo a todas las fuentes. Los beneficios son por tanto significativos, y

sugieren la conveniencia de aplicar este sistema.

Una segunda ventaja de este instrumento es que permite el crecimiento económico de la ciudad, sin que aumente la contaminación. En efecto, al establecer un número fijo de permisos, se congelan las emisiones totales en la ciudad. Sin embargo como estos permisos pueden transarse, una firma que desee ingresar al mercado puede hacerlo simplemente comprando los permisos respectivos por sus emisiones. Otra ventaja de este sistema es que genera incentivos para la innovación en tecnologías de control, ya que las reducciones en emisiones logradas permitirán liberar permisos que pueden venderse. Finalmente, tiene la ventaja respecto del uso de impuestos a las emisiones que puede no imponer una carga financiera adicional a las fuentes contaminantes. Si los permisos se reparten gratis inicialmente, por ejemplo, se autoriza a las fuentes a emitir, sin que deban pagar por estas emisiones autorizadas⁷. Esto hace que esta política sea más aceptable para estas fuentes que el uso de impuestos, puede vender estos permisos.

Desafortunadamente, la aplicación de un sistema de permisos transables puede ser relativamente compleja. Un primer problema es definir quién puede intercambiar con quién. La variable espacial es de gran importancia en algunos contaminantes. Por ejemplo si se emite una unidad de material particulado en Renca, el impacto más importante será en el entorno de la fuente. Obviamente los que viven cerca de ella no ganarán nada si una fuente ubicada en San Bernardo reduce una unidad como compensación. En tal caso es necesario establecer «tasas de intercambio» que varíen de acuerdo a la distancia entre las fuentes: a mayor distancia mayor será el número de unidades de emisión que deberá reducir la fuente lejana. Otra alternativa es establecer múltiples mercados pequeños, dentro de los cuales las fuentes intercambian uno a uno los permisos, pues son de fuentes cercanas⁸. El problema de fondo de los contaminantes que no se distribuyen de manera uniforme es que su impacto depende de manera fundamental del lugar donde es emitido. En este caso es necesario aplicar un sistema de permisos diferenciados espacialmente denominado *sistema de permisos ambientales (SPA)*. Este sistema incorpora la dimensión espacial a los intercambios y por tanto éstos se realizan a tasas distintas a «uno por uno».

Existe otro tipo de contaminantes «uniformemente distribuidos» para los cuales el impacto ambiental se debe al total de las emisiones sobre la ciudad y no se relaciona directamente con el lugar donde fueron emitidas. Este es el caso para los compuestos orgánicos

Resumen

La calidad del aire en Santiago se ha deteriorado a tal punto que se violan sistemáticamente las normas de concentración establecidas. En invierno el material particulado, especialmente las partículas pequeñas y el monóxido de carbono, superan las normas, mientras que en la primavera y el verano el ozono se transforma en el principal problema. Esta contaminación resulta de las actividades que realizan múltiples fuentes: las fuentes fijas, que incluyen industrias, calderas de calefacción de tamaño significativo (con cerca de mil quinientas fuentes emisoras) y casi un millón de hogares; y las fuentes móviles, sobre diez mil buses y medio millón de automóviles. Actualmente se está haciendo un significativo esfuerzo en Santiago a objeto de permitir que las fuentes fijas puntuales reduzcan su contribución a la contaminación sin incurrir en costos excesivos para las fuentes actuales, a la vez que permitiendo el ingreso de futuras fuentes emisoras. Para ello se está aplicando un sistema de derechos de emisión transables, que es altamente novedoso para países en vías de desarrollo como Chile.

Abstract

The air quality of Santiago has deteriorated to the point of systematically violating the established norms. In winter, particulate material (especially small particles), as well as carbon monoxide, exceed the norms. In spring and summer, ozone becomes the principal problem. This pollution is the results of activities that have a variety of sources. Fixed sources include around 1500 industrial sources, comprised mainly by large furnaces for heating, and approximately a millón residential chimneys. Mobile sources include over 10,000 buses and half a million automobiles. Currently there are efforts underway to significantly reduce fixed source pollution without incurring excessive costs. Without such reductions from existing sources of contamination, adding new productive facilities that contribute to the air pollution problems of Santiago will need to be discouraged. Chile is rather unique among the developing countries in seriously evaluating the feasibility of applying the creative mechanism of a system of tradable emissions rights as an efficient means of improving air quality.

volátiles (COVs) como precursores del ozono y de los óxidos de azufre en cuanto a su impacto en la lluvia ácida. Para estos contaminantes el diseño del sistema de permisos se simplifica enormemente: una fuente ubicada en Renca puede intercambiar uno a uno con otra ubicada en San Bernardo, sin que empeore la calidad del aire en ninguna zona. En este caso se puede utilizar un sistema de permisos de emisión (SPE) en los que las transacciones sean uno a uno entre fuentes ubicadas en cualquier parte de la ciudad.

Además de la variable espacial, está el problema del contenido específico de las emisiones de cada fuente. Por ejemplo, partículas menores a 10 micrones pueden contener sustancias tóxicas y carcinógenas además de producir efectos respiratorios agudos y crónicos. Como resultado, dos fuentes cercanas pueden emitir material particulado de distinto tipo. El daño resultante a la salud es por tanto distinto y puede ser necesario impedir el intercambio «uno a uno» entre las emisiones de estas fuentes. El problema para el regulador en este caso es definir con claridad el objetivo buscado con la meta establecida. Si lo que se busca es reducir los problemas respiratorios agudos, entonces se puede permitir el intercambio directo entre estas emisiones. Si se busca además reducir las incidencias de cáncer asociadas a estas emisiones, entonces será necesario imponer restricciones adicionales a los intercambios permitidos. Un instrumento simple no basta en este caso, pues se buscan múltiples objetivos simultáneamente.

El problema de «crear el mercado»

Un segundo problema es asegurar que efectivamente se cree un mercado para los permisos. De no crearse, puede resultar difícil que se logren los beneficios antes señalados. En particular, si debido a las características del contaminante es necesario crear varias zonas, puede quedar alguna de ellas con pocas fuentes. Una fuente que busca comprar permisos puede no encontrar con quien transar y como resultado se verá obligada a utilizar tecnologías de reducción de alto costo. Fuentes potenciales pueden no encontrar permisos disponibles y por tanto no entrarán a producir. Como resultado, puede producirse un estancamiento de la economía de la ciudad.

Por ello, un rol central para el regulador es facilitar las transacciones tanto en el diseño del sistema como en

Recuadro 2

Total de emisiones diarias por fuentes fijas puntuales

	EMISIÓN DIARIA (ton/día)	Nº DE FUENTES
CALDERAS INDUSTRIALES PUNTUALES	4,3	564
PROCESOS PUNTUALES	3,3	389
CALDERAS DE CALEFACCIÓN PUNTUALES	0,7	414
TOTAL FUENTES PUNTUALES	8,3	1.367

Fuente: Programa de Control de Emisiones de Fuentes Fijas (PROCEFF), Sep.1993.

El cuadro presenta el total de emisiones diarias en kilos por día para, calderas y procesos, actualizada a septiembre de 1993.

En *procesos* se considera la fundición de metales y vidrios, hornos de cocción, procesos de secado, molienda y arenado, entre otros.

En las *calderas* se distinguen entre las industriales y las destinadas a calefacción de edificios.

Cabe señalar que las 8,3 toneladas totales diarias emitidas en septiembre de 1993, se comparan muy favorablemente con las 22 toneladas emitidas en 1991 y las 15,3 toneladas emitidas en 1992.

su operación: debe lograrse un equilibrio entre calidad de aire y facilidad de transacción. El diseño debe incluir un número de mercados suficientes como para no comprometer la calidad del aire en alguna zona, y a la vez asegurar que exista el número suficiente de oferentes y demandantes en cada zona.

En conclusión, los SPT introducen más flexibilidad y eficiencia al control de la contaminación. Promueven el logro de las metas utilizando las tecnologías de mínimo costo, estimulan el desarrollo de tecnologías de control y generación de «expertise» en el sector privado, pueden proveer al Estado con una fuente de ingresos, y permiten flexibilidad en la selección de tecnologías. Por cierto, también tienen desventajas. La principal es que sus resultados son menos predecibles que los de la regulación directa, ya que el que contamina elige cuánto reducir. Además, se requiere una

Recuadro 3

Ahorros potenciales con un sistema de permisos transables

Varios estudios han examinado las potenciales mejoras en eficiencia para los Estados Unidos. Estos se resumen en el cuadro siguiente. La segunda columna del cuadro identifica el contaminante para el cual se hizo el estudio. La cuarta columna presenta la política regulatoria aplicada, contra la cual se comparará luego el uso de permisos transables en sus dos modalidades: SPE (no diferenciado espacialmente) y la política óptima SPA (que si considera diferenciación espacial). La regulación directa incluye básicamente el uso de normas de emisión por fuente, uso de tecnologías de control razonables y reducción porcentual idéntica por fuente. La última columna presenta la comparación de costos de reducción que resultan de estas políticas y la política costo-efectiva (SPA). Un cuociente igual a uno significa que el costo de ambas políticas es igual. Un cuociente mayor a uno indica cuanto mayor es el costo de la regulación directa comparada con el SPA. Se puede observar que el uso de un sistema de

permisos ambientales es, en el peor de los casos, un 12% más eficiente que el uso de un regulación directa (para sulfates en Los Angeles), pero en el mejor de los casos es sobre 20 veces más eficiente (para material particulado en el Lower Delaware Valley). Claramente hay un potencial de mejora en la eficiencia importante. Con estos antecedentes se ha estimado* que en 1981 Estados Unidos podría haber ahorrado 7 mil millones de dólares de haber utilizado políticas más costo-efectivas para reducir la contaminación del aire.

Para Santiago el cuociente de costos entre utilizar estándares de emisión uniforme y SPA es de 5,8, si se busca reducir la concentración asociada a fuentes puntuales en un 60 por ciento. Esto significa que es casi seis veces más caro utilizar un sistema de regulación directa. Los ahorros potenciales son de casi 23 millones de dólares. Un sistema no diferenciado espacialmente (SPE) resulta 4,2 veces más caro que el sistema óptimo, y de costo comparable al de utilizar regulación directa.

* Portney [1990, p.71], (Ver referencias).

Ahorros Potenciales de Usar Sistema de Permisos Transables para Reducir Emisiones de Contaminantes no uniformemente distribuidos

Estudio y Año	Contaminante	Area Geográfica	Regulación directa con la que se compara	Cuocientes de Costos:Regulación Directa/SPE	Cuocientes de Costos: SPE/SPA	Cuocientes de Costos: Regulación Directa/SPA
Atkinson y Lewis (1974)	Material particulado	Area Metrop.	Plan de implementación estatal	6.00	1.67	10.02
Roach et al (1981)	Dióxido de Azufre	Four corners, USA	Plan de implementación estatal	1.70	2.50	4.25
Hahn y Noli (1982)	Sulfatos	Los Angeles California	Regulación de	1.05	1.07	1.12
Atkinson (1983)	Dióxido de Azufre	Cuyahoga County, Ohio	Plan de implementación estatal	0.78	1.91	1.49
Mc Gartland (1984)	Material particulado	Baltimore	Plan de implementación estatal	2.50	1.88	4.70
Krupnick (1986)	Dióxido de Nitrógeno	Baltimore	Tecnologías de control razonab.	0.69	8.64	5.96
Seskin, Anderson Reid (1983)	Dióxido de Nitrógeno	Chicago	Tecnologías de control razonab.	0.42	33.9	14.24
Spofford (1984)	Dióxido de Azufre Mat.particula.	Low Delaware Valley	Reducción porcentual idéntica	11.10	1.97	21.87
O'Ryan (1993)	Material particulado	Santiago	Estándar uniforme	1.4	4.20	5.81

Definiciones : SPE Sistema de permisos de emisión.
 SPA Sistema de permisos ambientales.

Fuente : (Tietenberg [1985, pp.68-69] y O'Ryan [1993, p.290].

institucionalidad más sofisticada, capaz de aplicar y luego controlar este tipo de instrumentos. Considerando las deficiencias que se producen en los países en desarrollo con la aplicación de políticas simples, esta dificultad no deja de ser relevante.

Diseño de un sistema de permisos transables para Santiago

La evidencia empírica justifica el uso de un sistema de permisos transables en Santiago. Por ello, se ha establecido el uso de un *sistema de compensación* para el control de las emisiones de material particulado desde fuentes fijas puntuales para la Región Metropolitana (ver Recuadro 4).

Este sistema es muy similar al de permisos transables⁹. Pero ¿Cómo se diseña un SPT? El diseño de un sistema de permisos transables incluye diseñar tanto el mercado como el permiso mismo. El diseño del mercado de permisos considera las siguientes actividades: establecer la meta a alcanzar, definir el dominio geográfico al cual se aplican los permisos, determinar qué fuentes se incluirán, y por último establecer una distribución inicial de permisos. El diseño del permiso mismo debe incorporar una forma de tratar el problema espacial y las características específicas del permiso en cuanto a su período de validez (estacionalidad y flexibilidad de uso) y duración.

El primer paso para diseñar un SPT es definir la meta a alcanzar. Por ejemplo, es necesario establecer qué proporción del total de la concentración autorizada por la norma (260 microgramos/m³) se generará a partir de fuentes fijas, qué proporción a partir de fuentes móviles, y cuánto a partir de fuentes naturales. Esto es difícil de establecer requiriéndose para ello modelar el impacto de cada una de estas fuentes en la calidad de aire. Santiago cuenta con un modelo de dispersión relativamente sofisticado que se utilizó para definir las metas de reducción para cada tipo de fuente¹⁰. En particular para las fuentes fijas puntuales sin equipo de control se estableció la necesidad de reducir las emisiones de material particulado en un 40% para fuentes ubicadas fuera de la circunvalación Américo Vespucio y en un 80% en las ubicadas dentro de este perímetro. De acuerdo a un estudio reciente, ello implicaría reducir la concentración asociada a fuentes puntuales en un 50 por ciento en el peor punto dentro de la ciudad¹¹.

Una segunda tarea consiste en definir el dominio geográfico al cual se aplican los permisos. Las consi-

deraciones geográficas entran en el diseño del sistema de dos formas. Primero debe definirse el dominio geográfico en el cual serán válidas las metas que se establezcan. Si bien en la actualidad el sistema de compensación cubre toda la Región Metropolitana, un futuro sistema de permisos más afinado puede considerar una zona menor, por ejemplo solamente el Gran Santiago. Segundo, debe establecerse el área de aplicabilidad de los permisos. El tema aquí es identificar todas las zonas actuales y potenciales desde las cuales pueden generarse emisiones que inciden en el dominio, pertenezcan éstas al dominio o no. Si el dominio es Santiago, puede requerirse que fuentes que no pertenecen a la ciudad (pero sí a la Región Metropolitana por ejemplo) deban comprar permisos para emitir, pues sus emisiones inciden en la ciudad.

Es necesario además definir las fuentes autorizadas a participar del SPT. El problema principal es establecer si fuentes que individualmente representan una contribución muy baja al total de emisiones deben incluirse en el sistema, o si alguna otra forma de control directo es preferible.

Como paso inicial en este sentido, se ha incluido para Santiago a las fuentes puntuales en el sistema de compensación. Las fuentes grupales y móviles sólo deben cumplir con las normas de emisión establecidas para cada una. Claramente falta por definir si se incluirá también a todas las fuentes puntuales en el SPT, y si se puede además incluir otras fuentes grupales específicas a través de algún mecanismo a definir. Estas actividades se están evaluando en la actualidad, considerando para ello la creación de un «fondo de proyectos ambientales»¹². El criterio fundamental en este caso es evaluar si los costos de fiscalización de los permisos para cada fuente pequeña son superiores o inferiores a los beneficios, en términos de mayor eficiencia, de incluirlas.

Una cuarta actividad es la distribución inicial de los permisos. Llevando el principio de que «el que contamina paga» a un extremo, se puede exigir al que desea emitir que compre los permisos disponibles al regulador. Como resultado, cada fuente que desee emitir debe pagar por los permisos, y además por las reducciones que deba hacer por las emisiones no cubiertas por éstos.

Esto es atractivo pues genera ingresos para el Estado. Sin embargo puede provocar fuerte rechazo al sistema de parte de las fuentes emisoras actuales ya que la evidencia empírica sugiere que los desembolsos requeridos para comprar los permisos son del mismo orden de las inversiones requeridas en equipos de control¹³. Con ello se duplica el gasto para estas fuentes respecto de una alternativa menos extrema: la de repartir

Recuadro 4

Total de emisiones diarias por fuentes fijas puntuales

En el primer cuadro se resume las normas de emisión y sus plazos para los distintos tipos de fuentes clasificados en existentes y nuevas, puntuales y grupales, los que están contenidas en el Decreto Supremo N° 4 del Ministerio de Salud de 1992.

En este cuadro se define:

- *Fuentes nuevas*: aquellas registradas después del 2 de marzo de 1992, siendo existente aquellos registradas antes.

Plazos	FUENTES ESTACIONARIAS			
	PUNTUALES (caudal > 1000 m ³ /hr)		GRUPALES (caudal < 1000 m ³ /hr)	
	Nuevas Registr. desp. 2/03/92	Existentes Registr. antes 2/03/92	Nuevas Registr. desp. 2/03/92	Existentes Registr. antes 2/03/92
31/12/92	112 mg/m ³	112 mg/m ³	56 mg/m ³	112 mg/m ³
31/12/93	112 mg/m ³ y: Compensa 25%	112 mg/m ³	56 mg/m ³	112 mg/m ³
31/12/94	Compensa 50%			
31/12/95	Compensa 75%			
31/12/96	Compensa 100%	112 mg/m ³ y Segunda meta	56 mg/m ³	56 mg/m ³
31/12/97				

- *Fuentes puntuales*: aquellas cuyo caudal volumétrico de gases es inferior a 1000 m³/hr, siendo grupales aquellas con caudal inferior.

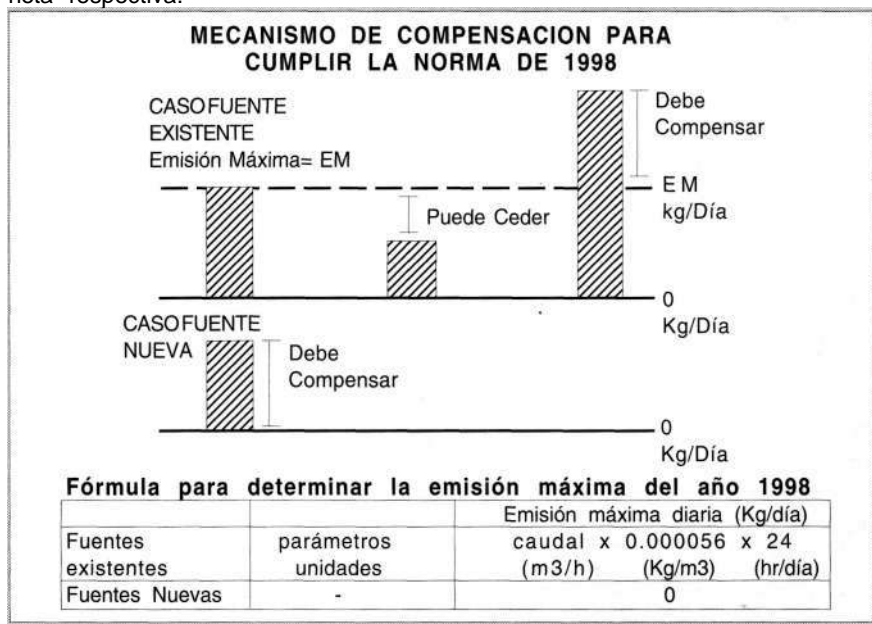
Puede verse también que:

- Las fuentes grupales no entran en el sistema de compensación debiendo solamente cumplir con la norma de emisión.

- Las fuentes puntuales nuevas deben compensar el 100% de sus emisiones gradualmente en 4 años, con un 25% cada año entre diciembre de 1993 y diciembre de 1996.

- Las fuentes puntuales existentes, tienen plazo hasta diciembre de 1997 para cumplir con la segunda meta lo cual puede hacerse mediante el mecanismo de compensación.

En el siguiente diagrama, se puede entender el mecanismo de compensación, y la asignación de la emisión neta respectiva:



La segunda meta se determina mediante la fórmula presentada del cuadro inferior.

Si la emisión real de la fuente es superior a su emisión meta, entonces se tienen dos alternativas: o cumple físicamente mediante la reducción de sus emisiones hasta llegar a la meta, o compensa las emisiones con otra fuente que haya reducido más allá de su meta.

En todo caso, el cumplimiento de la meta de corto plazo debe ser físico y no está sujeto al mecanismo de compensación. Es decir, se tiene un sistema mixto entre norma de emisión directa y mecanismo de compensación.

los permisos sin costo para las fuentes.

Por ejemplo, la distribución inicial puede basarse en la «historia» de las fuentes. Con ello el regulador distribuye los permisos disponibles gratis a las fuentes existentes de acuerdo a algún criterio preestablecido. Esto es lo que se ha hecho para Santiago. El criterio utilizado es el de «premiar» a las fuentes que ya han hecho esfuerzos de reducción pues no requerirán hacer un esfuerzo adicional excesivo para lograr la meta establecida. En cambio las fuentes que no han realizado esfuerzos de reducción se verán obligadas a invertir en tecnologías de reducción o en comprar permisos.

Uno de los aspectos más delicados en el diseño de SPT es la incorporación de la dimensión espacial. Tal como se ha señalado, el problema de diseño central es establecer la tasa de intercambio que debe prevalecer para fuentes ubicadas en distintas zonas de la ciudad. Esto requiere que la autoridad reguladora disponga de un modelo de dispersión capaz de caracterizar adecuadamente la relación entre emisiones en un punto de la ciudad y el impacto en la concentración en el resto de la ciudad. Con este modelo, y conociendo la ubicación de las fuentes, el número de fuentes y el costo de reducción para cada fuente, es posible determinar la magnitud de lo que se puede ganar al introducir la diferenciación espacial. Si la reducción de costos es significativa, entonces será necesario incorporar esta diferenciación.

Una evaluación reciente establece que el costo de reducir la concentración en un 60 por ciento utilizando permisos no diferenciados espacialmente sería cuatro veces mayor que utilizando permisos diferenciados espacialmente (ver Recuadro 3). Esto confirma la necesidad de considerar la variable espacial en el diseño.

La pregunta siguiente es cómo incorporar la diferenciación espacial sin complicar el sistema al extremo de que las fuentes decidan no participar en él. Una alternativa atractiva para Santiago es el uso de un sistema de permisos zonales. En este caso se definen múltiples zonas: por ejemplo, el Centro de Santiago puede ser una zona, Cerrillos y Maipú otra, San Bernardo otra zona, y así otras más. Las fuentes dentro de cada zona pueden intercambiar a razón de uno a uno sus permisos. Sin embargo no pueden intercambiar con otras fuentes que no están en su zona. Con ello cada fuente actúa dentro de un sólo mercado, facilitándose las transacciones, pero se mantiene una diferenciación espacial al impedir intercambios fuera de la zona.

El sistema de compensación establecido por el D.S N°4, para material particulado en Santiago, no hace

distinciones respecto de la ubicación de las fuentes. En otras palabras, una fuente ubicada en Renca puede intercambiar uno a uno con otra ubicada en San Bernardo. Es probable, sin embargo, que a futuro se incorpore la variable espacial en el diseño del sistema de permisos, en la línea de los permisos zonales sugerida.

Un último punto que es interesante discutir se refiere a la dimensión temporal o período de validez del permiso. Este debe establecer un período durante el cual se autoriza a emitir lo establecido en el permiso. Por ejemplo, un permiso de emisión puede establecer que autoriza a emitir tantos kilos por día o por mes. Para Santiago la carga autorizada es por día: el total debe ser emitido dentro de ese período, pero se deja libertad para que dentro del día la fuente disponga de este total como mejor le convenga. La fuente puede, entonces, distribuir su emisión uniformemente o concentrarla en pocas horas. Si no se emite el total autorizado dentro del día, no se puede emitir la diferencia el día siguiente.

Usar el mercado para ayudar a Santiago

El problema de contaminación por material particulado es grave en la Región Metropolitana. Una alta proporción del total de partículas proviene del polvo natural, factor que sólo se reducirá con medidas tales como reforestación y pavimentación, que serán efectivas en el largo plazo. Por otra parte, las fuentes puntuales son responsables de cerca del 20% del total de emisiones y de casi el 50% de las concentraciones de material particulado en el centro de la ciudad. Dada la falta de alternativas inmediatas frente al resto de los factores, es necesario que estas fuentes reduzcan significativamente sus emisiones.

Este esfuerzo de reducción puede ser costoso. Además, es necesario que a pesar de las restricciones a las emisiones, la actividad industrial pueda seguir creciendo en la ciudad. Por ello deben estudiarse con cuidado las políticas que se establezcan para alcanzar la meta señalada.

Actualmente se está haciendo un significativo esfuerzo en Santiago a objeto de permitir que las fuentes fijas puntuales reduzcan su contribución a la contaminación sin incurrir en costos excesivos para las fuentes actuales, y permitiendo el ingreso de futuras fuentes emisoras. Para ello se está aplicando un sistema de compensación que es altamente novedoso para países en vías de desarrollo como Chile.

Un buen diseño del mercado y de los permisos es crucial para el éxito de esta política. Por ello, se está actualmente en proceso de afinar el sistema para aprovechar al máximo sus potencialidades. De resultar exitosa esta experiencia, será un excelente ejemplo para el control de la contaminación en otras ciudades del país y de Latinoamérica.

Notas

- 1 Estas partículas tienen un tamaño menor a 10 micrones y por tanto son fácilmente inhalables.
- 2 En este caso, a diferencia de lo que sucede con el problema de adelgazamiento de la capa de ozono en el sur chileno, se produce un *exceso de ozono* a nivel superficial.
- 3 Otras políticas incluyen el gasto directo del Estado y persuasión. Para una discusión más profunda sobre instrumentos ver O'Ryan [1993], Bernstein [1991] y OCDE [1990]. (Ver referencias).
- 4 OCDE: Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo.
- 5 El uso de estos instrumentos es aún incipiente. Su importancia varía según el medio, sector específico, y país estudiado. Ver por ejemplo Tietenberg [1992], Hahn [1989] y OCDE [1989]. (Ver referencias).
- 6 En lenguaje de economistas se gana en eficiencia.
- 7 Por supuesto que la mayoría de las fuentes se verán obligadas a realizar inversiones en tecnologías de control para lograr las metas asignadas, o deberán comprar permisos para emitir más allá de lo autorizado con su distribución inicial de permisos.
- 8 En este caso se puede permitir además el intercambio con fuentes más lejanas de acuerdo a las tasas de intercambio.
- 9 La principal diferencia es que no se definen físicamente los permisos.
- 10 Ver Intendencia [1990-b, pp 136-173]. (Ver referencias).
- 11 O'Ryan [1993, p.190]. (Ver referencias).
- 12 En este fondo participarían aquellas fuentes excluidas de participar individualmente en el SPT.
- 13 Tietenberg, 1985, pp107-113. (Ver referencias)

Referencias Bibliográficas

- Atkinson S. and Lewis, D. [1974]. «A Cost-effectiveness Analysis of Alternative Air Quality Control Strategies», Journal of Environmental Economics and Management, vol 1, no. 3 (noviembre), pp 237-250.
- Bernstein, J. [1991]. «Alternative Approaches to Pollution Control and Waste

- Management : Regulatory and Economic Instruments», abril, UNDP, 68 p.
- Hahn, R. and Noll, R. [1982]. «Designing a Market for Tradable Emission Permits», Capítulo 7 en *Reform of Environmental Regulation*, Magat, W. (ed.), Ballinger Pub. Co., pp 119-146.
- Hahn R. and Hester G. [1989-a]. «Where did All the Markets Go? An Analysis of EPA's Emission Trading Program», Yale Journal on Regulation, Vol6, Número 1, Winter, pp109-153.
- Hahn R. and Hester G. [1989-b]. «Marketable Permits: Lessons from Theory and Practice», Ecology Law Quarterly, Vol 16, N. 36, pp361-406.
- Intendencia Region Metropolitana, [1990]. «Sistema de Derechos de Emisión de Contaminantes Atmosféricos», Informe Final, Sept., 182 p. + 4 anexos.
- Krupnick, A. [1986]. «Costs of alternative Policies for the Control of Nitrogen Dioxide in Baltimore», Journal of Environmental Economics and Management, vol 13, pp 189-197.
- McGartland A. [1984]. «Marketable permit Systems for Air Pollution control: An Empirical Study», (Tesis de doctorado, Universidad de Maryland).
- OCDE (Organization for Economic Co-Operation and Development). [1989]. «The Application of Economic Instruments for Environmental Protection», Environment Committee, Paris.
- O'Ryan, R. [1993]. «Policies to Improve Urban Air Quality in Developing Countries: Case Study for Santiago, Chile», (Tesis de Doctorado, Universidad de California, Berkeley).
- Portney, P.R. [1990]. «Public Policies for Environmental Protection», Resources for the Future, Washington D.C.
- Seskin E., Anderson R. and Reid R., [1983]. «An Empirical Analysis of Economic Strategies for controlling Air Pollution», Journal of Environmental Economics and Management, vol 10, pp 112-124.
- Spofford, W. [1984]. «Efficiency Properties of Alternative Control Policies for meeting Ambient Air Quality Standards: An Empirical Application to the Lower Delaware Valley», Resources for the Future Discussion paper D-118 (febrero).
- Tietenberg, T. [1992]. «Market-Based Pollution Control: What Have We Learned?», presentado al taller Internacional «Contaminación Atmosférica en Santiago: Estado Actual y Soluciones», Santiago, Chile, diciembre 2-5, 1992, 29 p.
- Tietenberg, T. [1990]. «Economic Instruments for Environmental Regulation», en Oxford Review of Economic Policy, Vol. 6, N_ 1, pp. 17-32.
- Tietenberg, T. H. [1985]. «Emissions Trading, an Exercise in Reforming Pollution Policy», Resources for the Future.