

**CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA EN SANTIAGO: APLICACIÓN
DEL SISTEMA DE EMISIONES TRANSABLES**

LECCIONES QUE BRINDA LA EXPERIENCIA DE
LOS ESTADOS UNIDOS*

Tom Tietenberg

La transferencia de emisiones ha formado parte de la política de control de la contaminación atmosférica en los Estados Unidos durante los últimos veinte años, una práctica que se está extendiendo a varios otros países. Con todo, subsiste aún la interrogante acerca del grado en que se puede adaptar este enfoque al entorno de un país en desarrollo. Tom Tietenberg señala en este trabajo que la falta de experiencia con esta solución en países en desarrollo obliga a aprender todo lo que se pueda de su aplicación en los países industrializados, modificándolo según sea necesario para el nuevo entorno. A partir de una descripción sucinta de los programas en aplicación, en este estudio se consideran algunas de las lecciones que pueden derivarse de esas experiencias para el diseño de un sistema de emisiones transables. Por último, se adelantan algunas conclusiones acerca de la aplicabilidad de este sistema en Santiago.

TOM TIETENBERG. Profesor del Departamento de Economía, Colby College (Waterville, Maine).

* Trabajo presentado en seminario organizado por el Centro de Estudios Públicos el 31 de mayo de 1995. Traducción del inglés realizada por el Centro de Estudios Públicos.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La política tradicional en materia de control de la contaminación tiene sus fortalezas y sus debilidades. A medida que se intensifica el control, los costos de cumplimiento que acompañan a la política reguladora aumentan también. A su vez, los costos en alza han dado origen a la búsqueda de sistemas alternativos para controlar la contaminación, con una mejor relación costo-beneficio.

Uno de estos sistemas, el de la transacción de emisiones, se viene aplicando en los Estados Unidos desde hace unos veinte años. Si bien hoy se usa también en Canadá y en algunos otros países, falta experiencia sobre la materia en países en desarrollo.

En qué medida se pudiera emplear con eficacia la venta de emisiones para controlar la contaminación en otras naciones, en particular en los países en desarrollo, sigue siendo una interrogante, aun cuando hay gran interés por introducirla en dichos países. Si bien, en principio, el sistema es muy recomendable (costos de cumplimiento más bajos, mayor progreso tecnológico y un tránsito más rápido hacia un aire de mejor calidad), éste debe adaptarse a la situación particular de cada país.

Puesto que la actual legislación chilena sobre medio ambiente contempla el uso de permisos de emisión transables, es probable que Santiago se convierta en líder mundial en la elaboración de versiones de este sistema que sirvan para países en desarrollo. Está claro que no conviene elaborar, a partir de cero, un sistema aceptable a nivel local, pero la carencia de experiencias directas pertinentes nos obliga a extraer toda la información posible de la experiencia de los EE. UU. El objeto de este trabajo es suministrar esa información y valorar su pertinencia para Santiago.

1.2 Panorama

Luego de un panorama breve, pero completo, de los programas en curso¹, se extraen algunas lecciones que pueden derivarse de esta experien-

¹ En el espacio limitado que ofrece este trabajo, sólo se pueden ilustrar algunos puntos principales. Todos los detalles de las pruebas y el trabajo empírico pueden encontrarse en las

cia respecto de parámetros claves de diseño en un sistema de transacción de emisiones. Por último, se adelantan ciertas conclusiones relativas a la aplicabilidad de este sistema en Santiago.

II. APLICACIÓN DEL CONCEPTO

2.1 El enfoque tradicional

En su esencia, el enfoque estadounidense para el control de la contaminación, previo a la reforma, se atañía a un sistema de *obligaciones y control*. Las normas ambientales, que fijan la concentración admisible máxima del contaminante en el aire ambiente o el agua, representan las metas de este sistema. Para alcanzar estas metas se imponen normas de emisiones o aguas residuales (topes máximos legales de descarga) a numerosos puntos precisos de descarga, entre ellos las chimeneas, ventilaciones, desagües o tanques de almacenamiento. Luego de realizar un estudio de las opciones tecnológicas de control, la autoridad controladora elige la tecnología de su preferencia y calcula la cantidad de reducción de descargas que se puede obtener con ella, como base para fijar la norma de emisión o de aguas residuales o efluentes. Se eligen tecnologías que permitan cantidades de control mayores (y que, por tanto, apoyan normas más estrictas), tanto para las fuentes de emisión situadas en zonas donde es muy difícil cumplir la norma ambiental como para fuentes de emisión nuevas. La responsabilidad de definir y hacer cumplir dichas normas se comparte entre el gobierno nacional y los diversos gobiernos estatales, en formas definidas en la ley.

2.2 Contaminantes atmosféricos tradicionales

En un intento por dotar de mayor flexibilidad a la forma en que se cumplan los propósitos de la Ley de Aire Limpio (Clean Air Act), en la última mitad de los años setenta, la EPA (Agencia de Protección Ambiental) de los EE.UU. creó el que ahora se conoce como programa de emisiones transables. El programa pretende facilitar el cumplimiento al dejar a las fuentes una gama más amplia de opciones para satisfacer sus responsabilidades.

referencias que se enumeran al final del documento. Para consultar un resumen extenso del trabajo, véase Dudek y Palmisano (1988); Hahn (1989); Hahn y Hester (1989a); Hahn y Hester (1989b); Tietenberg (1985); Tietenberg (1990).

dades legales de control de la contaminación que las que permitía el sistema de obligaciones y control. Toda fuente que opte por reducir las emisiones en cualquiera de los puntos de descarga, más de lo que exige la norma de emisiones pertinente, puede recabar de la autoridad controladora un certificado del exceso de control que se llama “Crédito por Reducción de Emisiones” (CRE). El Crédito por Reducción de Emisiones objeto del certificado, que se refiere a una cantidad precisa de un contaminante en particular, se puede usar para cumplir normas de emisión en otros puntos de descarga (cuyo control se presume más costoso), pertenecientes a la misma fuente, o bien se puede vender a otras fuentes. Al permitir que dichos créditos sean transferibles, la EPA deja que las fuentes encuentren el medio menos costoso de cumplir sus obligaciones, aun cuando ese medio menos costoso pertenezca a otra empresa. El CRE es la moneda que se emplea en la transacción de emisiones, en tanto que las políticas de compensación, burbuja, banca y saldo neto de emisiones rigen la forma en que esta moneda se puede acumular y utilizar².

La *política de compensación* exige que las fuentes nuevas o en ampliación situadas en zonas “de incumplimiento” (aquellas zonas donde la calidad del aire es peor que las normas ambientales) procuren, a modo de compensación, la cantidad suficiente de reducciones de la contaminación (mediante la adquisición de CRE) de empresas ya instaladas, de manera que después de su instalación o ampliación el aire esté más limpio que antes. Esto se consigue al requerir que las fuentes nuevas compensen con creces toda nueva contaminación que ellas vayan a agregar a la zona. Dichas fuentes están obligadas a comprar CRE por 120% de la cantidad que ellas van a emitir. (El 20% sobrante se retira como mejor calidad del aire.) Antes de esta política no se permitía la instalación de ninguna empresa nueva en las zonas de incumplimiento, porque iban a interferir con el cumplimiento de las normas ambientales. Con la introducción de la política de compensación, la EPA permitió que continuara el crecimiento económico mientras se aseguraba el progreso hacia el cumplimiento.

La *política de la burbuja* recibe su insólito nombre por el hecho de que trata a los puntos de emisión múltiples que pertenecen a fuentes de emisión ya instaladas (distintas de las que están en ampliación o que ingresan a la zona por primera vez) como si estuviesen encerrados dentro de una burbuja. Según dicha política, se regula solamente el total de emisiones de cada contaminante que sale de la burbuja. Si bien el total que sale de la

² Los detalles de esta política se encuentran en “Emission Trading Policy Statement”, *Federal Register*, 51(4 de diciembre, 1986):43829.

burbuja tiene que ser inferior en 20% al total permitido que se obtiene sumando todas las normas de emisión correspondientes dentro de la burbuja, las fuentes de emisión quedan en libertad para controlar ciertos puntos de descarga en menor grado que lo que dispone la norma de emisión pertinente, siempre que se obtenga una cantidad compensatoria de CRE suficiente en otros puntos de descarga dentro de la burbuja. En esencia, las fuentes de emisión quedan en libertad para elegir la combinación de control en los puntos de descarga, siempre que se satisfagan los requisitos globales de reducción de emisiones. Se permiten las burbujas de plantas múltiples, lo que abre la posibilidad de intercambiar CRE entre fuentes de emisión muy diferentes.

El *saldo neto* permite que las fuentes de emisiones en curso de modificación o de ampliación (pero no las fuentes nuevas) se libren de la necesidad de cumplir con los requisitos del nuevo procedimiento de revisión de fuentes (incluso la necesidad de adquirir compensaciones), siempre que todo aumento neto de emisiones (contando todo CRE que se gane en otro lugar de la planta) sea inferior a un umbral establecido. En tanto permite que las empresas se libren de determinadas regulaciones, al usar CRE para mantenerse por debajo del umbral que hace aplicables tales regulaciones, el saldo neto se considera más bien un alivio reglamentario que una reforma reglamentaria.

La *banca de emisiones* permite que las empresas acumulen certificados de CRE para usarlos posteriormente en los programas de compensación, de burbuja o de saldo neto, o para vendérselos a terceros.

2.3 El plomo en la gasolina

Siguiendo la senda que había abierto el programa de emisiones transables, el gobierno comenzó a aplicar con más amplitud el sistema de permisos transables. A mediados de los años ochenta, antes de imponer exigencias nuevas y más estrictas a la gasolina, la EPA anunció los resultados de un análisis de costo-beneficio relativo al efecto que se preveía para dichas exigencias. La conclusión de este análisis fue que la norma propuesta de 0,01 gramos por galón de gasolina con plomo (gplg) redundaría en beneficios (por reducción de efectos perjudiciales para la salud) del orden de US\$36 mil millones (de 1983), con un costo estimado de US\$2.600 millones para la industria refinadora.

Si bien la norma se justificaba ampliamente por motivos de eficiencia, la EPA quería dejar cierta flexibilidad en la manera de cumplir los

plazos sin aumentar la cantidad de plomo que se usaba. Algunas refinadoras podían cumplir los plazos cortos con facilidad, pero otras podían hacerlo sólo contra un aumento importante de los costos. Comprendiendo que para alcanzar la meta no era preciso que todas las refinadoras cumplieran con todos los plazos, la EPA inició el programa de banca de plomo para proporcionar más flexibilidad en el cumplimiento de las regulaciones.

De acuerdo con este programa, se asignaba a las diversas refinadoras una cantidad fija de derechos a plomo (con autorización para usar una cantidad fija de plomo durante el período de transición). Las refinadoras que no necesitaban la totalidad de sus derechos autorizados (debido a reducciones anteriores o mayores) podrían venderlos a otras refinadoras.

Así, las refinadoras tenían un incentivo para eliminar rápidamente el plomo, porque las reducciones dejaban derechos libres para la venta. La adquisición de estos créditos permitía que otras refinadoras cumplieran los plazos, incluso frente a fallas de los equipos o catástrofes naturales; no era necesario discutir por la ampliación de los plazos en los tribunales, que era la reacción tradicional. El programa de banca de plomo, proyectado como medio de facilitar la transición al nuevo régimen, llegó a su fin, como estaba programado, el 31 de diciembre de 1987 (Nussbaum, 1992).

2.4 Productos químicos que agotan el ozono

En septiembre de 1988, en respuesta a la amenaza contra la capa de ozono, 24 países firmaron el protocolo de Montreal. De acuerdo con este documento, al 30 de junio de 1998 los signatarios tienen que limitar la producción y consumo de los principales gases responsables de ese efecto en una cantidad equivalente al 50% de los niveles de 1986. Poco después de firmado el protocolo, se descubrió que esto no era suficiente: al parecer, el daño iba aumentando con mayor rapidez de lo que se había pensado. En respuesta a ello, 59 países firmaron un nuevo convenio en julio de 1990, durante una conferencia celebrada en Londres. En este convenio se estipulaba la eliminación total de los halones y CFC a fines de este siglo. Además, se agregaron al protocolo dos productos químicos nocivos: el tetracloruro de carbono y el cloroformo metílico, los que deberán estar eliminados para el 2000 y 2005, respectivamente.

Estados Unidos optó por cumplir sus responsabilidades, en virtud de los protocolos, mediante el uso de un sistema de permisos transables. El 12 de agosto de 1988, la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) impuso un reglamento que ponía en marcha un sistema de permisos transables dirigido a cumplir las reducciones objetivo (53 FR

[Registro Federal] 30598). De acuerdo con este reglamento, a todos los principales productores y consumidores de las sustancias controladas, en los EE.UU., se les asignó una cantidad básica de producción o de consumo, con el año 1986 como base de prorrateo. A cada productor y consumidor se les permitió al comienzo el 100% de esta cantidad base, concediéndoseles cantidades menores pasados ciertos plazos. Las cantidades son transferibles dentro de las categorías de productores o consumidores, y las cantidades básicas de producción se pueden transferir cruzando las fronteras internacionales a productores de otro país signatario, siempre que la EPA apruebe la transacción y que ésta conduzca a los ajustes correspondientes en las cantidades permitidas de producción del comprador o vendedor, en sus países respectivos. Las cantidades permitidas de producción se pueden aumentar si se demuestra la destrucción sin peligro de una cantidad equivalente de sustancias controladas por algún medio autorizado; pero hasta hoy no ha habido ninguna autorización en este sentido.

Aun cuando se permite la transferencia de cantidades autorizadas de producción, incluso cruzando fronteras internacionales, dichas transferencias están rigurosamente limitadas. El reglamento permite que todo productor aumente su producción autorizada por cualquier medio (incluso por transferencia de una parte de la producción permitida de otro productor) en 10% de su asignación, como máximo, antes de 1998, y en 15% de su asignación, como máximo, después de esa fecha.

Puesto que la demanda de dichas asignaciones es muy inelástica, las limitaciones a la oferta aumentan el ingreso. Al realizar asignaciones a los siete principales productores estadounidenses de CFC y halones, la EPA temió que su reglamento ocasionara ganancias inesperadas (estimadas del orden de miles de millones de dólares). La EPA hizo frente a este problema mediante un impuesto que absorbería las rentas derivadas de la escasez producida por el reglamento. La Ley de Conciliación de Ingresos (Revenue Reconciliation Act), de 1989, contempla un impuesto indirecto que grava todos los productos químicos que agotan el ozono, y que vendan o usen los fabricantes, productores o importadores de dichos productos. El impuesto rige en el momento en que el importador venda o use el producto afectado. El impuesto se calcula multiplicando el peso del producto por la tasa base del impuesto y por el factor de agotamiento del ozono que corresponde al producto. Además de absorber parte de las rentas derivadas del reglamento, este impuesto ofrece incentivos para cambiar a sustancias menos nocivas (y por tanto sin gravamen).

Esta aplicación es singular en dos sentidos. No sólo permite el comercio internacional de asignaciones, sino que determina la aplicación simultánea de permisos e impuestos.

2.5 Lluvia ácida

Al sistema estadounidense, destinado a reducir aún más las emisiones de las empresas de servicios eléctricos que contribuyen a la lluvia ácida³, se ha incorporado también otra versión del concepto de emisiones transables. Bajo este innovativo sistema, se ha asignado a las plantas más antiguas cierta cantidad de permisos de emisiones de óxidos de azufre, de manera de asegurar para el 2010 una reducción de 10 millones de toneladas respecto de los niveles de 1980. Estos permisos, que contemplan la autorización limitada para emitir una tonelada de azufre, se definen para un año calendario determinado, pero los permisos que no se utilicen se pueden usar el año siguiente. Son transferibles entre las fuentes de emisión afectadas. Toda planta en que las emisiones se reduzcan más allá de lo que exigen los permisos podría transferir a otras plantas los permisos sin usar. Las emisiones no deben superar los límites que permiten las asignaciones (derechos asignados más derechos adquiridos). Al término de cada año se hace un balance entre emisiones y permisos. Las empresas de servicios que emitan más de lo autorizado según sus permisos deberán pagar una multa de US\$ 2000 por tonelada y deberán dejar de producir la misma cantidad de toneladas en el año siguiente (Kete, 1992; Kete, 1994).

Una novedad importante de este programa fue la de asegurar la disponibilidad de permisos con la institución de un remate anual. Todos los años, la EPA retiene 2,24% de los permisos asignados para rematarlos. Los permisos retenidos se asignan al mejor postor y los compradores pagan el precio de su postura. El producto del remate se reembolsa a las empresas de servicios a las cuales se les retuvieron los permisos, en forma proporcional.

Los poseedores particulares de permisos también pueden poner permisos en venta en estos remates. Los vendedores potenciales fijan precios mínimos aceptables. Una vez que los permisos retenidos se han puesto a remate, la EPA equipara las posturas máximas que queden con los precios mínimos aceptables más bajos de las ofertas privadas, y calza compradores con vendedores hasta que todas las posturas restantes sean menos que los precios mínimos aceptables restantes. Es de lamentar que este procedi-

³ Este título forma parte de las modificaciones de la Ley de Aire Limpio, de 1990, que se convirtieron en ley el 15 de noviembre de 1990. Véase 104 Stat 2584. Hay un análisis de la aplicación del concepto de transacción de emisiones a la lluvia ácida, véanse Atkinson (1983); Feldman y Rauber (1987); Oates y McGartland (1095); Tietenberg (1989).

miento de subasta no sea muy eficiente, pues ofrece incentivos para un comportamiento estratégico ineficiente (Cason, 1993; Hausker, 1992).

2.6 Venta de smog

Todos los programas anteriores nacieron y se promovieron por iniciativa del gobierno federal, pero los programas más nuevos han surgido de las iniciativas de los estados. Ante la necesidad de reducir notablemente las concentraciones de ozono para cumplir con la norma ambiental pertinente, los estados han optado por aplicar programas de transferencia como medio de facilitar las reducciones importantes de contaminantes precursores.

Entre estos programas, uno de los más ambiciosos es el RECLAIM (Mercado Regional de Incentivos para el Aire Limpio), de California, establecido por el South Coast Air Quality Management District, responsable del Gran Los Angeles (Robinson, 1993). Según el programa RECLAIM, a cada uno de los casi 400 contaminadores industriales participantes se les asigna un límite anual de contaminación con óxidos de nitrógeno y azufre, el que irá bajando entre un 5% y un 8% al año durante el decenio próximo. A los contaminadores se les permite gran flexibilidad para cumplir con estos límites, incluso mediante la compra de créditos a otras empresas que han controlado más de lo que les exige la ley.

El programa RECLAIM comparte con el programa de permisos de emisión de azufre el hecho de que fija un tope máximo al total de emisiones del grupo controlado y no a las de cada una de las fuentes; este tope asegura que la ampliación quede dentro del tope (disminuyendo una cantidad compensatoria en otro lugar) y no permite que las emisiones aumenten.

En cierto sentido, de manera importante, el programa RECLAIM cambia la índole del proceso regulatorio. La obligación de identificar las estrategias de control correctas ha pasado de la autoridad controladora al contaminador. En parte, este cambio obedeció a una necesidad (los procesos tradicionales fueron incapaces de identificar una cantidad suficiente de tecnologías correctas que produjeran reducciones relevantes) y en parte su motivación fue el deseo de dar al proceso la mayor flexibilidad posible.

Como consecuencia de la flexibilidad, derivada del cambio en la obligación de elegir las respuestas correctas, están surgiendo numerosas estrategias nuevas de control. En lugar del enfoque tradicional en tecnologías de control aplicadas a la salida del caño, este programa ha dado apoyo económico a la prevención de la contaminación. Por primera vez, todas las

estrategias posibles de reducción de la contaminación pueden competir ahora en las mismas condiciones.

2.7 Reducción de residuos líquidos

El concepto de los permisos transables también se ha aplicado a los contaminantes del agua, aunque con un éxito mucho menor. Tres estados, por lo menos, Wisconsin, Colorado y Carolina del Norte, han iniciado programas para disminuir los efluentes líquidos⁴. El programa de Wisconsin, que permite que las fuentes localizadas transen los permisos de reducción de efluentes, está en vigor desde 1981. Colorado tiene dos programas para facilitar las transacciones de reducciones de fósforo, entre fuentes localizadas y difusas, y el programa de Carolina del Norte apunta tanto al fósforo como al nitrógeno.

Wisconsin. El río Fox inferior corre desde el lago Winnebago a bahía Green, en Wisconsin. A lo largo de las riberas de un segmento clave de este río, de 22 millas de longitud, hay 10 plantas de celulosa y papel, y cuatro municipalidades que descargan aguas residuales al río. Durante el verano, en dos puntos de baja críticos no se cumplen las metas de oxígeno disuelto, aunque los contaminadores industriales cumplen con las normas BPT y los contaminadores municipales ofrecen tratamiento secundario.

El Departamento de Recursos Naturales de Wisconsin se vio enfrentado a la necesidad de cumplir con las normas pese a la resistencia industrial. Para ayudar a elegir una política estratégica, el departamento construyó un modelo de simulación del río, con miras a comparar la reglamentación tradicional con un sistema de permisos transables.

El modelo reveló diferencias significativas entre los descargadores de residuos líquidos, condición previa para que el sistema de mercado permita alcanzar las metas ambientales con un costo notablemente inferior. Los coeficientes de transferencia variaban en un factor de 3 y, bajo las reglas de abatimiento tradicionales, los costos marginales de la reducción diferían en un factor de 4. La conclusión del estudio fue que, si el departamento se atenía a las reglas de abatimiento y control tradicionales, los costos serían superiores en un 40%. El ahorro anual en potencia que surgiría de un sistema de permisos se estimó en US\$ 6,7 millones.

En marzo de 1981, el Departamento aprobó un reglamento que permitía que los que descargaban en el río Fox inferior transfirieran permisos

⁴ Esta sección se atiene fuertemente a lo expresado en Carlin (1992).

en virtud de contratos aprobados. En 1982 ya se había concretado la primera transacción, pero ésta ha sido la única transacción hasta ahora. Estaba claro que el sistema no había logrado lo que se esperaba de él y es probable que esta experiencia inhiba toda extensión del concepto a otras zonas geográficas.

Colorado. Toda la política de control de la contaminación del agua de los Estados Unidos se ha concentrado, virtualmente, en las fuentes localizadas, esto es, en los contaminadores grandes, identificables, que emiten efluentes desde puntos de descarga precisos. A medida que se imponen mayores controles a las fuentes localizadas, corresponde a las fuentes difusas (como, por ejemplo, el rebalse de las alcantarillas pluviales urbanas o la escorrentía de los campos) una proporción cada vez mayor de la contaminación restante. En la actualidad, las fuentes difusas representan la proporción más grande del problema restante.

Se ha concentrado más atención ahora último en las fuentes difusas, porque el costo marginal de controlarlas es mucho más bajo que el costo marginal de conseguir una mayor reducción de las fuentes localizadas. Una consecuencia de esta atención ha sido la introducción de una opción de transar permisos de reducción de residuos líquidos entre fuentes localizadas y difusas, respecto de masas de agua donde se necesita mayor control.

Un ejemplo de este procedimiento es el que ocurre en la cuenca del lago Dillon, una fuente primaria de agua para Denver, Colorado⁵. Los cambios en el uso de la tierra y la urbanización han producido en el lago algas cuasi eutróficas, a pesar de que todas las plantas de tratamiento de aguas residuales ocupan hoy técnicas avanzadas para eliminar el fósforo. Aun con una descarga de fósforo de nivel cero, a partir de las plantas de tratamiento del futuro, las fuentes de fósforo de las zonas en desarrollo convertirían el lago en eutrófico.

Dentro de un plan de manejo del lago, todas las plantas de tratamiento de aguas seguirían aplicando técnicas avanzadas para aguas residuales y la autoridad municipal aplicaría controles para fuentes difusas, de acuerdo al estado del arte, a todos los proyectos nuevos de urbanización en la cuenca. Se elaboró un sistema de transacciones de efluentes para hacer frente al crecimiento de fuentes previsto para más allá de 1990, mediante el estímulo a la reducción por parte de las fuentes difusas que existían antes de 1984 y que, por lo tanto, no estaban sujetas al nuevo reglamento. Con autorización de la Comisión del Estado, las reglas de transacción exigen una

⁵ Véase Northwest Colorado Council of Governments.

razón de 2:1 para hacerse cargo de las incertidumbres del sistema. Se acredita una libra de reducción de residuos líquidos por cada dos libras de fósforo que se elimina de fuentes difusas anteriores. Se prevé que con este sistema se mantendrá la descarga de fósforo en los niveles de 1982, mientras se da cabida al crecimiento previsto de las fuentes. Esto permite que las autoridades municipales controlen el fósforo con la mejor relación costo-beneficio, sin verse limitadas sólo a mayores reducciones en las fuentes localizadas.

Carolina del Norte. Es necesario elaborar estrategias de manejo para las masas de agua situadas en Carolina del Norte, e identificadas como "sensibles a los nutrientes". Respecto de una de dichas zonas, la cuenca Tar Pimlico, la autoridad controladora del estado ha determinado un tope máximo al nitrógeno y fósforo de los efluentes, y luego ha permitido que una asociación de emisores, que se llama la Asociación de la Cuenca Tar-Pimlico, decida en qué forma se han de cumplir dichos límites. La Asociación se compone de alrededor de una docena de plantas de tratamiento pertenecientes a empresas privadas, que son sociedades anónimas, y una descargadora industrial. Si la asociación no logra cumplir las metas, el estado impondrá cargos o derechos.

Cuando se completen más modelos de comportamiento de la cuenca, se prevé que se impondrán reducciones más estrictas y, por tanto, topes más bajos. Llegado el momento, la Asociación se dispone a hacer controlar las fuentes difusas, en lugar de controlar más sus propias descargas de residuos líquidos. Los miembros de la Asociación ya están recolectando fondos para pagar los controles de las fuentes difusas.

2.8 Banca de humedales

Las leyes federales y estatales de los Estados Unidos exigen que los desarrollos urbanos en humedales mitiguen los efectos perjudiciales en el ambiente. La exigencia de mitigación se puede cumplir como sigue: 1) si se evita el efecto perjudicial en su totalidad al no emprender una medida determinada o parte de una medida; 2) si se limita el grado o magnitud de una medida; 3) si se corrige el efecto con la reparación, rehabilitación o restauración del humedal afectado; 4) si se reduce o elimina el efecto con el tiempo, mediante medidas de preservación y mantención; y 5) si se compensa el efecto con el reemplazo o con el suministro de recursos o ambientes de sustitución.

La "banca de mitigación" es un concepto que nació en 1981 y que el Servicio Estadounidense de Peces y Vida Silvestre elaboró para facilitar la

ejecución del quinto de los requisitos de mitigación anteriores. La banca de mitigación de humedales se parece mucho a la banca de emisiones. Los certificados de créditos de mitigación (definidos normalmente en unidades de hábitat o en acres) se acumulan en el banco y se ponen a disposición de los compradores urbanizadores que procuran cumplir requisitos de mitigación. En la actualidad, más de 35 bancos de mitigación de humedales funcionan en 10 estados⁶.

2.9 Proposición de aplicación: El calentamiento mundial

La proposición de aplicar este concepto al calentamiento mundial podría tener amplias consecuencias internacionales, en particular para los países en desarrollo. La posibilidad de emplear la transacción de emisiones para controlar los gases de invernadero quedó establecida en el Convenio de Cambio Climático (Climate Change Convention) que entró en vigencia el 21 de marzo de 1994. Dentro del convenio se establece, como meta voluntaria para fines del decenio, la reducción de las emisiones de bióxido de carbono a los niveles de 1990. Hoy la limitación de emisiones de carbono a niveles precisos aparece como una meta reconocida a nivel internacional.

En el convenio se nombra un conjunto de países (los que se enumeran en su Anexo I) que se comprometen a estabilizar las emisiones de dióxido de carbono para el año 2000. A medida que los países del Anexo I procuran reducir las emisiones lo suficiente para cumplir la meta, tienen dos opciones: pueden efectuar las reducciones dentro de sus propias fronteras o bien pueden procurarlas en otros países. Se ha establecido un procedimiento oficial, que se conoce con el nombre de Ejecución Conjunta (Joint Implementation), para explorar y elaborar un conjunto de procedimientos para la transferencia transfronteriza de compensaciones de reducción. Se han iniciado proyectos piloto, con fondos de la GEF, en China, Jamaica, México y las Filipinas (Bertram, 1992; OCDE, 1992; Rose y Tietenberg, 1993; Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, 1992). Si bien es probable que las transacciones iniciales se realicen entre los países desarrollados, la inclusión futura de los países en desarrollo constituye una clara posibilidad (Tietenberg, 1994).

⁶ Carlin (1992), 5-17.

III. ELEMENTOS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE PERMISOS TRANSABLES

Si bien hay en uso dos formas distintas de transar, la evolución general ha sido desde la transacción de “créditos” a la de “permisos”. Ambas son muy semejantes en muchos aspectos, pero las diferencias, aunque sutiles, son relevantes. En este capítulo se identifican los elementos principales de diseño de ambas formas de transacción de emisiones y se analiza el menú de posibilidades. Aquí se ilustran algunas de las decisiones claves que Santiago tendrá que adoptar y algunas de las consideraciones más importantes relativas a dichas decisiones.

3.1 Expresión de los créditos

El programa original de transacción de emisiones se basaba en un sistema de créditos cuya expresión típica era en términos de un flujo de contaminante como, por ejemplo, toneladas/año. Los programas más nuevos se basan en permisos que se definen en términos discretos (por ejemplo, toneladas, y no toneladas por año). Mientras el primero confiere un derecho continuo a determinado movimiento, los segundos constituyen un derecho, por una vez, a emitir una tonelada. Una vez emitida la tonelada autorizada, el permiso caduca. La autorización de emisiones adicionales exige emitir nuevos permisos. En general, lo dicho se realiza con bastante antelación, de acuerdo con calendarios precisos, de manera que los emisores cuentan con una seguridad razonable que les permite planificar la inversión en control de la contaminación. La asignación de permisos por adelantado ha facilitado también el desarrollo de los mercados de futuros.

Una de las grandes diferencias entre estos dos tipos de créditos se refiere a la capacidad que tiene la nueva definición para crear y transferir reducciones discretas de emisiones. Uno de los criterios originales que aplicó la EPA para aprobar créditos era que la reducción de emisiones en que se apoyaban tenía que ser permanente. Muchos criterios útiles para reducir emisiones, como, por ejemplo, cumplir un plazo por adelantado, producen reducciones temporales y no permanentes. (Como ya se dijo, la capacidad para cumplir un plazo anterior, que se contemplaba en el primer programa de eliminación paulatina, fue posible gracias a la flexibilidad inherente en un programa de permisos.) Con un programa de permisos, las toneladas que se ahorran con el cumplimiento adelantado pueden liberar una cantidad discreta de permisos.

3.2 Línea de base

Ambos tipos de transacción de emisiones exigen que se establezca una línea de base de transacción, pero cada uno de ellos define dicha base de manera distinta. La transacción de créditos, como lo contemplan las políticas de burbuja y de compensación, permiten que las reducciones de emisiones superiores a los requisitos legales o mayores que ellos se certifiquen como créditos transables. La línea de base de los créditos surge de normas tradicionales basadas en la tecnología.

Pese a su aparente semejanza, no se debe pasar por alto la diferencia entre estos dos tipos de sistemas de transacción. La transacción de créditos depende de la existencia previa de un conjunto determinado de normas reguladoras. La transacción de permisos no. Una vez que se ha definido la cantidad total de permisos, éstos se pueden asignar entre las fuentes, en principio, en una cantidad infinita de formas. La consecuencia práctica de ello es que los permisos se pueden usar aun en situaciones donde no se ha establecido o no se puede establecer una línea de base, lo que puede ser una consideración pertinente para Santiago.

3.3 Topes máximos

Otra decisión que Santiago tiene que tomar es si fijar o no topes máximos a las emisiones. Los sistemas de permisos fijan un tope máximo a las emisiones agregadas que el crecimiento económico no puede erosionar. Esta característica no la comparten ni las normas de emisión tradicionales, basadas en la tecnología y específicas para una fuente determinada, ni, en ausencia de otras limitaciones, el sistema de créditos por emisiones que se vincula a normas basadas en la tecnología. Puesto que las normas de emisiones son específicas para la fuente, no ejercen control sobre la cantidad total de emisiones de todas las fuentes. A medida que aumenta la cantidad de fuentes, aumenta también el nivel total de emisiones. Del mismo modo, la transacción de créditos que se basa en estas normas permitirá que aumente el total de emisiones, a menos que se incorporen al sistema otras limitaciones.

En los EE.UU., la otra limitación fue la de exigir que todas las fuentes nuevas o en ampliación, situadas en zonas de incumplimiento, compensaran todos los aumentos de emisiones con la adquisición de créditos suficientes de los emisores ya establecidos, de tal modo que la calidad del aire mejorase como consecuencia de la entrada o de la ampliación de dichas

fuentes en el sector. Dicha limitación no afectaba las zonas de cumplimiento, de manera que la transacción de créditos podía conducir al aumento de emisiones en dichas zonas, a medida que aumentaba la cantidad de fuentes.

3.4 Método de asignación

Santiago también tiene que decidir de qué manera las fuentes habrán de adquirir los créditos o los permisos. En principio, los derechos se podrían rematar y las fuentes los adquirirían de la autoridad respectiva al precio de mercado (Lyon, 1989; Lyon, 1990) o bien se podrían distribuir a cada fuente sobre la base de alguna regla de asignación (la típica, pero no inevitable, es el uso histórico). Sólo un sistema de permisos transables que asigna a las fuentes, sin cargo, sobre la base de su tasa histórica de emisiones, garantizaría que las fuentes establecidas no queden en peor situación que bajo un sistema de obligaciones y control que impusiera el mismo grado de control. Los desembolsos financieros que acompañan la adquisición de permisos o créditos en un mercado tradicional de subasta (o un cargo comparable por emisiones) serían tan onerosos que las fuentes, típicamente, tendrían una carga financiera menor con el procedimiento tradicional de obligaciones y control que con estos procedimientos particulares de incentivos (Atkinson y Tietenberg, 1982; Atkinson y Tietenberg, 1984; Hahn, 1984; Harrison, 1983; Krupnick, 1986; Lyon, 1982; Palmer y otros, 1980; Seskin, Anderson y Reid, 1983; Shapiro y Warhit, 1983).

Desde el punto de vista de la fuente que debe controlar las emisiones, hay dos elementos de importancia en la carga financiera: 1) los costos de control y 2) los gastos en permisos. Si bien sólo los primeros representan costos reales en recursos a la sociedad en su conjunto (los segundos son simples transferencias de un grupo a otro de la sociedad), para la fuente ambos representan una carga financiera. Las pruebas empíricas dan a entender que cuando se usa un mercado tradicional de subasta para distribuir permisos (o, lo que es lo mismo, cuando todas las emisiones incontroladas están sujetas a impuesto sobre las emisiones), con frecuencia los gastos en permisos (ingreso por impuestos) serían mayores que los costos de control; las fuentes gastarían más en permisos (o pagarían más en impuestos) que en equipos de control. Esta característica es la que ha impedido que se adopten estos procedimientos en los Estados Unidos.

Con el sistema tradicional de obligaciones y control, las empresas no hacen desembolsos financieros al gobierno. Aunque los costos son por fuerza más elevados con el sistema de obligaciones y control que con un

sistema de permisos transables, no lo son tanto que contrapesen los desembolsos financieros adicionales que exige el sistema de permisos transables (o un sistema de impuesto a las emisiones). Por este motivo, es comprensible que las fuentes establecidas se opongan a la distribución de permisos mediante un mercado tradicional de subasta, a pesar de su atractivo social, a menos que el ingreso que se derive se aplique de una manera que las fuentes aprueben y siempre que a las fuentes en competencia se les exija absorber gastos comparables.

Tanto la distribución gratuita como la subasta tienen inconvenientes de importancia. Un inconveniente principal del procedimiento de distribución gratuita está en que no produce ingresos para el Estado. Un importante inconveniente del procedimiento de remate está en que eleva la carga financiera de las empresas contaminadoras, un impedimento de importancia en un mercado mundial cada vez más competitivo (Tietenberg, 1990).

En ausencia de una forma popular, desde el punto de vista político, de usar el ingreso por ventas o de asegurar que la competencia va a hacer frente a cargas financieras parecidas, esta oposición política se podría reducir notablemente con la distribución gratuita de permisos a las fuentes establecidas, sobre la base de una regla de derechos adquiridos. En este procedimiento, las fuentes tienen que adquirir sólo los permisos adicionales que puedan necesitar por encima de la asignación inicial (y no comprar permisos en un remate). La regla de derechos adquiridos es el procedimiento *de facto* que se aplica en todos los programas.

Aunque la regla de derechos adquiridos es el procedimiento más aceptable desde el punto de vista político, también tiene sus inconvenientes. Si bien es posible reservar algunos permisos para empresas nuevas, rara vez se ejercita esta opción en la práctica. En consecuencia, según el esquema de distribución gratuita, lo típico es que las empresas nuevas tengan que comprar todos los permisos, mientras que las empresas establecidas reciben una asignación inicial gratuita. Así, pues, el sistema de distribución gratuita impone un sesgo contra las fuentes nuevas, en el sentido de que su carga financiera es mayor que la de una fuente establecida idéntica, aun cuando ambas fuentes instalen dispositivos de control también idénticos. El sesgo contrario a las fuentes nuevas podría retardar la introducción de instalaciones nuevas con la reducción de la ventaja en costos de construir instalaciones nuevas que incorporen las últimas innovaciones (Maloney y Brady, 1988; Nelson, Tietenberg y Donihue, 1993).

Tal como ha quedado en claro con las subastas del programa de permisos de emisión de azufre, se pueden combinar estos procedimientos de manera útil. Aunque el programa basa la distribución de permisos, en parte,

en las emisiones históricas, a la vez exige que todos los años se ofrezca en subasta algunos de dichos permisos. Puesto que el producto de la subasta se devuelve a los tenedores originales de los permisos subastados, la carga financiera que acompaña al remate no es mayor que la que va con un procedimiento puro de derechos adquiridos.

3.5 Cómo hacer frente a los asuntos espaciales

Santiago también tendrá que resolver cómo va a manejar los asuntos espaciales relacionados con los intercambios de materiales particulados, contaminantes mixtos que no son uniformes. Parece que los permisos transables han dado resultados particularmente buenos respecto de los contaminantes mixtos uniformes (aquellos cuyo nivel de emisiones es lo único que importa) y de las transacciones de contaminantes mixtos no uniformes (aquellos cuya ubicación de las emisiones también importa) con puntos de descarga contiguos. La diversidad de transacciones perfeccionadas en el programa de transacción de emisiones ha abarcado compuestos orgánicos volátiles, que son contaminantes mixtos uniformes. Como no se necesita un modelo de dispersión si se trata de contaminantes mixtos uniformes, aun cuando las fuentes de la transacción estén algo distantes unas de otras, la celebración de transacciones relativas a dichos contaminantes es de costo menor. Además, las transacciones relativas a contaminantes mixtos uniformes no deben causar preocupación por el deterioro de la calidad del aire local, puesto que la ubicación de las emisiones no es una consecuencia de la política.

Pero ¿qué pasa cuando la ubicación de las emisiones tiene importancia? Cuando esto ocurre, la prevalencia de los instrumentos económicos sobre las estrategias tradicionales de obligaciones y control es menos clara en la práctica que lo que podría parecer en teoría. Si bien en tales condiciones resulta relativamente fácil definir el sistema de máxima relación costo-beneficio, la ejecución de semejante sistema supone una fuerte carga administrativa. Puesto que los beneficios económicos y ambientales que surgen de permitir las transacciones tanto en el corto como en el largo plazo son tan grandes (en particular la capacidad para estimular el progreso tecnológico y la prevención de la contaminación), se justifican los intentos de ejecutar diseños de “segundo orden”. Todos los diseños de segundo orden contemplan un elemento de compromiso con la meta de costo-beneficio, pero siempre pueden representar un mejoramiento, a veces un mejoramiento considerable, respecto de los procedimientos más tradicionales.

El menú de estrategias promisorias de segundo orden va en aumento (Atkinson, 1994; Tietenberg, publicación próxima). Todas las estrategias de segundo orden que se analizan con mayor frecuencia tienen dificultades, pero unas pequeñas modificaciones, como aparecen incorporadas en la nueva generación de procedimientos, sí podrían ofrecer la perspectiva de reducciones de importancia en los costos de cumplimiento, al tiempo que aseguran el mejoramiento ambiental.

El espacio no permite elaborar aquí todas las posibilidades, pero se puede ilustrar un sistema. El punto de partida de esta aproximación es el supuesto de que es mejor implementar un sistema básico en torno a permisos estándares de emisiones, tratando individualmente aquellas transacciones que darían como consecuencia situaciones críticas o contaminación excesiva en los lugares de recepción más afectados, que establecer limitaciones globales sobre las transacciones.

Un ejemplo de la forma en que este tipo de transacción limitada se podría poner en práctica ha surgido en los Estados Unidos en las reglas que ha elaborado una entidad nueva dedicada a controlar el ozono de la troposfera: la OTC (Comisión de Transporte de Ozono). En procura de poner en ejecución una estrategia auténticamente regional que encare en circunstancias reales los elementos espaciales del problema, la única comisión operativa (que tiene jurisdicción sobre el sector noreste de los Estados Unidos desde Washington DC hasta Maine) ha permitido la transacción regional de compensaciones de NOx sujeto a ciertas limitaciones precisas.

Puesto que lo típico es que la pluma de ozono se mueva en una dirección particular y que no todas las emisiones de la región afecten de igual modo la condición de incumplimiento, si no hubiera limitaciones las transacciones de compensación podrían incluso empeorar el grado de incumplimiento. Con el fin de permitir la transacción entre estados mientras se asegura el mejoramiento ambiental en las zonas afectadas con mayor severidad, el plan de la OTC impone dos limitaciones a la transacción: 1) que las compensaciones tienen que provenir de una zona donde el incumplimiento es igual o mayor⁷, y 2) que las reducciones compensatorias tienen que haber contribuido a las violaciones de la norma ambiental en la zona de las emisiones nuevas. La primera condición ofrece protección contra aquellas transacciones que empeoran la contaminación en las zonas más afectadas, en tanto que la segunda crea zonas de transacción que se acomodan a

⁷ Las zonas de incumplimiento se dividen, además, en cinco categorías, según los niveles de concentración de ozono (mínimo, moderado, serio, grave y extremo). Estas designaciones afectan tanto los plazos para cumplir las normas de ozono ambiental como las reglas que rigen el trueque de compensaciones.

los patrones de movimiento de los vientos. Comparadas con una zona sin limitaciones, estas reglas producen el efecto de reducir el tamaño de las zonas de transacción y, por tanto, la cantidad de transacciones posibles. No obstante, sí permiten las transacciones a grandes distancias y ofrecen una protección ambiental mejor.

3.6 Lidiar con el poder del mercado

Uno de los temores que se expresan en casi todos los nuevos análisis de permisos transables dice relación con el grado en que este sistema puede facilitar el poder del mercado o bien pueda verse inutilizado debido al poder del mercado. En general, estos temores no se han visto confirmados en la práctica, pero Santiago deberá investigar tanto la probabilidad como las consecuencias del poder del mercado en el entorno chileno.

El poder del mercado puede surgir en dos tipos distintos. El primer tipo se basa en la capacidad que tienen los participantes para manipular los precios de manera estratégica en el mercado de permisos, como vendedores monopólicos o como compradores monopsónicos. Aunque sólo unos pocos estudios del efecto empírico que tiene el poder del mercado sobre la transacción de emisiones se han cumplido, sus resultados concuerdan con una conclusión, en el sentido de que no parece que el poder del mercado tuviese un efecto importante sobre los costos regionales de control, en la mayoría de las situaciones basadas en la realidad (Hahn, 1984).

Dentro de la categoría de reglas de distribución con derechos adquiridos, algunas determinan un potencial mayor que otras para un comportamiento estratégico de los precios. En términos generales, cuanto mayor sea la divergencia entre la cantidad de permisos que recibe la fuente que busca el precio y la cantidad de permisos con la mejor relación costo-beneficio, mayor será el poder potencial del mercado. Cuando la autoridad controladora les asigna permisos en exceso, las empresas que buscan el precio pueden ejercer su poder sobre la parte vendedora del mercado, y cuando se les asigna una cantidad demasiado pequeña de permisos pueden ejercer su poder sobre la parte compradora del mercado.

De acuerdo con los estudios actuales, para que se produzca una diferencia importante en los costos regionales de control se necesita una divergencia más bien considerable a partir de la asignación de permisos con mejor relación costo-beneficio. Puesto que se estima que las reglas más realistas que se usan para distribuir permisos afectan los costos de control en tan pequeña medida, las desviaciones a partir de la asignación de menor

costo que causa el poder del mercado palidecen junto a las reducciones de costos potenciales mucho mayores que se pueden obtener si se ejecuta un sistema de permisos transables de emisiones.

El comportamiento estratégico de los precios no es la única fuente potencial de problemas de poder del mercado. Las empresas también podrían usar los mercados de permisos como vehículo para derrotar a la competencia (Misiulek y Elder, 1989). Este problema es relativamente raro (Tietenberg, 1985).

Aun cuando exista la posibilidad de que haya poder del mercado, las consecuencias pueden verse frecuentemente limitadas por un programa de diseño apropiado. Por ejemplo, el programa de permisos de azufre tiene en su diseño dos componentes que disminuirían la capacidad de todo participante para ejercer el poder de mercado en cualquiera de las dos formas. Primero, el mercado de subasta ofrece una alternativa constante de fuente de permisos. Luego, el programa contiene una reserva de permisos autorizables que el gobierno puede vender a US\$1500 por tonelada, en caso de necesidad.

3.7 Créditos por cierre

Desde un punto de vista económico, la manera como se crean los créditos o como se liberan permisos para la venta no tiene verdadera importancia. La experiencia, sin embargo, ha demostrado que desde el punto de vista político la ha tenido en los Estados Unidos y puede tenerla en Santiago. Entre las diversas formas de crear créditos, parece que el cierre de planta es la que ha generado la mayor controversia.

Cuando una fuente cierra sus operaciones, sus emisiones bajarán a cero. Lo normal sería que las emisiones admisibles concedidas a dicha planta quedaran disponibles para su transferencia. Algunos estados, sin embargo, se han mostrado reuentes a permitir la venta irrestricta de permisos derivados de un cierre de planta. La renuencia se basa no sólo en evitar la imagen de que la medida pudiera estar subvencionando implícitamente los cierres de plantas, sino también porque el incentivo económico debiera apuntar a acciones positivas para disminuir la contaminación (como, por ejemplo, la inversión en equipos de control nuevos o en un cambio de proceso de producción, con el fin de reducir las emisiones), no a cerrar plantas. Se considera que los cierres de plantas son la consecuencia de otras decisiones de tipo económico y no una medida positiva para reducir la contaminación.

Se ha elaborado una diversidad de métodos para resolver estas inquietudes mientras se procura mantener la integridad del sistema. En los dos casos extremos, todos los créditos por cierre podrían volver a la autoridad de control o bien se les podría autorizar para su venta irrestricta. En la práctica, en la mayoría de las zonas se hacen distingos más finos. Por ejemplo, las empresas que venden sus instalaciones cerradas a otra empresa que va a comenzar a funcionar en el mismo lugar podrían quedar autorizadas para incluir en la venta los derechos permitidos. O bien, si la empresa que cierra su planta quiere comenzar a funcionar en otro lugar dentro del estado, se le podría permitir que se lleve consigo sus permisos de la planta cerrada.

Otros permisos pueden volver al estado, ya sea para retirarlos (con lo que se mejora la calidad del aire) o bien para venderlos (con lo que se facilita el desarrollo económico). Si se retiran, la oferta de permisos se reduce. En zonas donde los controles son muy estrictos, los créditos procedentes del cierre de una planta pueden ofrecer una fuente importante de permisos disponibles y su retiro podría tener un efecto significativo sobre la oferta disponible para la transacción.

IV. LECCIONES QUE SE DERIVAN DE LA EVOLUCIÓN PROGRAMÁTICA

4.1 Sustituir o complementar las reglamentaciones tradicionales

Los programas iniciales complementaban las reglamentaciones tradicionales haciéndolas más flexibles, pero los programas posteriores representan una desviación más radical respecto de las regulaciones tradicionales. Hoy comienzan a reemplazarlas.

El primer uso de este concepto, el programa de transacción de emisiones, sobreponía la transacción de créditos al régimen regulatorio preexistente y tenía por objeto facilitar la ejecución de ese programa. Las bases de referencia de transacción se determinaban sobre la base de estándares ya establecidos, de base tecnológica, y los créditos creados no se podían usar para satisfacer varios de dichos estándares. Había que instalar la tecnología requerida.

Los programas más recientes, entre ellos el de permisos de azufre y los programas RECLAIM, reemplazan y no complementan las regulaciones tradicionales. La asignación de permisos para estos programas no se basó en normas existentes, de base tecnológica. En el RECLAIM, la autoridad de control (el South Coast Air Quality Management District) no habría podido basar los permisos en normas predeterminadas, aun si hubiera deseado

hacerlo. Resultó imposible definir un conjunto completo de tecnologías que ofrecieran el mejoramiento ambiental necesario y que a la vez fueran viables en un sentido tanto económico como ingenieril. La regulación tradicional era incapaz de ofrecer el grado de reducción que exigía la Ley de Aire Limpio (Clean Air Act).

La solución estuvo en definir un conjunto de asignaciones que cumplieran las metas ambientales y dejar que las fuentes sujetas a la regulación se encargaran de escoger los métodos para operar con las limitaciones que imponían aquellas asignaciones. Este procedimiento cambia fundamentalmente la índole del proceso de control. Según el procedimiento histórico, la autoridad controladora era responsable, no sólo de definir los objetivos ambientales y realizar las actividades de vigilancia y ejecución necesarias para asegurar el cumplimiento de dichos objetivos, sino también de definir los mejores medios para alcanzar dichos objetivos. El programa de asignaciones transfiere esta última responsabilidad al sector privado y retiene para el sector público la responsabilidad tanto de definir la meta ambiental como de realizar la función de vigilancia y control.

4.2 En pos de la relación costo-beneficio

La gran mayoría de los estudios empíricos realizados en los Estados Unidos, aunque no todos ellos, encuentran que los costos de control son muy superiores con el sistema regulador de obligaciones y control que el sistema de asignar la responsabilidad del control al menor costo posible (Tietenberg, 1985). Se trata de una conclusión importante, porque ofrece la motivación para introducir un programa de reformas; las potenciales ganancias sociales (en términos de reducción del costo de control) que derivan de romper con el *statu quo* bastan para justificar la molestia. Aunque las estimaciones de los costos en exceso que se pueden atribuir a un sistema de obligaciones y control, tal como se presentan en los numerosos estudios, exageran los costos que se podrían ahorrar, incluso en un mercado de permisos totalmente irrestricto, la conclusión general de que el ahorro potencial de costos es grande cuando se adoptan procedimientos de incentivo económico parece ser exacta aun después de corregir dicha exageración.

El programa de transacción de emisiones, por su longevidad, sirve de base en la mayor parte del trabajo empírico actual. Si se le juzga desde el punto de vista de la pregunta: ¿constituye el programa de transacción de emisiones un avance respecto del sistema que lo precedió?, la respuesta es, desde luego, ¡sí! Si se lo juzga desde el punto de vista de alcanzar la plena relación costo-beneficio, la respuesta es ¡no!

Es incuestionable que el programa ha reducido de manera considerable los costos de cumplir con los requisitos de la Ley de Aire Limpio. En la mayor parte de las estimaciones, el ahorro acumulado de capital de todos los elementos del programa se calcula en más de US\$ 10.000 millones. Esta cifra no incluye el ahorro en costos de operación.

Por otra parte, el programa de transacción de emisiones no produjo ahorros de costos en la magnitud que esperaba la mayoría de los proponentes, en su inicio. Parte de este fracaso en cumplir las expectativas se puede explicar como consecuencia de expectativas infladas lejos de la realidad. Alguna responsabilidad se debe también a decisiones reguladoras más estrictas de lo previsto y a costos de transacción superiores a lo previsto.

La expectativa de que la transacción de emisiones produce un resultado de máxima relación costo-beneficio supone un proceso de mercado idealizado, al que se acercan apenas las transacciones efectivas. Al parecer, el ahorro de costo potencial que se sacrifica en la transacción bilateral, sucesiva, de contaminantes mixtos no uniformes, es bastante grande (Atkinson y Tietenberg, 1991).

Además, una proporción no despreciable del ahorro de costos que registran los modelos se puede atribuir a las cantidades notablemente más grandes de emisiones que permite la modelación de permisos equilibrados (Atkinson y Tietenberg, 1987). Si se trata de contaminantes mixtos de mezcla no uniforme, por ejemplo, las estimaciones de costos dan a entender que a la autoridad de control se le permite diseñar la responsabilidad del control en cualquier forma que satisfaga las normas de calidad ambiental del aire. En esencia, los modelos asignan más emisiones incontroladas a fuentes que posean chimeneas altas, porque esas emisiones se pueden exportar. Las emisiones exportadas evitan los costos de control sin afectar las lecturas de los monitores locales. Aquella parte del ahorro de costos estimado en los modelos que se debe el aumento permitido en las emisiones, no resulta aceptable para los reguladores. Ciertos trabajos recientes han propuesto que los beneficios que se reciben del control adicional de emisiones que necesita el procedimiento de obligaciones y control se puede justificar por los beneficios netos recibidos. (Oates, Portney y McGarland, 1989). La negativa de las regulaciones de permitir aumentos de emisiones no fue quizás una mala idea⁸.

⁸ No todo el ahorro de costos, por cierto, se debe a la capacidad de aumentar las emisiones. La parte restante de los ahorros, que se debe al hecho de aprovechar las oportunidades para controlar un nivel dado de emisiones a un costo más bajo, sigue en un nivel importante y se puede capturar por medio de un sistema de permisos que no deje que las emisiones aumenten más allá del nivel de referencia de obligaciones y control. Véanse los cálculos en Atkinson y Tietenberg (1987).

Ciertos tipos de transacciones que se supusieron admisibles en los modelos fueron prohibidos en el programa de transacción de emisiones. A las fuentes nuevas, por ejemplo, no se les permitió satisfacer las normas de desempeño de fuentes nuevas (que suponen una tecnología particular de control) con la elección de alguna opción de control menos estricta y con la adquisición de créditos de reducción de emisiones para completar la diferencia; tienen que instalar el sistema o grado de control tecnológico necesaria para cumplir la norma. Lo típico es que ésta sea la misma tecnología que empleó la EPA para definir la norma en primer lugar.

4.3 Reducción de los costos de transacción mediante el diseño del programa

Como se dijo en la sección 4.2, supra, el programa de transacción de emisiones tuvo por resultado una cantidad menor de oportunidades de transacciones que las que se habían previsto. Por eso, si bien el programa sí produjo un ahorro considerable, quedó lejos de alcanzar la máxima relación costo-beneficio.

Una de las lecciones que se deriva de la evolución de estos programas es que algunos de los elevados costos de transacción que afectan al programa de transacción de emisiones se pueden disminuir con un programa de diseño apropiado. La clave está en entregar mejor información a los participantes.

Revelación de precios. Uno de los problemas concretos del sistema inicial fue que los precios se determinaban en privado, durante negociaciones bilaterales. Ya que lo típico era que no se revelaran en forma pública los resultados de dichas negociaciones, los precios de los CRE, en general, no se conocían.

El conocimiento insuficiente de los precios no sólo complica las negociaciones más de la cuenta para las partes interesadas, sino que dificulta para todas las fuentes la planificación de inversiones en control de la contaminación. Puesto que los precios de equilibrio deben reflejar los costos marginales de control, el conocimiento de dichos precios y la forma como van cambiando con el tiempo ofrece gran cantidad de información acerca de la conveniencia de las inversiones futuras en control. Los precios del orden de US\$ 5000 por tonelada sugieren un conjunto de opciones de control muy diferente que si se trata de precios del orden de US\$ 520 por tonelada.

El programa de permisos de azufre rectifica esta deficiencia, con la subasta de permisos de azufre, tanto al contado como a futuro. Uno de los

beneficios laterales de esta subasta es que revela a todo el mundo los precios, tanto corrientes como futuros, con lo que mejora notablemente la información.

Incluso cuando los remates no sean una medida práctica, se puede obtener mejor información acerca de los precios. Por ejemplo, cuando quiera que las fuentes que han adquirido créditos procuren usarlos para cumplir requisitos reglamentarios, se les podría exigir que proporcionen información de precios, la que se daría a conocer al público en memorias anuales.

Centro de compensaciones. Otra estrategia dirigida a rebajar los costos de transacción es la de organizar una cámara de compensación donde compradores y vendedores pudieran averiguar las posibilidades de transacciones. Las "compras en un solo lugar" relativas a permisos representan un mejoramiento considerable respecto de la antigua práctica de contratar corredores que ubiquen fuentes posibles. Si bien los corredores fueron la respuesta del mercado ante los costos de transacción elevados, la organización de un centro de compensaciones ofrece el mismo servicio de modo más fácil, rápido y barato para todos los interesados.

4.4 Compartiendo los beneficios

La demostración de que la política reguladora tradicional no tenía una buena relación de costo-beneficio tuvo dos consecuencias, cada una de las cuales era el reflejo exacto de la otra. O bien significaba que las mismas metas de calidad del aire se podían alcanzar con un costo menor, o bien que se podía obtener una mejor calidad del aire al mismo costo. Aun cuando los primeros programas se diseñaron para explotar la primera versión, los programas posteriores procuraron producir una mejor calidad del aire con un costo menor.

Se usaron los programas de transacción para mejorar la calidad del aire de diversas maneras. Los costos inferiores que ofrecía la transacción se emplearon en las negociaciones iniciales para asegurar metas de control de la contaminación algo más estrictas (programa de lluvia ácida y RECLAIM) o bien plazos anticipados (programa de eliminación de plomo). Las tasas de compensación en zonas de incumplimiento se fijaron a un nivel superior a 1,0 (lo que daba a entender que parte de cada adquisición iría a mejorar la calidad del aire). A los grupos ambientales se les permite comprar y retirar permisos de azufre en los remates.

Esta tendencia hacia los beneficios compartidos ha tenido dos consecuencias. El ahorro de costos es inferior a lo que hubiera sido sin estos

beneficios compartidos, pero el apoyo del público, en particular el apoyo de las organizaciones ambientales, ha aumentado notablemente. En términos políticos, significa que ahora es más fácil ejecutar programas de comercialización porque se ha ampliado el terreno en común potencial.

4.5 Estímulo al progreso tecnológico

Los permisos transables dan más estímulo al progreso tecnológico, en materia de control de contaminación, que el sistema de obligaciones y control (Milliman y Price, 1989). La evidencia incidental da a entender, al parecer, que este método no sólo aumenta la velocidad del cambio en el control de la contaminación, sino que influye en la dirección y la estructura de los procedimientos de control. Las políticas tradicionales de obligaciones y control basan habitualmente los estándares en tecnologías conocidas de los reguladores. Dichas normas se pueden cumplir adoptando sin más la tecnología identificada. Los que las adoptan tienen escaso incentivo para buscar tecnologías superiores.

Con los permisos transables, quienes las adoptan no sólo tienen un incentivo para buscar tecnologías nuevas que reduzcan el costo de cumplir con la norma obligatoria, también tienen un incentivo para buscar tecnologías capaces de reducir las emisiones más que lo que exige la norma. La venta de los créditos por reducción de emisiones (o de permisos sin usar) produce ingresos que pueden servir para financiar las tecnologías nuevas.

Los permisos han facilitado la transición a aspectos nuevos del control de la contaminación, particularmente en el sector de la prevención de la contaminación. Mientras que con la regulación tradicional las empresas veían que su papel consistía meramente en adoptar la tecnología práctica que proponía la autoridad federal o estadual, ahora han comenzado a examinar todo el proceso de producción. Las estrategias que impiden la contaminación (por ejemplo, los cambios de proceso) liberan permisos valiosos y, por tanto, se tornan más atractivos.

4.6 Combinación de instrumentos de políticas

Si la obtención de ingresos se convirtiere en un elemento importante en la construcción de una estrategia sólida por parte de los negociadores, se podrían obtener ingresos, incluso si se usa un sistema de derechos adquiridos, por medio del cobro de un derecho anual bajo por cada derecho. Este

ingreso se podría usar para financiar el sistema de vigilancia y control, o bien para otros propósitos meritorios, sin poner en peligro la relación costo-beneficio del sistema.

Aun cuando un derecho anual no es un elemento necesario de un sistema de derechos transables, se puede agregar si así se desea. Este sistema combinado dejaría el control de emisiones en manos de los derechos basados en cantidad y usaría el pago de derecho para obtener ingresos.

Combinar un derecho anual bajo con una distribución gratuita de permisos constituye una alternativa atractiva tanto para el remate de permisos como a los cargos por emisiones. Debido al desinterés político en imponer cargos a las emisiones de un monto tal que permita lograr metas convencionales de reducción de emisiones, los cargos por emisiones tradicionalmente no han sido muy eficaces para producir los niveles deseados de reducción de emisiones. Han sido eficaces, en todo caso, para producir ingresos para propósitos ambientales, en especial en Europa (OCDE, 1989). A su vez, la entrega de permisos en base a derechos adquiridos ha sido eficaz en producir el nivel de control deseado, pero no produce ingresos. El sistema combinado provee mejores garantías de reducción de emisiones y además produce ingresos.

Puesto que los derechos anuales que se aplican a las emisiones autorizadas por los permisos no afectan la relación costo-beneficio del sistema, dicho derecho puede ser tan bajo o tan alto como sea necesario para conseguir el resultado de ingresos deseado. El pago de derechos no disminuye el precio de los títulos, pero no afecta el incentivo a la transacción. Aun cuando el precio del título disminuye por la existencia de un derecho, el incentivo a comerciar se conserva gracias al hecho de que el vendedor no sólo recibe el precio del título sino que puede evitar para siempre el pago del derecho anual sobre los títulos transferidos.

4.7 Fusión de la equidad con la relación costo-beneficio

Dado que los sistemas de títulos o permisos transables permiten que la cuestión de quién va a pagar el control se separe de la de quién va a hacerse cargo del control, dichos sistemas permiten que se persigan simultáneamente las metas de distribución y de costo-beneficio. También facilitan la transferencia de tecnología porque ofrecen un medio de compartir los costos y los riesgos.

Independientemente de la asignación original de permisos, la transacción que tendría lugar posteriormente ofrecería los medios para controlar

las emisiones con una buena relación costo-beneficio. Se trata de una característica importante cuando las preocupaciones por la equidad y la capacidad de financiamiento impiden las soluciones simples como, por ejemplo, las reducciones proporcionales iguales. Incluso las asignaciones muy complejas de las responsabilidades de control, sensibles a una multitud de cuestiones individuales de equidad, pueden ser compatibles con el logro de la meta de emisiones deseada, con el costo más bajo posible.

V. CONSECUENCIAS PARA SANTIAGO

5.1 El argumento en favor de la reforma

En todo país en que el costo de oportunidad del capital es elevado, es más que atinado cerciorarse de que las inversiones (incluso las inversiones en control de la contaminación) se realicen con sensatez. Podría suponerse que Chile queda en esta categoría.

Por tanto, las propiedades de los permisos transables, en cuanto a costo-beneficio, les prestan un atractivo especial. Las pruebas señalan con claridad que los programas de transacción de emisiones no sólo reducen los costos de cumplimiento sino que ofrecen un grado de flexibilidad muy apreciado. Además, los fuertes efectos incentivos que acompañan a los permisos transables podrían estimular un desarrollo y ejecución más rápidos de tecnologías de control nuevas e innovadoras, y estrategias como la prevención de la contaminación. Al estimular el progreso tecnológico, un procedimiento de permisos transables puede contribuir a reducir los costos de largo plazo además de los de corto plazo. El ahorro potencial de costos podría ofrecer, por sí solo, una motivación considerable para adaptar esta estrategia como algo apropiado para usarlo en Chile.

¡Pero estos no son los únicos saldos positivos potenciales de la reforma! Los permisos transables también ofrecen la posibilidad de obtener ingresos para protección ambiental, cuando quiera que los ingresos del gobierno constituyan una limitación seria a su capacidad de proteger la salud y el bienestar de su población. La combinación de derechos a cobrar con permisos transables ofrece una fuente más de financiamiento que puede gozar de un atractivo político considerable. En los Estados Unidos, por ejemplo, buena parte de la responsabilidad financiera de proporcionar fondos para el sistema de vigilancia y control se ha transferido de los contribuyentes a las fuentes de contaminación, mediante el pago de derechos sobre los permisos.

5.2 Consideración para el diseño: Las fuentes no tradicionales

Por cada programa hay que definir la población calificada de compradores y vendedores. (Por ejemplo, en los Estados Unidos, el sistema de permisos de azufre controla las emisiones de algo más de 800 empresas de servicios públicos, y el programa RECLAIM controla las emisiones de unos 400 contaminadores industriales. Cualquiera, incluso los grupos ambientales, pueden comprar los permisos.) La población calificada no es normalmente la única fuente de los contaminantes que se controlan, pero, por cuestiones de monitoreo u otros motivos, las demás fuentes no se incluyen. El omitirlas, lamentablemente, reduce el conjunto de oportunidades de comercialización y, por tanto, aumenta el costo resultante.

Este problema se reduce con la creación de un procedimiento por el cual los contaminadores que no forman parte de la población calificada puedan incorporarse inmediatamente al programa, en forma voluntaria, o ingresar posteriormente. Lo habitual es que al incorporarse de inmediato, el solicitante afronta el peso de demostrar que puede cumplir las condiciones básicas de participación en el programa. A los contaminadores que cumplen las condiciones se les permite adherir al programa. El programa de asignación de azufre, por ejemplo, contiene disposiciones de incorporación para calderas industriales. Estos participantes no reciben una asignación inicial de emisiones permitidas, pero podrían crearlas si controlan sus requisitos legales más de lo exigido.

¿Por qué querría participar una fuente que no está calificada actualmente? En muchos casos, una fuente individual de emisiones puede reducir las mismas a un nivel muy por debajo del actual. Mientras no ingrese al programa, las reducciones extraordinarias no reciben recompensa, pero una vez incorporada la fuente al programa, las reducciones extraordinarias resultan transferibles y sus dueños las pueden vender o bien aprovecharlas en otras plantas.

En Santiago, este procedimiento se podría aplicar para controlar las fuentes de polvo fugitivo o suelto, que no están reguladas en este momento. Quien tomara la iniciativa de controlar dichas fuentes, de una manera que satisfaga los requisitos de monitoreo y control, podría hacer certificar dichas reducciones como créditos de reducción de emisiones. Estos mismos créditos podrían servir luego para cumplir, en todo o en parte, otros requisitos. Con este procedimiento, el control de las fuentes de polvo suelto, que hoy no se regulan, resultaría atrayente dondequiera que controlarlas fuera más barato que otras alternativas que hoy están reguladas.

5.3 Consideración para el diseño: Empresas vulnerables en lo financiero

No siempre es fácil equilibrar las inquietudes ambientales con las económicas. Uno de los aspectos en que esta dificultad se presenta con gravedad especial es el de intentar el control de fuentes que corren peligro de quebrar si tienen que soportar nuevos aumentos de costos, debido a los requisitos de control de la contaminación. En tales condiciones, empleadores y empleados comúnmente se unen en un intento conjunto de reducir los requisitos de control impuestos, o bien, posiblemente, eliminarlos del todo. Para complicar las cosas, muchas veces las emisiones de estas fuentes se pueden controlar a un costo menor que otras fuentes.

La regulación tradicional responde, normalmente, en una de dos formas. O bien la planta se cierra o bien los requisitos de control de la contaminación se reducen hasta un punto aceptable en lo financiero. La primera solución produce una mejor calidad del aire y por tanto alivia algo la presión sobre otras fuentes de emisión, pero también crea pérdidas innecesarias de empleos. La segunda solución produce una peor calidad del aire y obliga a otras empresas a soportar una carga aún mayor para compensar la falta de reducciones de esta planta.

Por fortuna, la transacción de emisiones ofrece una salida a este dilema. Si la política reguladora tradicional antecede a la transacción de emisiones, es de presumir que a esta fuente se le asignó una norma de emisiones muy baja en atención a su vulnerabilidad financiera. La introducción de la transacción de emisiones en este momento permite que la fuente vulnerable reduzca más de lo que se le exige por ley, venda el exceso de control a otra fuente y use el ingreso debido a la venta en pagar el control adicional. Este procedimiento protege el empleo en la fuente del mismo modo como ésta recibe protección de la política tradicional, pero la transacción de emisiones también puede obtener reducciones de emisiones a bajo costo, cosa que la política tradicional no es capaz de lograr.

5.4 Consideración para el diseño: Las fuentes móviles

En Santiago, las fuentes móviles representan una elevada proporción de las emisiones. Y en muchos casos se les puede controlar a un costo relativamente bajo. Si no se aprovechan estas posibilidades de reducción, los costos que encaran las empresas pueden resultar mucho más altos que lo necesario. ¿Cómo incorporar las fuentes móviles a un programa de transacción de emisiones?

En los Estados Unidos, el deseo de reducir la contaminación debida a fuentes móviles, más allá de lo que se puede lograr con las normas tradicionales de emisiones, ha sido motivo, últimamente, de intentos de incorporar estas fuentes dentro de programas de transacción de emisiones dirigidos a reducir el ozono (Boyd, 1993; King, 1994). Uno de los procedimientos identifica los vehículos de alta contaminación para retirarlos de la circulación.

Dado que con el muestreo remoto de vehículos en uso se confirmó que en muchos casos una proporción importante de la contaminación de fuentes móviles proviene de una cantidad relativamente pequeña de vehículos, uno de los procedimientos procura, en concreto, retirar esos vehículos de los caminos⁹. Según este procedimiento, toda fuente que adquiera y retire vehículos muy contaminantes puede generar créditos. Los créditos se crean al comprar el vehículo y retirarlo de la circulación. La cantidad de créditos se calcula sobre la base de una estimación de las emisiones que se evitan por retirar el vehículo, lo cual significa practicar pruebas efectivas de contaminación en el vehículo retirado, estimar la cantidad de millas que habría podido recorrer el vehículo durante el resto de su vida útil, combinar ambos datos y restar las emisiones previstas que añadirá un vehículo de reemplazo, con lo que se obtiene la reducción neta de emisiones prevista por vehículo. Luego de agregar los resultados correspondientes a la flota de vehículos retirados y descontar la reducción agregada estimada para tomar en cuenta las incertidumbres en el proceso de estimación, se emiten créditos de acuerdo con la reducción neta de emisiones agregadas y reajustadas.

¿Quién financiaría el programa? Todo el que quiera los créditos, ya sea para sí o bien para su venta posterior. En California, por ejemplo, la Corporación UNOCAL, junto con la Junta de Recursos de Aire de California (California Air Resources Board), inició un programa de retiro de vehículos. Con una oferta de US\$ 700 por cada vehículo de modelo anterior a 1971, el programa terminó por retirar unos ocho mil vehículos (Dudek y colaboradores, 1992).

Las estrategias de retiro de vehículos no constituyen la única vía para incorporar las fuentes móviles dentro de un programa de transacción de emisiones. Se puede usar un sistema de transacción para incentivar a los fabricantes para que produzcan vehículos más limpios que lo que exige la ley (Rubin y Kling, 1993), o bien para premiar a los operadores de

⁹ Hay pautas interinas de la EPA relativas a los créditos para fuentes móviles en *Federal Register*, 58, 11134 (23 de febrero de 1993).

flotas (taxis, buses, etc.) por manejar vehículos menos contaminantes que lo que exige la ley.

Los sistemas de permisos también pueden servir para controlar dónde y cuándo circulen los vehículos. La contaminación debida a fuentes móviles es función del nivel de congestión de tránsito; cuanto mayor sea la congestión, tanto mayores serán las concentraciones resultantes de contaminantes. La disminución del nivel de congestión es una estrategia que los sectores locales pueden poner en práctica para reducir los niveles de concentración en horas de máximo movimiento.

Singapur ha logrado reducir la congestión al obligar a los conductores a reconocer el valor de escasez que tienen los caminos congestionados. Desde 1975, los autos que ingresan al centro de la ciudad durante las horas de mayor movimiento, llevando en su interior menos de cuatro personas, deben lucir un rótulo adhesivo. En 1990 este rótulo costaba unos US\$ 2,60 diarios. Se imponen multas a los autos que se encuentran en la zona controlada sin el rótulo correspondiente.

En un comienzo, el procedimiento disminuyó en tres cuartas partes la cantidad de autos que entran al centro. Aun cuando la reducción no se ha mantenido en esa magnitud, las calles de la ciudad se encuentran relativamente descongestionadas y las concentraciones de la contaminación han bajado.

Para progresar más en la reducción de concentraciones de contaminantes, Singapur estimó que no sólo debía limitar el acceso de vehículos a determinados sectores durante las horas de movimiento máximo, sino que tenía que comenzar a reducir la cantidad de vehículos en circulación. En 1990 adoptó un procedimiento que obligaba a los conductores a hacer posturas por el derecho a poseer un auto nuevo, y las patentes se otorgaban a los mejores postores. En el primer año de funcionamiento, sólo 22.000 vehículos, o 4,3 por ciento, aproximadamente, de la población actual de autos, serán autorizados para circular por las calles.

5.5 Asuntos relativos a la aplicación

Las inquietudes más serias respecto a la posibilidad de transferir este procedimiento fuera de los países industrializados se refieren a si otros países disponen de recursos organizativos suficientes para ponerlo en práctica (Lyons, 1989). Cuando se plantea esta interrogante, el que interroga supone, implícitamente, que los recursos organizativos de los países en desarrollo son homogéneos e insuficientes. Los recursos organizativos no son homogéneos,

por cierto. Algunos países disponen de recursos suficientes ahora mismo, pero otros podrían aprovechar un programa como éste para iniciar el proceso de acumular recursos suficientes con el tiempo, poco a poco.

Mi experiencia en los Estados Unidos me induce a pensar que la infraestructura que se necesitaría para manejar un programa de permisos transferibles no es, a la larga, más grande que la que se necesita para manejar un sistema de regulación tradicional de igual eficacia, pero la índole de esa infraestructura puede variar.

La conjetura de que la transacción de emisiones exige una actividad de control de su aplicación muy superior, parece que se basa, en parte, en una percepción errada del control de la aplicación de la regulación tradicional. De acuerdo con esa percepción errada, sólo el hecho de verificar: 1) que la fuente ha adquirido el equipo de control debido, y 2) que el equipo está instalado correctamente, constituye una estrategia de control suficiente. Es claro que un sistema de transacción de emisiones necesita algo más.

Es posible organizar un procedimiento regulador cuyo control se realice como se ha dicho, pero tales métodos rara vez son eficaces (Russell y colaboradores, 1986). El cumplimiento inicial no asegura el cumplimiento continuado. La instalación del equipo correcto no garantiza, por cierto, el funcionamiento y la mantención correctos; el control de aplicación eficaz exige vigilancia de algún tipo, continua o al menos periódica. En este aspecto, los permisos transables y la regulación tradicional comparten los mismos requisitos.

Como asunto práctico, sin embargo, un sistema de vigilancia razonable no es una carga demasiado onerosa para la autoridad controladora. El monitoreo de emisiones, en su mayor parte, se basa en un sistema de autoinformación (Russell y colaboradores, 1986). Aunque los sistemas de autoinformación de inmediato despiertan dudas acerca de la posibilidad de abuso, en la práctica funcionan notablemente bien, en especial cuando se les complementa con un sistema eficaz de sanciones criminales a la falsificación.

Además, se pueden proyectar sistemas de control de aplicación de normas en forma limitada que podrían resultar muy eficaces (Harrington, 1988; Russell y colaboradores, 1986). El secreto de este modelo está en concentrar más recursos en los infractores reincidentes. Entre otras características, este procedimiento impide que las fuentes se conviertan en infractores reincidentes, para evitarse la molestia de una vigilancia intensa.

Pero las aptitudes que se necesitan para manejar un programa de transacción de emisiones son distintas de las que se necesitan para la regulación tradicional. En esta última, la responsabilidad de definir las tecnologías

de control correctas recae sobre la autoridad reguladora; el personal debe componerse en gran medida de ingenieros ambientales. Pero si se trata de permisos transables, recae en las fuentes privadas. Por tanto, con el procedimiento de permisos transables, las autoridades controladoras necesitan menos personal calificado en ingeniería ambiental y se puede dedicar más atención a las funciones de vigilancia y control de la aplicación y respeto de la normativa.

Por último, la infraestructura pública de monitoreo y control de aplicación y cumplimiento de la normativa se puede mejorar con cierto grado de ayuda del sector privado (Naynerski y Tietenberg, 1992). Al permitir que la ejecución privada complemente la ejecución pública, por lo general de una manera fuertemente circunscrita, aumenta la cantidad de fondos que se dedican a monitoreo y control, y permite que los recursos públicos se empleen con más eficacia. Y un sistema de autoinformación, como ya se dijo, permite ejercer ese control privado. El Banco Interamericano de Desarrollo se dispone a iniciar un proyecto extenso en que se estudie la viabilidad de aumentar este procedimiento, en forma importante, en América Latina.

CONCLUSIÓN

Dondequiera que se han puesto en práctica, los programas de permisos transables han dado mejores resultados que los de obligaciones y control que los precedieron. El ahorro de costos documentado es grande y la flexibilidad que ofrecen es importante. El programa, por cierto, dista mucho de la perfección, pero conviene mantener sus deficiencias en perspectiva. Si bien el programa de transacción de emisiones, al examinarlo de cerca, pierde su brillo utópico, de todos modos ha hecho una contribución durable a la política y es probable que su papel siga ampliándose.

Referencias bibliográficas

- Atkinson, Scott E. 1983. "Marketable Pollution Permits and Acid Rain Externalities". *Canadian Journal of Economics*, 16 (4): 704-722.
- y T. H. Tietenberg. 1982. "The Empirical Properties of Two Classes of Designs for Transferable Discharge Permit Markets". *Journal of Environmental Economics and Management*, 9(2): 101-121.
- y T. H. Tietenberg. 1984. "Approaches for Reaching Ambient Standards in Non-

- Attainment Areas: Financial Burden and Efficiency Considerations". *Land Economics*, 60 (2): 148-159.
- y T. H. Tietenberg. 1987. "Economic Implications of Emission Trading Rules for Local and Regional Pollutants". *Canadian Journal of Economics*, 20 (2): 370-86.
- y T. H. Tietenberg. 1991. "Market Failure in Incentive-Based Regulation: The Case of Emissions Trading". *Journal of Environmental Economics and Management*, 21 (1): 17-31.
- Bertram, G. 1992. "Tradeable Emission Permits and the Control of Greenhouse Gases". *Journal of Development Studies*, 28 (3): 423-46.
- Boyd, James D. 1993. "Mobile Source Emissions Reduction Credits as a Cost-Effective Measure for Controlling Urban Air Pollution". En *Cost-Effective Control of Urban Smog*, ed. Richard F. Kosobud, William A. Testa, y Donald A. Hanson. Chicago: Federal Reserve Bank of Chicago.
- Cason, T. N. 1993. "Seller Incentive Properties of EPA's Emission Trading Auction". *Journal of Environmental Economics and Management*, 25 (2): 177-95.
- Dudek, Daniel J. y John Palmisano. 1988. "Emissions Trading: Why is this Throughbred Hobbled?". *Columbia Journal of Environmental Law*, 13 (2): 217-56.
- , Joseph Goffman, Dean Drake y Tom Walton. 1992. *Mobile Emissions Reduction Crediting*. Nueva York: Environmental Defense Fund and General Motors.
- Feldman, Stephen L. y Robert K. Rauffer. 1987. *Emissions Trading and Acid Rain: Implementing a Market Approach to Pollution Control*. Totowa, NJ: Rowman & Littlefield.
- Hahn, Robert W. 1984. "Market Power and Transferable Property Rights". *Quarterly Journal of Economics*, 99 (4): 753-765.
- . 1989. "Economic Prescriptions for Environmental Problems: How the Patient Followed the Doctor's Orders". *The Journal of Economic Perspectives*, 3 (2): 95-114.
- y Gordon L. Hester. 1989a. "Marketable Permits: Lessons from Theory and Practice". *Ecology Law Quarterly*, 16: 361-406.
- y Gordon L. Hester. 1989b. "Where Did All the Markets Go? An Analysis of EPA's Emission Trading Program". *Yale Journal of Regulation*, 6 (1): 109-153.
- Harrington, W. 1988. "Enforcement Leverage When Penalties Are Restricted". *Journal of Public Economics*, 37: 29-53.
- . 1988. "Enforcement Leverage When Penalties Are Restricted". *Journal of Public Economics*, 37: 29-53.
- Harrison, D., Jr. 1983. "Case Study I: The Regulation of Aircraft Noise". Pp. 41-143. En *Incentives for Environmental Protection*, ed. Thomas C. Schelling. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Hausker, K. 1992. "The Politics and Economics of Auction Design in the Market for Sulfur Dioxide Pollution". *Journal of Policy Analysis and Management*, 11 (4): 553-72.
- Kete, Nancy. 1992. "The U. S. Acid Rain Control Allowance Trading System". Pp. 69-93. En *Climate Change: Designing a Tradeable Permit System*, ed Tom Jones y Jan Corfee-Morlot. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development Publication.
- . 1994. "Air Pollution Control in the United States: A Mixed Portfolio Approach. Pp. 122-144. En *Economic Instruments for Air Pollution Control*, ed. Ger Klaassen y Finn R. Forsund. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Kling, C. L. 1994. "Emission Trading vs Rigid Regulations in the Control of Vehicle Emissions". *Land Economics*, 70 (2): 174-188.

- Krupnick, Alan J. 1986. "Costs of Alternative Policies for the Control of NO₂ in the Baltimore Region". *Journal of Environmental Economics and Management*, 13 (2): 189-197.
- Lyon, R. M. 1982. "Auctions and Alternative Procedures for Allocating Pollution Rights". *Land Economics*, 58 (1): 16-32.
- . 1989. "Transferable Discharge Permit Systems and Environmental Management in Developing Countries". *World Development*, 17 (8): 1299-1312.
- . 1990. "Regulating Bureaucratic Polluters". *Public Finance Quarterly*, 2: 198-220.
- Maloney, Michael y Gordon L. Brady. 1988. "Capital Turnover and Marketable Property Rights". *The Journal of Law and Economics*, 31 (1): 203-226.
- Misiolek, W. S. y H. W. Elder. 1989. "Exclusionary Manipulation of Markets for Pollution Rights". *Journal of Environmental Economics and Management*, 16 (2): 156-66.
- Naynerski, W. y T. Tietenberg 1992. "Private Enforcement of Environmental Law". *Land Economics*, 68(1): 28-48.
- Nelson, Randy, Tom Tietenberg y Michael R. Donihue. 1993. "Differential Environmental Regulation: Effects On Electric Utility Capital Turnover and Emissions". *Review of Economics and Statistics*, 75 (2): 368-373.
- Nussbaum, Barry D. 1992. "Phasing Down Lead in Gasoline in the U. S.: Mandates, Incentives, Trading and Banking". Pp. 21-34. En *Climate Change: Designing a Tradeable Permit System*, ed. Tom Jones y Jan Corfee-Morlot. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development Publication.
- Oates, W. E. y A. M. McGartland. 1985. "Marketable Pollution Permits and Acid Rain Externalities: A Comment and Some Further Evidence". *Canadian Journal of Economics*, 18 (3): 668-675.
- . y P. R. Portney, y A. M. McGartland. 1989. "The Net Benefits of Incentive-Based Regulation: The Case of Environmental Standard Setting". *American Economic Review*, 79 (5): 1233-1242.
- OECD. 1989. *Economic Instruments for Environmental Protection*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- . 1992. *Climate Change: Designing a Tradeable Permit System*. Paris: OECD.
- Palmer, Adele R., William E. Mooz, Timothy H. Quinn y Dathleen A. Wolf. 1980. *Economic Implications of Regulating Chlorofluorocarbon Emissions from Nonaerosol Applications*. U. S. Environmental Protection Agency.
- Robinson, Kelly. 1993. "The Regional Economic Impacts of Marketable Permit Programs: The Case of Los Angeles". En *Cost-Effective Control of Urban Smog*, ed. Richard F. Kosobud, William A. Testa y Donald A. Hanson. Chicago: Federal Reserve Bank of Chicago.
- Rose, Adam y Tom Tietenberg. 1993. "An International System of Tradeable CO₂ Entitlements: Implications for Economics Development". *Journal of Environment and Development*, 2 (1): -36.
- Russell, Clifford S., Winston Harrington, William J. Vaughan. 1986. *Enforcing Pollution Control Laws*. Washington: Resources for the Future, Inc.
- Seskin, Eugene P., Robert J. Anderson, Jr. y Robert O. Reid. 1983. "An Empirical Analysis of Economic Strategies for Controlling Air Pollution". *Journal of Environmental Economics and Management*, 10 (2): 112-124.
- Shapiro, M. y E. Warhit. 1983. "Marketable Permits: The Case of Chlorofluorocarbons". *Natural Resource Journal*, 23 (5): 577-591.

- Tietenberg, T. H. 1985. *Emissions Trading: An Exercise in Reforming Pollution Policy*, Washington, D. C.: Resources for the Future.
- . 1989. "Acid Rain Reduction Credits". *Challenge*, 32 (2): 25-29.
- . 1990. "Economic Instruments for Environmental Regulation". *Oxford Review of Economic Policy*, 6 (1): 17-33.
- . 1994. "Implementation Issues for Global Tradeable Permits". Pp. 119-149. En *International Environmental Economics: Theories, Models, and Applications to Climate Change, International Trade and Acidification*, ed. Ekko C. Van Ierland. Nueva York: Elsevier.
- United Nations Conference on Trade and Development. 1992. *Combating Global Warming: Study on a Global System of Tradeable Carbon Emission Entitlements*. Nueva York: Naciones Unidas.