

FUNDACION PARA LA EDUCACION SUPERIOR Y EL DESARROLLO



**CONTAMINACION INDUSTRIAL
EN COLOMBIA**

(Informe final)

**FEDESARROLLO
William B. O'Neil
Martin Maurer
Doris Polanía**

Septiembre 30 de 1992

CONTAMINACION INDUSTRIAL EN COLOMBIA

(Informe final)

**FEDESARROLLO
William B. O'Neil
Martin Maurer
Doris Polanía**

Septiembre 30 de 1992

PROYECTO DE CONTAMINACION INDUSTRIAL EN COLOMBIA

I N D I C E

PARTE I	ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION . .	1
1.	Criterios para la Selección de Estrategias de Control	1
1.1	La Eficiencia Estática	1
1.2	La Eficiencia Dinámica	10
1.3	Efecto sobre el Crecimiento Económico a Largo Plazo	11
1.4	Efectos Distributivos	12
1.5	Factibilidad Administrativa	14
1.6	Operatividad y Conformidad con la Ley Existente	15
1.7	Conformidad con los Acuerdos Sobre Comercio Internacional y Efectos sobre la Competencia Internacional	16
2.	Características de las Estrategias Alternativas de Control	18
2.1	La Regulación Directa	18
2.1.1	Formas de Regulación Directa . . .	19
2.1.1.1	Especificaciones tecnológicas	20
2.1.1.2	Normas de Emisión	20
2.1.1.3	Restricciones en el Uso del Suelo y del Recurso Hídrico .	22
2.1.2	Ventajas del Sistema de Regulación Directa	22
2.1.3	Desventajas del Sistema de Regulación Directa	23

2.1.3.1	Generalmente se Ignora la Eficiencia Económica Estática	23
2.1.3.2	Se Desestimula la Eficiencia Económica Dinámica	27
2.2	Instrumentos Económicos	29
2.2.1	Tipos de Instrumentos Económicos	29
2.2.1.1	Tasas y Cargos	29
2.2.1.2	P e r m i s o s Negociables	36
2.2.1.3	Sistemas de Depósitos Reembolsables	40
2.2.1.4	Leyes de Obligación	42
2.2.2.	Ventajas Generales de los Instrumentos Económicos	44
2.2.2.1	La Eficiencia Estática	44
2.2.2.2	La Eficiencia Dinámica	46
2.2.2.3	L a F a c t i b i l i d a d Administrativa	48
2.2.2.4	Fuentes de Ingreso	49
2.2.3	Desventajas de los Instrumentos Económicos	50
PARTE II	PRINCIPALES FUENTES INDUSTRIALES DE CONTAMINACION	55
1.	Introducción	55
1.1	Contaminación Hídrica	55
1.2	La Contaminación del Aire	58
1.3	Los Residuos Peligrosos	63

	iii
2. Las Industrias Estudiadas	69
3. Las "Industrias Altamente Contaminantes"	72
3.1 La Posición de las "Industrias Altamente Contaminantes" Dentro de la Estructura Industrial Colombiana	72
3.2 Estructura en el Ambito Regional	78
3.3 Conexiones Nacionales e Internacionales	81
4. La Estructura Industrial Por Tipo de Contaminador	89
5. Estructura y Funcionamiento de las Principales Industrias Contaminadoras	92
6. Estructura-Conducta-Desempeño en la Industria "Altamente Contaminante"	105
 PARTE III PROPUESTAS PARA CAMBIOS INSTITUCIONALES Y ESTRATEGIAS ESPECIFICAS DE CONTROL	 136
1. Introducción	136
2. Recomendaciones Generales para el Logro de Mejoras Institucionales	140
2.1 El Aumento de Aportes Financieros Para las Agencias de Control Ambiental y una Mejor Organización de las Mismas	141
2.2 La Creación de un Sistema Judicial Ambiental	147
2.3 La Formación de Consejos Ambientales en el Sector Industrial	152
2.4 El Establecimiento de Una Base de Datos Ambientales	168
2.5 El Establecimiento de un Sistema de Cuentas Ambientales y de Recursos	173
2.6 La Implementación de Normas Nacionales de Control Primario	176

2.7	La Iniciación de Programas de Educación Ambiental	179
3.	Estrategias Específicas para el Control de la Contaminación Industrial	183
3.1	Control De DBO de Efluentes	184
3.2	El Control de la Emisión de Partículas a la Atmósfera	197
3.3	Areas Urbanas - Toda Clase de Contaminación Atmosférica	207
3.4	La Industria de Refinación del Petróleo	210
3.5	Las Curtiembres	212
3.6	La Industria de las Flores	221
3.7	Tasas Por el Uso de Sustancias Químicas Tóxicas	224
PARTE IV	EFFECTOS ECONÓMICOS DE LA REGLAMENTACIÓN AMBIENTAL	227
4.1	Breve Discusión Acerca de los Efectos Potenciales de Bienestar	227
4.2	El Gobierno: Incentivo vs. Ingreso	231
4.2.1	Los incentivos vs. los instrumentos de financiación	232
4.2.2	Costo del Monitoreo, Asignación Eficiente de Costos y el Presupuesto del Gobierno	239
4.2.3	Aspectos Específicos Para Colombia	243
4.3	Los Gastos del Gobierno para el Control de la Contaminación - Algunos Cálculos Generales	247
4.3.1	La Protección del Ambiente Público como un Bien-Engel	247

4.3.2	Protección y Desarrollo Ambiental Público - Una Comparación en el Marco Internacional	254
REFERENCES	261
APENDICE DEL CAPITULO I	265

INTRODUCCION Y GENERALIDADES

Propósito del Estudio

Este proyecto se realizó bajo el auspicio del Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo y del Departamento Nacional de Planeación. Dos proyectos fueron financiados independientemente: uno bajo la dirección del Dr. Ernesto Sánchez, y el otro, bajo la dirección del Dr. William O'Neil en Fedesarrollo. Aunque este informe presenta los resultados del proyecto de Fedesarrollo, hubo una estrecha colaboración entre ambos grupos de trabajo, y los dos informes están diseñados para ser leídos conjuntamente, ya que se complementan mutuamente.

El proyecto coordinado por el Dr. Sánchez se centra principalmente en los aspectos físicos de la contaminación industrial. Incluye la identificación de los principales contaminadores industriales del país, un estimativo de sus descargas contaminantes, condiciones ambientales y estrategias técnicas de control.

El objetivo del proyecto de Fedesarrollo es examinar las estructuras institucionales para el control de la contaminación en Colombia, estudiar y evaluar las estrategias de control, y dar recomendaciones para la reducción de la contaminación por fuentes industriales en el país. En particular, tratamos de identificar estrategias de control no-tradicionales e indirectas tales como los

instrumentos económicos que pudieran aplicarse para lograr un control de la contaminación más eficiente y más efectivo en costo.

Esbozo del Informe

El proyecto se realizó en varias etapas, tal como se observa en la tabla de contenido. En primer lugar, hicimos una revisión y evaluación general de las principales estrategias que han sido utilizadas o sugeridas para la prevención y el control de la contaminación. Dicha información es la básica requerida para desarrollar propuestas para cualquier programa de calidad ambiental, y podría servir independientemente como manual sobre el tema en mención. Seguidamente, recopilamos información acerca de las características económicas de las principales industrias contaminantes en el país. La identificación de dichas industrias se basó en el análisis realizado por el grupo coordinado por el Dr. Sánchez.

Con estas dos fuentes de información, nos fue posible identificar varias estrategias que podrían ser adoptadas en Colombia. Las propuestas incluyen tanto recomendaciones generales para reformas institucionales y en el manejo de información, como propuestas específicas de estrategias de control experimentales. Con el fin de ubicar estas propuestas en un contexto apropiado, presentamos también información sobre los enfoques reglamentarios, metas de

control y niveles de inversión con respecto al control de la contaminación, utilizados en otros países.

Resumen Ejecutivo

La parte I trata sobre la elección de estrategias apropiadas de control de contaminación que partan de la consideración de factores económicos, administrativos y legales. Desde una perspectiva económica, una buena estrategia de control permitiría y estimularía el logro de una eficiencia estática y dinámica, y evitaría los efectos negativos sobre la distribución de las rentas.

Los incentivos económicos en general, son más eficientes que las especificaciones tecnológicas, las normas sobre efluentes o los requerimientos en los productos. Además, los incentivos de tipo económico pueden ser más fáciles de manejar y hacer cumplir que los enfoques tradicionales de reglamentación directa.

La parte II describe el ambiente empresarial de las industrias que requieren un control más estricto. Basados en información acerca de la cantidad, toxicidad y ubicación de la contaminación en Colombia, se identificaron las siguientes industrias como las más importantes para estudio y control: las de papel y pulpa, metalurgia, cemento, curtiembres, petróleo, alimentos, sustancias químicas, licores y textiles.

Con el fin de obtener un parámetro guía para la elección de estrategias de control y para el análisis del impacto económico potencial de un mayor control de la contaminación sobre cada sector industrial, se recopiló una variedad de datos estadísticos que describen la estructura económica y la rentabilidad de dichas industrias.

La parte III contiene propuestas generales para una reforma institucional, además de estrategias experimentales de control diseñadas específicamente para áreas geográficas, contaminantes e industrias individuales en Colombia.

Entre las propuestas generales se incluyen las siguientes :

- a) Incrementar la financiación para programas ambientales y su integración
- b) Crear un sistema judicial ambiental
- c) Formar Consejos Ambientales del Sector Industrial
- d) Establecer una base de datos ambientales
- e) Implementar la Reglamentación Nacional de Control primario
- f) Establecer un sistema de cuentas ambientales y de recursos
- g) Iniciar programas de educación ambiental

Las propuestas específicas incluyen :

- a) El control de DBO de efluentes mediante un sistema de permisos negociables en el Río Cauca, cerca a la ciudad de Cali
- b) El control de emisiones de partículas al aire, mediante un sistema de tasas por emisión en Medellín o Bogotá
- c) El control de emisión de todo tipo de contaminantes al aire en las áreas urbanas, mediante la creación de un sistema urbano de compensación (una variación de los permisos negociables de contaminación del aire) en Medellín o Bogotá
- d) Con respecto a la industria de refinación del petróleo, se debe tomar como modelo a Ecopetrol en la realización de auditorías ambientales y energéticas, para revelar el potencial de cambios en los insumos, el proceso y los productos que reduzcan los residuos a un costo mínimo o nulo.
- e) En relación con las curtiembres, se recomienda un control de las descargas orgánicas mediante plantas de tratamiento centralizadas, financiadas mediante asociaciones de la empresa pública y privada, además del control de descargas tóxicas, mediante un sistema de depósitos reembolsables.

- f) En la industria de las flores, se recomienda disminuir la contaminación con pesticidas y fertilizantes mediante mejoras en la asistencia técnica y la educación de los empleados.
- g) Con respecto a las sustancias químicas tóxicas, se debe imponer un sistema de impuestos de venta que varíe de acuerdo con el grado de toxicidad de la sustancia, con el fin de crear incentivos para disminuir su uso.

La parte IV presenta evaluaciones del impacto económico sobre cada sector, que incluyen una descripción del costo de control de la contaminación, basada en la experiencia de otros países, además de los efectos potenciales de bienestar de una mejora en el control. Es probable que en Colombia se logren mejoras significativas en la calidad ambiental, a un costo menor que el uno por ciento del PIB.

Un análisis costo-beneficio de la reglamentación propuesta puede servir para identificar las acciones específicas que proveen beneficios netos al país.

PROYECTO DE CONTAMINACION INDUSTRIAL EN COLOMBIA

PARTE I -- ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION

1. Criterios para la Selección de Estrategias de Control

La elección de una estrategia apropiada de control involucra muchas consideraciones de tipo económico, práctico y legal. La siguiente discusión pretende proveer una base general para la determinación tanto de los objetivos ambientales que el gobierno intente lograr en el sector industrial, como de los métodos o estrategias que podrían utilizarse en el logro de dichos objetivos.

Esta discusión, sumada a los análisis de las industrias presentados en la Parte II, conducirán a las recomendaciones generales de acción presentadas en la Parte III.

1.1 La Eficiencia Estática

La eficiencia estática se refiere al uso racional de los recursos en un momento específico en el tiempo, dado un conjunto estable de factores y de precios de productos, y un conjunto determinado de tecnologías de producción y de control de contaminación.

Existen tres niveles de eficiencia estática en el manejo ambiental.

PLENA EFICIENCIA

El beneficio neto del control de la contaminación puede definirse como el valor de los perjuicios evitados mediante el control de la contaminación ambiental, menos el costo de control. Los perjuicios evitados incluyen los efectos nocivos sobre la salud, las pérdidas materiales y los daños ecológicos ocasionados si no se controlara la contaminación.

La plena eficiencia en el control de la contaminación implica la selección de un nivel óptimo de contaminación ambiental permisible, con el fin de maximizar los beneficios netos del control. En una situación en que no se ejerza control, las firmas que buscan maximizar sus beneficios, emitirán contaminantes en cantidades que minimicen el costo de producción. La contaminación se entiende como la libre disposición de residuos del proceso productivo, los cuales carecen de valor en el mercado. En la Figura 1, el punto A indica la cantidad de contaminación en condiciones de "no control", mientras que el punto E representa el nivel "óptimo" de contaminación.

Figura 1

COSTOS MARGINALES DE CONTROL FUNCION MARGINAL DE DAÑOS

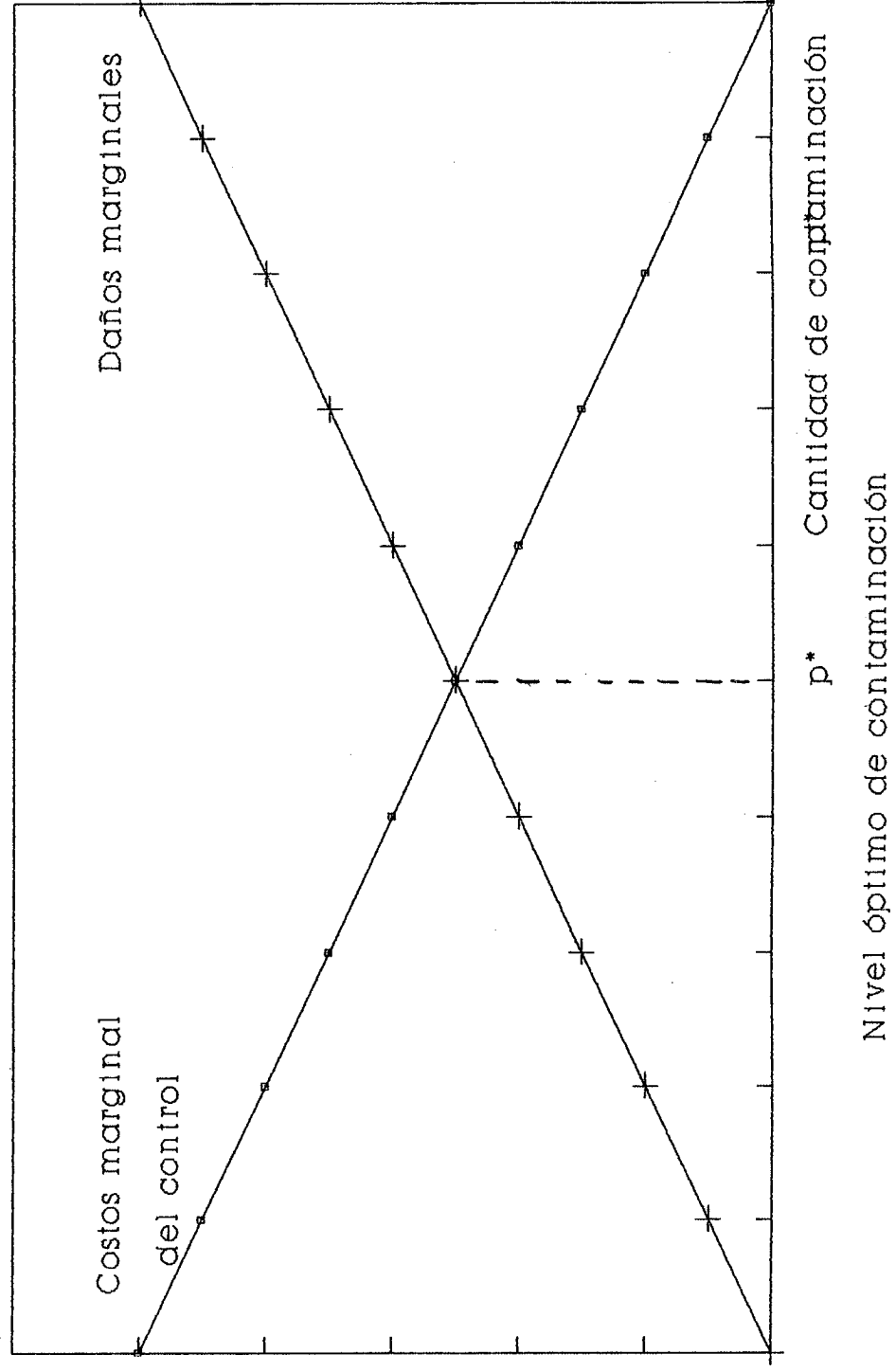


Figura 1

Costo de Control Marginal - Función de Perjuicio Marginal
Cantidad Optima de Contaminación

Es de anotar que un nivel cero de contaminación rara vez es eficiente. En la mayoría de los casos, los perjuicios causados por la contaminación aumentan a medida que aumenta el nivel de contaminación; pero, a la vez, el costo del control de contaminación aumenta a medida que la generación de residuos se aproxima a cero. Existe generalmente un nivel de emisiones distinto de cero, con una calidad ambiental asociada, en el cual cuestan más las mejoras adicionales, que el beneficio resultante de los perjuicios reducidos. Este nivel "distinto de cero" corresponde al nivel óptimo de contaminación ilustrado anteriormente.

Aunque este punto es sencillo de entender, existen casos importantes en los cuales ha sido ignorado. El "Decreto sobre Agua Potable" del gobierno de los Estados Unidos, fija un nivel de cero descargas de contaminantes en las vías navegables. Existe un consenso general con respecto a que el costo de alcanzar dicha meta sería prohibitivo y que los beneficios no justificarían tal esfuerzo.

La eficiencia en el establecimiento de metas de contaminación agregada y de calidad ambiental requiere de la mayor cantidad posible de información. La elección de un nivel óptimo de calidad ambiental requiere de un conocimiento de la función total de costos de control y de un listado completo de perjuicios causados por la contaminación. Con esta información, se fija un nivel eficiente de

calidad, en el cual el costo marginal de control sea igual al perjuicio marginal.

Para el cálculo de controles plenamente eficientes, es necesario pasar por tres etapas de análisis, ninguna de las cuales es fácil.

En primer lugar, se estima el costo de reducción de residuos en la fuente. En la mayoría de los casos, estos costos se pueden estimar por medio de la identificación de modificaciones de ingeniería en el proceso de producción y en los insumos utilizados, o por medio de la construcción y operación de tecnologías de control de fin de proceso. Aunque esta tarea es relativamente sencilla y directa, la recolección de información por parte de las agencias de regulación, puede constituir una carga para ellas.

En segundo lugar, es necesario describir el mecanismo de transporte de los contaminantes, y determinar su destino geográfico y su degradación química. El transporte de contaminantes a través de distintos medios, como por ejemplo por medio de la dispersión aérea con una posterior precipitación sobre el suelo o los cuerpos de agua, puede ocasionar problemas complejos de monitoreo y modelación.

Finalmente, se debe identificar los puntos receptores en las esferas humana, física y ecológica, y medir los efectos nocivos

sobre ellos. Esta fase de análisis es la menos desarrollada y la más difícil de todas las áreas de análisis ambiental.

Existen tres clases generales de perjuicios ocasionados por exposición a la contaminación: los efectos adversos sobre la salud humana, sobre el bienestar humano (perjuicios sobre bienes y servicios, no relacionados con la salud humana), y los efectos sobre los ecosistemas. La Tabla 1 presenta un marco de referencia, que sirve de ayuda en la contabilidad y medición de los perjuicios ocasionados por la contaminación.

TABLA 1

**UN MARCO GENERAL PARA LA IDENTIFICACION DE PERJUICIOS POTENCIALES
EVITADOS MEDIANTE EL CONTROL DE CONTAMINACION**

Salud Humana

Agudo: Síntomas, días de actividad restringidos.

Crónico: Sintomas, días de actividad restringidos.

Muerte: Reducción de la esperanza de vida.

Métodos: Costos médico directos.

Pérdidas de producción.

Valoración de las contingencias.

Gastos para evitar daños.

Análisis de remuneración Hedonista (prima de riesgo).

Servicios Directos

Recursos naturales: Peces, cultivos, bosques, minas, suministro de
agua.

Recreación: Pesca, natación, paseos en bote, excursiones,
etc.

Estética: Visibilidad, olor, ruido.

Control de inundaciones: Daños a las propiedades, taponamientos de
vías acuáticas.

Absorción de la contaminación: Evitar daños mayores.

Métodos: Costos directos.

Costos de sustitución.

Pérdidas producidas.

Costos de viaje.

Valoración de las contingencias.

Daños Ecológicos:

Servicios de hábitad.

Fijación de energía.

Ciclos de nutrientes.

Producción de oxígeno.

Control climático.

Biodiversidad/ materiales genéticos.

Métodos: Costos de sustitución.

Valoración eventual.

Descripción no cuantitativa.

Cambio de los indicadores ecológicos.

EFICIENCIA LIMITADA

Debido a la dificultad en la medición de las funciones de deterioro y en la representación de los perjuicios causados en términos monetarios, las agencias reguladoras frecuentemente deciden evitar el establecimiento de objetivos ambientales plenamente eficientes. A cambio de ello, se basan en metas de calidad ambiental o en niveles de emisión agregados, determinados por medio de análisis más de tipo político que económico. En esta situación, el análisis económico puede ser utilizado para desarrollar estrategias que sean eficientes de acuerdo con las metas de control previamente establecidas. Dos tipos de "eficiencia limitada" se emplean con frecuencia como base para la elección de estrategias de control.

El primer método se basa en el logro eficiente en costo, de metas arbitrarias de calidad ambiental. Hace uso del análisis económico para diseñar patrones de control que permitan alcanzar la meta de calidad ambiental con un costo mínimo, por medio de la combinación óptima de controles ejercidos sobre las distintas fuentes de emisión.

La información requerida para este tipo de análisis es aún considerable; sin embargo, no incluye la medición de perjuicios causados por exposición a la contaminación.

El diseño de un patrón eficiente de controles sobre fuentes individuales se hará de tal forma que el costo marginal del logro de una unidad de mejora en la calidad, sea igual para todas las fuentes. Este método requiere, pues, de información sobre los costos de control, el destino y transporte de los contaminantes, con el fin de estimar su contribución final a la calidad ambiental. Dado que los patrones de destino y transporte varían de acuerdo con el clima y otros factores, el análisis debe ser realizado dentro de un marco que considere el factor tiempo, y la estrategia de control debe incluir también, niveles de control tiempo-dependientes.

El segundo tipo de análisis de eficiencia limitada se realiza cuando, por medio de métodos no-económicos, se determina una cantidad agregada permisible de emisiones; dicho análisis se limita a una búsqueda del sistema más económico de controles de las diversas fuentes de emisión. El cumplimiento eficiente en costo de una meta de emisiones agregadas, sólo requiere información sobre el costo de controles en las fuentes. En este análisis, se evitan tanto la modelación del transporte y destino de contaminantes, como la medición de perjuicios.

Este enfoque es especialmente útil en casos en que las fuentes contaminadoras están localizadas relativamente cerca entre sí, y producen tipos similares de contaminantes. En tal caso, el perjuicio ocasionado por una unidad de contaminación será

relativamente constante para las diversas fuentes, y la estrategia será casi tan eficiente como una basada en una meta de calidad ambiental.

COSTOS DE TRANSACCION

Un aspecto final que puede incluirse dentro del criterio de eficiencia estática, es el nivel de los costos de transacción.

En general, la estrategia de preferencia, es aquella que es fácil de implementar, monitorear y ejecutar.

La consideración de costos de monitoreo y de ejecución es de particular importancia, especialmente cuando las instituciones reguladoras no están bien desarrolladas, cuando hay limitaciones de personal y de presupuesto, y cuando se espera que el cumplimiento voluntario sea débil.

1.2 La Eficiencia Dinámica

La eficiencia dinámica se refiere a los efectos de las políticas, sobre la investigación, el desarrollo, y la adopción de tecnologías mejoradas. Una estrategia dinámicamente eficiente estimulará la búsqueda de tecnologías de producción y de control mejoradas. Como resultado, los costos de control de la contaminación disminuirán en

el tiempo, y el nivel alcanzable de calidad ambiental aumentará. De esta manera, se estimulará el crecimiento económico y el manejo ambiental será compatible con un desarrollo macroeconómico sostenible.

Con el fin de estimular la eficiencia dinámica, las estrategias de control deben permitir flexibilidad en la elección de los métodos de control, y crear un incentivo para la innovación tecnológica en los siguientes campos:

Tecnologías de control de fin de proceso

Cambios en el proceso de producción

Sustitución de insumos

Reciclaje de residuos

Cambios en el diseño del producto

1.3 Efecto sobre el Crecimiento Económico a Largo Plazo

La combinación de distintos grados de eficiencia estática y dinámica, determina el efecto de las estrategias de control de contaminación sobre el crecimiento económico. Las estrategias menos eficientes desvían cantidades mayores de recursos productivos, de la posibilidad de inversión para el crecimiento económico.

Gran parte del análisis sobre este tema ha sido realizado en los Estados Unidos. En dicho país, cerca del dos por ciento del PIB se destina al control de la contaminación. Jorgensen (1990) ha estimado que, a largo plazo, además de los gastos directos, el PIB será aproximadamente un dos por ciento menor que lo que habría sido en ausencia de esfuerzos de control de contaminación. Para una economía pequeña y creciente, es de particular importancia el diseño de estrategias compatibles con el crecimiento económico.

Afortunadamente en muchos sectores, es posible adoptar nuevas tecnologías de producción que generen residuos ambientales menos perjudiciales y reduzcan los costos de producción. El estímulo para tales cambios se discute en la Parte III.

1.4 Efectos Distributivos

Las diversas estrategias de control de contaminación difieren marcadamente en cuanto a la imposición de costos y beneficios sobre los diferentes sectores de la economía. El interés por los efectos distributivos surge no sólo debido al efecto agregado del control de contaminación sobre el bienestar nacional, sino también debido a las posibles presiones sociales y políticas que puedan influenciar la adopción, implementación y ejecución de cualquier estrategia propuesta. Una estrategia teóricamente atractiva que falla debido a la oposición pública, no tiene utilidad alguna.

En un sentido más positivo, la identificación de los aspectos distributivos de las estrategias propuestas puede permitir al gobierno desarrollar programas de información pública y planes educacionales, diseñar estrategias, y crear instituciones que compensen los efectos distributivos indeseables. Tales programas complementarios podrían ser la clave del éxito de la estrategia de control de contaminación, a nivel práctico.

Antes de elegir una estrategia de control, se debe examinar algunos tipos de efectos distributivos. Entre ellos se encuentran los efectos sobre:

Las poblaciones en diferentes áreas geográficas

Las compañías existentes versus las nuevas

Los trabajadores y los vendedores de otros insumos

Los consumidores

Los miembros de distintos grupos sociales

Las consideraciones de tipo distributivo se discutirán en la Parte IV.

1.5 Factibilidad Administrativa

La facilidad en el manejo administrativo es siempre un factor de gran importancia en el diseño de políticas del sector público. Como indican Eskeland y Jiménez (1990), las propuestas realistas dentro del contexto de los países en vía de desarrollo, deben reconocer las siguientes limitaciones potenciales:

- Limitaciones en las rentas públicas
- Limitaciones en la capacidad de monitoreo y ejecución
- La incertidumbre en cuanto a la disminución de costos y beneficios
- Los mercados no competitivos
- La influencia de grupos de interés privado

A modo de ilustración, tanto el sistema tradicional de regulación directa ("command and control") como el de permisos y el de tarifas sobre efluentes pueden ser efectivos siempre y cuando las entidades contaminantes sean pocas, bien identificadas y ya sujetas a normas de monitoreo. Pero en el caso en que las fuentes contaminantes incluyan un gran número de actividades no reportadas, sería

imposible lograr el monitoreo y ejecución de cualquier tipo de estrategia de control de emisiones. En tales casos, sería preferible ejercer un control mediante la imposición de impuestos sobre los insumos. Este mecanismo es de especial utilidad en casos en que ya existan tasas o impuestos sobre la compra de combustibles y otros insumos. El uso de mecanismos institucionales existentes puede reducir los costos administrativos adicionales, y minimizar la oposición pública.

1.6 Operatividad y Conformidad con la Ley Existente

La operatividad es un componente de la factibilidad administrativa; sin embargo, merece consideración especial debido a que con frecuencia causa el fracaso de muchos programas ambientales. Los nuevos programas deben, en tanto sea posible, diseñarse dentro del marco legal disponible. Cuando estos programas requieren de nueva legislación, las demoras en su operatividad son inevitables.

Dentro de los aspectos a considerar en la operatividad, se incluyen la capacidad de monitorear la actividad que está siendo regulada, la claridad de los criterios que han de cumplirse, y los mecanismos institucionales para exigir el cumplimiento. Por ejemplo, si una norma está redactada en forma imprecisa, e incluye frases ambiguas como "la mejor tecnología disponible" o "actividades que reduzcan al máximo la contaminación, sin causar cargas económicas

injustificadas", deja mucho espacio para el debate en las cortes judiciales. Normas más precisas que indiquen, por ejemplo el máximo número permisible de descargas de un contaminante, en toneladas por día, serán mucho más fáciles de hacer cumplir.

1.7 Conformidad con los Acuerdos Sobre Comercio Internacional y Efectos sobre la Competencia Internacional

Estos criterios serán de especial interés en una economía creciente en proceso de apertura a la competencia internacional, como es el caso de Colombia. Las industrias nacionales, estarán sujetas a crecientes presiones de competencia debido simplemente a la disminución de barreras comerciales, independientemente de los cambios que se generen en programas de control de contaminación.

Bajo estas circunstancias, los productores nacionales estarán muy susceptibles a cualquier incremento en el costo de producción causado por la imposición de programas más restrictivos de control de la contaminación. Sin embargo, existen dos razones por las cuales un incremento en la actividad comercial y en la competencia en el mercado internacional de productos, es compatible con una reglamentación ambiental mejorada.

Primero, una revisión completa del programa ambiental de la nación, abre la posibilidad de adoptar las estrategias más eficientes en

costo que han sido desarrolladas durante las dos últimas décadas. Muchos de los más importantes socios comerciales con Colombia utilizan los sistemas tradicionales de regulación directa, que son mucho más costosos de lo necesario. Por ende, la implementación de estrategias más eficientes de control, podría generar una ventaja competitiva para Colombia.

En segundo lugar, la apertura de oportunidades comerciales permitirá y estimulará a los productores nacionales a adoptar tecnologías más avanzadas de producción. Buena parte de la nueva tecnología de producción desarrollada durante la última década, está diseñada para disminuir el costo de producción, y a la vez, para reducir la generación de residuos contaminantes. Por ende, la modernización del stock de capital en maquinaria de la nación, necesariamente contribuye a mejorar el control de la contaminación.

Un aspecto final de interés, es la conformidad con los acuerdos comerciales internacionales. También en este caso, las mejoras en la regulación ambiental, probablemente apoyarán un incremento comercial entre Colombia y el resto del mundo. Todas las naciones tienen interés por los problemas ambientales, tanto locales como globales. También están de acuerdo en que ninguna nación debe perder ventajas competitivas por causa de restricciones razonables sobre la contaminación. Como consecuencia, muchas negociaciones comerciales están incluyendo especificaciones del producto que

tiendan a armonizar el control ambiental entre los socios comerciales. Por ejemplo, las negociaciones del "Acuerdo Norteamericano de Libre Cambio" han incluido un estudio completo del efecto de diferentes tipos de control ambiental sobre la competitividad de las industrias nacionales, y pretenden evitar que cualquiera de las naciones obtenga ventaja ofreciéndose como "botadero".

2. Características de las Estrategias Alternativas de Control

2.1 La Regulación Directa

El enfoque tradicional para el control de la contaminación se denomina regulación directa ("command and control"). En este enfoque, el gobierno se encarga de recopilar una gran cantidad de información acerca de las fuentes de contaminación, los perjuicios ocasionados, y las tecnologías y costos de control disponibles y potenciales. Por lo general, el análisis se centra en la reducción física de las emisiones, a niveles que sean consistentes con un tipo factible de control, o con un objetivo de calidad ambiental.

En casi todos los casos, las regulaciones finales se han basado en la factibilidad técnica y económica. Por ejemplo, las agencias han exigido niveles de control que se pueden alcanzar mediante la

implantación de tecnologías de control razonables cuya efectividad ha sido comprobada bajo condiciones de operación en el campo.

Muchas veces, en ausencia de un análisis explícito de costo-beneficio de las tecnologías de control, se imponen consideraciones económicas de forma ad hoc. Por ejemplo, el "Decreto sobre Agua Potable" en los EE.UU. declara que la salud humana deberá protegerse dentro de un margen razonable de seguridad. Pero a la vez, plantea que los requisitos de tratamiento no deben fijarse por encima de lo económicamente factible para su implementación por parte de los acueductos. Estos términos vagos y arbitrarios han sido debatidos por años dentro de la agencia, y han sido extremadamente difíciles de interpretar.

Después de estos análisis, la agencia reguladora establece los requisitos de control para la industria; monitorea y juzga el cumplimiento de tales medidas.

2.1.1 Formas de Regulación Directa

El mecanismo de regulación directa se aplica en tres formas básicas: mediante la especificación de tecnologías, de normas de emisiones, y de controles sobre el uso del suelo y del recurso hídrico.

2.1.1.1 Especificaciones tecnológicas

Se le exige a las fuentes industriales que instalen y operen equipos específicos de control, o que utilicen insumos o procesos de producción específicos. Por ejemplo:

- Se le puede exigir a una planta de generación de electricidad operada a base de carbón, que instale un precipitador electrostático que remueva las partículas del flujo de residuos.
- Se podría requerir que las fábricas de papel, que construyan una planta de tratamiento biológico de aguas residuales con el fin de reducir la descarga de material orgánico (DBO) al río receptor.

La especificación de tecnologías es el menos flexible de los enfoques, y deja a la industria sin libertad o incentivo alguno para diseñar o adoptar tecnologías más efectivas.

2.1.1.2 Normas de Emisión

Las fuentes industriales de contaminación reciben permisos que especifican el tipo y la cantidad límite de contaminantes que pueden descargar en un período de tiempo dado, o por unidad de producción. Este enfoque le da a la industria alguna flexibilidad

y estímulo para crear técnicas más efectivas de control, pero solamente si dichas mejoras resultan en una disminución de costos para la firma regulada. Por otra parte, las empresas pueden temer que el desarrollo de mejores técnicas inducirá al gobierno a aplicar normas más estrictas.

Cuando las normas se expresan en función de la contaminación por unidad de producto, ellas no permiten un control sobre la cantidad agregada de contaminación permisible, ni sobre el deterioro que pueda causarse en el tiempo. Por ejemplo, las normas con respecto a las emisiones de los automóviles en los EE.UU., limitan el número promedio de gramos de contaminante emitidos por kilómetro recorrido, y a la vez exigen que a cada carro se le instale un convertidor catalítico para disminuir las emisiones de combustible parcialmente quemado. Este tipo de normas implica que, a medida que aumente el kilometraje anual recorrido por el automóvil, se incrementará también la contaminación atmosférica. Sin embargo, a pesar de la imposición estricta de estas normas en los EE.UU., muchas de las áreas urbanas no logran los objetivos nacionales de calidad atmosférica incluidas en el "Decreto de Aire Limpio" (Clean Air Act).

2.1.1.3 Restricciones en el Uso del Suelo y del Recurso Hídrico

Las áreas geográficas se clasifican o delimitan en tal forma que se restrinjan o permitan ciertas actividades dentro del área.

Por ejemplo, un área de reabastecimiento de aguas subterráneas puede incluirse en una categoría de áreas en las cuales se prohíbe la operación de empresas agrícolas e industriales. Un paisaje con alto potencial de erosión puede establecerse como un área en la cual se prohíbe la deforestación.

Este enfoque se utiliza principalmente cuando el área posee una baja capacidad de asimilación de cierto tipo de contaminantes o de ciertas actividades, y cuando el perjuicio potencial es grande. Bajo tales circunstancias, el gobierno busca medidas que le permitan garantizar, con un alto nivel de confiabilidad, que no ocurrirá tal perjuicio. La imposición de restricciones en dichas áreas, garantiza el nivel de certidumbre deseado. Dichas restricciones son además, relativamente fáciles de implementar, si el área no es demasiado extensa.

2.1.2 Ventajas del Sistema de Regulación Directa

La razón principal para la utilización de estrategias de regulación directa, estriba en que la agencia reguladora puede estar bastante segura de lograr la reducción de contaminación deseada. Los

instrumentos económicos crean presión sobre las fuentes de contaminación para que controlen sus emisiones; sin embargo, el grado de respuesta es difícil de predecir. En la mayoría de los casos, ni el regulador ni la entidad contaminadora saben con precisión, cuánto costará el logro de diferentes niveles de control de contaminación. Por esta razón, se establecen requisitos técnicos o de cantidad de emisión cuando hay necesidad de asegurar un cumplimiento.

En segundo lugar, los controles directos alcanzan su máxima efectividad cuando las fuentes de contaminación son pocas y bien definidas, y cuando se conoce la tecnología de control adecuada. En estos casos, el gobierno requiere de un mínimo de recopilación de información, y el uso de métodos indirectos conlleva menores beneficios.

2.1.3 Desventajas del Sistema de Regulación Directa

2.1.3.1 Generalmente se Ignora la Eficiencia Económica Estática

El nivel de control se fija de acuerdo con lo que es factible, sin hacer un esfuerzo por equilibrar los costos y beneficios de control. Como resultado, los beneficios netos de la regulación son menores de lo que sería posible obtener.

Por ejemplo: El Programa "Superfund" de los Estados Unidos--

Los sitios de disposición de residuos peligrosos que han sido abandonados, deben ser rehabilitados de modo que se elimine casi totalmente la contaminación. Los métodos de reacondicionamiento incluyen la incineración de suelos, la purificación de aguas subterráneas, y el transporte y almacenamiento de sustancias químicas.

El costo promedio de limpieza de una de estas localidades es de U.S. \$ 25 millones.

Por lo general, los sitios de ubicación de residuos peligrosos se encuentran muy retirados de zonas pobladas y, por ende, han causado muy poco perjuicio a la salud o el bienestar humanos.

El agua subterránea contaminada generalmente no se dispersa a más de tres kilómetros de estos sitios y no ha provocado problemas significativos en el abastecimiento de agua.

Se ejerce el mismo nivel de control sobre las diversas fuentes contaminantes, sin dar consideración a las diferencias en costos de control en cada localidad.

Como resultado, el costo agregado de control para lograr cualquier objetivo ambiental establecido, es mayor que el necesario.

Por ejemplo: El "Decreto de Agua Limpia" en los Estados Unidos

Se les exige la instalación de plantas de tratamiento secundario de aguas residuales a dieciséis industrias de pulpa y papel ubicadas sobre el Río "Fox" en Wisconsin, de forma que cada una logre una reducción del 20% en la DBO de sus descargas.

El costo de control varía grandemente en las distintas industrias. A pesar de esto, las industrias con costos más elevados de control están obligadas a alcanzar el mismo nivel de reducción que aquellas con bajos costos de control.

El costo agregado para el control de la cuenca del río, bajo los requisitos tradicionales de regulación directa, se estimó en U.S. \$ 22 millones anuales.

Bajo un plan más flexible, se habría podido descontaminar en igual medida el río, a un costo de sólo U.S. \$ 16 millones anuales -- un ahorro del 30 %.

Los costos de administración, información y de transacciones son elevados.

Las agencias reguladoras necesitan obtener grandes cantidades de información sobre detalles de los procesos industriales, tecnologías de control y condiciones económicas, con el fin de establecer estándares factibles de control.

Bajo estas condiciones, se requiere grandes gastos por parte del gobierno para la recolección y el análisis de la información durante períodos prolongados para el establecimiento de normas. Adicionalmente, la tarea de recolección y análisis de información recae sobre los menos capacitados para hacerlo. Gran parte del conocimiento acerca de estrategias de control potencialmente efectivas, se encuentra dentro de la comunidad regulada.

Existe una relación de enemistad entre las empresas reguladas y el gobierno. Cuando las empresas entablan pleitos contra el gobierno por "una regulación injusta", o el gobierno demanda a las empresas por su incumplimiento, se desperdicia tiempo y dinero. Adicionalmente, se incrementan los "costos de transacción".

Otro ejemplo: El "Decreto de Agua Potable" de los EE. UU.

Recientemente se propuso una norma tan compleja para la disminución del contenido de plomo en el agua potable suministrada por el servicio público, que la Oficina del Consejo Superior de la EPA

(Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.) advirtió que no se podría exigir su cumplimiento en una corte legislativa.

Cuando se dio a conocer una propuesta preliminar de la norma, se recibieron más de dos mil documentos formales de opinión al respecto. La Oficina de Agua Potable invirtió un año completo en leer y dar respuesta a dichos comentarios.

Han transcurrido seis años desde que la Agencia comenzó a diseñar la norma, y ésta aún no ha sido establecida.

2.1.3.2 Se Desestimula la Eficiencia Económica Dinámica

Con la exigencia de tecnologías específicas de control, las empresas reguladas no tienen la libertad ni el incentivo para invertir en la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías que podrían reducir las emisiones a un menor costo o con una mayor efectividad.

Bajo un sistema de normas, es posible que las empresas prefieran evitar desarrollar técnicas de control más eficientes, porque creen que la existencia de tales técnicas llevará al "regulador" a imponer normas más estrictas de control.

Como resultado, el ritmo de innovación es lento, y es posible que las empresas mantengan en secreto su conocimiento acerca de técnicas superiores de control. Es de anotar que las normas de emisión dan mayor flexibilidad que las especificaciones tecnológicas, y además, estimulan las innovaciones en la disminución de costos. Pero aún las normas no son suficientes para incentivar a las empresas a desarrollar tecnologías que reduzcan el nivel de contaminación a menos que ellas, a la vez, incidan en una reducción de costos para la empresa.

Las normas costosas e inflexibles desvían los recursos productivos, de nuevas oportunidades de inversión.

La modelación macroeconómica realizada en la sede de "Recursos para el Futuro (Ray Copp) y en la Universidad de Harvard (Dale Jorgenson) ha sugerido que el crecimiento económico de los EE.UU. puede verse significativamente afectado por la desviación de recursos hacia la protección ambiental.

Por ejemplo, la protección ambiental en los EE.UU. absorbe casi un dos por ciento del PIB (actualmente, los gastos directos de control de contaminación ascienden a aproximadamente U.S. \$ 100 mil millones anuales).

Jorgenson (1990) estimó que, a largo plazo, además de los gastos directos anteriormente anotados, el PIB puede verse reducido en un 2- 3% comparado con el que se habría alcanzado en ausencia de normas ambientales.

2.2 Instrumentos Económicos

Los Incentivos Económicos son estrategias indirectas de regulación que crean presión positiva o negativa sobre las compañías contaminadoras, con el fin de reducir el perjuicio ambiental que ocasionan; o que crean y apoyan mercados que ejercen, a su vez, tales presiones.

2.2.1 Tipos de Instrumentos Económicos

2.2.1.1 Tasas y Cargos

- Tasas sobre efluentes y emisiones

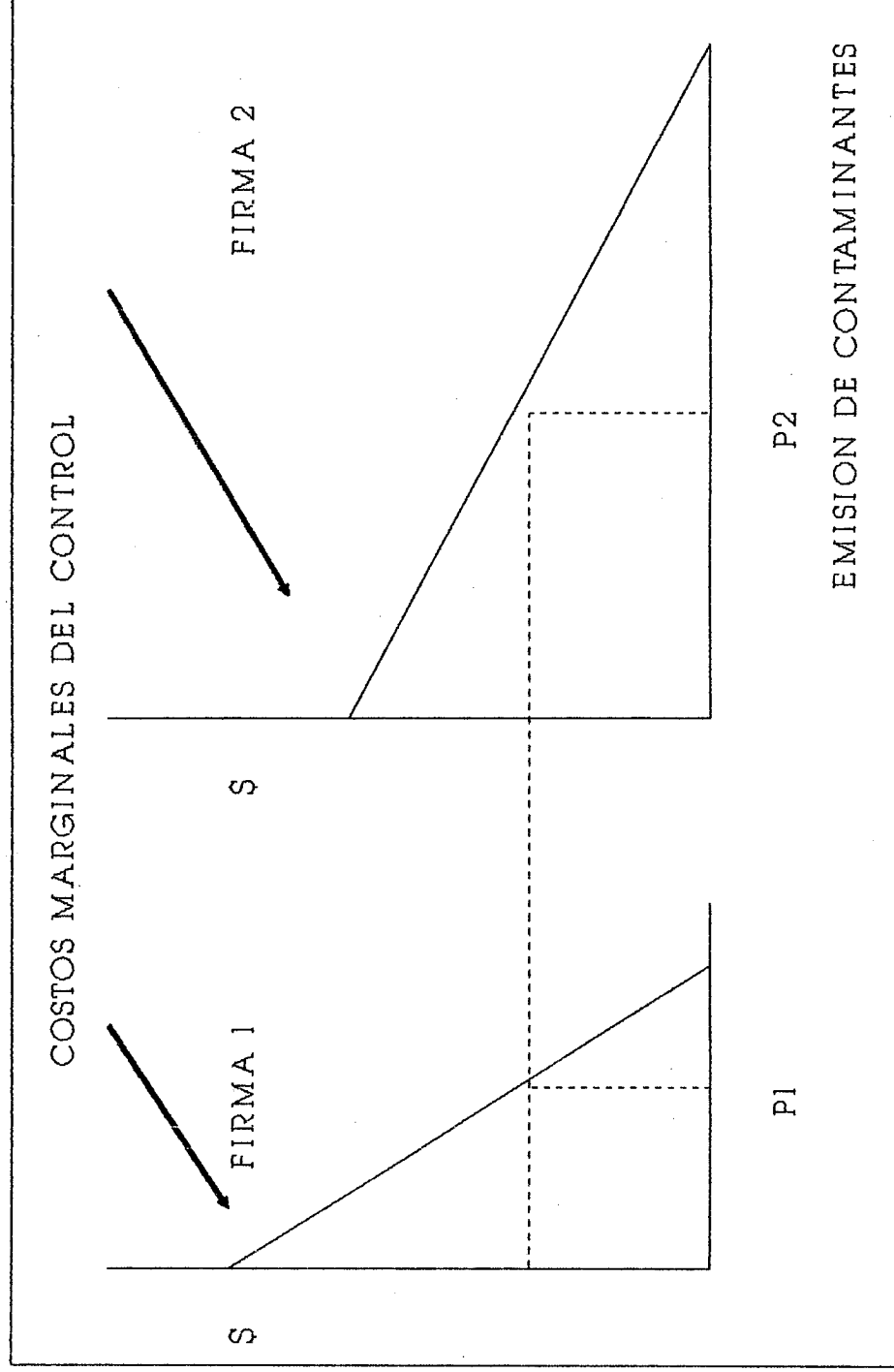
Estas tasas son impuestas por una entidad gubernamental sobre las fuentes industriales de contaminación, con base en la cantidad y calidad de los contaminantes descargados a un cuerpo de agua, al aire o al suelo. Con frecuencia dichas exigencias encuentran justificación legal, entendiéndose como un cargo de usuario, pagado por la industria por el privilegio de utilizar medios de

propiedad pública (el aire y el agua) como vertederos de residuos indeseables. Desde esta perspectiva, el cobro por el uso del entorno tan sólo reconoce que éste es un recurso escaso y valioso, con múltiples usos potenciales. Y si la tasa por emisión se establece adecuadamente, asegura un aprovechamiento máximo de la capacidad de asimilación de los residuos por parte del entorno.

Es posible diseñar un programa de cargos por contaminación para alcanzar metas de descarga, de calidad ambiental o de utilidades, o con base en los perjuicios causados por la contaminación.

Un ejemplo sencillo se ilustra a continuación, en la Figura 2.

Figura 2
Tasas de Emisión y Eficiencia



En este caso, el objetivo es limitar la cantidad agregada de emisiones en un área geográfica dada. Se asume que los dos "contaminadores" están presentes, y que ambos descargan el mismo tipo de contaminante, pero están sujetos a diferentes funciones de costo de control. Los costos de reducción de emisiones para el contaminador No. 1 son muy elevados, mientras que para el contaminador No. 2, la función de costo de control es menor. El ente regulador, conociendo la función de costo agregado de control, escoge una tasa F por unidad de emisión para alcanzar una meta de emisión agregada de

$P = P_1 + P_2$, donde P_1 y P_2 son las cantidades de contaminantes bajo condiciones de equilibrio que serán descargadas por el contaminador 1 y el 2, respectivamente.

Cada planta reducirá su nivel de contaminación siempre y cuando el costo de control sea menor que la tasa establecida. Como resultado, la planta 1 controla muy poco mientras que la planta 2 ejerce gran control. En la solución planteada, cada industria controla su contaminación hasta un punto en el cual sus costos marginales de control sean iguales a la tasa establecida. Como resultado, el objetivo agregado de reducción se logra al mínimo costo.

Tasas de Emisión y su Eficiencia

Las tasas se pueden variar de acuerdo con la región geográfica y con el tiempo de descarga, dependiendo de la gravedad de perjuicios causados localmente por la contaminación, o de acuerdo con la capacidad de asimilación del medio ambiente receptor. Este aspecto puede conducir a complicaciones en la operatividad del sistema de tasas. Si distintas fuentes puntuales de contaminación afectan diferentes lugares del entorno, o si causan distintos tipos de perjuicio, entonces una tasa uniforme por unidad de contaminante no será eficaz. En general, los programas de tasas deben diseñarse de tal forma que cada a contaminador se le cobre una tasa que represente su contribución marginal al daño común.

- Cargos por Servicio

Estos cargos constituyen pagos directos al gobierno para reembolsar los costos que éste invierte en la recolección, el tratamiento y la disposición de residuos, o por otros servicios tales como los exámenes de laboratorio, el monitoreo, y la emisión de permisos.

Los cargos por servicio se emplean más frecuentemente en la recolección y el tratamiento de los residuos sólidos (municipales, comerciales y peligrosos), y para la descarga de aguas residuales en las plantas de tratamiento de aguas negras municipales.

- Cargos por Producto

Dichos cargos son tasas impuestas sobre productos de consumo que causen contaminación, ya sea en su manufactura o en el uso de los mismos. Los cargos por producto y los cargos sobre insumos, descritos a continuación, son métodos indirectos para asignar precios a los perjuicios causados por la contaminación. En circunstancias ideales, dichos precios deberían incluirse directamente en el costo del artículo que se está regulando. En la presente discusión, este artículo correspondería al contaminante a medida que es descargado en el ambiente. Para muchos contaminantes, sin embargo, puede resultar difícil medir las cantidades emitidas en el momento de descarga, y diseñar un sistema de tasas basado en tales mediciones.

La segunda mejor alternativa consiste en establecer una tasa para el artículo más estrechamente relacionado con la generación del contaminante. Por ejemplo, la medición de los residuos de pesticidas en las aguas de irrigación de las fincas agrícolas, no es factible. Por ende, en lugar de fijar una tarifa sobre las descargas, puede ser más razonable cobrar una tarifa en el momento de compra del pesticida.

Si el producto puede ser almacenado después de su uso, y llevado a un sitio de disposición adecuado, entonces puede ser apropiado

combinar el cobro por producto con un reembolso en el momento de devolución. Este sistema, denominado "estrategia de depósitos reembolsables", se amplía más adelante. El aceite de lubricación para motores es un posible candidato para este sistema.

Por ejemplo, todos los miembros de la Comunidad Económica Europea, exceptuando Dinamarca, han fijado un cobro por producto para aceites lubricantes, y un subsidio asociado, para el reciclaje de aceite usado.

- Cargos por Insumos

Es posible establecer tasas para los insumos del proceso de producción que generen residuos peligrosos, ya sea durante el proceso de manufactura, o en el consumo o disposición del producto final.

- Diferenciación de Impuestos

Tasas impositivas diferenciales pueden fijarse para productos que causen distintas cantidades de daño ambiental. Esta estrategia es lógicamente igual a la de los cargos por producto y por insumos, mencionada anteriormente. Sin embargo, merece un análisis por separado, debido a que involucra el ajuste de políticas

impositivas y fiscales ya existentes para propósitos distintos al control de la contaminación.

Es conveniente examinar los programas de tasación y de subsidio existentes, para determinar si ellos pueden estar generando efectos ambientales no-intencionales. Por ejemplo, los subsidios para la generación de energía pueden, sin intención, estimular la generación de la contaminación atmosférica. Una posible solución, podría consistir en el establecimiento de subsidios diferenciales para distintas formas de energía, de acuerdo con su potencial de contaminación. Por ejemplo, el gas natural produce menor contaminación por unidad de energía que el carbón. Un análisis de las políticas gubernamentales con respecto a la producción de estos dos combustibles puede revelar oportunidades de reducción de la contaminación sin necesidad de crear nuevas estructuras administrativas o programas de control.

En Europa, por ejemplo, la gasolina con plomo está gravada con una tasa más alta que la gasolina sin plomo.

2.2.1.2 Permisos Negociables

Bajo este sistema, la entidad gubernamental determina un nivel aceptable de emisiones totales de un contaminante dado, el cual generalmente se calcula para una región geográfica o cuenca hidrográfica específica, con base en un objetivo de calidad ambiental.

Dicha entidad, entonces, crea y distribuye un número dado de permisos de descarga que, sumados, dan como resultado el total de emisiones deseado. Los permisos se pueden subastar o distribuir en forma gratuita. Así pues, este sistema puede utilizarse para generar ganancias, o sin interés lucrativo.

Una vez distribuidos, los permisos pueden comercializarse (comprarse o venderse) entre los descargadores en un mercado libre. La demanda y el precio de mercado de los permisos depende del costo marginal de la reducción de contaminación para los diversos contaminadores, dado que el contaminador tratará su desperdicio en tanto que el costo marginal de tratamiento sea menor que el costo de comprar un permiso.

La eficiencia en costo y el incentivo para innovar, son iguales a las previstas para las tasas de contaminación. Con los permisos negociables, el precio de equilibrio en el mercado de los permisos,

actúa como indicador de precios para los contaminadores potenciales, así como actúa la tasa de emisión en el ejemplo descrito anteriormente, e ilustrado en la Figura 2. Cualquiera de las estrategias puede lograr una solución eficiente en costo, ya sea de un objetivo de calidad ambiental o de un objetivo de emisiones agregadas.

Los permisos negociables se diferencian de las tasas, en que la cantidad de emisiones es fijada por la entidad gubernamental y que, por lo tanto, el grado de protección ambiental es más pronosticable. Adicionalmente, el gobierno puede lograr su objetivo de control sin tener que recoger información acerca de la función de costos de control. Dichas medidas pueden reducir significativamente los costos de información del gobierno. Las diferencias entre las tasas y los permisos negociables se discuten más detalladamente en la siguiente sección.

EL PROGRAMA DE MERCADEO DE EMISIONES PARA LA DESCONTAMINACION AEREA EN LOS ESTADOS UNIDOS

Las fuentes fijas que disminuyen sus emisiones de ciertos contaminantes a un nivel menor al exigido, obtienen "créditos de reducción de emisiones" (CREs), los cuales pueden utilizarse como "dinero" en un mercado de permisos, y permiten aumentar las emisiones de otras fuentes puntuales del mismo propietario, o,

mediante la venta de los créditos, las emisiones de otras industrias ubicadas en la misma región geográfica.

Los CREs pueden utilizarse en varias formas.

EFFECTO BURBUJA - Una compañía que controla varias fuentes puntuales en una misma planta, puede disminuir el nivel de contaminación en un sitio, aumentando en otro la contaminación, en un nivel correspondiente.

Esta flexibilidad le permite a una industria, reducir la contaminación en aquellos puntos que sean menos costosos de controlar.

Ahorros Estimados hasta 1989 -

U.S. \$300 millones

ESTABLECIMIENTO DE UNA RED -

Una empresa que desea construir un nuevo local o agregar una fuente puntual en una fábrica ya establecida, puede, mediante la reducción de emisiones en una o varias de las anteriores fuentes bajo su control, acumular un número suficiente de

CREs para mantenerse dentro de su límite permisible de contaminación.

Ahorros Estimados hasta 1989 -

U.S. \$500 millones a varios miles de millón.

COMPENSACION - Se utiliza en áreas en las cuales no se cumplen las normas de calidad del aire. En dichas áreas, no se permiten nuevas fuentes de contaminación a menos que la empresa contaminadora pueda adquirir, de las firmas existentes en esa región, un número de CREs equivalente al nuevo nivel de contaminación esperado.

Ahorros Estimados hasta 1989 -

U.S. \$300 - 600 millones

CONSIGNACION - Los CREs obtenidos en un período de tiempo, pueden guardarse para uso o venta posterior. Este aspecto puede otorgar a las empresas reguladas, mayor flexibilidad en la planeación de expansión. Sin embargo, hasta la fecha, no se ha utilizado mucho esta estrategia.

En total, estos ahorros representan una reducción del dos al cuatro por ciento en los costos directos de control de la contaminación.

2.2.1.3 Sistemas de Depósitos Reembolsables

Los sistemas de depósitos reembolsables son útiles en casos en que haya muchas fuentes individuales de contaminación, pequeñas y ampliamente distribuidas, que se especializan en la producción de un objeto de consumo, o industrias que utilizan insumos tóxicos. También son apropiados estos sistemas cuando el contaminante es tan persistente o tóxico que no se desea que contamine en forma alguna el ambiente. Finalmente, es útil cuando es difícil implementar la prohibición de descargas. En estos casos, el crear un incentivo positivo para que los productores del contaminante lo lleven en forma voluntaria a un punto apropiado de disposición, podría ser una buena estrategia.

En las circunstancias mencionadas, no sería factible la aplicación de normas de disposición de residuos, de tasas de emisión o de permisos negociables debido a los elevados costos de transacción, de monitoreo y de ejecución.

Para dar solución a estas dificultades:

Esta estrategia, en lugar de sancionar la disposición inadecuada de los residuos, atrae las unidades contaminantes hacia centros de recolección donde puedan ser manejados adecuadamente.

Los consumidores pagan un depósito en el momento de compra, y reciben el reembolso de su pago cuando devuelven el objeto a un centro de reciclaje o de disposición de residuos (con frecuencia, al vendedor original).

Los siguientes son algunos ejemplos comunes:

Los recipientes de bebidas (tales como la cerveza y las gaseosas)

Depósitos entre cinco y diez centavos de dólar por recipiente, han dado como resultado tasas de retorno entre el 80 y el 90% en los EE.UU., Suecia y Finlandia.

Las llantas de automóviles, el aceite para motores y las baterías

Algunos estados de los EE.UU. cobran un depósito de U.S. \$ 5 por las baterías de automóviles, y el 90% de estas baterías ácidas de plomo son devueltas a un sitio de disposición adecuada.

Los automóviles

Los recipientes de pesticidas

Los beneficios de esta estrategia incluyen:

- La facilidad en la administración
- La creación de un mercado en el cual los recog
reúnen los residuos no-devueltos para cobrar el depósito como
ganancia.
- La generación de utilidades para el gobierno, derivadas de los
depósitos no reclamados, que pueden emplearse en el manejo de los
residuos.
- El apoyo al reciclaje y a la conservación de recursos

2.2.1.4 Leyes de Obligación

Las leyes estrictas de obligación sostienen que el contaminador es responsable por los perjuicios ocasionados por la contaminación, aunque no haya demostrado en forma alguna, intención de perjuicio, o negligencia. Las formas más débiles de obligación exigen que

haya habido demostración de negligencia para responsabilizar al contaminador del perjuicio.

Las leyes de obligación son de utilidad cuando los propietarios pueden adoptar medidas directas para prevenir el deterioro ambiental; sin embargo, si dicho deterioro ocurre, puede no observarse fácilmente, sino hasta después de un período de tiempo. Por ejemplo, las industrias pueden descargar residuos tóxicos dentro de su propiedad durante un período de tiempo prolongado, y a la vez estar contaminando las aguas subterráneas mediante procesos de filtración subterránea. El perjuicio resultante puede ser extenso y muy caro de remediar, aún cuando su prevención haya podido ser fácil y económica.

De esta manera, si la firma se percata de que puede ser responsabilizada por perjuicios en el futuro si éstos se descubren, tendrá un incentivo para manejar su propiedad adecuadamente y para prevenir la contaminación. Así, las leyes de obligación pueden utilizarse para aplicar el axioma: "una onza de prevención equivale a una libra de cura".

La aplicación de un programa de este tipo, puede realizarse exigiendo que los bienes raíces comerciales sean examinados en el momento de venta y transferencia de la propiedad. La transferencia

del título puede negarse hasta que la propiedad sea certificada como libre de contaminación potencial.

2.2.2. Ventajas Generales de los Instrumentos Económicos

2.2.2.1 La Eficiencia Estática

Los instrumentos económicos permiten y promueven las técnicas eficientes-en-costo para el control y la reducción de la contaminación. En el logro de cualquier objetivo de calidad ambiental o de emisiones agregadas, el uso de la presión económica, induce, a los contaminadores regulados, a adoptar las técnicas más efectivas de control.

En primer lugar, al asignar un precio a la contaminación permisible en lugar de restringir la actividad directamente, dichos instrumentos dan flexibilidad a los contaminadores para escoger la combinación más eficiente de cambios de proceso, selección de insumos y uso de tecnologías de control de contaminación.

En segundo lugar, el indicador de precio da una idea a cada contaminador de cuánto control debe lograr para que se distribuyan los esfuerzos de control lo más eficientemente posible entre las diversas fuentes de contaminación. Se induce a las fuentes con costos bajos de control a controlar más, mientras que los esfuerzos

más costosos de control, se evitan. Cuando el sistema funciona eficientemente, cada contaminador controla sus emisiones, o contribuye a la calidad ambiental, hasta el punto en que los costos marginales sean iguales a dichos esfuerzos. Este es el indicador de una "producción" eficiente de calidad ambiental por parte de un grupo de contaminadores.

La figura 2, anterior, ilustra la eficiente distribución de los esfuerzos de control entre dos fuentes contaminantes con funciones de costo de control distintas. Si a ambas compañías se les exigiera que redujeran sus emisiones en el mismo valor absoluto, o en un mismo porcentaje, el resultado no sería eficiente. Esto se hace evidente al notar que, con cantidades de reducciones iguales, el costo marginal de control para cada compañía sería distinto. Con costos marginales de control distintos, habría oportunidad para aumentar el nivel de control en la planta de bajo costo, disminuir el control en la planta de mayor costo, y así lograr la misma reducción de emisiones totales a un costo total más bajo. Como se anotó anteriormente, tanto las tasas de emisión como los permisos negociables permiten alcanzar un resultado eficiente en costo.

En general, estudios previos han demostrado que el costo agregado de las soluciones eficientes puede ser de un 20 a un 60% menor que el de las tradicionales exigencias normativas de control.

2.2.2.2 La Eficiencia Dinámica

Mediante la asignación de un precio al derecho de descargar residuos en el entorno, las compañías comienzan a considerar el ambiente como un recurso escaso y valioso. Al igual que con otros insumos costosos, hay un incentivo para conservar el recurso y reducir su contribución a los costos globales de producción. De este modo, los instrumentos económicos estimulan la investigación y el desarrollo de tecnologías innovadoras de control de contaminación. Es de particular importancia involucrar al sector privado en este esfuerzo, porque es en este sector donde está la experiencia en el área de tecnología de producción, y donde se concentra el capital disponible para financiar tales actividades de investigación y desarrollo.

Es más, cuando la descarga de residuos es tratada como un servicio adquirido, ella ingresa en las cuentas financieras como un costo por la prestación de un servicio, y se refleja en el precio que pagan los consumidores por los bienes y servicios. De esta manera, también los consumidores se ven incentivados a cambiar sus patrones de consumo con el fin de disminuir la contaminación.

Una de las formas más importantes en que los instrumentos económicos estimulan la eficiencia dinámica es con su incentivo a las industrias para que examinen sus productos y procesos, con el

fin de buscar nuevas técnicas de control, no limitadas exclusivamente a controles de fin de proceso.

La Auditoría Ambiental es la búsqueda formal de tales innovaciones. El estímulo a la auditoría ambiental es necesario por las siguientes razones: 1. Los ingenieros de producción y de proceso en las compañías privadas han sido entrenados para centrar su atención en la calidad del producto y en la eficiencia en costo de la producción. 2. Los objetivos de las compañías generalmente están dirigidos hacia la maximización a corto y mediano plazo. 3. Los especialistas de mercadeo, intentan descubrir lo que quiere el consumidor, o influenciar sus gustos y preferencias de consumo. 4. Los analistas ambientales del gobierno generalmente centran su atención en la cantidad y toxicidad de los residuos, a medida que son descargados de las industrias.

Como resultado, estos grupos de especialistas rara vez entienden los problemas y metas que interesan a los demás grupos, perdiendo así grandes oportunidades de acción cooperativa. Una Auditoría Ambiental es un análisis sistemático realizado por ingenieros de producción y especialistas ambientales, de todas las interacciones de cualquier operación de negocios, y su entorno.

Puede involucrar el análisis de las configuraciones de procesos, diagramas de tubería y flujo, inspecciones visuales de las

instalaciones, y análisis de balance de materiales de insumo y producto de los diversos procesos.

El equipo de auditoría examina:

- Los procedimientos de monitoreo y cumplimiento
- Las técnicas de producción,
- La elección de insumos
- El diseño del producto

Con el objetivo de:

Reducir la cantidad y toxicidad de los residuos y disminuir o lograr un bajo nivel en el aumento de los costos de producción, manteniendo aceptable la calidad del producto.

2.2.2.3 La Factibilidad Administrativa

El uso de instrumentos económicos disminuye marcadamente la necesidad de las agencias gubernamentales de recolectar datos detallados con respecto a las tecnologías, la factibilidad y los costos de control. El tipo de información requerida varía con las diferentes formas de instrumentos; dichas diferencias se considerarán en la Parte III.

2.2.2.4 Fuentes de Ingreso

Ciertos instrumentos pueden generar ganancias para uso gubernamental. Las tasas por servicios prestados por el gobierno, son adecuadamente utilizadas para cubrir el costo de prestación de esos servicios. Algunos ejemplos de instrumentos que pueden ser utilizados para este fin, incluyen las tasas cobradas por la realización de pruebas para certificar que los productos alimenticios están libres de residuos de pesticidas o de otros contaminantes; las tasas para el tratamiento de residuos industriales en plantas de tratamiento de aguas de propiedad pública; y las tasas cobradas por el procesamiento y monitoreo de los permisos y de cumplimiento de objetivos.

Otros instrumentos se diseñan principalmente para influenciar el comportamiento y las características operativas de los contaminadores; sin embargo, pueden generar ganancias como sub-producto. Con frecuencia, dichas ganancias son utilizadas para financiar otros programas ambientales o actividades de recuperación de recursos.

2.2.3 Desventajas de los Instrumentos Económicos

La Eficiencia Estática

Los instrumentos económicos no eliminan todos los requisitos de información. La mayor limitación de los instrumentos económicos consiste en que ellos no dan solución automática al problema de "plena eficiencia" descrito anteriormente. Puesto que los servicios que suministra un ambiente limpio son en su mayoría bienes públicos, ni los mercados reales ni los artificiales pueden revelar el valor de un ambiente sano. Por lo tanto, dichas estrategias no pueden utilizarse para determinar a qué grado de descontaminación se debe llegar con base en criterios de eficiencia económica. Como se anotó anteriormente, la determinación de un nivel "óptimo" de contaminación y de calidad ambiental continúa siendo la pregunta más difícil en cuestiones de manejo ambiental.

Por consiguiente, el gobierno tiene que responsabilizarse del establecimiento de los objetivos globales de contaminación y de calidad ambiental. Dicha responsabilidad involucra la estimación de la función de costo del control de la contaminación agregada; la estimación de los perjuicios evitados por, o los beneficios de, el control de la contaminación; y la elección de un objetivo global de calidad, basado en un balance de estos costos y beneficios. La Tabla 1, anterior, incluye un esbozo de los tipos de perjuicios

evitados mediante el control de la contaminación y sugiere la dificultad de estimar estos perjuicios en términos monetarios.

Además, el gobierno debe responsabilizarse por el monitoreo de las descargas y por asegurar que se cumpla con las estrategias de control.

El uso de instrumentos económicos causa resultados inciertos. Debido a que este tipo de enfoque se basa en la presión económica, o en incentivos de tipo económico, la efectividad del control ejercido no es tan fácil de predecir como con los enfoques tradicionales.

Los subsidios disminuyen el costo del control de la contaminación; sin embargo, la reacción de las compañías también está determinada por presiones de competitividad y expectativas para el futuro. Las tasas por emisión harán que las compañías aumenten su nivel de control de la contaminación hasta un punto en el cual el costo marginal de control sea igual a la tasa. Pero al menos que el regulador conozca bien la función de costo de control, no puede predecir con exactitud el nivel de control que se logrará.

Existe una incertidumbre simétrica con respecto al uso de permisos negociables: el regulador emite un número fijo de permisos, los cuales serán comprados y vendidos entre los contaminadores

potenciales. El precio de mercado en condiciones de equilibrio, reflejará el costo marginal de control de la cantidad agregada de contaminación reflejada, a su vez, en el número total de permisos emitidos. Pero, de nuevo, a menos que el regulador conozca de antemano la forma exacta de la función de costo de control agregado, no podrá predecir con certeza el precio de equilibrio.

La presente discusión es de gran importancia para la elección entre los permisos negociables y los cargos por emisión. En un mundo lleno de información acerca de costos de control, cualquiera de los instrumentos conducirá a una solución eficiente en costo para una meta escogida de contaminación agregada y la meta se logrará con precisión. Pero, normalmente, ni el gobierno ni la industria conocen la forma exacta de la función de costo de control. Por lo tanto, las tasas de emisión permiten al regulador estar seguro del costo de control, mas no de la cantidad de contaminación reducida. Contrariamente, los permisos negociables permiten al regulador estar seguro de la cantidad de descontaminación lograda, mas no del costo para lograrla.

Para poder escoger uno de los dos tipos de instrumentos, es necesario tener alguna idea acerca de la función de perjuicios. Por ejemplo, puede darse un caso en que la pendiente de la función de perjuicio se incremente marcadamente después de un nivel dado de contaminación. Tal caso puede ocurrir cuando un ecosistema tiene

una capacidad limitada para soportar una perturbación, y sufre un colapso a gran escala, al sobrepasar dicho límite. Bajo estas condiciones, el regulador deseará tener certeza de que no se excederá el límite, y por ende, escogerá una estrategia de permisos en lugar de una estrategia de tasas.

Algunos tipos de control indirecto requieren de instituciones reguladoras sofisticadas para su monitoreo y ejecución. Por ejemplo, tanto los permisos negociables definidos en función de las emisiones reales, como los cargos por emisión, requieren de un monitoreo de emisiones para determinar el cumplimiento por parte de las fuentes individuales. En situaciones en que los controles institucionales no están bien desarrollados, puede ser necesario diseñar estrategias alternativas que sean más fáciles de administrar. Por ejemplo, es posible que ya existan impuestos sobre los combustibles y otros insumos de la producción, y que proporcionen una base más factible para ejercer influencias sobre las actividades contaminantes que las tasas sobre emisiones reales.

Puede haber limitaciones en el uso de instrumentos debido a los elevados costos de transacción o a una estructura inadecuada de la industria regulada. Los requisitos de monitoreo pueden limitar el uso de incentivos económicos en industrias que contienen relativamente pocas fuentes contaminantes. La industria agrícola, por ejemplo, incluye muchas fuentes pequeñas, con frecuencia no-

puntuales, de contaminación. Cuando no es posible identificar las fuentes individuales, los incentivos son de poca utilidad.

La estructura de la industria también influye sobre la aplicabilidad de algunos tipos de instrumentos. Los sistemas de permisos negociables alcanzarán resultados eficientes solamente si hay suficientes socios comerciales para formar un mercado competitivo. La distribución geográfica también es relevante. Las compañías sujetas a estos instrumentos económicos deben producir tipos similares de contaminación en la misma región, de modo que los perjuicios que ocasionen sean medibles y comparables. A medida que aumenta la diversidad de fuentes contaminantes, aumentará también la complejidad del diseño del instrumento de control.

PARTE II -- PRINCIPALES FUENTES INDUSTRIALES DE CONTAMINACION**1. Introducción**

Los dos estudios sobre contaminación del aire y del agua, y el estudio sobre residuos peligrosos^{1/}, proporcionan evidencia de la alta concentración de problemas ambientales en algunas industrias específicas. Los resultados de los estudios sugieren que se limite el análisis económico a aquellas industrias que generan una porción significativa del total de contaminación industrial, ya sea a causa de un alto nivel de contaminación por unidad de producción, o debido a un alto volumen de producción. La siguiente sección incluye un breve resumen de los tres estudios mencionados, recogiendo la información necesaria para la parte económica. Los datos presentados en esta sección son tomados directamente de estos estudios o son cálculos propios, basados en la información que ellos contienen.

1.1 Contaminación Hídrica

El estudio de la contaminación del agua por residuos orgánicos revela problemas significativos principalmente en tres sectores:

^{1/} Estos estudios provienen del "Diagnóstico y Control de la Contaminación Industrial en Colombia", que actualmente elabora el equipo técnico coordinado por el Dr. Ernesto Sánchez para el PNUD.

- Aceites comestibles
- Bebidas alcohólicas y, en menor grado, las no-alcohólicas
- Papel y pulpa

El nivel de contaminación generado por estas industrias se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 : Niveles de Concentración de la Contaminación del Agua

CIIU	Sector	Kg DBO/ton
3115	Aceites y Grasas	458
3132	Industria Vinícola	530
3134	Industria de Gaseosas	31
341	Papel y Pulpa	301

Fuente: DNP/PNUD "Diagnóstico y Control de la Contaminación Industrial en Colombia". 1992. Cuadro 5.

Antes de entrar en el tema, vale la pena resaltar algunos resultados generales de los estados de diagnóstico antes mencionados :

a. La contaminación industrial es relativamente baja, comparada con la del sector doméstico (la cual incluye el sector de servicios y la agricultura). En áreas metropolitanas, la contaminación

industrial asciende a un 14%, es decir, menos de 100 toneladas de DBO/día, y aproximadamente un 5% del total de disposición de residuos. Sin embargo, las fuentes contaminantes se encuentran altamente concentradas en ciertas zonas geográficas, lo que determina que el volumen de residuos industriales y domésticos en estas zonas, sea alto. Cerca del 20% del total de residuos orgánicos (industriales y domésticos), equivalente a 400 toneladas diarias de DBO, es descargado en las zonas industriales; y tres cuartas partes de éstas descargas, son aportadas por las zonas industriales de Yumbo y Soacha. La participación porcentual de las industrias en la contaminación de dichas zonas es seguramente muy superior a la de las áreas urbanas, las cuales aportan aproximadamente el 34% del total de residuos orgánicos del país (más del 80% de este aporte proviene de Bogotá, Cali y Medellín). Las áreas rurales, y las ciudades pequeñas y medianas generan un 20% y un 25%, respectivamente, de la contaminación global. Asumiendo que el porcentaje de contaminación industrial con respecto a la total en estas dos últimas áreas es aún menor que en las principales áreas metropolitanas, es posible limitar el análisis de la contaminación industrial a las zonas industriales.

b. Los datos presentados sugieren que el problema de la contaminación se analice desde dos ángulos: primero, en relación con la cantidad de residuo descargado y segundo, en relación con la concentración geográfica. En ciertos casos, es posible atribuir el

origen del problema a unas pocas industrias individuales y/o a una alta concentración regional. La discusión sobre los instrumentos económicos deberá, pues, hacer alusión al nivel óptimo de dispersión, y a la disminución de los residuos orgánicos. Un instrumento que induzca una mayor dispersión de la producción, sería de utilidad.

En algunos aspectos esenciales para el análisis económico, la evidencia que presentan estos estudios no es suficiente para destacar todos los factores. Entre estos aspectos figuran dos interrogantes que no tienen respuesta:

- ¿Pueden la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO) y los sólidos suspendidos (SS) ser concebidos como productos interrelacionados, de tal forma que un instrumento pueda reducir los tres a la vez?
- ¿Son comparables los efectos ambientales, o implican costos distintos sobre la población afectada?

1.2 La Contaminación del Aire

Como en el caso de los residuos orgánicos, la contaminación del aire no es totalmente - quizás ni siquiera principalmente - un problema de producción industrial. De acuerdo con el estudio respectivo, un tercio de la contaminación aérea puede atribuirse a

la producción industrial. El principal contaminador es el sector de transporte, con un 54%. El sector de generación de energía aporta un 9% de la contaminación, debido a las plantas termoeléctricas (de carbón y gas natural). Estas plantas no son muy significativas en cuanto a su producción: En 1989 generaron un 6% del total de la producción de energía eléctrica en Colombia.

Con respecto al uso de combustibles, el carbón genera dos veces más energía (44%) comparado con los dos combustibles que le siguen, el gas y el "bagazo", con apenas un 20% .

En 1989 el sector industrial consumió 38.625 teracalorías de combustibles, generando con ello, 268 kilotoneladas de partículas; mientras que los respectivos procesos de producción aportaron en conjunto, 469 kilotoneladas de partículas. En el presente estudio, no se incluirá al sector eléctrico, aunque se puede pensar en ampliar el uso de algunos de los instrumentos sugeridos en los siguientes capítulos, también para este sector.

El estudio sobre la contaminación del aire incluye algunos temas que merecen ser estudiados en más detalle: No existe información alguna acerca de cuáles industrias, en su proceso productivo, son responsables del aporte de 469 kilotoneladas de partículas. Con base en los datos presentados, sería imposible diseñar un sistema de instrumentos relacionados con los insumos. El estudio sugiere

que se dé mayor atención a las partículas, dejando de lado la consideración de los demás contaminantes. Sin embargo, en casos como la industria petrolera, la contaminación por óxidos de azufre es mucho más importante que el problema de las partículas; por otra parte, el hecho de agrupar los distintos contaminantes implica que los costos de las externalidades de cada contaminante pueden considerarse iguales. Hechas estas salvedades, el presente informe se basa en las conclusiones del estudio en mención.

La información en el estudio sobre contaminación del aire revela que, para distintos productos y tipos de producto en las diferentes industrias, existe una amplia variedad de partículas contaminantes. Con base en los criterios del aporte total de contaminantes, los resultados del estudio sugieren que se analicen las siguientes industrias:

Tabla 2 : Indices de contaminación y aportes totales de partículas sólidas al aire

CIIU	Sector	Factor a/	Ton/año de Partículas b/
311	Alimentos	0.009	13'683
321	Textiles	0.035	446
341	Papel y Pulpa	0.963	142'988
351	Sus Químicas	0 - 0.269	40'877
353	Ref. Petróleo	0.0001	1505
362	Vidrio	0.011	5
3692	Cemento	0.091 - 0.21	206795
371	Metalurgia	0.053	24639

Fuente: DNP/PNUD: "Diagnóstico y Control de la Contaminación Industrial en Colombia. 1992. Cuadro 5.

Metodología:

a/ Se calculó a partir de las sumatorias de las partículas emitidas a nivel regional divididas por la sumatoria de la producción a nivel regional.

b/ Sumatoria de las partículas emitidas a nivel regional.

Cálculos: FEDESARROLLO.

La industria de papel presenta un índice de contaminación extremadamente elevado el cual, sumado a una producción bastante alta, hace que esta industria sea la principal contaminadora del aire. Las industrias de producción de Sustancias Químicas y de Cemento presentan índices relativamente altos, con niveles de producción elevados. Las industrias de Textiles y Metalurgia, a pesar de no emitir gran cantidad de partículas por unidad de producción, contribuyen a la contaminación atmosférica debido a su alto volumen de producción.

Lo anterior nos llevaría a considerar los siguientes sectores industriales en mayor detalle:

- Textiles
- Papel y Pulpa
- Sustancias Químicas
- Cemento
- Metalurgia

Dos industrias adicionales llaman la atención, por sus efectos regionales de contaminación atmosférica. La contaminación de la industria del Vidrio, no es significativa, si se tienen en cuenta el índice de contaminación y el volumen de producción. Sin embargo, dado que se concentra en unas pocas áreas geográficas, su efecto en el ámbito regional puede ser importante. Algo similar ocurre con el

sector productor de Materiales de Construcción, pero éste no se tomará en cuenta en este análisis. Lo mismo que sucede con la industria vidriera se aplica a las Refinerías de Petróleo, en las cuales la producción es muy alta, y el índice de contaminación, bajo. El efecto general de dicho sector con respecto a la contaminación por partículas es comparativamente bajo. La importancia de este sector radica en su concentración regional y su contribución a la producción de óxidos de azufre. Por lo tanto, las industrias de Refinería de Petróleo y Vidrio se considerarán junto con los contaminadores que se mencionan arriba.

Como se indicará más adelante, la industria del petróleo es la más importante del sector de exportación de todas las que se consideran en este estudio, lo cual agrega otra dimensión a la evaluación de los efectos económicos.

1.3 Los Residuos Peligrosos

En contraposición a los otros dos tipos de contaminación, no es fácil identificar los principales contaminadores por residuos peligrosos debido a la gran variedad de fuentes contaminantes y de perjuicios ocasionados a las poblaciones afectadas. Es más, los perjuicios pueden ser el resultado de la combinación de dos elementos que son relativamente inocuos individualmente. Dado que no hay datos desagregados disponibles con respecto a estas

consideraciones, tenemos que entrar a presumir a priori otros datos.

La Resolución No. 15 de 1989^{2/} define las actividades que se consideran como productoras de residuos altamente peligrosos. La lista incluye actividades de los siguientes grupos industriales (con CIIU de tres dígitos) :

- La industria del curtido
- Las sustancias químicas
- Los productos químicos
- Los productos derivados del petróleo y del carbón
- Metalurgia
- Metales no-ferrosos
- La industria de fundición

Sin embargo, después de emplear los dos criterios de priorización, un alto índice y/o una alta producción que determinan un nivel significativo de contaminación, encontramos que sólo algunas de dichas industrias debían considerarse prioritarias. El estudio de contaminación demuestra claramente que las industrias del curtido, de producción de sustancias químicas, de jabón y perfume, y la

^{2/} Referenciada en el "Diagnóstico y Control de la Contaminación Industrial en Colombia", Proyecto DNP/PNUD.

metalurgia, son las más importantes con respecto a la producción de residuos altamente peligrosos. Lo anterior permite limitar el análisis del impacto económico a estas cuatro industrias.

El estudio revela, además, otras industrias cuya contaminación es presumiblemente menos peligrosa. Estas industrias, junto con las mencionadas anteriormente, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3: Índices y niveles de generación de residuos industriales.

CIIU	Sector	Ton/work year	Pollution in Ton/year
3111	Mataderos	6.2	93173
3113	Conservas	55.6	311916
321	Textiles	0.26	14008
3231	Cuero a/	7.32	40746
341	Papel	2	222522
351	Sus. Químicas	10	161400
3523	Soap, Per-fumes a/	1.91	30939
353	Petroleum Ref.	14	76693
371	Metallurgy	24	244800

Fuente: DNP/PNUD: "Diagnóstico y Control de la Contaminación Industrial en Colombia". 1992.

Cuadro: "Estimación de la Generación de Residuos Industriales Consolidado a Nivel Nacional. 1989.

a/ Los datos fueron tomados del cuadro D8.

La tabla 3 incluye los índices y cantidades de contaminación de cada industria contaminante. Como ocurre con los otros tipos de contaminantes, la generación de residuos altamente peligrosos se concentra en algunas industrias claves. La industria de Conservas

de Alimentos se caracteriza por un alto índice contaminante y una producción relativamente alta, dando como resultado una alta generación de residuos peligrosos. Otras industrias, como la de los Mataderos, Curtiembres, Sustancias Químicas, Refinería de Petróleo y Metalurgia, contaminan, principalmente por su volumen relativamente alto de producción. Dos industrias adicionales serán incluidas: la de Textiles y Papel. Dichas industrias no presentan un alto índice de contaminación ni producen niveles significativos de contaminación con respecto a la global, sin embargo se incluyen en el estudio como ejemplos de contaminadores "multi-medios", puesto que contaminan significativamente el aire, además de generar residuos peligrosos.

De otro lado, existe un problema asociado con los índices de contaminación. La información contenida en dichos índices no permite distinguir entre las diferentes fuentes contaminantes y evaluar las diferencias en el impacto y los perjuicios causados a la población en peligro. Por ejemplo, una unidad de SOx se considera igualmente contaminante a una unidad de NOx.

El estudio también contiene alguna información con respecto a los insumos generadores de contaminantes que se producen en cada sector industrial :

- 3111 Grasas
- 3113 Datos no disponibles
- 321 Barro, fibras, telas, sustancias químicas
- 323 Sustancias químicas, residuos orgánicos
- 341 Datos no disponibles
- 351 Materiales tóxicos, colorantes, disolventes, aceites, grasas
- 3523 Datos no disponibles
- 353 Sustancias tóxicas, grasas
- 371 Polvo, Cr, Cu, Mn, Ni, etc.

Además de estos sectores industriales, la industria de las flores se considera como altamente contaminante. La información en el estudio demuestra que esta industria, y particularmente el cultivo de claveles, contamina con residuos orgánicos y otros residuos no-reciclables. Sin embargo, debido a la falta de información comparable, no es posible analizar más detalladamente la estructura económica de la industria de las flores. Información relevante con respecto a esta industria puede encontrarse en Rueda (1989). La industria de las flores se volverá a considerar en los capítulos 3 y 4, dado que constituye un caso interesante.

2. Las Industrias Estudiadas

Los estudios mencionados sugieren que se preste mayor atención a las siguientes industrias:

Sector Industrial	Aire	Agua	Residuos Peligrosos
3111 Mataderos			X
3113 Conservas			X
3115 Aceites y Grasas		X	
3118 Azúcar	X		
313 Licores		X	
321 Textiles	X		X
323 Cuero			X
341 Papel y Pulpa	X	X	X
351 Sus. Químicas	X		X
3523 Jabón, Perfumes, etc.			X
353 Ref. Petróleo	X		X
362 Vidrio	X		
3692 Cemento	X		
371 Metalurgia	X		
Flores		X	X

El análisis del sector industrial tiene dos propósitos distintos:

1. Los diferentes instrumentos económicos y el diseño mismo de ellos para el control de la contaminación, tienen diferentes impactos sobre industrias que están en condiciones de mercado distintas. Por ejemplo, el impacto de una tasa por emisión de contaminación, dependerá de las diferentes elasticidades. Además, la factibilidad de aplicar un instrumento depende de la estructura del mercado, de la conducta de las compañías, y de su situación económica. Un sistema de permisos negociables, por ejemplo, obviamente no es posible en un mercado monopolizado. Aún en un mercado concentrado, la asignación de precios a este tipo de instrumento no conduce a un resultado óptimo. La discusión teórica presentada en el capítulo 1 y el presente análisis serán utilizados en el capítulo 3 para discutir la factibilidad de aplicación de los diferentes instrumentos económicos en el sector industrial colombiano.
2. El conocimiento del tamaño y las características de las industrias, proporcionará la información necesaria acerca del impacto potencial de una política ambiental. El estudio de impacto ambiental en el capítulo 4 hará uso del análisis aquí presentado. Pero hay también un argumento más de tipo político a ser considerado. Las regulaciones económicas, aún si son compatibles con los incentivos, llevan a reacciones a veces agresivas por parte de las entidades sujetas a las nuevas reglas. Un análisis de la importancia relativa del sector en

consideración, puede servir como un indicador del nivel de presión política que puede ejercer dicho sector contra una política ambiental más estricta.

Desde el plano político, resultará mucho más fácil regular un sector industrial pequeño con un alto aporte de contaminación, y los beneficios serán comparativamente mayores.

En una primera etapa, se intentará ubicar la posición de los sectores anteriormente mencionados dentro de la estructura industrial colombiana. Con el fin de jerarquizar las industrias "más contaminantes", se utilizan cinco indicadores para el año 1989:

- El empleo
- El valor agregado
- La producción bruta
- El número de firmas
- La ubicación geográfica

Las primeras cuatro variables muestran los efectos económicos potenciales sobre los principales agregados industriales. Una cuidadosa interpretación de la información puede ayudar a evaluar aspectos cualitativos importantes de una política ambiental; sin embargo, no permite concluir cuantitativamente el bienestar generado, dado que se desconoce la reacción de las distintas

industrias una vez implementados los diferentes instrumentos. El quinto indicador, la distribución geográfica, muestra la concentración de la producción en áreas urbanas y rurales.

Posteriormente, se analizará información más detallada dentro del marco analítico de estructura-conducta-ejecución, tradicional en la literatura de organización industrial. De acuerdo con el paradigma predominante de dicha escuela, la estructura de mercado determina la conducta de una empresa la cual a su vez determina la ejecución. Varios indicadores se utilizarán para caracterizar estos tres aspectos en las industrias estudiadas.

3. Las "Industrias Altamente Contaminantes"

3.1 La Posición de las "Industrias Altamente Contaminantes"

Dentro de la Estructura Industrial Colombiana

Los sectores industriales considerados en este estudio producen, conjuntamente un 50% del valor agregado del sector industrial Colombiano (Tabla 4). De acuerdo con el aporte de la industria al PIB colombiano, participan entre un 10 - 25% del PIB. Este dato sugiere que una política ambiental tendrá un efecto económico más bien moderado sobre la totalidad de la economía. Sin embargo, si las industrias se consideran aisladamente, es posible esperar mejoras sustanciales. Los efectos muy seguramente se reflejarán en

el potencial de ingresos y de crecimiento, dado que la participación en el valor agregado de la industria altamente contaminante, es relativamente grande dentro del total de la industria. El efecto sobre el empleo puede ser mucho menor, pues en estos sectores sólo se emplea un tercio de la fuerza de trabajo de la industria. De otro lado, si el sector industrial emplea a menos del 20% del total de empleo, cerca del 5% de la fuerza de trabajo total de la economía se afectaría directamente.

Tabla 4 : Participación Porcentual de los Agregados Totales y la Productividad Respectiva para Distintos Sectores Industriales (en miles de pesos)

CIIU Sector	A	B	C	D	E
3111 Mataderos	1,07	1,73	1,73	1,34	3836
3113 Conservas	0,17	0,32	0,32	0,46	3342
3115 Aceites	2,15	3,36	1,64	0,73	8080
3118 Azúcar	2,56	2,38	1,93	0,5	8187
313 Licores	12,26	7,84	4,84	1,74	15675
321 Textiles	10,17	7,79	10,93	6,62	5759
323 Cuero	0,69	0,98	1,45	1,49	2962
341 Papel	3,62	3,92	2,26	2	9931
351 Su. Quím.	6,73	7,58	3,28	1,91	12714
3523 Perfum.	2,33	2,18	1,31	1,05	11044
353 Petróleo	1,33	3,89	1,05	0,07	7845
362 Vidrio	1,26	0,96	1,36	1	5745
3692 Cemento	2,64	1,85	1,32	0,37	12388
371 Metalu.	4,68	3,77	2,07	0,9	13999
 Total contam.	 50,42	 46,50	 33,44	 18,38	 9333
Total Nal.	100	100	100	100	6190

Notas: A/ Participación porcentual del valor agregado sectorial en total industrial.
 B/ Participación porcentual de la producción bruta sectorial en el total industrial.
 C/ Participación porcentual del empleo sectorial en el total industrial.
 D/ Participación porcentual del número de firmas a nivel sectorial en el total industrial.
 E/ Productividad del sector en miles de pesos.

Fuente: DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1989.

Cálculos: FEDESARROLLO.

Con el fin de detectar redundancias en la información, se calcularon las correlaciones usando el método de Correlación Spearman.

RANGOS DE CORRELACION DE SPEARMAN

	A	B	C	D	E
A	1				
B	0.873	1			
C	0.785	0.745	1		
D	0.473	0.477	0.763	1	
E	0.811	0.640	0.424	0.095	1

Cálculos: FEDESARROLLO.

Los rangos de correlación Spearman dan alguna evidencia de que los impactos causados por una política ambiental basada en incentivos, sobre los distintos agregados económicos considerados. Sólo hay una correlación bastante alta entre el valor agregado y la producción. Por esta razón, una evaluación de los efectos potenciales, deberá incluir varias dimensiones de la actividad económica. Cada agregado tendrá algún efecto particular asociado: El valor agregado afecta principalmente el potencial de crecimiento y el ingreso total, mientras que los cambios en el empleo implican efectos asociados con un mayor o menor nivel de desempleo y cambios en la distribución de ingresos. El número de firmas, estará asociado con los cambios en la eficiencia debido a una estructura de mercado cambiante y con cambios en la política para apoyar las empresas pequeñas y medianas.

Como se observa en la Tabla 4, la industria "altamente contaminante" es un agregado bastante heterogéneo en términos del

valor agregado, la producción, el empleo, y el número de firmas en cada sector industrial. Los tres sectores industriales de licores, textiles y sustancias químicas, producen cerca del 30% del valor agregado del sector industrial, lo cual equivale aproximadamente al 60% del valor agregado de las industrias altamente contaminantes. Representan un 11% del total de empleo en la industria, y un 6% de todos los establecimientos industriales. Un nivel de productividad superior al promedio, está implícito en los datos generales de valor agregado y de empleo del sector altamente contaminante. Los datos revelan que sólo las industrias del vidrio y la textil están por debajo de este promedio. Por otra parte, las industrias de Licores, Cemento, Sustancias Químicas, Jabones y Perfumes, y Metalurgia, son dos o más veces más productivas que el promedio de la industria colombiana.

En sectores como el de Licores y Sustancias Químicas que mantienen altos índices de valor agregado, productividad y participación en el empleo generado en la industria, dichos índices implican un efecto de bienestar potencialmente grande ante el establecimiento de una política ambiental. Además, es posible suponer que habrá una fuerte resistencia al cambio. Así mismo, por un lado, es posible que haya una gran resistencia por parte del sector empleador en la industria textilera con gran número de trabajadores. Por otro lado, es posible que, debido al gran número de empresas, se contrarresten los esfuerzos por apoyar a la pequeña y mediana industria.

Los datos en la Tabla 4 también permiten identificar algunas ramas del sector industrial que no son muy importantes desde el punto de vista de su contribución al PIB. La participación en el valor agregado de las industrias de Aceites y Grasas, Azúcar, y Cemento, es tan solo del 2-3% ; las industrias de Vidrio, Cuero, Conservación de Alimentos, Mataderos y Refinerías de petróleo, es aún menor (cerca del 1%). Aún la participación de la industria

papelera, que genera un alto nivel de contaminación, es ligeramente mayor al 3%. En cuanto a la participación porcentual de la producción bruta sectorial con respecto a la total industrial, los datos son bastante parecidos a los anteriormente indicados, mientras que respecto a empleo, estas industrias son aún menos importantes. Además, las industrias de Alimentos, Vidrio y Curtido de pieles, se caracterizan por una muy baja productividad.

El efecto neto de bienestar dependerá de las ganancias ambientales y de las pérdidas económicas. La forma como éstas se distribuyen entre las industrias grandes y pequeñas, se analizará más adelante. Basta aquí con mencionar que en las industrias más grandes, las ganancias positivas de la descontaminación ambiental serán contrarrestadas, en parte, por pérdidas potencialmente significativas en el bienestar económico (ingresos, valor agregado, empleo), mientras que en las industrias pequeñas, las pérdidas económicas debidas a una política ambiental de incentivos, probablemente serán insignificantes. Las posibles disminuciones en la producción y el empleo serán poco significativas (sin considerar los efectos a nivel regional) comparadas con los beneficios en saneamiento ambiental, según sugieren los estudios sobre agua, aire y residuos peligrosos. Los datos aquí presentados no permiten tomar en cuenta los efectos indirectos sobre los consumidores, las industrias integradas, las exportaciones y el gobierno. Estos efectos serán juzgados con base en las tasas de exportación y la matriz insumo-producto existente.

3.2 Estructura en el Ambito Regional

Una industria puede tener muy poca importancia a nivel nacional, pero a la vez ser la principal contaminadora en una región particular. La ubicación geográfica de un contaminador influye en

la correcta evaluación de los perjuicios ocasionados, o de los beneficios que se dejen de percibir.

La siguiente tabla da una idea de si la industria es predominantemente rural o urbana, ubicada zonas industriales.

Tabla 5: Diferencias en la Producción a Nivel Regional

CIIU	Sector	A	B
3111	Mataderos	0,13	0,12
3113	Conservas	0,04	0,07
3115	Aceites	0,25	0,17
3118	Azúcar	0,98	1,00
313	Licores	0,35	0,28
321	Textiles	0,12	0,06
323	Cuero	0,02	1,27
341	Papel	0,10	0,01
351	Sus. Químicas	0,19	0,20
3523	Jabón,Perfumes	0,03	0,02
353	Ref. Petróleo	0,87	0,66
362	Vidrio	0,31	0,54
3692	Cemento	0,67	0,67
371	Metalurgia	0,60	0,77

Notas: A/ Empleo rural como participación del empleo total.
B/ Valor agregado rural como participación del total del valor agregado.

Fuente: DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1989.

Cálculos: FEDESARROLLO.

Como se indica en esta Tabla, la producción de la mayoría de las industrias está dirigida principalmente hacia la ciudad. La industria del curtido se concentra principalmente en el área urbana, tanto en función del empleo, como en función del valor agregado. De forma similar, pero no tan pronunciada, las industrias de Papel y Textiles se concentran geográficamente en zonas metropolitanas, mientras que la refinación del petróleo ocurre principalmente en áreas rurales. La industria de Licores y la de Vidrio emplean aproximadamente una tercera parte de sus trabajadores en áreas rurales, mientras que la misma proporción de empleados de la industria metalúrgica se encuentra en áreas metropolitanas. (Con respecto a la industria de Vidrio vale la pena señalar que genera un cincuenta por ciento de su producción fuera de la ciudad, lo cual sugiere unas diferencias notables entre la productividad urbana y rural de dicha industria). La industria Química es predominantemente urbana, con cerca de una quinta parte de su producción en la zona rural.

El hecho que algunas industrias se concentren principalmente en una u otra zona implica que es relevante hacer una diferenciación en los instrumentos utilizados en cada caso.

La elección de una distribución regional 'equitativa' de las posibilidades de empleo y del potencial de producción que contribuya al bienestar nacional es en gran medida una decisión

política. Con respecto al problema aquí analizado, hay un aspecto de mucha mayor importancia que debe ser considerado. En tanto que los costos de la contaminación no se asuman internamente, las firmas contaminadoras tenderán a concentrarse en áreas urbanas, ocasionando un mayor potencial de perjuicios en dichas áreas, densamente pobladas, que en las zonas rurales. En casos en que el precio total de las externalidades negativas indicara un menor perjuicio en las áreas rurales que en las metropolitanas, el 'mercado faltante' de contaminación induciría a una gran concentración de las actividades productivas altamente contaminantes en las zonas metropolitanas. Por lo tanto, un instrumento económico que influencie la producción urbana mediante la corrección del sistema distorsionado de precios por contaminación, tenderá a estimular la reubicación de las industrias. Así, aún para las industrias que se concentran en zonas urbanas, es necesario diseñar un instrumento que tenga aplicabilidad en áreas rurales, al menos que las externalidades en las áreas rurales no causen ningún perjuicio en absoluto.

3.3 Conexiones Nacionales e Internacionales

Con el fin de dar alguna idea acerca de los efectos probables del control de la contaminación sobre la competencia internacional de una industria, es posible tomar como dato aproximado, la relación entre las ventas en mercados externos y las ventas en el mercado

doméstico, como se muestra en la primera columna de la siguiente tabla.

Tabla 6: Porcentaje de las Exportaciones en relación al total de ventas en el país, y al total de exportaciones.

CIIU	Sector	A	B
3111	Mataderos	6,43	0,91
3113	Conservas	2,06	0,04
3115	Aceites	0,21	0,07
3118	Azúcar	3,06	0,57
313	Licores	0,21	0,13
321	Textiles	10,44	6,85
323	Cuero	49,45	3,05
341	Papel	2,51	0,91
351	Sus. Químicas	13,3	8,51
3523	Jabón, Perfumes	0,83	0,16
353	Ref. Petróleo	107,73	19,70
362	Vidrio	6,92	0,58
3692	Cemento	9,73	1,55
371	Metalurgia	32,8	8,23
Total Contaminantes		13,41	50,31
Total Nacional		11,92	100

Notas: A/ Exportaciones sobre el total de ventas en el país.
 B/ Exportaciones sectoriales sobre el total de exportaciones de la industria.

Fuente: DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1989.

Cálculos: FEDESARROLLO.

Las industrias del Petróleo, Curtido de Pieles y Metalurgia, son las más orientadas hacia la exportación. Para los demás sectores industriales, no se esperarían grandes pérdidas en ventas como resultado del control de la contaminación; los porcentajes de exportación son aproximadamente del 10% para las industrias de Textiles, Sustancias Químicas y Cemento, e insignificantes para las industrias pequeñas.

En la segunda columna, se presenta el porcentaje de exportación de cada industria sobre el total de exportaciones industriales.

A excepción de la industria petrolera, y en menor grado las industrias de Sustancias Químicas, Metalurgia, Textiles y Curtido del Cuero, el aporte al ingreso por comercio externo es insignificante. Se hace aún más insignificante si se toma en cuenta que sólo un 25% del total de exportaciones proviene de bienes industriales. Una tercera fuente de evidencia con respecto a la

importancia de los mercados externos, puede obtenerse en la siguiente tabla:

Tabla 7: Matriz Insumo- Producto para Distintos Sectores Industriales en Colombia. 1989 a/

Product	Código b/	Consumo	Consumo	Exportaciones
		Interme	Hogares	
Procesa. de carnes	9	2,79%	8,77%	0,96%
Azúcar	12	0,64%	0,75%	3,07%
Carnes	13	2,39%	4,2%	0,03%
Textiles	16	4,47%	6,38%	6,84%
Papel	18	4,64%	2,82%	1,41%
Químicos	19	12,81%	7,24%	4,65%
Ref. Petróleo	20	2,7%	0,79%	9,94%
No metales	21	3,26%	0,54%	1,18%
Metalurgia	22	7,38%	6,9%	0,43%

Notas: a/ Porcentajes de la demanda final del sector.

b/ Sistema de códigos de Cuentas Nacionales.

Fuente: DANE. Matriz Insumo Producto. 1989.

Cálculos: FEDESARROLLO.

La tabla permite analizar más de cerca la importancia de las industrias altamente contaminantes para los distintos agregados de demanda final y la estructura insumo-producto de la economía.

Los resultados deberán ser interpretados con cuidado, debido a que se basan en coeficientes técnicos de 1980. Además, en esta etapa, sólo se consideran los efectos directos. En el capítulo 4, se provee un análisis más detallado.

Las columnas en la Tabla 4 representan el total de cada sector industrial en el valor total de los agregados económicos. En el caso de las exportaciones, se dificulta la comparación con la tabla 6, debido a la diferente forma de agregación. La industria del petróleo, eminentemente orientada hacia la exportación, es la más importante del sector exportador, seguida por la industria de textiles, y la de producción de Sustancias Químicas. La participación directa en las exportaciones globales de las industrias del cuero y metales (incluyendo el acero, el hierro y los metales no-ferrosos), es muy pequeña. La matriz Insumo-Producto proporciona información adicional acerca del aporte de las industrias altamente contaminantes a la demanda final. En cuanto al consumo intermedio, se destacan las industrias de Sustancias Químicas, seguidas por la Metalurgia. Estas dos industrias, junto con las de Textiles/prendas de vestir y de procesamiento de carnes, presentan el mayor peso en cuanto al consumo final en los hogares.

Las industrias del Petróleo, Azúcar y Cemento, son de menor importancia.

Algunas industrias están altamente concentradas en su integración hacia adelante ("downstream"), es decir que la mayor parte de su producto se canaliza hacia pocas industrias individuales. Otras industrias presentan un alto grado de articulación intra-sectorial.

La información disponible en la matriz insumo-producto de la Tabla 8, puede servir para analizar la integración de las industrias altamente contaminantes; su participación porcentual en el consumo intermedio total y el valor agregado.

Tabla 8: Participación Porcentual de las Distintas Industrias Contaminantes en el Consumo Intermedio Total y en el Valor Agregado Total

Sector	Código */	A	B	C
Proc. Carnes	9	3,96	4,18	32,43
Cereales	10	*	9,77	32,91
Lácteos	11	*	5,38	13,43
Azúcar	12	17,85	6,24	8,07
Licores	13	50,70	59,01	52,72
Tabaco	14	*	28,67	10,11

Otros Alimen	15	*	29,15	80,18
Textiles	16	*	71,57	95,51
Madera	17	*	28,37	24,13
Papel	18	45,37	65,01	90,48
Químicos	19	50,75	81,4	173,28
Petróleo	20	3,78	17,38	20,07
No metal elab.	21	21,72	57,39	42,84
Metal elab.	22	63,62	71,62	43,49
Maquinas, Equipos	23	*	65,35	38,99
Transporte	24	*	45,86	29,01
Otras manuf.	25	*	66,24	33,31
Construcción	27	*	77,27	40,59
Serv. Personales	33	*	63,04	23,88
Serv. Guberna.	34	*	52,59	18,06

Notas: */ Códigos según cuentas nacionales.

A/ Porcentaje de ventas como consumo intermedio intra-sectorial.

B/ Consumo intermedio sectorial como porcentaje del consumo intermedio total.

C/ Consumo intermedio sectorial como porcentaje del valor agregado total.

Fuente: DANE. Matriz Insumo Producto.

Cálculos: FEDESARROLLO.

La columna A representa la relación intra-sectorial y revela un alto consumo intermedio por parte de la mayoría de las industrias altamente contaminantes: Licores, Textiles, Papel, Sustancias Químicas, Metales y No-metales. Entre las industrias "más limpias" sólo tres - Maquinaria, otras Manufactureras, y la Automotriz, utilizan una alta proporción de insumos derivados de las industrias altamente contaminantes. Es notorio el alto uso de insumos provenientes de la industria altamente contaminante, por parte de las constructoras, los servicios de restaurante, hoteles y el sistema de ventas al por menor. También por parte del gobierno mismo.

Quizás de mayor relevancia en la evaluación del impacto probable de una política ambiental sobre las industrias altamente contaminantes, es la relación entre el consumo intermedio y el valor agregado total. De estas industrias, las de Licores, Textiles, Sustancias Químicas y Papel se verían igual o mayormente afectadas que las industrias de procesamiento de carne y de cereales, las cuales utilizan sólo una pequeña parte del consumo intermedio del sector altamente contaminante, pero debido a su baja productividad, se verían seriamente afectadas en cuanto a su valor agregado. La presión de cambio será mayor para las últimas industrias.

4. La Estructura Industrial Por Tipo de Contaminador

Hasta ahora, el análisis ha considerado a las diferentes industrias como entidades. Sin embargo, si una política ambiental ha de enfocarse hacia el control de distintos tipos de contaminantes, deberá tratar con industrias que generan el mismo tipo de contaminante. Por ejemplo, los perjuicios de una kilotonelada de partículas generadas por la producción de vidrio son - dada la misma población afectada - similares a los causados por la industria de Cemento. La siguiente tabla ilustra la estructura industrial por tipo de contaminador :

Tabla 9: Estructura industrial por tipo de contaminador

	A	B	C	D	E
Contam. de Agua	18,03	15,12	8,74	4,47	12763
Contam. Aire	32,99	32,14	24,2	13,37	8440
Residuos Pelig.	30,79	32,16	24,40	15,84	7816

Notas: A/ Participación porcentual del valor agregado por grupo de contaminante en total industrial.

B/ Participación porcentual de la producción bruta por grupo de contaminante en el total industrial.

C/ Participación porcentual del empleo por grupo de contaminante en el total industrial.

D/ Participación porcentual del número de firmas por grupo de contaminante en el total industrial.

E/ Productividad del grupo contaminante en miles de pesos.

Fuente: DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1989.

Cálculos: FEDESARROLLO.

Las industrias generadoras de altos niveles de contaminación del aire, y de residuos peligrosos producen, cada una, un tercio del valor agregado del sector industrial, mientras que las contaminadoras del agua, aportan un quinto de dicho valor. Debe enfatizarse que estos aportes no son aditivos, dado que algunas industrias son, a la vez, altamente contaminadoras del aire, del agua, y generadoras de residuos peligrosos. La diferencia se acentúa en relación con el empleo y el número de firmas en cada sector contaminador. El sector industrial responsable por la contaminación hídrica emplea menos personal y tiene un menor número de industrias, que los otros dos sectores. Sin embargo, este sector es más productivo, como se evidencia en la Tabla 10.

Tabla 10: Porcentaje de ventas domésticas y del total de exportaciones nacionales, de cada sector contaminador

	Ventas al interior del país	Exportaciones
Contam. del agua	0.85	1.11
Contam. del Aire	18.61	46.89
Residuos Pelig.	20.83	48.20

Fuente: DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1989.

Cálculos: FEDESARROLLO.

En cuanto a las exportaciones, las industrias contaminadoras del agua orientan su producción casi exclusivamente hacia el mercado doméstico, mientras que las contaminadoras del aire y las generadoras de residuos peligrosos, tienen relaciones entre ventas externas y domésticas de 1:5. Aún más pronunciada es la diferencia entre estos sectores en cuanto a su participación en las exportaciones. Los contaminadores del agua contribuyen un 1%, mientras que las industrias generadoras de residuos sólidos y contaminantes del aire aportan, cada una, casi un 50% del total de exportaciones.

5. Estructura y Funcionamiento de las Principales Industrias Contaminadoras

Con el fin de analizar las características de las industrias contaminadoras, se ha desarrollado un sistema de clasificación, el cual utiliza varios indicadores de la estructura del mercado, de la conducta y funcionamiento de la industria durante 1986 y 1989. Vale la pena señalar que han ocurrido cambios significativos en el ambiente económico desde 1989, incluyendo la disminución de las tasas de participación del gobierno en la producción. Sin embargo, los datos ambientales provistos son de 1989, y deben evaluarse a la luz de la realidad económica en ese año. En aquellas industrias en que el impacto de la nueva política económica sobre las tecnologías de producción, los productos, los precios y la estructura industrial es grande, se esperaría también un gran impacto sobre su intensidad de contaminación. Lo anterior no invalida nuestro enfoque, sino que enfatiza la necesidad de una auditoría ambiental activa, que permita detectar tales cambios y actualizar la información respectiva en el proceso de toma de decisiones.

La información para la descripción de cada una de las industrias puede clasificarse en cuatro grupos principales:

- Los indicadores del nivel de intervención Estatal proporcionan información con respecto a si existen o no las condiciones adecuadas para utilizar instrumentos que generen incentivos.
- Los indicadores de la estructura de mercado proveen información acerca de la concentración, elasticidad de la demanda, causas de cambios en los precios, y exposición a la competencia internacional. Los distintos grados de concentración y barreras de salida/entrada, determinarían patrones diferentes de reacción y ajuste en las firmas de un mismo sector industrial, y de la industria en general.
- Las variables de conducta, indicadores del nivel de tecnología, se utilizarán para evaluar los efectos probables de la sustitución.
- Los indicadores de rentabilidad serán usados para evaluar hasta qué punto las industrias y las empresas dentro de cada industria pueden ajustarse a un incremento en costos debido a los requisitos de control de la contaminación.

La siguiente tabla representa el esquema básico del sistema de clasificación descrito.

A. Intervención Gubernamental:

- Tasa Efectiva de Protección (*)
- Propiedad del Gobierno: Valor agregado, empleo.

B. Estructura del Mercado:

- Relación de concentración: (Indice de Herfindahl) para:
 - El empleo
 - El valor agregado
 - La producción bruta
- Indice de Lerner
- Elasticidad
- Economías de escala
- Presión competitiva
- Relación de ventas de exportación (1) (2)
- Estructura del mercado e integración vertical
 - Integración hacia atrás ("upstream")
 - Integración hacia adelante ("downstream")

C. Conducta :

- Participación del capital extranjero (*)
- Productividad laboral (1) (2)
- Relación capital-trabajo (bienes) (1) (2)
- Relación capital-trabajo (M&E) (1) (2)
- Porcentaje de personal técnico nacional empleado (1) (2)
- Relación energía consumida-capital (1) (2)

- Relación energía consumida-trabajo (1) (2)

D. Desempeño:

- Rentabilidad sobre bienes (3)
- Rentabilidad de inversiones (3)

(*) Información de 1987.

(1) Coeficiente de variación.

(2) Tasa de crecimiento para el período 1986-1989

(3) Promedio durante los años 1986-1989

Se calcularon algunos indicadores adicionales como el porcentaje de personal técnico extranjero, mediciones de escala mínima de eficiencia?), pero las diferencias inter-sectoriales fueron tan pequeñas que la información no es de utilidad, y por tanto no será presentada.

Fuentes de Información y Variables

El presente análisis utiliza información derivada de la Encuesta Anual Manufacturera del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Se exceptúan los datos de la tasa efectiva de protección y la participación de firmas multinacionales, tomados de la base de datos utilizada por Echavarría y Esquerri (1991); la información sobre la integración vertical hacia atrás ("upstream")

y hacia adelante ("downstream"), derivada de la base de datos de Sarmiento (1991); y los datos sobre causas de cambios en los precios, tipos de inversión, y problemas asociados a la misma, tomados de la Encuesta de opinión empresarial que realiza FEDESARROLLO.

En las Tablas 11, 12 y 13, se presenta esta información para las industrias contaminadoras del agua, del aire y generadora de residuos peligrosos.

Los primeros índices dan idea acerca de la intervención del Estado en la producción y en el sistema de precios. Habría sido interesante incluir información sobre subsidios directos e indirectos, pero no hay información sistemática disponible. Los instrumentos basados en el mercado no pueden aplicarse fácilmente a las unidades de producción de propiedad del gobierno; es posible que los impuestos y tasas que causan modificaciones en el precio de los productos, contrarresten una estructura de incentivos diseñada para reducir el nivel de contaminación. De forma similar, no es posible emplear todos los instrumentos si la concentración industrial es alta. Con el fin de dar alguna evidencia con respecto a la concentración, se calculan, respectivamente, los índices de Herfindall para el empleo, el valor agregado, y la producción bruta. Se debe hacer énfasis en que el índice de concentración no toma en cuenta los efectos relacionados con la propiedad de

entidades independientes, legalmente separadas. Esto es particularmente evidente en el caso de las cerveceras, en las cuales todas, menos una, hacen parte de un conglomerado. Este hecho afecta la utilización de los índices para la elección de un instrumento de política. Una política que incluya un sistema de permisos negociables no puede funcionar entre industrias altamente concentradas. En el caso en que distintas empresas, legalmente independientes, pertenezcan a un mismo conglomerado, el conglomerado podría utilizar su poder oligopólico para obligar a las empresas que están produciendo marginalmente a salir del mercado, o para prevenir que entren nuevas industrias.

El Índice de Lerner - definido como la diferencia entre el precio y el costo marginal - se calcula asumiendo que los costos marginales son iguales a los costos promedio. La ventaja de esta suposición, es la posibilidad de hacer un cálculo aproximado de la elasticidad de la demanda de la industria. Como indican Cowling y Waterson (1976) (ver también Waterson (1984) y Tirole (1988)), esta suposición permite expresar el índice de Lerner como una relación entre el índice de Herfindall y la elasticidad de la demanda, o de forma correspondiente, la elasticidad de la demanda, como una relación entre los índices de Herfindall y Lerner.

El supuesto de un costo marginal equivalente al costo promedio, amerita un análisis más detallado. Dado que los costos promedios

divididos por los costos marginales son una medida de las economías de escala, la anterior suposición implica rendimientos constantes a escala. El cálculo de la función Cobb-Douglas, incorporando como factores productivos el capital, el trabajo y el consumo de energía, da algún indicio acerca de qué tan adecuado es el supuesto. La suma de los coeficientes de la función de producción Cobb-Douglas debe, entonces, ser igual a uno (1). Debe enfatizarse, sin embargo, que ésto sólo es parcialmente correcto. La noción de economías de escala en una función de producción sólo permite considerar la elasticidad de ésta cuando existen incrementos equivalentes en todos los insumos. La medida más general para economías de escala - los costos promedio divididos por los costos marginales - acepta también cambios en la relación entre los insumos (ver ejemplo Varian (1982)). Pero también pueden surgir problemas debido a que una función Cobb-Douglas no es la forma apropiada para describir la producción.

Dados estos dos supuestos, uno puede deducir las siguientes implicaciones del Índice de Lerner y de la elasticidad de la demanda, respectivamente. Las economías de escala implican costos promedio mayores que los marginales. Dada la definición del Índice de Lerner, nuestros cálculos subestiman el valor "real" del índice, si la tecnología de producción se caracteriza por economías de escala. Esto, a la vez, implica una sobre-estimación de la elasticidad de la demanda. En síntesis, en economías de escala, la

estimación de la elasticidad de la demanda será muy alta, comparada con la elasticidad "real".

El análisis corresponde, al menos implícitamente, a un modelo con competencia monopolística. Ciertamente hay modelos más precisos de la estructura de mercado, pero escasamente uno más general. Aunque esta generalidad puede alejarse mucho de la situación real del mercado, confiamos que las características más importantes están incluidas. Cada firma, pues, enfrenta la misma elasticidad de la demanda, pero no considera a las demás firmas como rivales. Existen dos supuestos cruciales que hacen parte de este marco teórico, los cuales hasta cierto punto, son contradictorios: en primer lugar, que las elasticidades de la demanda son elásticas (por ejemplo, la ausencia de diferenciación de productos, y la heterogeneidad de los productos) y en segundo lugar, que los competidores no interactúan. Un indicador general, de si el segundo de estos supuestos es aceptable, es el indicador de factores de la demanda que causan cambios en el precio. La información no incluye los precios reales, sino que es un promedio del porcentaje de respuestas a tres preguntas planteadas en la encuesta de opinión empresarial de Fedesarrollo. Estas tres preguntas se refieren a aspectos relacionados con la demanda (un incremento en los precios es causado por una mayor demanda, precios más altos de los competidores y una mayor utilización de la capacidad instalada). De la misma encuesta, cuatro preguntas se relacionan con la curva de

costo (un incremento en los productos primarios nacionales e internacionales, respectivamente, un incremento salarial y un incremento en el costo de financiación).

Las preguntas son de selección múltiple. Los datos presentados corresponden a las respuestas positivas promedio de los dos tipos de preguntas antes mencionados.

Los valores del indicador de incrementos en el precio causados por la demanda son muy bajos, lo cual nos lleva a concluir, con la precaución necesaria, que no es muy erróneo suponer que la competencia intra-sectorial es baja.

Del segundo indicador, basado en las cuatro preguntas mencionadas, se obtienen datos sobre la importancia de los efectos del costo sobre los precios. Se esperaría que fueran mayores donde la competencia intra-sectorial es menor. Ambos indicadores no pueden juzgarse con respecto a su valor absoluto, sino sólo con respecto a su tamaño relativo, lo cual implica el supuesto de impactos iguales sobre la demanda y sobre las curvas de costo para todas las industrias. Más allá, estos indicadores se pueden interpretar como efectos que equilibran los precios. El precio de equilibrio dentro de este marco teórico se define como el producto de los costos marginales y el inverso de la elasticidad (más 1). Los impactos que causa la demanda sobre la elasticidad ocasionan una disminución en

los precios; si hay un incremento en la elasticidad, ésta actúa como contrapeso a los impactos del precio sobre la curva de costo marginal. Sin embargo, estas implicaciones no deben afectar nuestro análisis.

La relación exportación-ventas refleja un aspecto importante de la apertura del sector respectivo. Una alta exposición a la competencia en los mercados internacionales fija límites a la asignación oligopolística de precios. Pero una fuerte competencia internacional puede también poner en desventaja competitiva a la industria doméstica, si la producción internacional no está sujeta a exigencias similares de control de la contaminación. Puede haber necesidad de complementar una política doméstica con una política adecuada de importaciones para equilibrar la desventaja.

La integración hacia atrás y hacia adelante puede utilizarse para evaluar la articulación intra-industrial. Para calcular la relación, se ha utilizado una Tabla Insumo-Producto desagregada, para el año de 1987 (Sarmiento, 1991). El DANE publica anualmente una tabla Insumo-Producto, la cual no se basa no en la clasificación CIIU, sino en los estándares internacionales para cuentas nacionales. Sarmiento ha desagregado la información para hacerla compatible con la clasificación CIIU del DANE. Obviamente, fue necesario hacer algunas simplificaciones.

La integración hacia atrás ("upstream") hace referencia a la participación del consumo intermedio en la producción total, para una industria determinada, mientras que la integración hacia adelante ("downstream") expresa el porcentaje de la producción industrial que se vende como producto intermedio. Los dos indicadores dan información acerca de sí, en el caso de la integración hacia adelante, una política ambiental tiene grandes efectos potenciales sobre el sector industrial como un todo, o sobre la demanda final, y en el caso de la integración hacia atrás, si el consumo intermedio del sector en sí, estará sujeto a grandes efectos potenciales debido a una política ambiental.

Para describir la conducta de la industria, se toma en cuenta un conjunto de indicadores; generalmente se asume que éstos están estrechamente relacionados con la tecnología de producción. Para la mayoría de las variables, se calcula el nivel absoluto para 1986 y 1989, al igual que la tasa de crecimiento y el coeficiente de variación. El último indicador provee información acerca de la distribución de las normas tecnológicas de la industria al interior de cada sector. Algunos instrumentos requieren de una amplia distribución para ser efectivos. Otros instrumentos ejercerán un impacto muy diferente sobre las distintas empresas, si la tecnología de éstas es heterogénea. La productividad laboral, y todos los indicadores, incluyendo el capital, se expresan en términos reales con 1986=100.

Un aspecto importante del acceso intra-empresarial a la tecnología extranjera, es la tasa de participación de las firmas multinacionales o de multinacionales con capital extranjero en la producción y el valor agregado de la industria. Se ha planteado la hipótesis que estas empresas tienen más fácil acceso a tecnologías menos contaminadoras, lo cual les permite evitar incrementos en los costos directos a causa de tasas sobre efluentes o permisos negociables mediante el cambio de la tecnología de producción. También se considera que la productividad del trabajo es una variable representativa de la modernización técnica. En forma similar, el porcentaje de personal técnico nacional se entiende como una variable proxy del capital humano y de la modernización. El porcentaje de personal técnico extranjero se ha incluido con el propósito de sacar algunas conclusiones con respecto a la probabilidad de transferencia del capital humano; sin embargo, su valor es tan bajo que no necesita ser considerado en mayor detalle.

Son probablemente de mayor importancia las relaciones entre capital y trabajo, energía-capital y energía-trabajo, respectivamente. La primera puede ser usada como una variable proxy de las barreras de entrada, dado que los costos "muertos" (sunk costs) - condición previa, comúnmente aceptada para las barreras de entrada - generalmente están asociados a una alta intensidad de capital. En este contexto, será interpretada como una variable que expresa la capacidad de ajustarse rápidamente a un cambio exógeno en algunos

insumos, los cuales son complementarios al uso de capital. Existen serias limitaciones en la información para evaluar si los recursos naturales y el ambiente son complementos o sustitutos del capital o del trabajo, respectivamente. Lo que se desprende de este análisis es que en las industrias en las cuales los recursos naturales son complementos a la inversión, una política ambiental buscaría una respuesta que conservara los recursos naturales y el capital. Sin embargo, se esperaría que tal tipo de respuesta fuera más difícil y costosa en una industria de alta inversión de capital. Las empresas con altas inversiones de capital probablemente tenderían a conservar la tecnología existente y a pagar por los perjuicios que ocasionan por su contaminación, mientras que otras preferirían reducir la contaminación. La información sobre energía consumida, que es la más disponible, incluye algunos aspectos de insumos y de intensidad de recursos.

Por último, se utilizan dos indicadores basados en la encuesta empresarial de FEDESARROLLO, para dar algún indicio acerca de la sensibilidad de los aumentos en el costo de la inversión, o acerca de la incertidumbre sobre incrementos en el futuro. Esta información da idea acerca de si la industria responde con mayor facilidad a un instrumento económico que eleve los precios (un impuesto), aunque el nivel de éste sea demasiado alto, o a un instrumento cuantitativo que implique incertidumbre con respecto al precio correspondiente (permisos negociables). Nos referimos a este

dilema como la regla de decisión "Weitzman", dado que está basada en Weitzman, 1974 (ver Baumol y Oates (1988) para una representación gráfica sencilla).

El cuarto grupo de indicadores - los indicadores de desempeño - reflejan la rentabilidad. Una alta tasa de rentabilidad o un alto retorno en la inversión puede entenderse como garantía de pago de algunos de los costos crecientes asociados con una política ambiental. La rentabilidad y, aún en mayor grado, los índices de rentabilidad, están sujetos a elevadas fluctuaciones; por lo tanto, se ha optado por usar un promedio para cuatro años. Sin embargo, dado que para cada año la muestra incluye a empresas diferentes, no pudo calcularse el coeficiente de variación.

6. Estructura-Conducta-Desempeño en la Industria "Altamente Contaminante"

La información presentada en las Tablas 11-13, no indica directamente cuáles son las estrategias de control más apropiadas. Por lo tanto, estableceremos primero algunos criterios que deben satisfacerse para que pueda aplicarse uno o más de los instrumentos planteados a un sector específico o a un contaminante específico.

1. criterio: Los instrumentos basados en el mercado o en incentivos, sólo pueden aplicarse exitosamente en un sector con empresas privadas.

Como revelan los datos en las Tablas, esta condición necesaria no se aplica al sector de Bebidas y de Refinería de Petróleo. Debido a la agregación de las bebidas alcohólicas y no-alcohólicas, el dato de producción estatal en el sector de bebidas no es muy elevado; sin embargo, es claro que gran parte de la producción de la industria licorera es controlada por el gobierno. Es más, las dos industrias son probablemente bastante distintas en su comportamiento económico. Al menos la industria petrolera parece comportarse como un monopolio, maximizando sus rentas a corto plazo (ver Perry (1992) y Lora-Perry (1992)). De lo anterior, es posible deducir que este sector sí responde a un instrumento orientado hacia la generación de incentivos. Dado el reducido número de empresas, también se puede contemplar la posibilidad de utilizar una estrategia de regulación directa ("command and control"), en el sentido en que el gobierno ordena a su propia firma a reducir su contaminación a un nivel predeterminado, o le ordena el uso de una tecnología específica. Como se anotó en el capítulo 1, ésta puede muy bien ser la estrategia más eficiente, en casos en que el Estado posee buena información acerca de la mejor tecnología de aplicación, y cuando sólo es necesario monitorear unas pocas entidades.

No existe información con respecto a la respuesta de los precios en la industria licorera. Es pues necesario, suponer un comportamiento determinado por el mercado e incluir a la industria en un programa específico para disminuir su nivel de contaminación, o buscar que sean aplicados otros programas que generen incentivos, como por ejemplo, el sujetar el ingreso salarial del personal administrativo a la ejecución ambiental de su compañía, o aún, a su aparato productivo.

2. criterio: La eliminación de todos los factores, directos e indirectos, que inducen cambios en los precios, e implican un uso ineficiente de los recursos naturales y ambientales, tales como los incentivos fiscales o los subsidios.

Las tasas impuestas sobre maquinaria y equipos ambientalmente seguros, por ejemplo, inducen el uso de otro tipo de tecnologías de producción, altamente contaminantes. Los subsidios para el consumo intermedio que genera contaminación ya sea en su uso o en su producción, conducirá a un sobreuso de estos bienes intermedios. La información sobre protección efectiva no significa que todas las protecciones son ambientalmente nocivas. Sin embargo, se sugiere que se dé prioridad a las políticas que remuevan las medidas proteccionistas que alteren el mecanismo de precios y conduzcan a una producción con altos niveles de contaminación. Casi todas las

industrias están protegidas de alguna manera; sin embargo, para las curtiembres y las industrias de producción de perfumes y jabones, textiles, aceite comestible y procesamiento de azúcar, se puede esperar un efecto potencialmente grande.

3. criterio: La concentración económica genera un sistema ineficiente de asignación de precios a los permisos negociables.

En las industrias cervecera y de gaseosas, existe una alta concentración económica. El índice de Herfindahl no es particularmente alto; sin embargo, esto se debe al hecho de que mide entidades y no propiedades, lo cual marca una diferencia importante para la industria cervecera (ver Corredor, Corredor, Rubiano, 1991, para una discusión acerca de la concentración en la industria colombiana). Sin embargo, en las industrias altamente concentradas con estructuras de planta para producciones altamente diversificadas, es posible aplicar el sistema de incentivos a la estructura intra-empesarial contaminante, especialmente si las empresas están concentradas regionalmente. Con este sistema, uno reduce la contaminación total a un nivel específico, dando a la empresa la posibilidad, por ejemplo, de cerrar algunos de los mayores contaminadores, pero conservando otros.

Como con la tasa efectiva de protección, no hay una forma clara de decidir el valor del Índice de Herfindall al que se debe llegar, antes de que la concentración sea demasiado alta. Los juicios se hacen a priori. De acuerdo con nuestro sistema de clasificación y con la fuente de información mencionada anteriormente, es probable que los instrumentos sensibles a un alto grado de concentración sean ineficientes en las cervecerías y en las industrias de gaseosas, de Metalurgia, Producción de Vidrio, y probablemente aún de procesamiento de azúcar.

4. criterio: El objetivo de una política ambiental es reducir la contaminación global de ciertos contaminantes.

No existe una forma claramente definida para decidir si uno debe controlar el contaminante independientemente de la industria. Conceptualmente, uno puede pensar en centrarse en el contaminante. El enfoque pragmático de que una política ambiental eficiente debe atacar en primer lugar las principales fuentes de contaminación, sugeriría un enfoque orientado hacia las industrias. Sin embargo, a veces es imposible limitar el uso de un instrumento a una sola industria. Se hará mención de tres situaciones de este estilo; no se pretende que la lista sea exhaustiva, sino particular a las industrias bajo consideración:

- Residuos peligrosos: Parece mucho más fácil establecer un sistema de tasas sobre insumos, las cuales deben ser pagadas por cada usuario, en lugar de diseñar un sistema para cada industria.
- Residuos peligrosos: Un instrumento relacionado con la producción es el sistema de depósitos reembolsables. Este sistema debe aplicarse a todos los participantes, aún si ha sido diseñado especialmente para una industria predominante en la zona respectiva.
- Contaminación del aire: La alta contaminación con partículas sólidas en una zona geográfica puede ser tratada independientemente de la fuente, pero en forma dependiente de la ubicación.
- Contaminación hídrica: La alta concentración de residuos orgánicos en un área particular, exige de un instrumento que no discrimine entre las fuentes.

Entre los factores que deben ser tomados en cuenta en el momento de elegir los instrumentos que se van a aplicar, vale la pena mencionar los siguientes:

- Incorporar algunas industrias en un esquema mayor
- Aplicar distintos instrumentos a la misma industria, dependiendo de la ubicación.

Adicionalmente, daremos consideración a la opción de no regular una industria en esta etapa, sino de monitorear sus efectos ambientales dados los cambios en las industrias con las cuales presenta integración hacia adelante o los efectos externos de una política ambiental, por ejemplo, un sistema de depósitos reembolsables diseñado para otra industria puede ser utilizado también por otras industrias.

5. criterio: La centralización regional de las fuentes contaminadoras abre la posibilidad de diseñar y aplicar un instrumento de acuerdo con las necesidades regionales. El término "regional", en este sentido, puede tener un significado muy limitado - un río, una aldea, una zona industrial.

Algunos ejemplos de la centralización regional se encuentran en la industria del curtido (San Benito, Villapinzón), las industrias de vidrio, de refinación de petróleo, y de las flores. Se podría contemplar la posibilidad de aplicar una política restringida a una región. Sin embargo, si los costos de traslado son pequeños,

comparados con los costos de reducción de la contaminación, habrá una reubicación de la producción. En esa situación, se tiene que considerar la posibilidad de aplicar un 'sistema con dos estándares', uno regional y uno a nivel nacional. Este tipo de sistema puede aplicarse, por ejemplo, en zonas industriales, donde la concentración de residuos orgánicos es la principal fuente de contaminación hídrica. Un instrumento económico puede emplearse en la zona, y una estrategia de regulación directa en el resto de la nación. Alternativamente, es posible utilizar un sistema de incentivos para inducir la relocalización, disminuyendo así la concentración del residuo sin disminuir la cantidad total.

Los cinco criterios sugieren lo siguiente:

- Una discusión especial acerca del uso de instrumentos que generan incentivos, en las refinerías de petróleo o las licoreras de propiedad del Estado (lo cual no debe excluir la posibilidad de aplicar instrumentos basados en el mercado).
- Hacer una revisión de todos los instrumentos que distorsionan los precios con el fin de disminuir el uso exagerado de insumos contaminantes, particularmente en las curtiembres, industrias de producción de perfume y jabón, textiles, aceite comestible y procesamiento de azúcar.

- Disminuir los residuos peligrosos por medio de la aplicación de un instrumento a las diferentes fuentes contaminantes, en lugar de las industrias.
- Es necesario tener cuidado con el uso de instrumentos basados en la cantidad, en industrias de alta concentración económica, tales como la cervecera, la de gaseosas, la metalurgia, la producción de vidrio, y probablemente aún, la de procesamiento de azúcar, puesto que la asignación de precios a dichos instrumentos en esas industrias, no sería eficiente.
- Usar la concentración regional para atacar los problemas ambientales regionales, dadas las restricciones de los posibles efectos de reubicación.

Dados los anteriores criterios, se resumen a continuación las características principales de las distintas industrias, utilizando las tablas 11-13:

3111 : Mataderos (Residuos Peligrosos: grasas)

La relación de concentración superior a la promedio, y el grado estimado de poder monopolístico, de esta industria implican una elasticidad de la demanda que permite algunos cambios en los precios. Además, es probable que las elasticidades de la demanda

de 0.35 en 1986 y de 0.34 en 1990 sean estimaciones exageradas, debido a las economías de escala relativamente pequeñas. Lo anterior sugiere que sólo se ejercerá una ligera presión para alterar los procesos de producción, como respuesta a un incremento de costos a causa de una política ambiental. La industria no está sujeta competencia en el mercado externo, que podría incrementarse a raíz de una 'tasa efectiva de protección' negativa. La integración hacia adelante con la industria altamente contaminante es bastante elevada (64% de las ventas); sin embargo, hay muy poca integración hacia atrás. Por lo tanto, uno no esperaría que los efectos indirectos de una política ambiental general sobre esta industria fueran muy severos, al menos que las industrias con las cuales hay integración hacia adelante, sustituyeran su consumo intermedio debido al incremento en los precios. Dada una elasticidad relativamente baja, esto no parece factible.

Las variables de conducta reflejan una baja productividad laboral, pero a la vez, una creciente intensidad de capital -variable representativa de la modernización tecnológica- y una baja intensidad en el consumo energético. Los coeficientes de variación de las variables de conducta revelan una diferenciación tecnológica relativamente marcada y creciente con los años. El proceso de modernización parece estar llevándose a cabo en forma desigual entre las distintas firmas. No hay posibilidades de acceso a tecnologías extranjeras dentro de las empresas, dado que la

participación del capital extranjero es baja. El retorno en las inversiones es alto, lo cual es de esperarse en una industria con una baja intensidad de capital, pero la rentabilidad global no es muy alta, lo cual no permite la inflexibilidad a corto plazo.

Instrumentos posibles: Un sistema de permisos es aplicable en este sector, a pesar de la concentración algo significativa, y de una asignación de precios que se desvía de su costo marginal. Los depósitos reembolsables son de utilidad, debido al carácter de los residuos generados por esta industria. Dada una elasticidad de precios relativamente baja, es posible hacer uso de la regla 'Weitzman': Si la disminución en la contaminación se considera importante, es posible aceptar la inseguridad de precios asociada al sistema de permisos.

Respuestas probables: Algunos incrementos en los precios, pero principalmente, efectos de sustitución.

3113 : Conservas de Alimentos (Residuos Peligrosos)

La elasticidad de la demanda es alta (0.55 y 0.59, para 1986 y 1989, respectivamente), lo cual no se sesga por las economías de escala; no es tan fácil trasladar el incremento en costos vía precios. No hay competencia externa, y la protección efectiva es relativamente baja. Además, la integración hacia adelante es muy

baja (9%), dado que la mayoría de la demanda es absorbida por el sector de servicios y por la demanda final privada. Como en la industria anterior, sólo han de esperarse pequeños efectos indirectos debido a la integración hacia atrás con el sector altamente contaminante. Las variables de conducta sugieren que las tecnologías existentes son de baja productividad, y que hay ausencia de flujos tecnológicos debido a la participación del capital extranjero. Sin embargo, en comparación con la industria anteriormente mencionada, no se observa la misma dispersión de tecnología con respecto a la intensidad de capital. Por otra parte, la desviación de la intensidad de energía, es parecida a la de los mataderos. Dependiendo de si se ve a la contaminación asociada más directamente a la intensidad de capital o a la intensidad energética, habrá mayor o menor campo de acción para un instrumento que depende de esas diferencias.] La transferencia de tecnología por parte de compañías multinacionales, no es una respuesta probable. Además, las inversiones son más sensibles a la incertidumbre en cuanto a costos que a los incrementos en los costos reales.

Instrumentos posibles: Un sistema de permisos sería inadecuado, debido tanto a la tecnología homogénea, como al impacto de la incertidumbre de precios sobre la inversión (regla de 'Weitzman'). Se podría pensar en un impuesto general para sustancias tóxicas,

para estar seguros de los efectos sobre los precios, o en un sistema de depósitos reembolsables.

Efectos probables: Cambios en la tecnología, y un uso más eficiente de la misma.

3115 : Aceites Comestibles y Grasas (Alta concentración de residuos orgánicos)

La elasticidad de la demanda estimada para este sector industrial, estimada en aproximadamente 0.4, es un poco mayor que la observada para los mataderos. Además es posible suponer una sobre-estimación, debido a las economías de escala. La competencia externa para esta industria es casi inexistente. La protección efectiva es alta (56.1%), lo cual sugiere en primer lugar un análisis de los efectos de los incentivos sobre la contaminación. Contrariamente a las dos industrias anteriores, la integración total, hacia atrás y hacia adelante, es alta (0.69 y 0.53, respectivamente), lo cual sugiere efectos indirectos de una política ambiental sobre la industria en sí. La productividad laboral en este sector es relativamente alta; adicionalmente, la intensidad de capital y de energía es mayor que en las dos industrias antes mencionadas. Los indicadores de distribución revelan una tecnología de producción bastante homogénea. Además, revelan que es posible que haya algo de transferencia intra-empresarial de tecnología, dado que el 26% del

valor agregado del sector es aportado por empresas con más de un 50% de capital extranjero. La rentabilidad de la industria es alta. Debido a su elasticidad bastante alta, la industria podrá soportar un cierto incremento de los costos en el corto plazo, sin tener que incorporarlos a los precios.

Instrumentos posibles: La elasticidad de esta industria permitiría hacer uso de un instrumento basado en la cantidad, con incertidumbre de precios (dada la insensibilidad de los precios a las decisiones de inversión). Sin embargo, la homogeneidad tecnológica no parece hacer de ésta, una alternativa eficiente. En primer lugar, es necesario reconsiderar el proteccionismo efectivo, con el fin de restaurar la compatibilidad de incentivos del proteccionismo con el uso de recursos. Dado que la contaminación hídrica alta, es posible también considerar la aplicabilidad de un sistema de depósitos o de tasas diferenciales por región, para disminuir la contaminación.

Respuestas posibles: Algún nivel de transferencia de tecnologías es posible debido a la participación de las multinacionales. Los efectos serán de sustitución y reubicación, más que efectos sobre los precios.

3118: Procesamiento del Azúcar (Partículas sólidas)

La elasticidad de la demanda tiene valores de 0.33 y 0.38 (para 1986 y 1989, respectivamente), muy parecidos a los de los mataderos y la industria de aceite comestible y grasas. En esta industria parecen predominar los rendimientos constantes a escala, lo cual hace que la estimación de la elasticidad sea más cercana a la real (por lo tanto, que la elasticidad de esta industria sea en realidad mayor que las de otras industrias). Esta industria está mucho más orientada hacia el sector externo, con una exportación del 11% de su producción en 1986, y del 26% en 1989. Este porcentaje relativamente alto y creciente de exportaciones, sugiere que hay presión debido a la competencia externa. La tasa efectiva de protección es relativamente baja (cercana al 29%). No se espera que haya efectos indirectos considerables de las políticas ambientales, excepto en la industria de las gaseosas, la cual, en sí, es una industria contaminadora. Los efectos recaerían principalmente sobre los hogares y el sector de servicios.

La productividad de esta industria, al igual que la intensidad de capital y de energía, es mayor que para los otros sectores alimenticios; sin embargo, comparado con otros sectores, aún es relativamente bajo. La participación de las multinacionales es muy pequeña. Los indicadores de distribución muestran, adicionalmente, una tendencia a adoptar procesos de producción más homogéneos. Por

otra parte, las decisiones de inversión no responden de forma muy sensible a los incrementos en los costos, o a la incertidumbre con respecto a los costos. La rentabilidad es un poco menor que en las industrias anteriormente discutidas, lo cual sugiere una menor posibilidad de pago de los incrementos de costos.

Instrumentos posibles: La tecnología homogénea y una concentración relativamente alta contradicen las condiciones necesarias para el buen funcionamiento de un sistema de permisos, a menos que el sistema se diseñe de tal forma que permita el comercio intersectorial (como por ejemplo, con otros contaminadores del aire, o dentro de un esquema que involucre todo tipo de contaminadores). Un sistema tributario muy probablemente induciría la sustitución, en lugar de respuestas en el precio (dada la competencia externa y una elasticidad relativamente alta).

313: Bebidas alcohólicas y no-alcohólicas

(Alta concentración de residuos orgánicos)

Se hizo mención del problema de la propiedad estatal en la producción de licores en la discusión del criterio 1. Si se argumenta que la industria licorera responde a incentivos de precios, se tiene que tomar en cuenta el alto grado de monopolización, y aplicar el criterio 2. Las industrias de gaseosas y las cervecerías también se encuentran altamente concentradas. El

Indice de Lerner para todo el sector industrial, es muy elevado. El índice de concentración sirve para medir empresas legalmente independientes, pero no conglomerados, los cuales predominan en esta industria. Por esta razón, la elasticidad "real" es probablemente mayor a la estimada, aunque en todo caso se puede suponer que es pequeña. No hay mucha presión competitiva por parte del sector externo, aunque algunas de las empresas exportan. Al igual que en la industria de procesamiento de azúcar, hay poca integración, de manera que la mayoría de efectos recaerán sobre los hogares y el sector de servicios. La productividad laboral y la intensidad de capital son relativamente altas y homogéneas, mientras que el consumo de energía es relativamente modesto. Hay un poco de inversión de capital extranjero. La incertidumbre de costos parece ser más problemática que los incrementos en los costos reales, enfatizando la necesidad de un análisis claro de los efectos sobre los precios. La alta rentabilidad y la baja elasticidad de esta industria sugieren que ella puede en el corto plazo pagar costos más elevados asociados a una política de control de la contaminación.

Instrumentos Posibles: Como es el caso para todos los contaminadores del agua, la descentralización puede contribuir a disminuir el problema de la contaminación. Si la industria es concentrada y la disminución de la contaminación requiere de una tecnología estándar, ampliamente conocida, es posible contemplar la

posibilidad de utilizar un sistema de regulación directa. De lo contrario, podría ser útil un sistema tributario.

321: La Industria Textilera (Partículas sólidas, Residuos Peligrosos)

El precio parece ser relativamente inelástico (0.13 y 0.16, para 1986 y 1989, respectivamente). El número de empresas es muy elevado, y la concentración, muy baja. La participación en las exportaciones no es alta. La protección efectiva es también bastante baja (del 30%). La integración hacia adelante es relativamente alta, con la mayoría de su producción orientada hacia la producción de prendas de vestir. Los efectos inducidos sobre este sector por su integración hacia atrás con otras industrias altamente contaminantes, son considerables, especialmente en cuanto a sustancias químicas. La inversión de capital extranjero es mínima. Las variables de conducta revelan un nivel muy bajo de productividad laboral, al igual que una baja intensidad de capital y de energía. La intensidad de capital y la productividad, sin embargo, se incrementaron en los cuatro años considerados, mientras que la heterogeneidad de las tecnologías en uso, disminuyó. Esto pudo ser resultado de la rentabilidad promedio presentada por este sector.

Instrumentos posibles: Dada la inelasticidad-precio, la baja concentración, la amplia dispersión y el gran número de empresas pequeñas, un sistema de permisos negociables podría, en teoría, funcionar. Sin embargo, los altos costos de información especialmente para las empresas más pequeñas, y los costos de control para el gobierno, asociados con el monitoreo de las diferentes empresas, pone en duda su factibilidad. La tendencia hacia una mayor homogenización tecnológica, sirve como argumento adicional para buscar un instrumento distinto al de los permisos. La opción de un sistema tributario es sólo ligeramente mejor: los costos de información para las empresas son nulos, pero los costos del control de más de 500 fuentes de contaminación del aire -que debe asumir el gobierno- son iguales.

El análisis del informe de PNUD/DNP, 1992, reveló que, en términos de producción de residuos peligrosos, la industria textil es un contaminador relativamente pequeño. Por lo tanto, se puede concluir que, por el momento, una reglamentación que involucre los instrumentos de mercado mencionados, no parece ser prioritaria. La contaminación será reducida mediante los efectos de una política ambiental sobre el bien de consumo intermedio más importante, por ejemplo, las sustancias químicas.

Adicionalmente, el sistema de depósitos reembolsables podría ser efectivo, con incentivos que estimulen el depósito. Además, un

programa orientado hacia todo tipo de contaminación atmosférica, o un programa de descontaminación del aire, puede extenderse a las empresas textileras en esa zona específica. También se puede implementar programas de educación, o establecer límite a la contaminación, con monitoreo aleatorio y sanciones por violación de la norma.

323: Las Curtiembres (Residuos altamente peligrosos)

La demanda de cuero tiene una alta elasticidad-precio, 0.71 y 0.41, para 1986 y 1989, respectivamente, aunque los datos indican una disminución de dicha elasticidad. Parte de esta disminución puede atribuirse a una sobre-estimación para 1986, por las economías de escala. La concentración es baja, similar a la de la industria textil. Vale la pena anotar que la alta elasticidad no es congruente con la diferenciación de los productos. Los mismos curtidores hacen énfasis en este aspecto (Durana, 1992). La industria, pues, tiene sólo un pequeño margen para trasladar el incremento en costo vía precio, a los compradores. Los curtidores, con una participación en el sector exportador del 25 al 30%, y siendo los segundos en importancia con respecto a las exportaciones después de las refinerías de petróleo, compiten fuertemente en el mercado externo, presionando la relación precio-costos. Además, esta industria es extremadamente protegida (171%). Un cambio en la tecnología como respuesta a una política ambiental que incremente

los costos, sería muy probable. La industria tiene una fuerte integración hacia atrás con las industrias altamente contaminantes, principalmente la de Sustancias Químicas. La integración hacia adelante con industrias que no son altamente contaminantes, sugiere algún efecto indirecto sobre productores 'limpios'. A pesar de un aumento considerable en la productividad, la producción continúa siendo bastante intensiva en trabajo; la intensidad de capital y de energía es relativamente modesta. Sin embargo, parece haber diferencias considerables entre las distintas curtiembres. La transferencia tecnológica intra-empresarial no da origen a la sustitución tecnológica. Adicionalmente, la inversión reacciona de forma muy sensible a la incertidumbre de precios, excluyendo así los instrumentos basados en la cantidad. La baja rentabilidad da evidencia adicional para suponer que los cambios tecnológicos serán la respuesta más probable a una política ambiental. Más que para otras industrias, lo anterior incluye la probabilidad de que las empresas 'sucias' que están en el margen precio-costo se desvíen de dicho margen.

Instrumento probable: Una política general sobre insumos puede mejorar los incentivos para disminuir el uso de sustancias tóxicas. La corrección del mecanismo de incentivos para la protección efectiva, y un cierto incremento en los precios de los insumos, podrían al menos inducir un uso más eficiente de las sustancias tóxicas. Al igual que para la industria textilera, sería posible

establecer un sistema de permisos desde el punto de vista de la estructura de mercado y de la dispersión de tecnología. Los costos de información para los productores directos, el efecto de la incertidumbre de precios sobre la inversión, y los costos de control para el gobierno, probablemente serían mucho mayores que los objetivos que se logren en la disminución de la contaminación. En forma similar a algunas de las industrias alimenticias, se puede contemplar la posibilidad de utilizar un sistema de depósitos reembolsables cuyo funcionamiento se facilita por la alta concentración geográfica.

341: La Industria del Papel (Alta concentración de residuos orgánicos, partículas sólidas, y residuos peligrosos)

Esta industria generadora de toda clase de contaminantes, enfrenta una demanda relativamente elástica, de 0.27 en 1986 y 0.24 en 1989 (valor sobre-estimado debido a las economías de escala), lo cual controla hasta cierto punto, el incremento de precios debido a costos más elevados de control de la contaminación. Algunas de las empresas exportan sus productos, lo cual sugiere ajustar la producción a niveles bajos o más bajos de contaminación. La industria está fuertemente integrada (el 90% de su producción se vende a otras industrias), lo cual implica efectos indirectos diversos, y potencialmente importantes. Una tercera parte del valor

agregado es producido por las multinacionales, lo cual añade otro factor a tener en cuenta en el ajuste. La tecnología actual es relativamente productiva en trabajo, asociada a una mayor intensidad de capital. La intensidad de energía es alta, pero relativamente estable. Las normas tecnológicas parecen estar bastante dispersas. El sector se caracteriza por una sólida rentabilidad. Los costos reales o la incertidumbre de costos tienen la probabilidad de disminuir las inversiones.

Instrumentos probables: Para este sector, el problema de residuos peligrosos no es tan importante (ni son éstos, altamente tóxicos). La concentración regional de la industria del papel hace del sistema de permisos negociables, una alternativa factible (dadas las tecnologías dispersas y la igual sensibilidad de las inversiones a la incertidumbre de precios y a los incrementos en el costo real). Los costos de control determinan si el sistema de permisos incluirá las tres fuentes de contaminación. En el caso de este sector se podría sugerir que sólo los residuos peligrosos y los residuos orgánicos han de incluirse, mientras que la contaminación del aire se debe tratar dentro de un esquema más amplio.

351: Las Industrias de Sustancias Químicas (Partículas sólidas, residuos peligrosos)

La elasticidad de demanda de 0.21 de la industria Química es ligeramente menor que la industria de producción de bienes de consumo. Existe semejanza entre las industrias de Papel y Sustancias Químicas en cuanto a la relación exportación-ventas, la integración hacia atrás y hacia adelante y la participación de capital extranjero. La conducta de la industria se caracteriza por una alta productividad laboral e intensidad de capital, con una dispersión muy amplia de tecnologías actuales en ambos casos, pero además, por un alto uso de energía. La industria química es el único sector en que el capital humano, medido como el número de personal técnico nacional, desempeña un papel significativo; sin embargo, para 1989, la participación bajó a nivel general a aproximadamente un 3%. En forma distinta a la industria del Papel, las inversiones son más sensibles a la incertidumbre de precios que a los mismos incrementos de precios. La rentabilidad de este sector es alta.

Instrumentos probables: Dada la baja concentración, la producción predominantemente urbana y la dispersión de tecnologías, se puede contemplar el uso de un sistema de permisos negociables. En este caso, uno tiene que tomar en cuenta el efecto de la incertidumbre de los precios sobre las inversiones. Una alternativa consiste en

incluir a la industria Química en un sistema de control de todo tipo de contaminantes del aire, aplicable a las ciudades, dando origen a una diferenciación de precios. La mejor forma de dar solución al problema de los residuos peligrosos es, de nuevo, un sistema de depósitos reembolsables, dado el carácter altamente tóxico (de los insumos y residuos de esta industria). Una tarifa general inducirá no solamente una disminución de la demanda de productos tóxicos, sino también una producción más eficiente; ambas contribuirían a la disminución de las externalidades causadas por residuos tóxicos. Un análisis del sistema proteccionista podría ser valioso. De hecho, sería posible considerar la imposición de tasas a insumos altamente tóxicos, y la exención de impuestos para productos químicos 'limpios', en el caso de que se implementara un sistema impositivo para los contaminadores.

3523: Producción de Jabones y Perfumes (Residuos altamente peligrosos)

El precio de demanda para estos elementos de consumo es muy elástico (0.45 durante ambos años). Los estimativos para 1989 son probablemente exagerados, dada la tendencia cada vez mayor de volver a la tecnología de escala. Las exportaciones no son significativas, aunque algunas empresas parecen inclinarse hacia el mercado extranjero. La tasa efectiva de protección es bastante alta (84%). Igual que sucede con otras industrias que producen bienes de

consumo, la integración hacia adelante es baja, lo cual significa que los efectos de una política ambiental recaen sobre los hogares y el sector de servicio principalmente, mientras que la integración hacia atrás está determinada casi totalmente por la industria química. La sensibilidad del precio de demanda y el consumo intermedio, altamente contaminante, sugieren cierta presión sobre el precio-costo y la necesidad de buscar alternativas tecnológicas para responder a los instrumentos ambientales. La transferencia tecnológica se hace posible gracias a la alta participación de capital extranjero (el 60% del valor agregado lo producen las empresas con un porcentaje mayor del 50% de capital extranjero). La producción requiere mano de obra, pero no es intensiva ni en capital, ni en energía, lo cual sugiere una relación muy baja entre capital y producción. Las tecnologías no difieren tanto como en la industria de Sustancias Químicas. Además, las inversiones no son tan sensibles a la incertidumbre en los precios como a los costos reales. Lo más notorio es la rentabilidad extremadamente alta que se calcula de estos datos.

Instrumentos probables: Dada la sensibilidad de las inversiones a los costos reales, se puede establecer un sistema de permisos negociables. Sin embargo, dada la tecnología relativamente homogénea, se podría incluir la industria dentro de un esquema más amplio, como por ejemplo, otras industrias químicas. Igual que sucede con todas las industrias contaminantes con residuos

altamente peligrosos, si se ha tomado la decisión de disminuir la contaminación al máximo, el sistema más efectivo es el de depósitos reembolsables.

353: Refinación del Petróleo (Contaminación del Aire)

Este sector tiene cuatro características especiales. Contamina menos con partículas sólidas que con óxidos de azufre; está muy concentrado, sólo cinco plantas; es propiedad del Estado; y está orientado hacia la exportación. Además, es una industria intensiva en capital y en energía, a la vez, que se constituye en una de las más productivas laboralmente.

Instrumentos: Dadas las cuatro particularidades, y las consideraciones del criterio 1, se cree que la mejor estrategia es la de regulación directa.

362: Industria del Vidrio (Partículas sólidas)

La demanda del vidrio tiene aún mayor elasticidad-precio que la industria del jabón y el perfume (0.63 en 1986, sobre-estimación debida a economías de escala, y 0.43 en 1989). Las exportaciones son casi inexistentes, y la integración vertical es relativamente pequeña; sin embargo, la integración hacia atrás es con las industrias de contaminación intensiva. Existe una buena parte de

capital extranjero, tanto en forma de participación de capital mayoritario como minoritario (13% y 11%, respectivamente). Sin embargo, de acuerdo con los datos sobre la tecnología, esto no implica que existen diferentes tecnologías. La productividad laboral, la intensidad de capital y energía son muy pequeñas, y existe muy poca heterogeneidad. La rentabilidad también es baja.

Instrumentos probables: Existen algunas semejanzas con la industria textil, excepto en lo relacionado con la marcada diferencia en cuanto a la participación económica. No se recomienda ni los sistemas de permisos negociables, ni los depósitos reembolsables. Debido al reducido número de empresas, los costos de control de un impuesto a la contaminación no serán tan altos como en la industria textil, y por lo tanto, ésta puede ser una solución. Dada la participación relativamente grande de capital extranjero, esta medida producirá probablemente un ajuste tecnológico. Pero, igual que en la industria textil, se puede argumentar que los efectos indirectos sobre el precio de una alta integración hacia atrás con la industria altamente contaminante, junto con una alta elasticidad-precio, podría inducir cierto nivel de sustitución tecnológica, lo cual implica nuevos parámetros para la contaminación. Además, la protección efectiva es relativamente alta, y por lo tanto, podría resultar contraproducente.

3692: Industria de Cemento (Partículas sólidas)

La industria de cemento tiene una baja y decreciente elasticidad de demanda (0.29 y 0.19, para 1986 y 1989, respectivamente), lo cual se ha observado en la mayoría de las industrias de bienes de consumo intermedio. La tasa de protección es muy baja. La industria muestra una baja relación exportación-ventas y un bajo grado de integración vertical, vendiendo su producto al sector de servicios (construcción). La productividad laboral y la intensidad de capital y de energía son altas, con una tecnología bastante homogénea. La transferencia tecnológica es posible hasta cierto punto, debido a la participación de capital extranjero. Un 14% del valor agregado es producido por compañías con alguna inversión de capital extranjero, pero menor al 30%. Lo más sorprendente es la alta respuesta de la inversión a las incertidumbres en el precio, mas no a los costos reales. La baja rentabilidad del sector sugiere que sólo existe una posibilidad muy limitada de respuesta a corto plazo.

Instrumento probable: La tecnología homogénea y la alta respuesta a la incertidumbre en los precios impiden el establecimiento de un sistema de permisos negociables. Un sistema tributario o el requisito de una tecnología específica, dada el bajo nivel de respuesta de la inversión a los costos reales, serían probablemente mejores alternativas.

371: Metalurgia (Partículas sólidas, Residuos peligrosos)

La elasticidad de la demanda para elementos metalúrgicos, es alta (cercana a 0.45, y no está sobre-estimada, como lo revela el dato para economías de escala). Además, al menos para algunas compañías, hay una fuerte exposición a la competencia externa en los mercados de exportación. La protección efectiva no es particularmente alta (17%), pero puede variar de acuerdo con los productos; el bajo nivel se debe al alto grado de agregación. En forma contraria a la mayoría de las industrias altamente contaminantes, la integración hacia atrás y hacia adelante de esta industria es baja con respecto a la integración total, lo cual sugiere que una política ambiental tendrá relativamente pocos efectos indirectos sobre este sector. La productividad laboral es alta; es un sector intensivo en energía y capital. Es interesante anotar que la primera característica aumentó notablemente durante los cuatro años considerados, mientras que las otras dos, recayeron. Esta es probablemente la razón del alto rendimiento sobre la inversión y de la baja rentabilidad de este sector. El consumo de energía permaneció relativamente estable. La tecnología de producción es relativamente heterogénea, lo cual, al menos en parte, puede ser causado por la participación relativamente alta de las multinacionales y las empresas de capital mixto (24% y 23%, respectivamente). La respuesta de la inversión a los incrementos en el costo y a la incertidumbre, es aproximadamente igual.

Instrumento probable: Un sistema de permisos negociables no es apropiado, debido al nivel de concentración de este sector. El sistema de depósitos reembolsables, la integración a un sistema tributario para sustancias tóxicas y partículas sólidas, sería el instrumento más apropiado.

Tabla 11: SECTORES INDUSTRIALES CONTAMINANTES DEL AGUA

	Alimentos		Licores		Papel	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989
A. Estructura de Mercado:						
Protección Efectiva a/	*	56.10	*	7.73	*	46.43
Propiedad del Estado (% V.A.)	0.00	0.00	0.26	0.24	0.00	0.00
Propiedad del Estado (% empleo)	0.00	0.00	0.20	0.18	0.00	0.00
Concentración						
(Indice de Herfindahl) para						
- Empleo	0.06	0.06	0.02	0.02	0.03	0.03
- Valor Agregado	0.10	0.09	0.07	0.04	0.08	0.08
- Producción Bruta	0.07	0.07	0.05	0.04	0.07	0.06
Indice de Lerner	0.18	0.17	0.51	0.49	0.24	0.25
Elasticidad	0.38	0.41	0.09	0.08	0.27	0.24
Economías de Escala	1.19**	1.15**	1.33***	1.25***	1.18***	1.16**
Competitividad						
Export-Ventas	0.0004	0.002	0.012	0.002	0.046	0.022
Export-Ventas (1)	*	0.72	*	-0.49	*	-0.22
Export-Ventas (2)	643.30	549.40	731.30	1118.30	561.13	579.20
Estructura de Mercado y b/ La Integración Vertical						
Integr hacia Adelante (Ind Contm)	*	0.44	*	0.17	*	0.38
Integr hacia Adelante (Total)	*	0.69	*	0.29	*	0.50
Integr hacia Atrás (Ind Contm)	*	0.34	*	0.08	*	0.43
Integr hacia Atrás (total)	*	0.53	*	0.08	*	0.87

Tabla 11: SECTORES INDUSTRIALES CONTAMINANTES DEL AGUA

	Alimentos		Licores		Papel	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989
B. Conducta:						
Participación en Valor Agregado c/ Firmas con Capital Extranjero						
- >50 %	*	0.26	*	0.02	*	0.30
- 30-50 %	*	0.00	*	0.01	*	0.00
- < 30 %	*	0.00	*	0.07	*	0.00
Productividad Laboral	4296.00	4087.00	7211.00	7929.00	4244.00	5023.00
Productividad Laboral (1)	*	-0.02	*	0.03	*	0.06
Productividad Laboral (2)	80.16	82.41	99.60	104.27	110.60	113.61
Capital-Trabajo (Ac. Fijos)	1245.00	1192.00	1071.00	1675.00	1574.00	2215.00
Capital-Trabajo (Ac. Fijos) (1)	*	-0.01	*	0.16	*	0.12
Capital-Trabajo (Ac. Fijos) (2)	165.80	90.81	95.90	110.40	156.54	307.30
Capital-Trabajo (M&E)	822.00	846.00	617.00	1125.00	1165.00	1729.00
Capital-Trabajo (M&E) (1)	*	0.01	*	0.22	*	0.14
Capital-Trabajo (M&E) (2)	223.40	102.73	122.10	152.60	166.47	308.60
% de Técnicos Nal.	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
% de Técnicos Nal. (1)	*	-0.06	*	-0.03	*	0.09
% de Técnicos Nal. (2)	130.30	136.20	148.40	160.10	187.05	199.80
Energía-Capital (M&E)	23.70	19.72	17.97	10.93	42.46	30.36
Energía-Capital (M&E) (1)	*	-0.06	*	-0.15	*	-0.11
Energía-Capital (M&E) (2)	133.50	141.02	826.10	678.78	294.28	328.77
Energía-Trabajo	19477	16690	11081	12296	49463	52485
Energía-Trabajo (1)	*	-0.05	*	0.04	*	0.02
Energía-Trabajo (2)	118.10	109.30	105.50	115.50	254.73	249.50

Tabla 11: SECTORES INDUSTRIALES CONTAMINANTES DEL AGUA

	Alimentos		Licores		Papel
	1986	1989	1986	1989	1986
Factores que impiden					
- La Actual Inversión	*	0.00	*	0.20	*
- Las Decisiones de Inversión	*	0.00	*	0.60	*
C. Rentabilidad:					
Tasa Retorno de los Activos (3)	*	2.47	*	2.99	*
Tasa Retorno de la Inversión (3)	*	11.27	*	11.77	*

Notas: (1) Tasa de crecimiento 1986-1989.
 (2) Coeficiente de variación
 (3) Promedio ponderado para los 4 años.
 * No se presenta el valor.

Fuentes: DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1986, 1987, 1988, 1989.
 a/ Echavarría (1990).
 b/ DANE. Matriz Insumo Producto. 1989.
 c/ Banco República. DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1987.

Cálculos: FEDESARROLLO.

Tabla 12: SECTORES INDUSTRIALES CONTAMINANTES DEL AIRE

	Azúcar		Textiles		Papel		Sus. Químicas	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
A. Estructura de Mercado:								
Protección Efectiva a/	*	28.67	*	30.82	*	2.10	*	17.24
Propiedad del Estado (% V.A.)	0.00	*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.08
Propiedad del Estado (% empleo)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.13
Concentración								
(Indice de Herfindahl) para								
- Empleo	0.07	0.07	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03
- Valor Agregado	0.16	0.10	0.05	0.12	0.08	0.08	0.04	0.04
- Producción Bruta	0.11	0.11	0.03	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05
Indice de Lerner	0.32	0.28	0.27	0.35	0.24	0.25	0.23	0.24
Elasticidad	0.33	0.38	0.13	0.16	0.27	0.24	0.21	0.21
Economías de Escala	0.98	1.02	1.05**	1.05**	1.18***	1.16**	1.00	1.06
Competitividad								
Export-Ventas	0.11	0.23	0.07	0.08	0.05	0.02	0.09	0.11
Export-Ventas (1)	*	0.28	*	0.07	*	-0.22	*	0.06
Export-Ventas (2)	175.20	161.90	519.00	428.20	561.13	579.20	258.80	242.20
Estructura de Mercado y b/								
La Integración Vertical								
Integr hacia Adelante (Ind Contm)	*	0.04	*	0.36	*	0.38	*	0.24
Integr hacia Adelante (Total)	*	0.52	*	0.40	*	0.50	*	0.30
Integr hacia Atrás (Ind Contm)	*	0.25	*	0.31	*	0.43	*	0.41
Integr hacia Atrás (total)	*	0.40	*	0.51	*	0.87	*	0.87

Tabla 12: SECTORES INDUSTRIALES CONTAMINANTES DEL AIRE

	Azúcar		Textiles		Papel		Sus. Químicas	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
B. Conducta:								
Participación en Valor Agregado c/ Firmas con Capital Extranjero								
- >50 %	*	0.00	*	0.06	*	0.30	*	0.30
- 30-50 %	*	0.00	*	0.02	*	0.00	*	0.07
- < 30 %	*	0.00	*	0.00	*	0.00	*	0.09
Productividad Laboral	3941.00	4141.09	2096.00	2912.85	4244.00	5023.00	4945.00	6431.10
Productividad Laboral (1)	*	0.02	*	0.12	*	0.06	*	0.09
Productividad Laboral (2)	194.50	148.25	114.90	423.40	110.60	113.61	240.90	524.00
Capital-Trabajo (Ac. Fijos)	1880.00	1879.40	1145.00	1662.70	1574.00	2215.00	2067.00	2412.31
Capital-Trabajo (Ac. Fijos) (1)	*	0.00	*	0.13	*	0.12	*	0.05
Capital-Trabajo (Ac. Fijos) (2)	159.40	132.19	191.90	253.80	156.54	307.30	218.70	838.00
Capital-Trabajo (M&E)	1150.00	1043.30	948.00	1436.98	1165.00	1729.00	1651.00	1883.56
Capital-Trabajo (M&E) (1)	*	-0.03	*	0.15	*	0.14	*	0.04
Capital-Trabajo (M&E) (2)	210.20	185.08	217.40	261.16	166.47	308.60	232.30	915.76
% de Técnicos Nal.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.10	0.03
% de Técnicos Nal. (1)	*	0.00	*	0.00	*	0.09	*	-0.33
% de Técnicos Nal. (2)	129.50	144.70	177.20	229.60	187.05	199.80	139.70	130.80
Energía-Capital (M&E)	19.48	24.80	14.19	10.28	42.46	30.36	35.38	32.00
Energía-Capital (M&E) (1)	*	0.08	*	-0.10	*	-0.11	*	-0.03
Energía-Capital (M&E) (2)	483.40	204.12	816.30	675.50	294.28	328.77	443.60	529.93
Energía-Trabajo	22398	25864	13466	14781	49463	52485	58444	52485
Energía-Trabajo (1)	*	0.05	*	0.03	*	0.02	*	-0.03
Energía-Trabajo (2)	160.00	163.80	261.10	323.60	254.73	249.50	335.80	307.50

Tabla 12: SECTORES INDUSTRIALES CONTAMINANTES DEL AIRE

	Azúcar		Textiles		Papel		Sus. Químicas	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
Factores que impiden								
- La Actual Inversión	*	0.14	*	0.27	*	0.25	*	0.28
- Las Decisiones de Inversión	*	0.20	*	0.36	*	0.20	*	0.46

C. Rentabilidad:

Tasa Retorno de los Activos (3)	*	1.36	*	1.69	*	1.62	*	1.65
Tasa Retorno de la Inversión (3)	*	6.87	*	5.53	*	6.05	*	8.00

Notas: (1) Tasa de crecimiento 1986-1989.
 (2) Coeficiente de variación
 (3) Promedio ponderado para los 4 años.
 * No se presenta el valor.

Fuentes: DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1986, 1987, 1988, 1989.
 a/ Echavarría (1990).
 b/ DANE. Matriz Insumo Producto. 1989.
 c/ Banco República. DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1987.

Cálculos: FEDESARROLLO.

Tabla 12: SECTORES INDUSTRIALES CONTAMINANTES DEL AIRE

	Refinería de petróleo		Vidrio		Cemento		Metalurgi	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
A. Estructura de Mercado:								
Protección Efectiva a/	*	28.67	*	30.82	*	2.10	*	17.24
Propiedad del Estado (% V.A.)	0.99	0.99	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Propiedad del Estado (% empleo)	0.99	0.99	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Concentración (Indice de Herfindahl) para								
- Empleo	0.48	0.50	0.07	0.07	0.08	0.08	0.17	0.15
- Valor Agregado	0.59	0.45	0.19	0.24	0.09	0.09	0.22	0.24
- Producción Bruta	0.53	0.53	0.18	0.13	0.09	0.08	0.12	0.13
Indice de Lerner	0.10	0.04	0.29	0.29	0.30	0.41	0.25	0.28
Elasticidad	5.08	13.30	0.63	0.43	0.29	0.19	0.46	0.45
Economías de Escala	*	*	1.15*	1.10	0.94	0.66	1.09	1.07
Competitividad								
Export-Ventas	0.33	0.49	0.05	0.06	0.12	0.08	0.13	0.21
Export-Ventas (1)	*	0.14	*	0.09	*	-0.11	*	0.18
Export-Ventas (2)	137.20	142.10	404.80	468.40	273.90	284.50	757.00	745.00
Estructura de Mercado y b/ La Integración Vertical								
Integr hacia Adelante (Ind Contm)	*	0.00	*	0.20	*	0.18	*	0.23
Integr hacia Adelante (Total)	*	0.86	*	0.27	*	0.36	*	0.41
Integr hacia Atrás (Ind Contm)	*	0.03	*	0.26	*	0.04	*	0.24
Integr hacia Atrás (total)	*	0.11	*	0.48	*	0.18	*	0.70

Tabla 12: SECTORES INDUSTRIALES CONTAMINANTES DEL AIRE

	Refinería de petróleo		Vidrio		Cemento		Metalurgia	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
B. Conducta:								
Participación en Valor Agregado c/ Firmas con Capital Extranjero								
- >50 %	*	0.00	*	0.13	*	0.07	*	0.24
- 30-50 %	*	0.00	*	0.04	*	0.00	*	0.11
- < 30 %	*	0.00	*	0.11	*	0.14	*	0.12
Productividad Laboral	6927.00	3968.26	2641.00	2905.80	4032.00	6266.20	4316.00	7081.00
Productividad Laboral (1)	*	-0.17	*	0.03	*	0.16	*	0.18
Productividad Laboral (2)	60.10	121.77	87.70	88.81	92.90	94.11	123.60	200.10
Capital-Trabajo (Ac. Fijos)	5323.00	3486.61	1138.00	1164.90	8905.00	8151.12	6604.00	5313.24
Capital-Trabajo (Ac. Fijos) (1)	*	-0.13	*	0.01	*	-0.03	*	-0.07
Capital-Trabajo (Ac. Fijos) (2)	97.10	82.51	181.60	135.06	194.80	187.63	450.80	291.51
Capital-Trabajo (M&E)	3279.00	2578.15	884.00	954.74	4438.00	4467.00	3921.00	3011.34
Capital-Trabajo (M&E) (1)	*	-0.08	*	0.03	*	0.00	*	-0.08
Capital-Trabajo (M&E) (2)	126.50	100.39	256.00	188.05	218.50	215.53	423.10	259.95
% de Técnicos Nal.	<0.01	<0.01	0.02	0.03	0.05	0.05	0.04	0.07
% de Técnicos Nal. (1)	*	*	*	0.14	*	0.04	*	0.22
% de Técnicos Nal. (2)	157.80	144.20	281.00	178.70	87.80	106.50	148.90	160.00
Energía-Capital (M&E)	39.50	58.70	22.20	20.80	26.79	26.12	30.03	39.73
Energía-Capital (M&E) (1)	*	0.14	*	-0.02	*	-0.01	*	0.10
Energía-Capital (M&E) (2)	111.00	161.57	199.40	367.04	209.50	196.72	308.40	224.17
Energía-Trabajo	129510	151343	19627	20805	118874	116715	117771	119670
Energía-Trabajo (1)	*	0.05	*	0.02	*	-0.01	*	0.01
Energía-Trabajo (2)	110.40	96.80	149.00	151.60	114.60	121.80	319.70	281.70

Tabla 12: SECTORES INDUSTRIALES CONTAMINANTES DEL AIRE

	Refinería de petróleo		Vidrio		Cemento		Metalurgia	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
Factores que impiden								
- La Actual Inversión	*	0.20	*	0.22	*	0.00	*	0.24
- Las Decisiones de Inversión	*	0.60	*	0.33	*	0.51	*	0.25
C. Rentabilidad:								
Tasa Retorno de los Activos (3)	*	0.89	*	0.83 *		0.43 *		0.65
Tasa Retorno de la Inversión (3)	*	5.14	*	2.80 *		2.00 *		4.17

Notas: (1) Tasa de crecimiento 1986-1989.
 (2) Coeficiente de variación
 (3) Promedio ponderado para los 4 años.
 * No se presenta el valor.

Fuentes: DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1986, 1987, 1988, 1989.
 a/ Echavarria (1990).
 b/ DANE. Matriz Insumo Producto. 1989.
 c/ Banco República. DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1987.

Cálculos: FEDESARROLLO.

Tabla 13: SECTORES INDUSTRIALES GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS

	Mataderos		Conservas		Textiles		Cuero	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
A. Estructura de Mercado:								
Protección Efectiva a/	*	-14.19	*	11.73	*	66.72	*	170.85
Propiedad del Estado (% V.A.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Propiedad del Estado (% empleo)	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Concentración								
(Indice de Herfindahl) para								
- Empleo	0.04	0.03	0.07	0.07	0.02	0.02	0.04	0.03
- Valor Agregado	0.10	0.09	0.13	0.14	0.05	0.12	0.07	0.06
- Producción Bruta	0.06	0.06	0.12	0.14	0.03	0.06	0.09	0.07
Indice de Lerner	0.17	0.18	0.22	0.23	0.27	0.35	0.13	0.16
Elasticidad	0.35	0.34	0.55	0.59	0.13	0.16	0.71	0.41
Economías de Escala	1.14**	1.11**	1.54	0.95	1.05	1.05*	1.13**	1.04
Competitividad								
Export-Ventas	0.07	0.06	0.04	0.02	0.07	0.08	0.25	0.30
Export-Ventas (1)	*	-0.07	*	-0.18	*	0.06	*	0.07
Export-Ventas (2)	572.40	699.10	291.90	312.50	519.00	428.20	197.00	181.40
Estructura de Mercado y b/ La Integración Vertical								
Integr hacia Adelante (Ind Contm)	*	0.23	*	0.24	*	0.36	*	0.58
Integr hacia Adelante (Total)	*	0.67	*	0.58	*	0.40	*	0.65
Integr hacia Atrás (Ind Contm)	*	0.59	*	0.01	*	0.31	*	0.09
Integr hacia Atrás (total)	*	0.64	*	0.09	*	0.51	*	0.49

Tabla 13: SECTORES INDUSTRIALES GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS

	Mataderos		Conservas		Textiles		Cuero	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
B. Conducta:								
Participación en Valor Agregado c/ Firmas con Capital Extranjero								
- >50 %	*	0.00	*	0.08	*	0.06	*	0.01
- 30-50 %	*	0.00	*	0.00	*	0.02	*	0.00
- < 30 %	*	0.00	*	0.00	*	0.00	*	0.00
Productividad Laboral	1734	1940	1847	1690	2096	2913	1287	1498
Productividad Laboral (1)	*	0.04	*	-0.03	*	0.12	*	0.05
Productividad Laboral (2)	77.80	129.37	87.30	126.17	114.90	423.40	106.70	122.16
Capital-Trabajo (Ac. Fijos)	543.00	704.57	861.00	521.09	1145.00	1662.70	457.00	489.27
Capital-Trabajo (Ac. Fijos) (1)	*	0.09	*	-0.15	*	0.13	*	0.02
Capital-Trabajo (Ac. Fijos) (2)	102.50	355.68	134.40	119.19	191.90	253.80	134.90	157.50
Capital-Trabajo (M&E)	292.00	379.32	481.00	321.79	948.00	1436.98	254.00	316.91
Capital-Trabajo (M&E) (1)	*	0.09	*	-0.13	*	0.15	*	0.08
Capital-Trabajo (M&E) (2)	106.40	355.48	157.80	133.31	217.40	261.16	155.90	205.69
% de Técnicos Nal.	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02
% de Técnicos Nal. (1)	*	0.00	*	-0.13	*	-0.06	*	0.00
% de Técnicos Nal. (2)	186.60	166.52	98.10	122.16	177.20	220.90	176.40	229.61
Energía-Capital (M&E)	22.71	20.26	10.10	14.63	14.19	10.28	22.13	16.98
Energía-Capital (M&E) (1)	*	-0.04	*	0.12	*	-0.10	*	-0.08
Energía-Capital (M&E) (2)	136.20	290.51	242.40	356.16	816.30	675.50	119.80	223.53
Energía-Trabajo	6628	7688	4861	4623	13466	14781	5626	5383
Energía-Trabajo (1)	*	0.05	*	-0.02	*	0.03	*	-0.01
Energía-Trabajo (2)	127.80	162.30	116.00	184.50	261.10	323.60	130.30	156.40

Tabla 13: SECTORES INDUSTRIALES GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS

	Mataderos		Conservas		Textiles		Cuero	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
Factores que impiden								
- La Actual Inversión	*	*	*	0.20	*	0.27	*	0.14
- Las Decisiones de Inversión	*	*	*	0.35	*	0.36	*	0.42
C. Rentabilidad:								
Tasa Retorno de los Activos (3)								
Tasa Retorno de la Inversión (3)	*	1.70	*	2.04	*	1.69	*	1.23
Return on Investment (3)	*	7.11	*	9.62	*	5.53	*	7.35

Notas: (1) Tasa de crecimiento 1986-1989.
 (2) Coeficiente de variación
 (3) Promedio ponderado para los 4 años.
 * No se presenta el valor.

Fuentes: DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1986, 1987, 1988, 1989.
 a/ Echavarría (1990).
 b/ DANE. Matriz Insumo Producto. 1989.
 c/ Banco República. DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1987.

Cálculos: FEDESARROLLO.

Tabla 13: SECTORES INDUSTRIALES GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS

	Papel		Sus. Químicas		Perfumes Jab.		Ref. Petróleo		Metalurgia	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
A. Estructura de Mercado:										
Protección Efectiva a/	*	46.43	*	9.00	*	84.46	*	28.67	*	17.24
Propiedad del Estado (% V.A.)	0.00	0.00	0.09	0.08	0.00	0.00	0.99	0.99	0.00	0.00
Propiedad del Estado (% empleo)	0.00	0.00	0.15	0.13	0.00	0.00	0.99	0.99	0.00	0.00
Concentración										
(Indice de Herfindahl) para										
- Empleo	0.03	0.03	0.04	0.03	0.05	0.05	0.48	0.50	0.17	0.15
- Valor Agregado	0.08	0.08	0.04	0.04	0.16	0.17	0.59	0.45	0.22	0.24
- Producción Bruta	0.07	0.06	0.05	0.05	0.14	0.15	0.53	0.53	0.12	0.13
Indice de Lerner	0.24	0.25	0.23	0.24	0.32	0.33	0.10	0.04	0.25	0.28
Elasticidad	0.27	0.24	0.21	0.21	0.45	0.45	5.08	13.30	0.46	0.45
Economías de Escala	1.18**	1.16**	1.00	1.11	1.24***	*	*	1.09	1.07	
Competitividad										
Export-Ventas	0.07	0.02	0.09	0.11	0.01	0.01	0.33	0.49	0.13	0.21
Export-Ventas (1)	*	-0.22	*	0.06	*	0.05	*	0.14	*	0.18
Export-Ventas (2)	572.40	579.20	258.80	242.20	380.00	424.00	137.20	142.10	757.00	745.00
Estructura de Mercado y b/										
La Integración Vertical										
Integr hacia Adelante (Ind Contm)	*	0.38	*	0.24	*	0.36	*	0.00	*	0.23
Integr hacia Adelante (Total)	*	0.50	*	0.30	*	0.39	*	0.86	*	0.41
Integr hacia Atrás (Ind Contm)	*	0.43	*	0.41	*	0.02	*	0.03	*	0.24
Integr hacia Atrás (total)	*	0.87	*	0.87	*	0.02	*	0.11	*	0.70

Tabla 13: SECTORES INDUSTRIALES GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS

	Papel		Sus. Químicas		Perfumes Jab.		Ref. Petróleo		Metalurgia	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
B. Conducta:										
Participación en Valor Agregado c/ Firmas con Capital Extranjero										
- >50 %	*	0.30	*	0.30	*	0.58	*	0.00	*	0.24
- 30-50 %	*	0.00	*	0.07	*	0.02	*	0.00	*	0.11
- < 30 %	*	0.00	*	0.09	*	0.01	*	0.00	*	0.12
Productividad Laboral	1734.00	5023.00	4945.00	6431.10	4679.00	5586.17	6927.00	3968.26	4316.00	7081.00
Productividad Laboral (1)	*	0.06	*	0.09	*	0.06	*	-0.17	*	0.18
Productividad Laboral (2)	110.60	113.61	240.90	524.00	120.00	111.65	60.10	121.77	123.60	200.10
Capital-Trabajo (Ac. Fijos)	1574.00	2215.00	2067.00	2412.31	1507.00	1188.59	5323.00	3486.61	6604.00	5313.24
Capital-Trabajo (Ac. Fijos) (1)	*	0.12	*	0.05	*	-0.08	*	-0.13	*	-0.07
Capital-Trabajo (Ac. Fijos) (2)	156.54	307.30	218.70	838.00	152.00	182.99	97.10	82.51	450.80	291.51
Capital-Trabajo (M&E)	1165.00	1729.00	1651.00	1883.56	726.00	628.77	3279.00	2578.15	3921.00	3011.34
Capital-Trabajo (M&E) (1)	*	0.14	*	0.04	*	-0.05	*	-0.08	*	-0.08
Capital-Trabajo (M&E) (2)	166.47	308.60	232.30	915.76	186.00	305.00	126.50	100.39	423.10	259.95
% de Técnicos Nal.	0.02	0.03	0.10	0.07	0.02	0.03	0.01	0.01	0.04	0.07
% de Técnicos Nal. (1)	*	0.09	*	-0.12	*	0.08	*	0.00	*	0.22
% de Técnicos Nal. (2)	187.05	199.80	139.70	130.80	119.00	130.80	157.80	144.20	148.90	160.00
Energía-Capital (M&E)	42.46	30.36	35.38	32.00	8.59	10.63	39.50	58.70	30.03	39.73
Energía-Capital (M&E) (1)	*	-0.11	*	-0.03	*	0.07	*	0.14	*	0.10
Energía-Capital (M&E) (2)	294.28	328.77	443.60	529.93	708.00	735.24	111.00	161.57	308.40	224.17
Energía-Trabajo	49463	52485	58444	60203	6239	6685	129510	151343	117771	119670
Energía-Trabajo (1)	*	0.02	*	0.01	*	0.02	*	0.05	*	0.01
Energía-Trabajo (2)	254.73	249.50	335.80	307.50	263.00	148.50	110.40	96.80	319.70	281.70

Tabla 13: SECTORES INDUSTRIALES GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS

	Papel		Sus. Químicas		Perfumes Jab.		Ref. Petróleo		Metalurgia	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989	1986	1989
Factores que impiden										
- La Actual Inversión	*	0.25	*	0.28	*	0.43	*	0.20	*	0.24
- Las Decisiones de Inversión	*	0.20	*	0.46	*	0.34	*	0.60	*	0.25
C. Rentabilidad:										
Tasa Retorno de los Activos (3)										
Tasa Retorno de la Inversión (3)	*	1.62	*	1.65	*	3.22	*	0.89	*	0.65
Return on Investment (3)	*	6.05	*	8.00	*	13.08	*	5.14	*	4.17

Notas: (1) Tasa de crecimiento 1986-1989.
 (2) Coeficiente de variación
 (3) Promedio ponderado para los 4 años.
 * No se presenta el valor.

Fuentes: DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1986, 1987, 1988, 1989.
 a/ Echavarría (1990).
 b/ DANE. Matriz Insumo Producto. 1989.
 c/ Banco República. DANE. Encuesta Anual Manufacturera. 1987.

Cálculos: FEDESARROLLO.

**PARTE III -- PROPUESTAS PARA CAMBIOS INSTITUCIONALES Y
ESTRATEGIAS ESPECIFICAS DE CONTROL**

1. Introducción

Esta parte del informe describe estrategias que podrían ser tenidas en cuenta por el gobierno para el control de la contaminación industrial. Estas recomendaciones se basan en información presentada en secciones anteriores con respecto a la actual calidad ambiental en el país, las fuentes y cantidades de diversos tipos de emisiones, las características generales de estrategias diseñadas o implementadas en otras naciones, y las características económicas de las industrias que producen mayor contaminación.

Las propuestas incluyen tanto reformas institucionales generales como estrategias específicas de control de contaminantes de industrias y áreas geográficas generadoras de los mismos. Además, cuando es apropiado, las propuestas incluyen recomendaciones sobre los parámetros técnicos de las estrategias. Por ejemplo, en el caso de tasas sobre efluentes, proponemos rangos de tasas que podrían ser adecuados, basados en la información disponible para Colombia, y en experiencias de otros países. En la Parte IV de este informe, se presenta información adicional que será de utilidad en el diseño detallado de las estrategias.

La parte IV presenta un análisis de la efectividad potencial de estas estrategias y estimaciones de los impactos económicos sobre las industrias reguladas, los empleados, los consumidores, y el gobierno. Además, incluye estudios de caso que describen la operación y los efectos probables de ciertas estrategias, cuando está disponible la información necesaria. Estos estudios de caso buscan ilustrar el funcionamiento de las estrategias y el ahorro de costos alcanzados con este método, en comparación con enfoques de reglamentación más tradicionales.

El objetivo principal de este análisis es identificar situaciones en las cuales el uso de estrategias de reglamentación innovadoras, especialmente el uso de instrumentos económicos o basados en el mercado, puede mejorar la calidad ambiental de manera eficiente. Hay, sin embargo, muchas situaciones en que los programas de reglamentación tradicionales, son adecuados, sin necesidad de elementos adicionales.

A continuación, la primera sección describe algunas observaciones generales acerca del actual programa de reglamentación en Colombia y presenta recomendaciones para el fortalecimiento de la capacidad institucional de las agencias encargadas del manejo ambiental. Las secciones siguientes presentan ideas específicas para estrategias innovadoras que en el momento no están incluidas como parte del programa de reglamentación.

Debemos también anotar que, debido a restricciones de tiempo y de recursos, el análisis se ha limitado a aquellos problemas de contaminación industrial identificados como los más severos en el ámbito nacional. No se pretende que las recomendaciones aquí presentadas abarquen todos los problemas ambientales en el país. Es más, se hace necesario recolectar y analizar datos adicionales para refinar e implementar las estrategias propuestas.

Finalmente, varias de las estrategias recomendadas se pueden implementar de forma más efectiva, si se realizan en forma gradual y programada. Por ejemplo, sugerimos la realización de experimentos limitados geográficamente, con permisos negociables de contaminación. La propuesta inicial es crear permisos negociables en zonas de poca extensión, en donde varias industrias que descargan el mismo tipo de contaminantes afecten el mismo aire o agua. En la medida en que las agencias reglamentadoras y las industrias adquieran experiencia en la operación y administración de los mercados, estos permisos se podrán establecer en otras regiones, expandirlos en áreas mayores, y refinarlos de acuerdo con las variaciones del daño ambiental.

Igualmente, se puede introducir tasas relativamente bajas para efluentes, y luego incrementarlas gradualmente de acuerdo con los planes establecidos. La implementación de estas nuevas estrategias durante un período de tiempo relativamente prolongado, daría a los

administradores la oportunidad de "aprender-haciendo"; a las industrias, tiempo para planear y buscar la solución más eficiente económicamente; y a las demás partes interesadas, la oportunidad de observar la efectividad del método.

Durante las etapas iniciales de implementación, el establecimiento de tasas bajas comparadas con los costos de control de contaminación, tendrá doble propósito: En primer lugar, su establecimiento servirá como una etapa de ensayo en la cual las medidas de administración y ejecución pueden ser ajustadas, y durante la cual la industria puede planear respuestas apropiadas, a medida que las tasas se aumentan a lo largo del tiempo. En segundo lugar, las tasas generarán rentas para la administración del programa regulador, y no se esperará que ellas causen cambios notorios en el comportamiento de la industria regulada. La función de las tasas cambiará de manera gradual, a medida que sean elevadas de acuerdo con el plan predeterminado. Cuando éstas se vuelvan significativas con respecto al costo de control de la contaminación, producirán esfuerzos de control en la industria misma; y en la medida en que disminuya el caudal de efluentes y emisiones, disminuirán también las rentas del gobierno.

2. Recomendaciones Generales para el Logro de Mejoras Institucionales

Las recomendaciones generales de este informe incluyen:

1. Un aumento en los aportes financieros y la integración de agencias de control ambiental para el mejoramiento de funciones reguladoras claramente especificadas.
2. La creación de un sistema judicial administrativo dedicado exclusivamente a asegurar el cumplimiento de programas y reglamentaciones ambientales con respecto al recurso natural.
3. La formación de consejos ambientales en las industrias, encargados de conducir auditorías ambientales voluntarias, facilitar la transferencia de tecnología y administrar programas de mediación ambiental.
4. El establecimiento de un sistema nacional de supervisión de la calidad ambiental, y de un Sistema de Información Geográfica diseñado para analizar las causas del deterioro ambiental y para lograr el uso sostenible de tierra.

5. La implementación de regulaciones de carácter nacional para el control primario.
6. El desarrollo de un sistema nacional de cuentas ambientales y de recursos, para registrar los servicios, el agotamiento y depreciación de activos ambientales como parte del sistema actual de cuentas nacionales.
7. La iniciación de programas de educación ambiental tanto en el sistema escolar público como para el público en general.

2.1 El Aumento de Aportes Financieros Para las Agencias de Control Ambiental y una Mejor Organización de las Mismas

Existe un acuerdo general de que las estructuras de las instituciones responsables de la protección ambiental y la administración de recursos deben mejorar. Por lo tanto, este comentario no es tanto una recomendación para que se hagan cambios, sino una declaración de apoyo a las acciones que el gobierno ya ha iniciado.

El Diseño Institucional y el Financiamiento

Actualmente se están desarrollando planes para la reestructuración de instituciones de administración ambiental, con el apoyo de la

reciente Asamblea Nacional Constituyente. Varios estudios previos han indicado que las agencias reguladoras existentes, especialmente el INDERENA, han recibido aportes insuficientes en el pasado y no han logrado ejecutar las leyes ambientales efectivamente. El gobierno, durante la etapa de diseño de nuevas estructuras institucionales, podría tomar en cuenta cuatro ideas relacionadas con la financiación de programas reguladores:

- 1) La descentralización estimula el apoyo de la comunidad, haciendo que se puedan tener en cuenta las preferencias locales en el proceso decisorio de regulación.
- 2) Las rentas provenientes de la aplicación de instrumentos económicos, incluyendo las demandas por perjuicios, pueden ser utilizadas para administrar programas de regulación y para subsidiar la investigación y el desarrollo de tecnologías de manejo ambiental.
- 3) El uso de enfoques cooperativos tales como mediación ambiental, auditoría ambiental, comisiones semi-autónomas de planeación de aire y cuencas hidrográficas, puede reducir drásticamente el costo directo al gobierno de la regulación ambiental.

- 4) Las organizaciones no-gubernamentales pueden complementar las acciones del gobierno movilizand o el apoyo monetario y el trabajo voluntario por parte del público, cumpliendo las funciones de monitoreo y educación comunitaria a costos bajos.

La Integración de la Protección Ambiental, el Manejo de Recursos y el Desarrollo Económico

Tradicionalmente, la contaminación ambiental se consideró como una externalidad del proceso productivo que debía ser controlada mediante tecnologías agregadas de reducción. Es más, un entorno descontaminado se veía como un lujo que se adquiriría sólo después de lograr un nivel de vida relativamente alto.

Dado el crecimiento demográfico e industrial, los perjuicios causados al ambiente y a los sistemas ecológicos se han incrementado de tal forma que los planificadores están comenzando a reconocer la protección ambiental como parte integral de cualquier plan de desarrollo sostenible.

La protección ambiental está relacionada con el desarrollo económico en tres formas. El vínculo más directo entre ellos involucra los aspectos de contaminación, salud humana y productividad laboral. Los efectos adversos sobre la salud causados

por exposición a la contaminación ambiental reducen el crecimiento económico de dos maneras: los costos del tratamiento médico de la enfermedad desvían dineros de otras inversiones productivas. Además, los trabajadores enfermos son menos productivos en horas de trabajo y presentan mayor ausentismo. Estas consideraciones comprueban que la protección ambiental no es un bien de lujo, sino más bien un elemento básico del desarrollo económico.

En segundo lugar, la contaminación causa otros perjuicios no-relacionados con la salud, que reducen el nivel de productividad. La lluvia ácida ocasiona el deterioro de materiales diversos, incluyendo superficies pintadas, estructuras metálicas y maquinaria; el agua contaminada requiere de mayores gastos para su tratamiento antes de que pueda ser utilizada en irrigación, en procesos productivos y como fuente de agua potable; los sitios de disposición de residuos peligrosos reducen el valor de las propiedades y limitan las oportunidades recreacionales.

Tercero: el recurso natural renovable es fuente de materiales importantes utilizados en la producción y la exportación. La madera, el pescado, y los suelos productivos proveen elementos y recursos esenciales para la industria básica. Si se degradan estos recursos, se retarda el desarrollo, reduciendo su potencial.

Por medio de la integración del manejo adecuado de los recursos naturales productivos y el control de la contaminación, los planificadores pueden combinar toda la información pertinente y equilibrar las necesidades de la industria, así como aquellas de protección de recursos. Por ejemplo, una filosofía de manejo forestal multi-uso se simplificaría si los responsables del manejo del recurso maderable tuvieran un vínculo estrecho con las autoridades encargadas de la protección de la biodiversidad, el control del uso del suelo y la contaminación que perjudican los bosques.

Los Estados Unidos proveen un ejemplo de un sistema desorganizado de administración que da origen a conflictos entre agencias, una falta de planeación integrada, y programas contradictorios que con frecuencia anulan los esfuerzos de los demás. Por ejemplo, el Servicio Forestal, una dependencia del Departamento de Agricultura, hasta hace poco se regía por una filosofía de maximización de la extracción sostenible del recurso maderable, sin interesarse por la protección del hábitat. El Departamento del Interior tiene la responsabilidad del manejo de otros recursos renovables, tales como el abastecimiento de agua y la administración del recurso pesquero, pero no tiene autoridad para reglamentar la calidad del agua, lo cual es indispensable para la protección de pescaderías y para el suministro de agua potable. Finalmente, la Agencia de Protección Ambiental, responsable del control de contaminación, encuentra con

frecuencia una falta de apoyo por parte de las demás agencias que deberían ser sus clientes.

Es necesario incorporar alguna forma de relación oficial en el diseño de las organizaciones encargadas de la administración del ambiente y de los recursos. No es necesario que todas estas responsabilidades se le asignen a una sola agencia. Pero al menos deberá existir un consejo coordinador de directores que esté por encima de las agencias pertinentes, asegurando que compartan equitativamente la información, que hay planeación integrada y coordinación en las relaciones públicas y en la resolución de reclamos.

Una posibilidad es la creación de un Ministerio del Ambiente que tenga la autoridad para ordenar el control de todas las fuentes de contaminación, y que sirva como ente coordinador de otras agencias cuyas acciones afectan la calidad ambiental. El INDERENA podría administrar los parques nacionales y los bosques; el Ministerio de Minas y Energía podría mantener sus responsabilidades y funciones actuales al igual que el Ministerio de Agricultura y las entidades regionales. Sin embargo, los Directores de estas agencias harían parte de un consejo que funcionaría dentro del Ministerio del Ambiente. Dicho grupo, apoyado por el equipo técnico del Ministerio del Ambiente, establecería los lineamientos generales para la integración de los diversos planes de uso de suelos, desarrollo de

recursos y control de contaminación, que luego serían implementados por las diferentes instituciones.

2.2 La Creación de un Sistema Judicial Ambiental

Un sistema legal administrativo diseñado específicamente para el juzgamiento y ejecución de leyes y normas relacionadas con el ambiente y el uso de los recursos naturales, puede solucionar varias de las dificultades asociadas con el uso del sistema judicial general para este propósito.

En primer lugar, los asuntos de manejo ambiental y de recursos giran en torno a consideraciones técnicas y científicas que van más allá de la experiencia legal tradicional del sistema general de justicia.

Segundo, con frecuencia surgen controversias debido más a la carencia de una clara definición de los derechos de propiedad que a problemas más comunes como la violación de restricciones de conducta o de derechos de propiedad tangible.

Tercero, un sistema independiente tendría mayor libertad que el sistema judicial tradicional para experimentar con técnicas innovadoras de solución de conflictos, y adoptar las convenientes.

Cuarto, un sistema judicial administrativo independiente podría auto-financiarse utilizando su papel como administrador de los recursos de propiedad común del público, tales como el aire y el agua.

Las revisiones constitucionales recientemente promulgadas también proveen una base para un sistema judicial administrativo separado. Por primera vez, se le está dando consideración legal a las acciones basadas en intereses colectivos. El medio ambiente atmosférico y acuático constituyen un recurso claramente valioso, pero difícil de administrar por medio de un sistema de derechos de propiedad otorgados individualmente. El agua para beber y el aire para respirar son necesidades fundamentales para la vida. Sin embargo, son consumidos colectivamente.

En la teoría económica, el consumo colectivo implica que es difícil que una persona excluya a otra del consumo del recurso. Cuando dicha exclusión es costosa o técnicamente imposible, entonces los derechos de propiedad privada asignados a individuos no pueden ser utilizados como mecanismo para una administración eficiente.

Desde otra perspectiva, el aire, el agua y el suelo pueden servir como medio a través del cual los contaminantes se dispersan del punto de descarga a lugares en que ocasionan daños. El perjuicio a la salud humana y a los recursos ocasionado por la exposición a la

contaminación, con frecuencia es considerado como una externalidad, debido a que está por fuera del sistema de mercado. Como en el caso del uso colectivo del aire y del agua, las externalidades existen debido al sistema incompleto de derechos de propiedad. Dado que ningún individuo es dueño del aire y del agua, nadie tiene un incentivo particular para evitar la contaminación.

Tomados conjuntamente, el consumo colectivo y los perjuicios externos representan el fracaso del sistema de propiedad privada en el manejo de la calidad ambiental. Una forma de resolver estos problemas es ampliar el concepto de derechos de propiedad para que incluya los derechos de grupos de individuos y los intereses sociales colectivos. La nueva constitución ha dado pasos significativos en este sentido.

Ahora es posible adoptar en Colombia medidas legales y ejecutarlas a nombre del interés común, y no solamente en aquellos casos en que se perjudiquen los derechos individuales. Los casos cobijados por este nuevo ámbito de la ley, tienen un tratamiento legal diferente al aplicado en casos de crímenes y negocios.

En primer lugar, habrá conflictos entre terratenientes y grupos externos por los derechos de los primeros para llevar a cabo actividades de producción y los derechos de los segundos, que podrían perjudicarse por tales acciones. Este tipo de disputa es la

que más se asemeja a los conflictos legales tradicionales. Sin embargo, casos como éstos requerirán sopesar los derechos individuales contra los derechos colectivos. Con frecuencia, la comparación entre el perjuicio individual y el daño colectivo requiere del uso de métodos en los cuales las autoridades judiciales tradicionales tienen poca experiencia. Por ejemplo, la cuantificación de perjuicios a la salud de poblaciones numerosas puede requerir conceptos médicos y éticos. Además, la evaluación del deterioro ambiental requiere experiencia y conocimiento en los campos de la hidrología, la ecología y la biología.

En segundo lugar, será necesario establecer nuevas formas de derechos de propiedad. Dado que el proceso de urbanización de la tierra por parte de entidades privadas puede afectar el funcionamiento normal de los ecosistemas, la libertad de acción sobre propiedades privadas tendrá probablemente que ser definida con mayor precisión que en el pasado. Diferentes sistemas legales han definido que la propiedad plena de un bien otorga el derecho de excluir a otros, de administrar, destruir, modificar o vender la propiedad. En el caso de las ciénagas, las modificaciones físicas al terreno, tales como el drenaje y relleno para propósitos de urbanización, o de siembra de pastos para ganadería, cambian las características hidrológicas de la región circundante. Entre los posibles efectos secundarios, se encuentra el deterioro de los acuíferos que abastecen de agua potable a los propietarios y a las

ciudades de la zona circundante. Este ejemplo demuestra que será necesario juzgar dentro del nuevo ámbito legal, un conjunto más complejo de interacciones entre los terratenientes.

Finalmente, el manejo de los recursos ambientales requiere conocimientos en diversos campos técnicos, tales como la hidrología, la ecología, la epidemiología, la ingeniería civil, la climatología y la economía, entre otros. Dichos requisitos técnicos podrían limitar la capacidad del sistema judicial existente.

Un ejemplo de un sistema legal administrativo separado se presenta en los Estados Unidos. Existe dentro de la Comisión Gubernamental Reglamentaria de Energía, una división administrativa-legal con jueces que escuchan los casos técnicos relacionados con la regulación de energía eléctrica y el suministro de gas natural. Por ejemplo, legislan sobre la conveniencia de construir nuevas instalaciones hidroeléctricas y establecen tasas para la venta de electricidad y gas natural al por mayor, basados en la determinación de costos permisibles y en tasas de retorno razonables.

Una división similar podría establecerse dentro del Ministerio del Ambiente propuesto. Dicha entidad estaría en capacidad de dar mejores respuestas a estos nuevos interrogantes si se dedicara

exclusivamente a los aspectos técnicos de control de la contaminación y de manejo de los recursos naturales.

Así mismo, la imposición de sanciones de tipo económico por violación de las normas ambientales podría utilizarse para financiar estrategias de manejo ambiental.

2.3 La Formación de Consejos Ambientales en el Sector Industrial

Los consejos ambientales del sector industrial pueden complementar las acciones gubernamentales, reduciendo el nivel de conflicto entre las partes, y utilizando la experiencia de ingenieros de producción, de planificadores y economistas expertos del sector privado. Hay tres áreas principales en que la actividad voluntaria del sector privado puede mejorar la administración del ambiente: 1) la mediación ambiental; 2) la auditoría ambiental para el desarrollo de procesos de prevención de la contaminación, y de productos ambientalmente seguros; y 3) la formación de asociaciones entre la empresa pública y privada para la financiación, el diseño y la operación de la infraestructura ambiental.

La Mediación Ambiental

Uno de los principales problemas generados por los enfoques tradicionales de protección ambiental, es que los procesos

judiciales de enfrentamiento para hacer cumplir las normas son extremadamente costosos y muy demorados. La mediación está ganando mayor aceptación como alternativa de reducción de costos y de solución rápida a las diferencias entre el gobierno, los grupos de interés comunitario y las industrias reguladas. Esta mediación puede ser utilizada en dos formas: como herramienta de planeación durante el establecimiento de normas, y como un mecanismo para resolver diferencias. Históricamente, ésta ha sido utilizada primordialmente como alternativa a los procedimientos judiciales en la solución de conflictos, pero su uso preventivo está adquiriendo mayor popularidad.

La mediación genera mayores beneficios al ser utilizada como herramienta de planeación en el establecimiento de normas. Mediante la participación de todas las partes interesadas y afectadas durante el desarrollo de un programa de reglamentación, se pueden evitar muchos de los conflictos y establecer un programa de mayor efectividad.

Específicamente, el proceso de mediación involucra la integración de un grupo de discusión bajo la dirección de un mediador profesional e imparcial, con el propósito de establecer un compromiso de equilibrio de costo-beneficio entre las partes. Dicho grupo deberá incluir representantes de la entidad gubernamental reguladora, de otras entidades del gobierno involucradas, de la

industria, y de los grupos de interés comunitario. También se podrá incluir a terratenientes y representantes del sector laboral. Además, el grupo debería incluir o tener acceso a especialistas en los distintos campos técnicos pertinentes a la discusión.

La industria regulada frecuentemente conoce más acerca del diseño de técnicas de control de contaminación que el mismo gobierno o los grupos de interés comunitario. Los ingenieros industriales conocen bien el funcionamiento del proceso de producción. Por lo tanto, son los más calificados para sugerir alternativas de control de contaminación en los procesos de producción. En muchos casos, se puede lograr una reducción en la contaminación mediante cambios en las materias primas, en procesos de producción, o en el mismo diseño del producto.

Este tipo de alternativas se explica más ampliamente en la siguiente sección sobre "auditoría ambiental". El uso de la auditoría y la búsqueda de estrategias de prevención de la contaminación puede llegar a ser parte del proceso de mediación.

Otro objetivo del proceso de mediación es dar a conocer al público las opiniones y preocupaciones de las partes interesadas, al comienzo del proceso de reglamentación. La discusión oportuna de los efectos y problemas potenciales del programa, con frecuencia permite incluir las soluciones dentro del plan o diseño, en lugar

de tener que rediseñar el programa después de varios años de conflictos judiciales.

Finalmente, la mediación puede utilizarse como complemento o alternativa a las demandas judiciales. Como sucede en las negociaciones de tipo laboral, la mediación formal permite a las partes en conflicto llegar a acuerdos, disminuyendo los costos y el tiempo requerido para tal fin. Por ejemplo, el Fondo Mundial de Vida Salvaje está afiliado a una entidad de mediación ambiental denominada "Resolución" (RESOLVE), que está disponible cuando la llamen. Una unidad mediadora podría establecerse dentro del nuevo Ministerio del Ambiente, o dicho Ministerio podría emplear servicios de mediación externos.

La Auditoría Ambiental y la Prevención de la Contaminación

El Problema:

1. Los ingenieros de producción y proceso en las firmas privadas, han sido entrenados para asegurar la calidad y maximizar la eficiencia en el costo de la producción.
2. El objetivo de dichas firmas es la maximización de ganancias a corto y mediano plazo.

3. Los especialistas en comercialización se esfuerzan por descubrir los deseos del usuario o influenciar sus gustos y preferencias de consumo.
4. Los analistas ambientales en el gobierno generalmente se centran en la cantidad y el nivel de toxicidad de los residuos descargados por las instalaciones industriales.

Como resultado de lo anterior, estos grupos de especialistas rara vez entienden o se interesan por los problemas y objetivos de los otros sectores, perdiendo así grandes oportunidades de acción conjunta.

La Auditoría Ambiental es una iniciativa voluntaria de cooperación en la cual los expertos en producción de la firma participante comparten información y realizan análisis conjuntos con expertos sobre los efectos y el control de la contaminación, con el fin de lograr innovaciones en:

- los procedimientos de monitoreo y cumplimiento de las normas
- técnicas de producción,
- elección de materias primas
- diseño del producto

Con las siguientes metas:

- reducción de la cantidad y toxicidad de residuos, y
- reducción o incremento controlado de los costos de producción, manteniendo una calidad aceptable del producto.

Una Auditoría Ambiental es un examen sistemático de todas las interacciones de cualquier empresa con sus alrededores.

Puede incluir el análisis de la configuración de procesos, diagramas de flujo, inspecciones visuales de las instalaciones, y el análisis del flujo de insumos y productos de los diversos procesos.

LISTADO PRELIMINAR DE CONTROL**POLITICA DE LA COMPAÑIA**

¿Tiene su empresa una política ambiental claramente definida y redactada, la estructura y el personal para implementarla?

COMUNICACION

¿Tiene su empresa una política de información al público con respecto al ambiente?

ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO DEL PERSONAL

¿Capacita a su personal para buscar posibles efectos ambientales del proceso de producción y preparar soluciones acordes?

MATERIAS PRIMAS

¿Existen materias primas de menor impacto sobre el ambiente que usted podría utilizar? ¿Podría utilizar materiales reciclados, provenientes de fuentes internas o externas?

PRODUCTOS Y PROCESOS

¿Incorpora a sus productos y servicios tecnologías más efectivas para minimizar el impacto sobre el entorno durante la producción y el uso del producto?

USO DE ENERGIA

¿Tiene usted una política sobre el uso eficiente y la búsqueda de medios de ahorro de energía?

EL DESPERDICIO Y LAS DESCARGAS

¿Sabe usted el tipo de residuos que produce, donde los produce y lo que le cuestan?

TRANSPORTE Y DISTRIBUCION

¿Son eficientes sus sistemas de distribución? (Incluyendo el transporte de los trabajadores hacia el trabajo y su regreso a casa?) Toma usted precauciones especiales en el transporte de materiales peligrosos?

ACCIDENTES Y EMERGENCIAS

¿Tiene planes de emergencia actualizados que incluyen una comunicación efectiva con la población en riesgo?

DISMINUCION DE COSTOS A PARTIR DE LA SEPARACION DE RESIDUOS

Durante una auditoría en una planta del estado de Maryland (EE.UU.) la cual pule y muele lentes de vidrio, un equipo de auditoría ambiental encontró que la planta estaba desechando todos sus residuos de vidrio, considerándolos como peligrosos debido a que estaban mezclados con vidrio que contenía plomo.

Investigaciones posteriores revelaron que menos del 30% del volumen de residuos generados estaba contaminado con plomo, y que por ende, el volumen restante no se podía catalogar como peligroso.

Como resultado de la auditoría, la planta comenzó a separar los residuos generados, estableciendo un procedimiento de disposición de residuos no-peligrosos en un relleno sanitario. Este cambio disminuyó sustancialmente los gastos anuales de la compañía.

EL CASO DE LA DIOXINA Y EL BLANQUEO DEL PAPEL

Se detectaron concentraciones significativas de dioxina río abajo de varias fábricas de papel en los E.E.U.U. aún cuando dicho producto no entraba directamente en el proceso de producción de papel.

La auditoría y los análisis de balance de materiales determinaron que el residuo tóxico era formado en el proceso del blanqueo de papel.

El análisis de las líneas de producción y de los programas de mercadeo de la industria sugirió que muchos de los productos se sometían al proceso blanqueador aún cuando el color blanco no ejerciera ninguna influencia en el consumo del producto.

Por ejemplo, los filtros de papel en forma de cono utilizados en cafeteras eléctricas, tradicionalmente se sometían al proceso de blanqueo. Después de la realización de pruebas de preferencia del consumidor y una campaña de mercadeo a nivel nacional, las industrias de papel comenzaron a producir filtros de café sin blanquear el papel. Los filtros de color café claro fueron inmediatamente aceptados por el consumidor y en la actualidad son parte importante del mercado de este producto.

Resultados:

- reducción de la contaminación tóxica de los ríos del país,
- reducción de los costos de producción,
- mantenimiento de la calidad del producto, y
- mejora en las relaciones públicas de la industria.

Colaboración Entre la Empresa Pública y la Privada

El Problema:

Algunos tipos de instalaciones para el control de contaminación tales como las instalaciones municipales de tratamiento de basuras y los rellenos sanitarios, son tradicionalmente diseñados, contraídos y operados por unidades gubernamentales locales, y presentan las siguientes características:

1. Son establecidas y financiadas por unidades gubernamentales locales
2. Tienen gran inversión de capital y larga vida útil
3. Carecen del apoyo del sector privado
4. Son difíciles de financiar

Para las ciudades pequeñas es particularmente difícil preparar emisiones de bonos y reunir grandes sumas de capital de los mercados financieros privados.

El diseño y construcción de obras públicas de gran envergadura en estos municipios no es frecuente; por lo tanto las entidades municipales generalmente no cuentan con el personal o la experiencia apropiada.

La construcción de nuevas instalaciones se logra con mayor efectividad antes de que crezca la población; por ende, es posible que las necesidades de capital precedan al incremento de la población que paga los impuestos. La carencia de una base de impuestos y de una fuente fija de entradas para el reembolso de préstamos, hace que el financiamiento sea más difícil.

Una Estrategia General: La ciudad puede reunir fondos para los propósitos anteriormente mencionados mediante la formación de una asociación contractual a largo plazo con una corporación privada; así las firmas privadas obtienen no sólo la oportunidad de construir la instalación, sino también de operarla durante su vida útil.

Como resultado:

- Se reduce el problema del capital financiero
- Se crean incentivos para que la empresa privada diseñe un tipo de instalaciones eficientes y de fácil mantenimiento
- Se hace uso de la experiencia del sector privado con una compensación justa para las firmas colaboradoras

La Participación del Sector Privado en las obras públicas puede clasificarse en activa y pasiva.

La participación activa podría incluir inversión directa, y administración de una empresa de responsabilidad pública, tal como una planta de tratamiento de residuos sólidos. En el caso de Babylon, Nueva York, una firma privada aportó parte del capital inicial y en la actualidad la administra bajo el control municipal, mediante un subcontrato.

BABYLON, NUEVA YORK

El pueblo de Babylon tiene una población de más de 200.000 habitantes, densamente concentrados en doce barrios, y una fuerte industria manufacturera y de servicios, que genera empleo para más del 50% de la población.

Dicho pueblo necesitaba un programa a largo plazo para la disposición de residuos sólidos. El pueblo optó por construir una planta de recuperación de residuos sólidos sobre terrenos de su propiedad. La planta, con una capacidad de procesamiento hasta de 750 toneladas / día, posee instalaciones para la incineración en masa y la recuperación de basuras.

La construcción de dicha planta fue financiada con dineros procedentes de bonos de emisión exentos de impuestos. Los ingresos comprometidos para el pago de la deuda, son aquellos provenientes

de ganancias operacionales y recaudos anuales, los cuales se determinan anualmente según las exigencias de la deuda.

La Agencia de Desarrollo Industrial de la ciudad (IDA) emitió un bono de recaudo exento de impuestos por U.S. \$90 millones.

El Estado de Nueva York aportó \$14 millones.

La firma privada escogida para la construcción y operación de la planta donó una contrapartida de U.S. \$18 millones adicionales.

El IDA posee el título de propiedad de la planta; sin embargo, para propósitos prácticos, incluyendo el cálculo de la depreciación para el pago de impuestos, el sector privado es el dueño.

Cuando los bonos sean totalmente reembolsados, la empresa operadora podrá adquirir la planta por un precio nominal, convirtiéndose en el propietario legal.

La ciudad tiene autoridad legal sobre la recolección de residuos dentro de su jurisdicción, y por lo tanto regula a los recolectores privados, garantizando la entrega de por lo menos 225.000 toneladas de residuo sólido en condiciones aceptables, a la planta, anualmente.

La planta no ha funcionado suficiente tiempo como para determinar su éxito financiero, sin embargo la construcción se completó antes del tiempo establecido, la aceptación de la planta por parte de la comunidad fue favorable, y las proyecciones financieras indican que el proyecto será auto-financiable.

La participación privada pasiva tiene varias modalidades.

En primer lugar, los aportes de capital privado pueden hacerse a cambio de los derechos por contrato de uso de la planta en construcción.

En una segunda modalidad, los inversionistas privados aportan capital para construcción pero no se involucran en la construcción, operación ni uso de la planta.

Los inversionistas "poseen" una parte limitada de la infraestructura mediante un instrumento financiero: la adquisición de certificados de participación o certificados de confianza de equipos.

La infraestructura misma está en manos de un fiduciario que actúa como fiador, y el usuario de la infraestructura reembolsa la deuda mediante pagos de arriendo.

El pago de la deuda también está garantizado mediante la obligación legal de la entidad gubernamental arrendataria de incluir los pagos de arrendamiento en las asignaciones del presupuesto general; la fianza locativa, por lo tanto, solamente sería reclamada si la entidad local se declarara en quiebra.

La Autoridad de Tránsito Rápido del Sur de California utilizó tales certificados de confianza de equipo (ETCs) para adquirir nuevos buses con equipos avanzados de control de contaminación.

2.4 El Establecimiento de Una Base de Datos Ambientales

Un Sistema de Información Geográfica

El desarrollo de planes eficientes de protección ambiental requiere habilidad para ejecutar evaluaciones de riesgo específico por área, y conocimiento de las fuentes de los diversos tipos de contaminantes. La información sistemática de este tipo, existente en Colombia en la actualidad, es muy escasa.

Por lo tanto, gran parte del análisis en el presente informe se basa en estimativos de calidad ambiental y de emisiones. Aunque estas aproximaciones bastan para el desarrollo de programas iniciales de control, se deben refinar y enfocar más claramente los controles a medida que se tenga acceso a información más precisa.

La parte I de este informe describe con algún detalle los tipos de información y análisis requeridos para el diseño de un plan de manejo totalmente eficiente, de modo que no hay necesidad de repetirlos en esta sección. Es claro, sin embargo, que en las presentes condiciones de extrema limitación de recursos para el control de contaminación, es esencial orientar efectivamente los esfuerzos de control hacia aquellos problemas que causan mayor riesgo y perjuicio.

Es más, en Colombia, gran parte del deterioro ambiental es ocasionado por el mal uso y manejo de los diversos tipos de suelo. Por ejemplo, la deforestación del bosque natural en áreas de suelos delgados y los terrenos de gran pendiente, causan erosión y contaminación del recurso hídrico que podrían evitarse mediante una evaluación más cuidadosa de las regiones geográficas y la aplicación de normas de control del uso sostenible del suelo.

Este nivel de planeación se relaciona con un diseño adecuado del sistema de control de contaminación industrial por dos razones: En primer lugar, el control de contaminación industrial debe llevarse a cabo dentro de un sistema integral de manejo ambiental que tome en cuenta todas las fuentes posibles de deterioro ambiental, y permita identificar los pasos menos costosos de control. Por ejemplo, en una cuenca de un río, el control de contaminación de

fuentes agrícolas dispersas, puede ser más económico que el control de contaminación de fuentes industriales.

En segundo lugar, es frecuente que cierto tipo de contaminantes interactúen entre sí, causando daños ambientales. El potencial de dichos perjuicios no es identificable si cada fuente se monitorea separadamente. Por tanto, el control de los efectos interactivos, requiere monitoreo y evaluación simultáneos de todas las posibles fuentes de perjuicio ambiental.

Un Sistema de Clasificación para Enfocar Esfuerzos de Control

En la búsqueda de una plena eficiencia, el sistema de información y base de datos GIS podría ser utilizado para clasificar los recursos atmosféricos e hídricos de acuerdo con sus usos adecuados y con el nivel de riesgo y deterioro causado por su contaminación.

Los cuerpos de agua pueden clasificarse en tres grupos específicos:

De Alta Calidad : Aquellos ríos, lagos o áreas costeras que proveen agua potable a poblaciones numerosas, o que podrían convertirse en fuente de transmisión de enfermedades si estuvieran directamente expuestos a la contaminación. Sobre dichas aguas se ejercería el control más estricto para todo tipo de contaminantes.

De Calidad Intermedia : Aquellos cuerpos de agua de importante uso comercial, agrícola o ecológico. Por ejemplo, las aguas utilizadas en el procesamiento de alimentos, las que suplen pescaderías importantes, o las utilizadas para irrigación. En ellas, se controlarían exclusivamente aquellos contaminantes que afecten los usos específicos del cuerpo de agua.

De Baja Calidad: Aquellas aguas que no caen dentro de las primeras dos categorías; se las designa como aguas de uso industrial o de transporte. A éstas se les aplicarían las normas de calidad menos estrictas.

El mencionado sistema de clasificación podría servir como base inicial para la planeación de transporte y desarrollo, en coordinación con el DNP y con otras entidades del gobierno. Además, puede ser ampliado mediante análisis específicos para orientar los esfuerzos de control de contaminación.

Después de clasificar los cuerpos de agua según estas categorías, se realizarían análisis de costo-beneficio en sitios específicos, con el fin de identificar cuáles áreas proporcionarían los mayores beneficios netos al aplicárseles diferentes grados de control de contaminación.

Métodos de análisis similares pueden aplicarse en regiones atmosféricas delimitadas. Dado que el mayor perjuicio causado por la contaminación atmosférica incide directamente sobre la salud humana, sería apropiado utilizar un esquema de clasificación con dos categorías: la una incluiría principalmente las áreas urbanas con riesgo para poblaciones numerosas, y la segunda, comprendería las áreas rurales restantes. La prioridad número uno para el control de la contaminación atmosférica consistiría en mejorar las áreas de la categoría uno donde se lograrían las mayores mejoras en la salud humana. También en este caso, el análisis de costo-beneficio puede contribuir al establecimiento de áreas que deberán ser controladas prioritariamente y más estrictamente. Paralelamente, el análisis de costo-eficiencia sirve para identificar las fuentes contaminantes menos costosas de controlar.

Una tercera categoría, posiblemente serían las áreas prístinas de gran valor ecológico. El control ejercido sobre dicho tipo de áreas, buscaría prevenir el deterioro significativo de la calidad del aire en esa zona.

Finalmente, como se anotó anteriormente, la protección ambiental debe ser reconocida como parte integral del proceso de desarrollo y debe estar estrechamente ligada a otras funciones de planeación económica del gobierno. Para facilitar la planeación integrada, es esencial desarrollar un sistema de cuentas ambientales y de

recursos, que complemente el sistema nacional existente de ingresos y capital. La idea de incluir el elemento ambiental y de recursos en el sistema de cuentas nacionales es relativamente nueva, y los métodos de implementación están siendo desarrollados en la actualidad. Esta propuesta se describe más ampliamente en la siguiente sección.

2.5 El Establecimiento de un Sistema de Cuentas Ambientales y de Recursos

Los sistemas de cuentas nacionales de ingresos usados por todos los países con economías de mercado son la base de la planeación económica nacional. Las cuentas miden los flujos anuales de ingreso y salida, así como la depreciación anual de bienes de capital. De esta manera, las diversas tendencias de estos indicadores económicos señalan cambios brutos y netos en la actividad económica.

Se presentan dos problemas al hacer uso de estas cuentas en la planeación del desarrollo. En primera instancia, a falta de un sistema de cuantificación más apropiado, se utiliza el PNB o el PIB como medida de bienestar. Los incrementos en el producto interno bruto se interpretan como indicadores de desarrollo. Sin embargo, la actividad económica no necesariamente corresponde al nivel de bienestar. Varios economistas están buscando alternativas a, o

modificaciones del PIB que proporcionen una medida más exacta del bienestar. Pero la mayor preocupación del presente proyecto, es el segundo problema con el PIB.

Se acostumbra calcular la depreciación del capital de mano de obra humana, de máquinas y de estructuras, y luego restar dicha pérdida del PIB para calcular el producto neto. De hecho, el producto neto es el indicador más preciso del crecimiento económico. Pero este tipo de procedimiento contable no sirve para medir el agotamiento o la depreciación de bienes naturales que ocurre a raíz de la actividad económica. Es más, muchos de los servicios derivados del ambiente son utilizados directamente por el hombre sin ser adquiridos en el mercado. Por ende, su aporte al nivel de bienestar no se tiene en cuenta en el sistema contable utilizado.

Estas insuficiencias del sistema contable pueden conducir a errores de gran magnitud en la planificación del desarrollo económico. Un ejemplo de este fenómeno es el estudio realizado por Repetto (1989) del sistema de cuentas de ingreso en Indonesia, y su diseño paralelo de cuentas que reflejaran el nivel de agotamiento de los recursos forestales. Repetto encontró que, bajo el sistema tradicional de contabilidad, Indonesia parecía estar disfrutando de una tasa de crecimiento del 7.1%. Pero en ese momento, la tasa de deforestación en dicho país era superior a la de producción sostenible del recurso. Era evidente que la "extracción" del

recurso forestal no podía continuar indefinidamente, sin reducir drásticamente el crecimiento económico del país.

Cuando se analizó la situación, incluyendo mediciones del agotamiento de recursos forestales, se demostró que la tasa real o neta de crecimiento sostenible de la economía era relativamente baja, del 4.0%. En un país cuyo crecimiento económico depende principalmente de la riqueza natural, es indispensable una contabilidad adecuada del agotamiento o depreciación de los recursos naturales para la planificación económica a largo plazo.

Existen otros aspectos del manejo ambiental que están relacionados con la planificación económica, además de las empresas de producción industrial. La contaminación atmosférica e hídrica, por ejemplo, causa efectos adversos sobre la salud humana. Las enfermedades, a su vez, causan una reducción en la productividad de la fuerza laboral. La enfermedad de los empleados acarrea gastos de tratamiento médico y muertes prematuras. Walsh y Conejera (1979) estiman que en Asia, Africa y América Latina, las enfermedades transmitidas por el agua redujeron el PIB en un 35%, por debajo de los niveles posibles.

Dado que los costos del deterioro ambiental en la actualidad no se ven reflejados en las cuentas de ingreso, los planificadores no pueden diseñar adecuadamente los programas de desarrollo.

Muchas naciones están experimentando con el diseño de sistemas de contabilidad ambiental y de recursos; la ONU también está considerando la posibilidad de incorporar tales sistemas en su versión actualizada de Recomendaciones para un Sistema de Cuentas Nacionales. Por varias razones discutidas anteriormente, Colombia incrementaría grandemente su capacidad de planificación mediante el diseño y uso de un sistema de cuentas ambientales y de recursos como complemento de las cuentas existentes.

El diseño detallado de las cuentas ambientales no es el tema central del presente estudio; sin embargo, se incluyen varias referencias bibliográficas que pueden servir como punto de partida para este tipo de proyectos.

2.6 La Implementación de Normas Nacionales de Control Primario

Las agencias reguladoras, basadas en la información recolectada por medio de la base de datos descrita anteriormente, deben establecer normas de tratamiento primario para todas las industrias contaminantes. Las estrategias innovadoras discutidas en este informe no han sido implementadas ampliamente en otros países y por lo tanto, deben ser consideradas como experimentales. Como consecuencia, no pretendemos que todos los problemas de contaminación industrial se puedan enfrentar de inmediato con este nuevo enfoque. En cambio, sugerimos que los nuevos esfuerzos

ambientales se deben diseñar en tres etapas: 1) El establecimiento de normas nacionales de control primario, 2) la experimentación con enfoques innovadores, y 3) la extensión de los enfoques innovadores.

En primer lugar, es necesario completar la implementación de normas para un nivel primario de control en todas las industrias, sobre la base de los requerimientos tradicionales de regulación directa, y de actividades de prevención de contaminación identificadas mediante la auditoría ambiental. Dicho nivel preliminar de control debe exigir la instalación de las tecnologías menos caras o primarias de control en todas las plantas generadoras de contaminantes. Dependiendo del tipo de industria, las normas pueden aparecer como especificaciones técnicas, reducciones de igual proporción en los contaminantes producidos por las empresas de una misma industria, o exigencias de control de emisiones.

No se pretende que este nivel de control sea suficiente para lograr las metas existentes de calidad ambiental, sino más bien que sirva como línea base sobre la cual se logren mejoras adicionales, mediante el uso de estrategias más innovadoras y eficientes en costo.

Una razón adicional para iniciar la unificación de las normas de control en el ámbito nacional, es el deseo de conservar la igualdad

de competitividad entre las empresas. Si sólo se ejercieran los nuevos controles sobre algunas empresas en forma experimental, sin ejercer control alguno sobre las demás, dichos experimentos crearían una desigualdad competitiva y ventajosa para el sector no regulado.

Las partes de este informe (ver Sánchez, 1992) que describen las tecnologías de control disponibles, pueden ser de utilidad en la elección de los sistemas de control primario aquí recomendados. Sin embargo, como regla general, es razonable esperar que las empresas utilicen tecnologías de control primario de la contaminación, cuando no incrementen sus costos de producción en más del uno por ciento. En la mayoría de países industrializados, los gastos actuales de control de contaminación están entre el 1.5% y el 2% del PIB. La exigencia de invertir un uno por ciento en promedio, implicaría la reducción de la contaminación en un 50% a 60% de lo exigido en naciones industrializadas. Es claro que se requerirá de un análisis más amplio para identificar los niveles de control específicos para cada industria.

La segunda fase de administración ambiental involucraría la implementación de las estrategias innovadoras descritas en las siguientes secciones. Dichas estrategias deben aplicarse en áreas industrial y geográficamente limitadas, para estudios piloto.

La tercera fase de normatización se llevaría a cabo después de tres a cinco años de experiencia con los enfoques innovadores.

A medida que las agencias reguladoras se familiarizan con el manejo de los nuevos enfoques y descubren cuáles estrategias funcionan mejor, se puede ampliar el uso de ellas. Durante la fase experimental, continuará sin duda, el desarrollo económico, y los niveles totales de contaminación tenderán a incrementarse. Sin embargo, la ampliación del uso de estrategias económicas para el control de contaminación a nuevos sectores, hará que dichas estrategias jueguen un papel más decisivo en el plan general de manejo ambiental, y que las normas tradicionales de "regulación directa" lleguen a ocupar una parte menor en el sistema. De esta manera, las nuevas políticas se introducen en forma gradual, permitiendo el tiempo suficiente para su desarrollo, aunque en últimas, se convierten en la principal forma de regulación.

2.7 La Iniciación de Programas de Educación Ambiental

El éxito de cualquier sistema de regulación depende en gran parte del consentimiento voluntario. Existen también varias formas en que la educación pública puede reforzar un programa de manejo ambiental.

En primer lugar, los consumidores pueden modificar sus hábitos. Los productos varían ampliamente con respecto a su aporte al deterioro ambiental. Una comunidad educada, está en capacidad de identificar los productos "ambientalmente seguros", y de votar en favor del ambiente consumiéndolos. Con el fin de estimular este comportamiento, varios países están experimentando programas de prueba y rotulación que certifican que la producción, uso y disposición de ciertos productos causa un mínimo de perjuicio ambiental. Las agencias reguladoras, en cooperación con los consejos ambientales del sector industrial, sugeridos en una sección anterior, podrían realizar tales programas, con el fin de proporcionar información adecuada al consumidor.

En segundo lugar, los consumidores pueden separar, en forma voluntaria, la basura de origen doméstico para fines de reciclaje; evitar el botar basuras en lugares públicos; asegurar la disposición adecuada de sustancias tóxicas de uso doméstico tales como el aceite de motor usado. Pero, a menos que el consumidor entienda la importancia de estas acciones, no se lograrán grandes cambios en su comportamiento.

En tercera instancia, los ciudadanos pueden vincularse a organizaciones no-gubernamentales (ONG's), haciendo aportes financieros o en especie, y aprobar impuestos que financien programas de manejo y restauración ambiental. Si a los niños en

edad escolar se les enseña los principios fundamentales de ecología y el papel fundamental del ambiente en la protección de la salud humana, muy probablemente entenderán la relación entre la protección ambiental y el desarrollo sostenible. Así como las demás formas de educación, ésta es una inversión a largo plazo, indispensable para la mejora continua de las condiciones sociales.

En cuarto lugar, un ciudadano informado ejercerá presión sobre el sector privado para que opere en forma responsable. Tanto los consumidores, como los accionistas y los grupos de interés comunitario pueden contribuir a orientar el proceso de toma de decisiones empresariales hacia la protección ambiental a largo plazo. En Europa y los Estados Unidos los grupos cívicos han tenido mucho éxito en el monitoreo del desempeño tanto de agencias gubernamentales como del sector privado, y de hecho, también han comenzado a ejercer poder político. La educación acerca de la importancia del ambiente puede contribuir a asegurar que los grupos de presión operen en favor de lo más conveniente para el país.

Otra forma de educación es la asistencia técnica prestada a las industrias contaminantes. Colombia carece de dos tipos específicos de asistencia técnica. En primer lugar, existe un vacío en el análisis de los procesos industriales que generan los mayores contaminantes puntuales. El gobierno debe estimular la formación de grupos de expertos que puedan participar en el proceso de auditoría

ambiental descrito anteriormente, proporcionando información acerca de los efectos y perjuicios ocasionados por varios tipos de contaminantes. Dicha información sirve de guía a los analistas técnicos de las industrias en sus decisiones respecto a la reducción de residuos perjudiciales, mediante la selección de materias primas, cambios en el proceso productivo, y el rediseño del producto.

El segundo campo en el que se requiere asistencia técnica es el de fuentes no-puntuales de contaminación, como la agricultura y la explotación forestal. En los EE.UU., el Departamento de Agricultura mantiene un "Programa de Extensión" que opera en todas las universidades agrícolas del país. Los expertos en el servicio de extensión viajan por las regiones agrícolas; trabajan con los agricultores en el desarrollo de mejores sistemas de cultivo y en la divulgación de nueva información con respecto a productos químicos agrícolas; prestan servicios de consultoría general. Adicionalmente, realizan investigaciones en las universidades que auspician al programa, sobre aspectos relacionados con los cultivos y problemas de su región.

La actividad de estos expertos mediante auditorías ambientales dirigidas especialmente a las necesidades del campo, puede contribuir enormemente a la minimización de la erosión y del uso de

fertilizantes y pesticidas, y por consiguiente, a la reducción de la contaminación.

3. Estrategias Específicas para el Control de la Contaminación Industrial

La elección de un instrumento o plan de regulación para un problema ambiental determinado, requiere de la consideración de tres aspectos principales del problema: el tipo de contaminante, las características económicas y geográficas de las fuentes de contaminación, y las características físicas y biológicas del medio receptor. Las estrategias propuestas podrían girar en torno a cualquiera de estos tres aspectos. Por ejemplo, podríamos centrarnos en la emisión de partículas a la atmósfera, y recomendar un programa de control que abarcara todas las fuentes de partículas sólidas sin importar el tipo o la ubicación de la fuente.

Las consideraciones de eficiencia económica apoyarían ese tipo de enfoque. Sin embargo, el control de la contaminación abarca también consideraciones de tipo político, legal e institucional. Además, es importante recordar que el objetivo de estas estrategias es la calidad ambiental en regiones geográficas específicas. Por las anteriores razones, se presentan algunas recomendaciones para industrias y áreas geográficas específicas. Se proponen también, combinaciones de instrumentos que, conjuntamente, pueden satisfacer

las diferentes exigencias de un programa ambiental exitoso y a la vez servir como estudios piloto para mejorar los enfoques innovadores.

Las siguientes secciones describen algunas estrategias innovadoras que pueden contribuir al logro de metas ambientales a un costo menor que las normas tradicionales de "mando y control". Debido a que estas estrategias no han tenido amplia aplicación, recomendamos que su implementación se limite a proyectos piloto en industrias y/o regiones geográficas específicas.

A medida que las agencias reguladoras adquieren experiencia en la administración de tales programas, y en la medida en que sean exitosas, podrán ampliarse para abarcar un mayor número de fuentes contaminantes y de industrias, y áreas geográficas más extensas.

3.1 Control De DBO de Efluentes

El principal problema ocasionado por las industrias de pulpa y papel, de procesamiento de alimentos, y por las descargas domésticas, es el efluente de residuos orgánicos (DBO) descargado por ellos en los ríos. El proceso biológico y químico de degradación de la materia orgánica en el agua requiere del oxígeno disuelto en la misma. Cuando se acumula gran cantidad de material orgánico en el cuerpo de agua, las concentraciones de oxígeno

disuelto pueden disminuir hasta por debajo de los niveles necesarios para la subsistencia de la vida acuática. Cuando el agua se encuentra totalmente desprovista de oxígeno, se presentan condiciones anaeróbicas en las cuales prácticamente no puede haber vida en el ecosistema acuático.

Como resultado de la disminución en la concentración del oxígeno disuelto, pueden presentarse varios tipos de perjuicio, entre ellos la pérdida de la productividad de las piscaderías comerciales; la pérdida de atracción hacia los sitios de pesca recreacional y de natación; en el caso de una disminución drástica en la vida acuática, el agua se llenará de otros desperdicios que podrían haber sido consumidos y reciclados por los organismos acuáticos. De esta manera se producen efectos indirectos adversos sobre la salud humana como resultado de la contaminación por carga orgánica.

Las fábricas de papel y otras industrias con alto consumo de agua, frecuentemente se encuentran ubicadas en conglomerados relativamente densos a lo largo de ríos de caudal abundante, debido precisamente a las grandes cantidades de agua requeridas para procesar el papel, y a su necesidad de estar ubicadas cerca al sitio de extracción de la pulpa de madera. El estudio realizado por Sánchez, E. (1992), indicó que en Colombia existen varios conglomerados de este tipo, ubicados sobre las principales arterias fluviales. Además, reveló que los niveles de oxígeno disuelto en

estos ríos han sido reducidos a niveles insalubres debido a las cargas excesivas de DBO provenientes de dichas fuentes.

Esta situación constituye una excelente oportunidad para crear mercados de permisos negociables para OD y DBO, específicos para cada conglomerado. En las siguientes secciones, se expone un programa nacional para el control de DBO, y dentro de ese marco, una propuesta para la realización de pruebas experimentales con el mercado de permisos negociables, en áreas determinadas.

Una gran variedad de industrias y actividades son responsables por la descarga de aguas residuales que incrementan la carga de DBO en las aguas receptoras; entre ellas se encuentran las plantas de tratamiento de basuras, las industrias procesadoras de alimentos, las actividades agrícolas, curtiembres, industrias de pulpa y papel, y otras; todas contribuyen al agotamiento del oxígeno disuelto en dichas aguas. El crecimiento económico conlleva a un aumento en la carga de DBO y, en ausencia de formas efectivas de regulación, la mayoría de los grandes ríos y lagos del país estarán, con el tiempo, desprovistos de oxígeno. En la actualidad, algunos de los principales ríos Colombianos, incluyendo el Magdalena, el Cauca y el Bogotá, poseen tramos desprovistos de oxígeno.

Un programa a largo plazo para el control de este tipo de contaminante, podría desarrollarse en dos aspectos: 1) el establecimiento de niveles permisibles de emisión para cada tipo de industria generadora de aguas residuales con carga orgánica (DBO), y 2) la creación de mercados de permisos negociables en las áreas que están por debajo de los límites establecidos respecto a las normas para el oxígeno disuelto. Un nivel de oxígeno disuelto de 5 partes por millón sería adecuado para el mantenimiento de un ecosistema acuático sano.

Si todas las fuentes contaminantes se sujetan a las normas de emisión establecidas, entonces el control de la contaminación no generará ventajas competitivas desiguales entre los productores. En áreas que presentan serios problemas ambientales, el establecimiento de normas adicionales de control en forma de permisos negociables, minimizará los costos para la industria, y desestimulará a las nuevas industrias a ubicarse en áreas de restricción. De esta manera, el plan de control estimulará a las industrias a agruparse en forma menos densa, con el fin de evitar sobrecargar la capacidad asimilativa del recurso hídrico nacional.

Normas Nacionales para la DBO de Descargas Industriales

Se han identificado las "tecnologías de tratamiento más eficientes y prácticas" para la reducción de la concentración de DBO en las

descargas de aguas residuales de cada uno de los principales sectores industriales, sin incrementar los costos de producción en más del uno por ciento.

Según el estudio realizado por Sánchez (1992), la mayoría de industrias tendrían posibilidades de lograr un veinte al cincuenta por ciento de reducción en la concentración de DBO de sus vertimientos, a costos relativamente bajos.

Permisos Negociables de DBO

El área agroindustrial de Cali y sus alrededores, en el valle del río Cauca, al igual que regiones similares sobre el río Magdalena, constituyen sitios apropiados para el establecimiento de programas piloto de permisos negociables. A manera de ejemplo, nos centraremos en la región de Cali, por la actividad y el crecimiento industrial y agrícola que presenta dicha zona. El tramo del río Cauca que recibe las descargas de las industrias papeleras, los ingenios azucareros y las plantas de tratamiento del aguas negras, contiene sectores anaeróbicos que limitan la calidad del agua del río.

Como primer paso en el diseño de permisos negociables, se debe realizar un análisis de la relación existente entre la carga de DBO y los niveles de oxígeno disuelto, río abajo de las fuentes

contaminantes. Utilizando un modelo de simulación de calidad del agua, es posible determinar la carga máxima permisible de DBO, en kilogramos por día, correspondiente al nivel de oxígeno disuelto que se desea alcanzar, como por ejemplo, el de 5 ppm. Inicialmente, se distribuirían permisos correspondientes a dicha carga máxima de DBO.

En segundo lugar, es necesario identificar la forma en que las diversas fuentes contaminantes contribuyen a la disminución del oxígeno disuelto (OD) en los puntos más "críticos" del río. Dado que la carga orgánica se degrada a medida que fluye río abajo, la ubicación de las fuentes contaminantes determina el impacto que ellas ejercen sobre la disminución del OD en distintas partes del río.

En un plan sofisticado, se hallaría la relación de impactos sobre puntos críticos de oxígeno disuelto, y se calcularían las relación de intercambio de permisos de DBO entre las fuentes.

Se exigiría, además, que dichas fuentes intercambiaran los permisos de uso del OD, dado que el OD sería el elemento escaso en esta situación.

En último lugar, se distribuirían los permisos entre los contaminadores existentes, permitiendo que ellos los compren y

vendan entre sí. Los permisos se pueden distribuir mediante una subasta, o libremente. Con el fin de minimizar la carga financiera de las industrias existentes, y reconociendo su derecho histórico de emitir cierto nivel de carga orgánica, recomendamos una distribución libre de permisos basada en las cargas de DBO emitidas al iniciar el programa, por cada una de las fuentes existentes.

Dado que el número de permisos emitidos se establece para mejorar los niveles de oxígeno disuelto, se deberá expedir un número de permisos que, sumados, den un nivel de contaminación inferior al existente inicialmente. Dicho recorte, obligará a algunas industrias a reducir sus descargas. Las industrias con altos costos de tratamiento, buscando evitar la compra de tecnologías de control de contaminación, desearán comprar los permisos de otras industrias, de forma que puedan continuar descargando al río. Las industrias con costos bajos de control, tendrán la oportunidad de obtener ganancias mediante la instalación de una planta de tratamiento con una capacidad mayor que la requerida para tratar sus propias descargas, y vender a otras industrias, los permisos que les sobran. De esta forma se logra un control de contaminación del río, a un costo mínimo.

En la Parte IV de este informe se presenta un análisis numérico detallado del funcionamiento de un mercado de permisos en el Río

Cauca. Dicho análisis ilustra los tipos de intercambio que se puede anticipar, y el ahorro de costos que se puede alcanzar.

En la parte restante de esta sección se analizan los problemas administrativos, de monitoreo y ejecución que deben ser tenidos en cuenta para el buen funcionamiento del sistema de control.

La Estructura del Mercado

Para que en el mercado de permisos se logre una asignación de controles eficientes en costo, debe haber competitividad en el mercadeo de permisos. Dos tipos de problemas obstaculizan esta condición: la monopolización de la venta de permisos, y la falta de liquidez en el mercado.

Para evitar problemas de monopolización, es importante que haya un buen número de firmas en el mercado, con amplia jurisdicción.

Si una firma o un grupo pequeño de firmas monopoliza el mercado, podrían también negarse a vender los permisos, evitando así una asignación de permisos eficiente en costo. Lo anterior puede ocurrir por dos razones. En primer lugar, las firmas pueden tratar de vender los permisos a un valor que sobrepasa el precio competitivo. Por otra parte, es posible que intenten hacer uso de su poder en el mercado de permisos para ganar ventaja sobre algún competidor en el mercado de determinado producto.

Por ejemplo si hay dos firmas vendedoras de papel en el mercado de permisos, una firma puede tratar de obtener una ventaja competitiva sobre la otra en el mercado del papel, alterando el precio de los permisos de emisión de carga orgánica. Dado que los permisos se convierten en insumos, el incremento del costo de los permisos, eleva los costos de producción en firmas que aspiran a adquirirlos a precio neto.

En la zona de Cali, existe un número suficiente de industrias de carga orgánica como para asegurar condiciones de competitividad, siempre y cuando el mercado incluya a todos los contaminadores. Es aconsejable que en el ensayo inicial se incluyan al menos las grandes industrias de pulpa y papel, las refinerías de azúcar, y las plantas de tratamiento de aguas negras.

Para asegurar una amplia distribución de los permisos al comienzo del proceso de mercadeo, se podrían distribuir sin costo alguno a los contaminadores existentes. La cantidad de permisos a ser distribuidos se determina en tres pasos. Primero, se realiza un inventario de las cargas emitidas por industria durante un período determinado, como por ejemplo el año 1991. Luego, se reducen estas cantidades de acuerdo con las cantidades programadas para el control primario. Los niveles de control primario podrían exigir reducciones entre el veinte y cuarenta por ciento de los niveles emitidos en 1991, dependiendo del costo de control. Dado que los

controles primarios tendrían un cubrimiento nacional, la reducción exacta sería materia de análisis posterior y de negociación con las industrias reguladas.

Finalmente, para la prueba piloto en Cali, se hace un estimativo de los niveles de oxígeno disuelto esperados después de la implantación de los controles primarios. Si, como se espera, los niveles de OD aún exceden las 5 partes por millón, se requerirá de una reducción adicional en la carga de DBO emitida. Dicha reducción determina el número de permisos que serán expedidos a los contaminadores en el área de prueba. Los permisos se deben distribuir a todas las industrias en forma proporcional a sus descargas en 1991. De esta forma se reduce la posibilidad de monopolizar el mercado de permisos. En el peor de los casos, las firmas se rehusarían a negociar permisos, y el resultado obtenido sería equivalente a la estrategia de control de "reducciones en porcentaje igual". En el mejor de los casos, las firmas negociarían hasta lograr asignaciones de control a costo mínimo.

El Término de los Permisos

Muchas de las inversiones que realizarán las firmas para lograr una reducción de cargas de DBO, implicarán la instalación de equipos de capital fijo, y de larga duración. Los permisos se deben otorgar con un término legal lo suficientemente largo como para dar

garantía a las decisiones de inversión en tales equipos. Por ejemplo, si una industria está considerando la posibilidad de construir una planta de control que dure diez años, los permisos que vende, también deben tener un término de diez años de modo que su precio en el mercado compense la inversión original en controles. Los permisos podrían tener una duración limitada, de diez a quince años, o podrían ser indefinidos.

La fijación de un término limitado para los permisos, se realiza principalmente con el fin de permitir al ente regulador cambiar el número de permisos en circulación, en el caso de que los parámetros de calidad del agua resulten más favorables o menos favorables que los deseados. Si se fijaran términos indefinidos, y el ente regulador quisiera reducir el número total de permisos, le tocaría a éste, comprar permisos al precio corriente en el mercado. Aunque esto es factible, podría resultar muy costoso. Por ende, los términos definidos son seguramente los más adecuados.

Mercadeo y Transacciones Bancarias

Un mercado con liquidez es aquel en el cual las ofertas de compra y venta son lo suficientemente grandes y frecuentes como para garantizar que los compradores y vendedores potenciales siempre encuentren con quién hacer transacciones. Es posible que el ente regulador desee que intervengan corredores en la compra y venta de

los permisos, aunque ellos no descarguen DBO directamente en el río. Dichos corredores pueden ayudar a crear un mercado, prestando apoyo a las empresas con permisos negociables, para que encuentren socios apropiados. Igualmente, los corredores pueden reducir los costos de transacción disponiendo un sitio central donde se mantenga información actualizada acerca de las ofertas de compra y venta. Finalmente, el corredor puede cerrar la brecha de tiempo entre las ofertas de compra y venta.

De esta manera, una firma que esté reduciendo emisiones, como parte de un proceso de reestructuración por ejemplo, puede vender sus permisos de emisión o anunciarlos para la venta en las oficinas del corredor, aunque no haya compradores disponibles en ese momento. Pueden servir como corredores el ente regulador, un grupo del sector industrial o una entidad privada compuesta por terceros.

Monitoreo y Ejecución del Programa

Además de lograr eficiencia en los costos, el mercado de permisos negociables deberá alcanzar las metas ambientales propuestas, si ha de servir como sustituto para el sistema de mando y control. Para alcanzar dichas metas, es indispensable que sea efectivo, tanto el monitoreo como la ejecución del sistema de control. El uso de elementos de mercado no libra al ente regulador de la

responsabilidad de monitorear las descargas y de asegurar el cumplimiento de los términos de los permisos.

El proceso de monitoreo es relativamente sencillo. A las compañías se les debe exigir la medición y el registro detallado semanal o por lo menos mensual, de sus propias descargas. El ente regulador debe realizar visitas aleatorias y mediciones de efluentes, con el fin de asegurar que los registros de la industria se ajusten a los niveles de descarga autorizados por el permiso.

Cualquier compra o venta de permisos debe ser reportada al ente regulador, quien mantiene un registro actualizado del balance de permisos en todas las firmas. La entidad reguladora debe revisar periódicamente el estado de propiedad de los permisos y las descargas reportadas, con el fin de asegurar que ninguna firma exceda el nivel permitido de descarga.

Multas en Dinero

Es necesario poner en ejecución un sistema refinado y estricto para asegurar el cumplimiento de los permisos. El motivo de las trampas y evasiones por parte de dichas firmas, es evitar adquirir los permisos y asumir los gastos del control. Para eliminar esta motivación, se pueden fijar multas por incumplimiento, basadas en

la cantidad de dinero que la firma se habría ahorrado mediante la evasión de sus responsabilidades.

Si suponemos que los permisos se están vendiendo por "x" pesos, y se encuentra que una firma está descargando una cantidad de DBO equivalente a 100 permisos más de los que posee, la multa aplicada deberá ser igual por lo menos a 100x. El establecimiento de múltiples multas por violaciones de mayor duración pueden desestimular la trampa y la evasión. En este proceso, también, es indispensable contar con un sistema de monitoreo preciso y frecuente.

3.2 El Control de la Emisión de Partículas a la Atmósfera

La industrias de cemento y siderúrgica constituyen las fuentes más importantes de contaminación atmosférica con partículas sólidas. Sus instalaciones están ubicadas tanto en áreas urbanas como rurales.

Dichas fuentes puntuales causan mayor perjuicio cuando se añaden a los ya serios problemas de contaminación atmosférica de las ciudades, ocasionados por las fuentes móviles de contaminación.

Entre los perjuicios causados por este tipo de contaminantes se encuentran los efectos nocivos sobre la salud humana, destacándose

las enfermedades respiratorias. Además, el polvo ocasiona más trabajo para la limpieza de las residencias y produce daños en la maquinaria, haciéndose necesario su mantenimiento con mayor frecuencia.

El problema de contaminación atmosférica difiere en varios aspectos del problema de contaminación hídrica por descargas orgánicas, descrito anteriormente. En primer lugar, en el caso de la contaminación atmosférica, los contaminantes se dispersan sobre una mayor área geográfica. Este hecho sugiere que no existe relación directa entre la ubicación específica de la fuente emisora en un área urbana, y la cantidad de perjuicio ocasionado por unidad de emisión.

En segundo lugar, dentro de un mismo perímetro urbano, puede haber fuentes puntuales grandes y un gran número de fuentes menores, puntuales y no-puntuales (vehículos automotores), emitiendo un mismo tipo de contaminante. Por lo tanto, es necesario diseñar un plan integrado de control de contaminación aérea, que identifique los distintos tipos de fuentes contaminantes, con un mínimo de complicaciones administrativas. En último lugar, hay fuentes de contaminación similares en áreas rurales, en donde es probable que los perjuicios ocasionados por unidad de contaminación sean mucho menores, y por ende, el nivel de control ejercido deberá ser proporcionalmente menos estricto.

En este caso, puede ser útil un sistema de priorización regional tal como se describe en la sección sobre estrategias generales. Un enfoque sencillo consistiría en identificar aquellas áreas urbanas que presentan niveles excesivos de contaminación ambiental por partículas sólidas, y regular estas áreas de forma más estricta que las áreas rurales. El perímetro urbano debe delimitarse de tal forma que incluya las áreas comerciales e industriales circundantes, así como las áreas cercanas en las cuales se prevé un desarrollo acentuado. Al ejercer un mayor control en las áreas urbanas con índice más altos de contaminación, es posible canalizar los mayores esfuerzos y gastos de control hacia la protección de grandes poblaciones expuestas, y promover la ubicación de nuevas industrias o la reubicación de las existentes, en áreas donde se cause el menor perjuicio por unidad de contaminación.

El control de la contaminación del aire, al igual que el de la contaminación hídrica, debe realizarse en dos etapas. En primer lugar, a todas las fuentes emisoras de partículas sólidas se les debe exigir la instalación de controles primarios, ya sea que estén ubicadas en áreas urbanas o rurales. Dichos controles no deben costar en promedio, más del uno por ciento de los costos de producción en ese momento. En el informe de Sánchez se analizan varias industrias específicas, y se identifican las tecnologías de control primario para cada una. Un control adicional puede ser ejercido dentro de las áreas urbanas.

Reconocemos que dentro de las regiones urbanas de control, el problema lo ocasionan fuentes estacionarias y también los vehículos automotores. Estimativos en la ciudad de Bogotá, por ejemplo, han demostrado que hasta un setenta por ciento de la contaminación de aire es atribuible a fuentes móviles. El control sobre fuentes móviles comprende modificaciones vehiculares como la instalación de convertidores catalíticos, cambios en la composición de los combustibles, el uso de combustibles alternos, y el rediseño del sistema de vías y transporte públicos. Estas estrategias se examinan en un proyecto aparte.

Un aspecto de interés en el presente análisis, es el rediseño de los sistemas de transporte público, el cual incluye la construcción de vías y la adquisición de transporte masivo, tal como buses y trenes elevados o subterráneos. Todas estas inversiones exigen una participación financiera importante del sector público. Con esto en mente, el gobierno podría pensar en utilizar las estrategias de control de contaminación industrial para generar rentas que contribuyan a mejorar el sistema de transporte público. Es razonable combinar estos dos aspectos, dado que gran parte del movimiento vehicular se asocia con la movilización de los trabajadores hacia sus sitios de empleo y de regreso a sus casas, y con el transporte de materias primas y productos industriales.

Las Tasas por Emisión Urbana

En teoría, se deben fijar las tasas de emisión en cifras iguales al valor marginal del perjuicio causado por el contaminante. Una tasa equivalente a los perjuicios marginales estimularía el control de contaminación de todas las fuentes en las cuales el costo de control resultara menor que la tasa. Si existe un equilibrio, el costo marginal de control equivaldría al perjuicio marginal, y por ende, se alcanzaría un nivel "eficiente" de control.

La medición de perjuicios por contaminación es imprecisa, en la práctica, debido a que existen muchas clases de perjuicios que no se pueden valorar en términos monetarios.

Un segundo enfoque aceptable, consiste en establecer una meta de calidad ambiental del aire, basada en información disponible acerca de los efectos sobre la salud humana, y en la factibilidad política. Dicha meta se puede alcanzar de forma eficiente en costo, mediante el cobro de una tasa de emisión. Si existe información suficiente acerca de la función del costo del control, se puede establecer una tasa equivalente al costo marginal del logro de la meta de emisiones agregadas.

Esto crearía un incentivo para que las firmas con costos de control por debajo de la tasa, inviertan en tecnología de control y

reduzcan sus emisiones. Aquellas firmas con costos de control que sobrepasan la tasa, preferirían pagar la tasa y seguir descargando emisiones a la atmósfera. En conjunto, se lograría el nivel de emisiones deseado, con un costo mínimo para la industria.

Las rentas obtenidas de las firmas mencionadas podrían ser utilizados para reducir las emisiones de otras fuentes del mismo tipo de contaminante, por ejemplo, mediante la mejora del sistema de transporte público. De esta manera, las firmas que pagan la tasa financiarían el control y la reducción de la contaminación ajena a su industria, lo cual es menos costoso para ellas que el control de su propia contaminación. Finalmente, la tasa estimularía la ubicación de firmas por fuera del área de control. Este plan constituiría un enfoque integral y relativamente eficiente en costo, para el control de la contaminación en aérea urbana.

La Identificación de Areas Urbanas Críticas

La clasificación de áreas urbanas de acuerdo con la calidad del aire, y la identificación de áreas críticas de control, es esencialmente un asunto de orden político. Un enfoque económico sobre este asunto buscaría, en primer lugar recoger información acerca de los costos de control y de los beneficios de una mejor calidad del aire, por medio de un análisis de costo-beneficio. Luego, se establecerían medidas de control en cada ciudad, en

aquellos sectores en los cuales el costo de control resultara inferior al de evitar los perjuicios a la salud y el bienestar humano. Dado que no se posee buena información sobre el valor monetario de tales perjuicios, este enfoque requeriría de un estudio más detallado. El Banco Mundial ha realizado estudios preliminares sobre los costos y beneficios del control de la contaminación en Ciudad de México. Un análisis similar podría realizarse en las áreas urbanas de Colombia; sin embargo, tal análisis toma tiempo y es costoso.

Un enfoque más práctico consistiría en utilizar las normas de calidad ambiental del aire establecidas por la Organización Mundial de La Salud para establecer una meta. Las ciudades en que la contaminación aérea sobrepasa dichas normas con frecuencia, serían designadas como áreas críticas. Las áreas con los mayores niveles de contaminación serían también, las primeras sobre las cuales se impondrían tasas. En Colombia, de acuerdo con nuestro análisis, las ciudades de Bogotá y Medellín probablemente ocuparán un primer lugar.

La Delimitación del Area de Control Geográfico

El tamaño del área de control se puede definir con base en tres aspectos: 1) la jurisdicción política, 2) los modelos climáticos, y 3) la distribución de las fuentes de contaminación.

Para que un sistema de control tenga éxito, es necesario que la entidad reguladora tenga la autoridad legal de realizar monitoreo de emisiones, fijar tasas y castigar a los infractores. Por consiguiente, el número de entidades reguladoras disponibles para la ejecución del plan ejercerá influencia en la delimitación de las áreas de control. La autoridad del ente regulador sobre dichas áreas debe estar claramente establecida.

Además de la anterior consideración de tipo práctico, la meta es designar un área lo suficientemente grande para abarcar todas las fuentes que afectan a la población urbana. Si existe una vertiente de aire creada por condiciones topográficas o características climáticas naturales, esta zona podría clasificarse como el área de control. La Sabana de Bogotá, por ejemplo, cumple con estos requisitos. Es importante también, tomar en cuenta las proyecciones de crecimiento del área urbana. Las áreas de control deben ser lo suficientemente grandes como para incluir las zonas en las cuales se podrían ubicar nuevas industrias, a medida que crece la ciudad. Sin tales áreas de "amortiguación", es posible que algunas industrias se reubiquen justamente afuera del área de control, frustrando la estrategia de control.

La Identificación de Categorías de Fuentes Puntuales

Una vez delimitada el área de control, es necesario identificar las principales fuentes de contaminación dentro de ella, e incluirlas en una base de datos de control. La identificación de fuentes puntuales puede basarse, por ejemplo, en el Anuario de Industria Manufacturera, tal como en el informe de Sánchez. Usando este método, las industrias reportarían la naturaleza de sus procesos y darían un estimativo del volumen de sus emisiones.

Monitoreo y Cumplimiento de la Norma

La tasa de emisión puede basarse en los datos suministrados por la industria contaminadora, siempre y cuando haya sistemas para verificar la precisión de dichos datos. Las industrias tienen razones obvias para reportar emisiones menores a las reales; sin embargo, un sistema apropiado de auditoría y de multas puede minimizar este problema.

Se deben realizar auditorías aleatorias en los sitios de emisión, con el fin de medir directamente las emisiones, y verificar los datos suministrados con respecto al tamaño del establecimiento, al número de empleados, y a la tasa de producción de cada tipo de producto. Dado que estas visitas pueden resultar costosas, es

posible complementarlas con pruebas de correlación en lugares diferentes a los sitios de emisión.

La correlación entre las emisiones reportadas y la escala de producción, el tipo de proceso, el número de empleados y la producción total, permite identificar a bajo costo, pero con bastante exactitud, la imprecisión de los niveles de emisión reportados. Después de recopilar la información de varios establecimientos similares, es fácil identificar las industrias que reportan datos falsos. Las firmas con un número de empleados, tipo de proceso y total de producción similares, deben producir emisiones similares. A cualquier firma que reporte niveles de emisión significativamente menores a la norma para ese tipo de industria, se le deben realizar pruebas directas de emisión.

Las multas por incumplimiento pueden fijarse de la manera descrita anteriormente, para el programa de permisos negociables. En general, el valor fijado para las multas debe ser un múltiplo del total del costo eludido por la firma evasora.

Aplicabilidad de este tipo de Programas a Otros Contaminantes

La estructura administrativa aquí descrita es aplicable al control de otros contaminantes aéreos de importancia. Si el programa de control de partículas sólidas es efectivo, se recomienda que tasas

similares sean establecidas para emisiones de bióxido de azufre, y de óxidos de nitrógeno. El costo de la extensión del control a nuevos contaminantes seguramente será bajo, dado que se emplearían las mismas estructuras administrativas, los mismos sistemas de monitoreo y cobro de tasas, y las mismas normas de ejecución. Lo único que se requeriría sería un aumento apropiado del personal y del presupuesto. Dado que las ganancias derivadas del pago de tasas financian la administración, tanto la implantación del sistema original de control como las extensiones posteriores no implican erogaciones del presupuesto general de la nación.

3.3 Areas Urbanas - Toda Clase de Contaminación Atmosférica

Cierto tipo de contaminantes atmosféricos como las partículas sólidas, el bióxido de azufre y el monóxido de carbono, son emitidos por una gran variedad de fuentes. Dichos contaminantes causan graves problemas en áreas urbanas debido a la alta concentración de fuentes de contaminación y al gran número de personas expuestas. En áreas urbanas que actualmente están excediendo las normas de calidad de aire establecidas, se puede utilizar un programa de mercadeo compensatorio que permita reducir la contaminación, sin afectar el crecimiento económico continuado.

Un programa compensatorio tendría validez para inversionistas que desearan instalar nuevas industrias contaminadoras o para empresas

existentes que desean ampliar sus operaciones. En cualquiera de los casos, el interesado deberá hacer un estimativo de las cantidades de los distintos tipos de contaminantes que emitiría su establecimiento. Antes de otorgársele el permiso de instalación, la compañía tendría que identificar una o varias fuentes existentes de un mismo contaminante, y responsabilizarse por la reducción de una cantidad equivalente de dicho contaminante, en las fuentes identificadas.

La nueva fuente contaminadora podría pagar a las fuentes existentes para que instalen equipos de control de contaminación. Podría también comprar industrias existentes no muy productivas, y cerrarlas. O podría instalar dispositivos de control en otras empresas de su propiedad.

La ventaja de este método es que estimula al sector privado a buscar en toda el área urbana, las fuentes contaminantes más económicas de controlar. Dado que la nueva industria no desea invertir más dinero del estrictamente necesario en el control de contaminación, tratará siempre de encontrar los tipos de control más eficientes en costo. Como consecuencia, esta estrategia conduce a un plan de control eficiente en costos que mantiene o disminuye los niveles actuales de contaminación.

Otra ventaja de este enfoque es la sencillez administrativa. No requiere de la creación ni del mercadeo de permisos. Tampoco involucra el cobro de tasas de emisión. El sistema, pues, se autorregula casi en su totalidad. La principal carga recae sobre las industrias que desean ubicarse en el área de control, y sobre aquellas existentes que desean incrementar sus emisiones contaminantes. Ellas deben comprobar que han identificado y previsto un sistema compensatorio de reducción de contaminación, antes de poder recibir el permiso para instalarse. Este sistema de control usa las mismas oficinas administrativas donde se otorgan permisos de instalación y de operación industrial.

Este programa puede diseñarse simplemente para mantener en el nivel actual las emisiones atmosféricas agregadas, y evitar el deterioro continuado de la calidad del aire. En ese caso, se exigiría una compensación de uno por uno a las nuevas fuentes contaminantes.

Alternativamente, el programa puede diseñarse para lograr la mejoría constante de la calidad del aire. Se podría exigir a fuentes nuevas, compensaciones de dos por uno o tres por uno. Por ejemplo, si un nuevo establecimiento deseara emitir 100 toneladas de cierto contaminante por día, tendría que reducir entre 200 y 300 toneladas del mismo contaminante mediante el control de otras fuentes existentes. De este modo, a medida que aumenta el desarrollo industrial y se introducen nuevas tecnologías, las

fuentes antiguas son controladas en mayor proporción que las fuentes nuevas, y las emisiones agregadas disminuyen en el tiempo.

La desventaja de este enfoque es que las nuevas inversiones se hacen más costosas. Sin embargo, el grado de carga financiera adicional puede determinarse con exactitud mediante la elección de la tasa de compensación. Si el gobierno desea mantener los costos en un nivel bajo, puede establecer una tasa de compensación de uno o menos que uno. Si es factible exigir una inversión de control más elevada, entonces se puede establecer una tasa de compensación mayor que uno.

El programa de Compensación en los Estados Unidos puede servir como modelo para esta estrategia.

3.4 La Industria de Refinación del Petróleo

Los principales problemas ambientales ocasionados por la refinación del petróleo, son las emisiones de SO_2 y de contaminantes aéreos tóxicos. La exposición a dichos contaminantes causa enfermedades respiratorias y cáncer en el ser humano. Pero, las refinerías de petróleo generalmente están ubicadas lejos de los centros urbanos, y por tanto, no ocasionan tanto perjuicio por unidad de contaminación como las fuentes urbanas.

La principal característica de esta industria en Colombia es la de ser propiedad del Estado. Dado que la industria es controlada directamente por el gobierno, los instrumentos económicos no son la forma más efectiva de control.

En este caso, el método más sencillo podría ser el de imponer el mejor manejo ambiental posible dentro de límites modestos, y exigir inversión en la investigación y el desarrollo de tecnologías de refinación más limpias, y de combustibles mejorados.

La Auditoría Ambiental

Ecopetrol podría ser designada como líder y sede del programa piloto de implementación de procedimientos de auditoría ambiental. Sus actividades dentro de este enfoque podrían servir como ejemplo para las industrias químicas y otras. Este procedimiento se describe en detalle en una sección anterior del presente informe. El objetivo general del procedimiento es lograr que el personal técnico de la empresa examine cada aspecto de los procesos de refinación y transporte, las instalaciones de almacenamiento y las características de los productos, buscando métodos para reducir la cantidad y la toxicidad de los residuos.

Las alternativas incluyen: la sustitución de materias primas menos tóxicas, cambios en técnicas de procesamiento, la reformulación de

productos y finalmente, controles de fin de proceso. Los ingenieros deben realizar una búsqueda integrada, de actividades de prevención de contaminación que puedan implementarse con un costo mínimo.

Después de adquirir alguna experiencia con los procedimientos de auditoría ambiental, Ecopetrol podría diseñar un programa de información y asistencia técnica, basado en el estudio de sus propias experiencias. Este programa podría entonces utilizarse para educar a otras industrias y estimularlas a iniciar sus propios programas de auditoría ambiental. Este ejercicio de transferencia de tecnología puede realizarse por intermedio del consejo ambiental descrito en la sección anterior.

Inclusión en Programas Urbanos de Control

El mismo sistema de tasas de emisión de partículas y de bióxido de azufre puede aplicarse en el caso de refinerías ubicadas en regiones urbanas designadas como áreas de control de contaminación atmosférica.

3.5 Las Curtiembres

Los principales problemas asociados con la industria del curtido del cuero, son la contaminación del agua por residuos tóxicos por carga orgánica (DBO). A diferencia de las industrias de papel y del

procesamiento de alimentos, la estructura de esta industria sugiere que los permisos negociables no serían de utilidad.

Muchas curtiembres pequeñas se agrupan densamente, a lo largo de ciertas extensiones fluviales. Existe, además, gran variedad de procesos de producción entre las diferentes curtiembres. Estas variaciones son específicas para cada empresa, y permiten la diferenciación de los productos, principalmente en cuanto a las características físicas del cuero. Dicha característica es de crucial importancia en la estructura competitiva de la industria, e implica que no sería fácil para las curtiembres aceptar cambios en sus técnicas de producción.

Dado que el uso de sustancias químicas tóxicas se encuentra estrechamente relacionado con la diferenciación del producto, y además constituye la base de las diversas técnicas usadas por las diferentes empresas, no sería fácil convencer a dichas firmas que desistan del uso de estas sustancias.

Por otra parte, sería difícil implementar los permisos negociables y las tasas sobre efluentes, debido a la incapacidad para monitorear tantos establecimientos pequeños. El cobro de impuestos sobre materias primas tóxicas, probablemente tampoco produciría mayores efectos, a menos que se fijaran tasas lo suficientemente altas como para obligar a las curtiembres a cerrar.

Frente a esta situación, también es cierto que el control de DBO de efluentes por medio de tecnologías tradicionales de fin de proceso, es quizás la estrategia más práctica. Sin embargo, no es necesario que cada firma construya su propia planta de tratamiento. De hecho, este enfoque tradicional resultaría muy costoso dado el reducido tamaño y las consecuentes economías de escala de estas empresas.

Por las anteriores razones, proponemos una estrategia que comprende dos puntos:

1) Control de DBO

Subsidiar la construcción de sistemas colectores y plantas de tratamiento centralizadas para aguas residuales con carga de DBO.

Actualmente, la CAR está desarrollando una estrategia integrada para el control de calidad de aguas del Río Bogotá. Sobre el tramo alto del río, se encuentran muchas curtiembres pequeñas. Dicha ubicación ofrecería una excelente oportunidad para establecer un proyecto piloto.

La CAR está estudiando la posibilidad de crear un fondo que brinde asistencia financiera a aquellos establecimientos sobre el río que se comprometan a construir plantas de control de contaminación. El diseño y la construcción de una o dos plantas de tratamiento, con

la CAR como ente central de manejo, resultaría mucho más eficiente en costo que las exigencias tradicionales de una reducción porcentual equivalente de DBO en todos los establecimientos, o el requisito técnico de construir una planta de tratamiento en cada empresa.

Mediante la centralización del tratamiento de la carga de DBO en una o dos plantas grandes, se pueden obtener grandes ahorros de escala, lo cual resultaría en un costo mucho menor por unidad de tratamiento que si se establecieran plantas de tratamiento pequeñas e individuales. Además, el monitoreo y el mantenimiento de las plantas centralizadas es mucho más fácil.

A las empresas que descargan en la planta de tratamiento central se les puede cobrar una tasa de usuario correspondiente al volumen de su contribución. De esta manera, los contaminadores pagarán al menos parte del costo del programa de reducción, sin tener que asumir una carga financiera excesiva.

Las plantas de tratamiento centralizadas podrían ser financiadas por medio de un convenio entre la empresa pública y la privada.

Recomendamos que la CAR abra una licitación entre las empresas que diseñan, construyen y operan plantas de tratamiento de aguas

residuales con carga orgánica. Algunas variables que podrían incluirse en el concurso durante la etapa de los proyectos, son:

- El costo de diseño y construcción
- Los honorarios que cobraría la compañía para manejar la planta durante veinte años
- La cantidad y el tipo de financiación que aportaría la compañía como co-inversionista en el proyecto
- Los términos de propiedad al finalizar el período inicial

Por ejemplo, una compañía puede ofrecer dentro de su propuesta el diseño y la construcción de la planta; aportar el veinte por ciento del capital inicial; operar la planta durante veinte años, con un volumen afluente garantizado, con ajuste inflacionario, y cuando finalice su contrato, comprar la planta o venderla a una asociación de descargadores.

En la sección anterior, se presentan algunos ejemplos de este tipo de estrategia financiera.

2) Control de Residuos Tóxicos

La simple prohibición de descargar residuos tóxicos al río, seguramente no tendría efecto alguno. En primer lugar, sería difícil exigir el cumplimiento de dicha norma, dado el gran número de empresas pequeñas. En segundo lugar, dicha medida estimularía a las empresas a buscar otros métodos de disposición de sus residuos, tales como el vertimiento en zanjas profundas, o el pago de sumas módicas a personas irresponsables que se comprometen a llevarse los residuos.

En tales condiciones, el establecimiento de un incentivo positivo para el manejo adecuado de residuos, sería más efectivo que amenazas o incentivos negativos. Como se planteó en la parte I del presente informe, el mejor sistema para el manejo de residuos de fuentes pequeñas y numerosas, es canalizar dichos residuos hacia un lugar central donde puedan ser manejados de forma segura, y reciclados o desechados mediante la incineración o el entierro en rellenos de seguridad.

Un Sistema de Depósitos Reembolsables Aplicable a Sustancias Tóxicas

Se establece un sistema de depósitos reembolsables aplicable a las sustancias químicas tóxicas utilizadas en el proceso del curtido.

En el momento de compra de dichos productos químicos, el comprador paga el precio normal de mercado, más una suma adicional a manera de depósito. Después de utilizar el producto químico en el proceso del curtido, deberá recogerse en recipientes especiales, y llevarse a una planta aprobada de tratamiento y disposición de dichas sustancias. En ese momento, se le devuelve el depósito a la empresa.

Este sistema crea un incentivo para que las curtiembres automáticamente adopten métodos de control adecuados. De esta manera se evita la descarga de residuos tóxicos en el suelo o en el agua, y a cambio, se asegura la recolección, dado que ésta permite a la empresa reclamar el depósito consignado en el momento de la compra.

Los siguientes estudios serán necesarios para el diseño detallado de un sistema de depósitos reembolsables:

Identificación de los Productos Químicos que Deben Incluirse en el Sistema

Para que el sistema de depósitos reembolsables sea manejable, sólo debe incluir las sustancias químicas más peligrosas. Luego de adquirir alguna experiencia con el programa, éste puede ser

ampliado para incluir otros productos. La composición del producto químico será distinta al tiempo de devolución y reembolso, dado que lo que se devuelve es el desecho residual del producto. Habrá necesidad de realizar pruebas estándar para verificar que la sustancia devuelta es, en efecto, el residuo correspondiente a la sustancia química empleada en el proceso.

Determinación de la Cuantía del Depósito

El depósito puede representar un porcentaje del precio de compra del insumo químico. De esta forma, quedará automáticamente ajustado a la inflación. La cuantía del depósito también debe tener en cuenta el costo de la conservación y recolección del residuo. Si el depósito fuera menor que el costo de recolección y devolución, las firmas preferirían desechar sus residuos ilegalmente, y perder el depósito. Por ende, el depósito tiene que ser lo suficientemente alto como para garantizar que la industria gane algo por la devolución del residuo al centro de reembolso.

Diseño de un Sistema de Contabilidad para Depósitos Reembolsables

Se requiere de un sistema sencillo de contabilidad para registrar la cantidad de dinero pagado por las empresas a manera de depósito, y la cantidad reembolsada en un momento dado. Asumiendo que el residuo es fácil de identificar, no sería necesario incluir en

dicho registro, información específica acerca de la empresa. Además, las empresas que pagan los depósitos no tienen la obligación de devolver individualmente el residuo y cobrar su depósito. Cualquiera que entregue el material de desecho, puede reclamar el depósito. De hecho, es posible que se creen compañías especiales para recolectar los residuos provenientes de varias curtiembres, y transportarlos al centro de reembolso. Dichas compañías pueden acordar directamente con las curtiembres el porcentaje del depósito que correspondería al recolector, y cuánto será devuelto a la curtiembre que pagó el depósito.

Los depósitos consignados en el fondo pueden invertirse en negocios líquidos a corto plazo, y el interés devengado puede aplicarse a los costos de administración. Adicionalmente, se puede esperar que no todos los depósitos sean reclamados por las industrias. Los depósitos que no se reclamen, también podrán ser utilizados para cubrir costos administrativos o de disposición de desechos residuales.

Con el fin de financiar la inversión del gobierno en la disposición final de los residuos devueltos, se podría diseñar un sistema de depósitos reembolsables que genere una renta. En este caso, sólo se devuelve a las compañías una parte del depósito original. Por ejemplo, por cada dólar pagado como depósito, sólo se reembolsa el 80%. La suma retenida por el gobierno debe ser apenas la necesaria

para cubrir los costos de la disposición del residuo. En esta modalidad también es necesario que el depósito represente una suma significativa para que la cantidad que será devuelta sea suficiente para incentivar a la empresa a que recolecte y devuelva residuo.

3.6 La Industria de las Flores

El principal problema de esta industria es la contaminación del agua por los residuos tóxicos de los pesticidas utilizados.

Existe evidencia de que los cultivadores probablemente utilizan cantidades de pesticidas mucho mayores que las necesarias. Este hecho se debe a la propaganda de los productores de los pesticidas, y a la falta de información por parte de los floricultores.

Se puede hacer frente a esta situación mediante un programa que comprende tres aspectos:

Imposición de Impuestos sobre Pesticidas

La emisión de sustancias tóxicas al ambiente acarrea una serie de costos para una variedad de personas e instituciones, costos que deben ser asumidos por las empresas que desean utilizar y descargar las toxinas. Los perjuicios ocasionados por el uso de pesticidas son similares a los asociados con las curtiembres. Pero en el caso

de la agricultura, no es factible recolectar los pesticidas de la escorrentía superficial en los terrenos de cultivo. Por ende, no sería práctico un sistema de recuperación similar al de la industria del curtido.

Además, existe evidencia de que los cultivadores podrían disminuir el uso de pesticidas sin afectar la productividad de la operación. Esto sería posible debido a que aparentemente los floricultores aplican cantidades mayores de pesticidas que las necesarias, y a la existencia de prácticas alternativas tradicionales que se pueden aplicar para el control de plagas, utilizando menor cantidad de productos químicos.

Por las anteriores razones, la imposición de un impuesto sobre el valor de compra de los pesticidas puede incentivar a los cultivadores a comprar y emplear cantidades más pequeñas de estos productos tóxicos. El costo de la disminución del uso de agroquímicos se puede minimizar mediante las siguientes estrategias adicionales:

Auditoría Ambiental de las Técnicas de Cultivo

El Ministerio de Agricultura, en cooperación con los floricultores, debería realizar una auditoría ambiental completa y cuidadosa de dicha industria, consistente en el análisis de las técnicas

utilizadas actualmente en la industria de las flores, con el fin de determinar si se están empleando las mejores prácticas de manejo ambiental.

En Europa y Estados Unidos se han desarrollado técnicas de manejo integrado de plagas con la aplicación mínima de pesticidas, cuya efectividad en el control de plagas ha sido comprobada. Por ejemplo, la época en que se aplican los pesticidas es clave para su efectividad, y aunque el uso de dosificaciones mayores a las recomendadas es una práctica común, generalmente no aumenta la productividad.

Entrenamiento y Requisitos para el Uso de Las Mejores Técnicas de Manejo

Por último, puede ser favorable para el gobierno, aumentar el número de personal con conocimientos amplios sobre la floricultura. Por medio de un programa de extensión agrícola, asociado con las universidades, será más fácil para los floricultores, adquirir información de expertos acerca de nuevas técnicas de cultivo que disminuyen la dependencia de los pesticidas. En muchos sistemas de cultivo, se ha demostrado que las técnicas de cultivo orgánico no sólo son más benéficas para el ambiente, sino también más lucrativas a largo plazo para los cultivadores.

La Sabana de Bogotá, con una alta concentración de floricultores, puede ser un buen medio para iniciar las mencionadas acciones. Tanto el Río Bogotá, como los humedales y el agua subterránea de la Sabana, están siendo perjudicados por la descarga de pesticidas. Además, el plan integrado que viene adelantando la CAR, podría prever el mecanismo necesario para realizar auditorías ambientales y ejecutar los aspectos educativos de este plan.

3.7 Tasas Por el Uso de Sustancias Químicas Tóxicas

La industria de procesamiento de alimentos, la industria manufacturera química, la industria del curtido de cueros, y otras, descargan cantidades variables de residuos tóxicos al aire y al agua. Muchas de estas industrias son pequeñas o de amplia distribución geográfica. En tales circunstancias, podría resultar poco práctico sugerir el cobro de tasas de emisión o la aplicación de un sistema de permisos negociables.

A medida que se desarrolla el sistema regulador y se identifica la relación específica entre industria y riesgo a la población, es posible establecer controles primarios de descargas, en aquellos lugares en que los costos lo permiten.

Sin embargo, una estrategia general que puede establecerse rápidamente, es el cobro de un sobrecargo por la compra o venta de

insumos tóxicos. El actual impuesto al valor agregado puede ser empleado como base administrativa para el cobro de esta tasa para sustancias tóxicas.

No es posible detallar una escala específica de tasas en este momento. Sin embargo, la estrategia básica es la siguiente: se identifican las sustancias tóxicas de mayor importancia utilizadas en los procesos industriales; se clasifican éstas en cuatro o cinco grupos, de acuerdo con su toxicidad. Cada grupo tendrá un impuesto de venta adicional al impuesto al valor agregado, que deberá ser cancelado por el comprador al mismo tiempo que pague el IVA. El impuesto servirá como incentivo para disminuir el consumo de estas sustancias, y a la vez generará una renta para el funcionamiento del sistema.

Esquema de Incrementos de Las Tasas

En teoría, las tasas por contaminación deben ser recolectadas en el lugar de la descarga al ambiente, y deben establecerse en un valor igual al costo de los perjuicios marginales ocasionados por la descarga. En la práctica, los perjuicios son con frecuencia difíciles o imposibles de medir, y los costos de manejo pueden ser muy altos. En aquellos casos en que las instituciones reguladoras no están bien desarrolladas, la estrategia alternativa del cobro de

tasas ad valorem sobre la compra de sustancias tóxicas ofrece una solución atractiva y práctica.

Supongamos que se identifican cinco grupos de productos químicos, siendo el grupo cinco, el más tóxico. El grupo uno pagaría la tasa más baja, la cual podría fijarse en el dos por ciento del precio de venta; el grupo dos pagaría el cuatro por ciento; y así sucesivamente hasta llegar al grupo cinco, el cual pagaría una tasa del diez por ciento. Los porcentajes reales tendrían que ser determinados después de un estudio más detallado de la elasticidad del precio de demanda de las sustancias controladas, y del impacto económico del incremento de los precios.

También se puede diseñar un programa de tasas que se incrementan gradualmente, de acuerdo con una escala predeterminada. Este hecho constituiría un incentivo a largo plazo para que los industriales busquen procesos alternos de producción y encuentren formas de sustituir los productos químicos controlados, por otros menos tóxicos. Si el incremento de tasas es gradual, los usuarios tendrían tiempo para implementar nuevas técnicas y evitar así, excesivos costos económicos.

PARTE IV -- EFECTOS ECONÓMICOS DE LA REGLAMENTACIÓN AMBIENTAL

4.1 Breve Discusión Acerca de los Efectos Potenciales de Bienestar

La discusión del capítulo 2 ha aislado las variables de valor agregado, empleo y el número de empresas, con el fin de describir la importancia de la industria altamente contaminante para la economía global. El presente capítulo no tiene como propósito el proporcionar un análisis detallado de los efectos potenciales de bienestar de una reglamentación ambiental, sino que presenta algunas indicaciones de tipo cualitativo para la evaluación de los impactos económicos potenciales de tal política. Los efectos sobre el valor agregado implican cambios en el potencial de crecimiento, en el ingreso y en la distribución del ingreso, los cuales son factores determinantes del bienestar económico. El empleo, en sí mismo, es considerado un objetivo de la política económica. Los cambios en el empleo generalmente implican cambios en la distribución del ingreso funcional y personal. Una política que afecte el número de empresas, afectará también la situación competitiva de una estructura de mercado particular. Si la política ambiental reduce el número de empresas, puede contrarrestar el esfuerzo del gobierno por apoyar el desarrollo de la pequeña y mediana empresa.

En segundo lugar, se deben tomar en cuenta los efectos sobre las exportaciones y sobre el consumo final en los hogares. Los efectos sobre las exportaciones cambian el equilibrio externo, mientras que los cambios en el consumo final privado, aumentan o disminuyen el excedente del consumidor.

Se podría añadir que los costos de ajuste, en términos de las pérdidas en el valor agregado, del desempleo y de cambios estructurales, no pueden verse como una desviación de una situación de equilibrio, al menos desde un punto de vista puramente teórico. Más bien, tienen que entenderse como los costos de pasar de un punto menos que óptimo, debido a que el sistema de precios no refleja los perjuicios ambientales, a un punto de equilibrio en el que haya asignaciones de precio que cubran el costo total. Una política económica no debe prevenir estos ajustes, sino facilitar su transición.

La discusión del capítulo 2 reveló grandes diferencias en la participación y el tamaño de las industrias consideradas en el estudio. Por lo tanto, el impacto económico sobre las variables presentadas en la Tabla 1 del capítulo 2, será muy desigual. En la siguiente discusión consideramos exclusivamente las industrias que pueden verse fuertemente afectadas por el sistema de reglamentación. La información del capítulo 2 da algunas indicaciones acerca de cuáles son las variables económicas que se

verán afectadas fuertemente en cada industria, a raíz de una política ambiental correspondiente (Ver Tabla 2, capítulo 2).

Aún no hemos tratado el tema de los efectos de una política ambiental sobre el ingreso y los gastos del gobierno. En este ámbito, son de interés no sólo el ingreso por impuestos, sino el ingreso proveniente de la producción de empresas de propiedad del Estado. Este aspecto se considerará más adelante, dado que uno de los problemas fundamentales de ligar un instrumento económico que internaliza los costos externos, con el ingreso del gobierno, es el incentivo del gobierno de asignar al instrumento un valor que maximice sus rentas y no uno que refleje el nivel óptimo de control de la contaminación.

La evidencia presentada en el capítulo 2 nos permite sacar conclusiones con respecto a una política ambiental que se enfoque no hacia la totalidad de las industrias y contaminantes, sino una que busque reducir el daño ambiental causado por las industrias altamente contaminantes.

A pesar del carácter general del sistema de clasificación utilizado, se derivan de él algunas conclusiones:

- No parece que una política ambiental tenga efectos macroeconómicos extremadamente negativos, aunque son probables los costos de ajuste a nivel sectorial y regional. Esta conclusión se basa en los datos anteriormente proporcionados, y en el hecho de que los diferentes sectores perciben efectos macroeconómicos distintos. Debe enfatizarse que el efecto de una política ambiental sobre el aspecto de bienestar, no necesariamente implica un efecto negativo; es muy probable que los efectos aumenten la capacidad de empleo, acelerando la innovación, la productividad, etc.

- Efectos potencialmente importantes en el ingreso y crecimiento habrán de esperarse en el sector de textiles, debido a su tamaño, y en las industrias de sustancias químicas y cerveceras, debido a su tamaño y productividad. Los efectos sobre el empleo y sobre el número de empresas probablemente serán significativos sólo para la industria textilera. Este dato sugiere una resistencia relativamente fuerte por parte de ese sector, dominado por microempresas que constituyen una fuente importante de empleo para los grupos de bajos ingresos. También habrá de esperarse oposición política en la industria de la cerveza, debido precisamente a la razón contraria - los fuertes oligopolios y la marcada participación del sector gubernamental. La industria de Sustancias Químicas,

alternativamente, posee una base de capital extranjero relativamente grande.

- Los hogares, al igual que los servicios personales, se verían directamente afectados por el establecimiento de una política en relación con la industria alimenticia. La industria de textiles y la del curtido afectarían indirectamente el consumo final en los hogares, debido a su vínculo con la industria de confección. Las industrias de Metalurgia y Cemento ejercen influencia sobre los costos de vivienda, aunque el vínculo no es tan fuerte como uno esperaría.

- Hay efectos intra-industriales significativos dentro de la industria altamente contaminante. El vínculo más fuerte se presenta entre la industria azucarera y la de cerveza, y entre la industria de sustancias químicas y la papelera. Lo anterior sugiere una fuerte presión sobre la función de demanda y la función de costo.

4.2 El Gobierno: Incentivo vs. Ingreso

Hasta ahora, no se ha comentado mucho acerca de las implicaciones de diferentes planes de incentivos sobre el ingreso y los gastos

del gobierno. Entre los diversos aspectos relevantes a ser considerados, los más importantes son:

- La tendencia gubernamental de utilizar el plan de incentivos como un instrumento de tipo fiscal
- Los costos de control para el gobierno, una asignación de precios eficiente, y las consideraciones de tipo presupuestal

Es imposible discutir los anteriores aspectos en toda su profundidad teórica. En primer lugar, los problemas considerados son extremadamente complejos, y en segundo lugar, éstos no pueden ser resueltos sin tomar en cuenta el trasfondo histórico y económico del país. En las siguientes secciones se examinarán brevemente los problemas, relacionándolos con experiencias relevantes en países de la OECD. La última sección trata de condensar los aspectos relevantes de estas discusiones para la situación colombiana.

4.2.1 Los incentivos vs. los instrumentos de financiación

El establecer una tasa sobre fuentes contaminantes o el emitir permisos negociables puede proporcionar recursos financieros para el gobierno. En tales casos, existe un incentivo para que el gobierno fije el precio de la tasa en un nivel que maximice sus

ingresos, en lugar de un nivel que de lugar a un grado socialmente óptimo de contaminación.

El incentivo del gobierno de maximizar su ingreso se disminuye si las rentas de las tasas están directamente ligadas a los gastos para abolir las externalidades negativas de la contaminación sobre las fuentes contaminantes a la cuales se les cobra la tasa. Sin embargo, la solución no es tan fácil como puede parecer. En primer lugar, se debe prohibir que haya un excedente neto entre los ingresos por tasas y los gastos de abolición; este punto se tratará en mayor detalle en la siguiente subsección. En segundo lugar, existe un problema de asignación de precios, si los costos de monitoreo (y/o los costos de disminución de la contaminación) se fijan. Estos dos aspectos serán retomados en la siguiente sección.

El problema, en el caso de los sistemas de permisos negociables sólo es ligeramente distinto. A pesar de que los permisos se intercambian entre empresas, la emisión de dichos permisos puede constituirse en una fuente de ingreso del gobierno. Aún más, el gobierno puede inclinarse a incrementar el número de permisos negociables en un momento dado, con fines financieros, en lugar de consideraciones de tipo ambiental. Existe en todo caso una renta asociada con la emisión de permisos, cuya distribución es un tema intensamente debatido.

Aún para un sistema de depósitos reembolsables, debe formularse la pregunta acerca de la relación entre el ingreso y los incentivos. Un sistema de depósitos reembolsables puede diseñarse para que genere rentas, fijando el reembolso en un nivel más bajo que el depósito. En este caso, el gobierno podría ser incentivado a fijar la tasa de reembolso en un nivel demasiado bajo, con el fin de minimizar su gasto, o descuidar la instalación de una infraestructura apropiada.

La importancia de esta consideración no puede enfatizarse lo suficiente. Una encuesta acerca de los instrumentos económicos utilizados en el control de las fuentes contaminantes en distintos países de la OECD (Savornin Lohman, 1991) concluye que, a excepción de los países escandinavos, en primer lugar, la aplicación de instrumentos económicos es limitada¹, y, segundo, que la mayoría de los instrumentos son de tipo fiscal, diseñados para generar rentas (y su gasto no siempre está ligado a un propósito ambiental), aunque existen algunos planes claramente orientados hacia la generación de incentivos. (El análisis más exhaustivo de Opschoor-Vos (1989) llega a las mismas conclusiones).

¹ El estudio muestra que la utilización de instrumentos económicos basados en incentivos se limita a unos cuantos cobros de usuario para aguas y residuos, un sistema de depósitos reembolsables y una tasa diferencial sobre el petróleo sin plomo. No hay un conjunto de instrumentos compatibles, basados en la generación de incentivos, que contribuyan a la protección ambiental.

¿Cómo explicar estas conclusiones? En primer lugar, si los regímenes ambientales no son muy fuertes, la pérdida de eficiencia de una estrategia de regulación directa es relativamente pequeña. Con un ajuste y fortalecimiento progresivo de la reglamentación ambiental, aumenta la necesidad de implementar instrumentos más eficientes, con el fin de evitar costos elevados de eficiencia. Al mismo tiempo, crece el interés en la "integración de políticas", por ejemplo, cuando se toman en cuenta los efectos colaterales de los instrumentos políticos en otros campos².

En segundo lugar - y este aspecto está ampliamente desarrollado en Kopp, Portney, De Witt (1990), al emplear instrumentos para disminuir los niveles de contaminación, se debe tomar en cuenta una importante influencia histórica. Los autores argumentan que, en el ámbito nacional, las políticas ambientales están fuertemente influenciadas por la oposición a y la preferencia de formas específicas de intervención del gobierno. Basta con mencionar ejemplos como la fuerte oposición a los impuestos que favorecen el uso de permisos negociables en los EE.UU.; la tradición de los inspectores de fábricas en el Reino Unido, que favorece el control directo; y la antigua tradición de asociaciones públicas y

² Por ejemplo, Suecia abolió los subsidios con el fin de evitar la falta de incentivos. Esta experiencia sustenta, en parte, la relevancia del criterio 2, presentada en el capítulo 2.

privadas en Francia, dando origen a normas específicas para productos y procesos.

Estos factores culturales podrían ser decisivos en la elección del instrumento óptimo. Como se ha enfatizado, el uso de las experiencias existentes en la intervención del gobierno puede reducir significativamente la resistencia política, aunque se aumenten un poco los costos económicos por eficiencia. Sin embargo, las discusiones en los capítulos 2 y 3 han revelado que sólo en unos pocos casos, un instrumento parece inequívocamente superior a los demás; en la mayoría de los casos, existen pros y contras para los diferentes enfoques, e incertidumbre considerable acerca de los efectos probables. En tales situaciones, el factor político-institucional puede bien ser el más importante en la elección de un instrumento entre varios que parecen ser igualmente apropiados.

La anterior consideración también ha guiado nuestras propuestas en lo que respecta a cómo escoger e implementar los diferentes instrumentos, y a los casos en que son aplicables. La recomendación de iniciar el sistema de permisos negociables como un proyecto piloto en una industria específica, se basa en el desconocimiento acerca de las respuestas de la industria que está siendo considerada, y en la falta de experiencia con tales sistemas en las instituciones gubernamentales. Los costos por ineficiencia al obligar a aquellas empresas de la industria que no están incluidas

en el proyecto piloto y están sujetas a una norma común, son probablemente mucho más bajos que los costos de una experiencia en el ámbito nacional que fracase.

Con respecto al sistema de depósitos reembolsables, hay dos aspectos que se deben tener en cuenta. El primero tiene que ver con la organización y el mantenimiento de la infraestructura necesaria; es similar para cualquier inversión pública, incluyendo la decisión de si tales plantas de tratamiento deben ser operadas en forma privada o pública. En Colombia, hay poca experiencia con este sistema. El segundo aspecto se relaciona con la respuesta de la industria. Dado un cierto nivel de reembolso por cantidad de residuo, el porcentaje de los costos de oportunidad de no 'depositar' el residuo serán mayores para las empresas más pequeñas o de menores ingresos, con respecto a su ingreso total. Dichos empresarios, por lo tanto, estarán más inclinados a depositar sus residuos que las empresas más grandes. Cuando el aporte total de las empresas pequeñas es mayor, el efecto ambiental será grande. Esta es una de las razones por las cuales en los capítulos 2 y 3, se ha sugerido el uso de este instrumento para industrias altamente contaminantes, con baja productividad y un gran número de establecimientos pequeños.

En casos en que se contempla la posibilidad de usar tasas indirectas sobre la demanda de un producto tóxico específico, es

posible utilizar exitosamente la experiencia organizacional del sistema tributario existente. Igualmente, el cobro de tasas por contaminación puede ir ligado organizacionalmente al sistema de impuestos sobre la renta.

La compensación del sistema de incentivos de ingresos comprende otro aspecto, que está íntimamente relacionado con el criterio No. 1 acerca de la propiedad pública de empresas y de los monopolios del estado en industrias específicas. Como se ha señalado anteriormente en el capítulo 2, la evidencia no es tan clara como uno esperaría. El comportamiento de la industria del petróleo parece ser mucho más acorde con el de un monopolio, mientras que la intervención del gobierno en parte de la industria de licores, produce un comportamiento muy distinto. Sin embargo, ninguna de las dos industrias tiene probabilidad de recibir subsidio en caso de un déficit. No existe una garantía explícita para el déficit. Dichas industrias deberán pagar el impuesto a partir de sus rentas. La "respuesta en tasas" depende pues, en gran medida, de la relación entre las rentas netas y los ingresos individuales de los gerentes encargados. Del incentivo que tenga el gobierno para fijar tasas adecuadas sobre los establecimientos de propiedad del Estado, depende que éste ajuste sus rentas para cubrir este gasto.

4.2.2 Costo del Monitoreo, Asignación Eficiente de Costos y el Presupuesto del Gobierno

En la sección anterior se ha afirmado que un excedente en las rentas del gobierno provenientes de un sistema de tasas o de un sistema de permisos negociables, puede crear incentivos contra una asignación óptima de precios.

El establecimiento de un vínculo entre el ingreso y el gasto de una política ambiental, disminuye el incentivo del gobierno de fijar el precio (explícito o implícito) de forma que se maximicen las ganancias. Sin embargo, aún cuando haya una obligación de ligar el ingreso y el gasto, existe el incentivo de maximizar el ingreso del gobierno, si la correspondiente tasa permite aumentar las ganancias netas sobre gastos. Una forma de evitar esto, es estableciendo que al sistema de tasas no se le permita generar una renta neta para el gobierno (por ejemplo, una renta neta sobre la recuperación de los perjuicios ambientales), lo cual implica que existe una obligación de ajustar la tasa o de redistribuir el ingreso adicional entre los que pagan las tasas.

El segundo punto implica que el gobierno debe asumir los costos del monitoreo y no los puede pagar con ingresos provenientes de una tasa fijada eficientemente. Si la tasa se ha fijado correctamente, ésta refleja el perjuicio marginal ocasionado por una unidad de

contaminación, sobre la sociedad. Sin embargo, en esas condiciones, la tasa no incluye los costos de monitoreo del contaminador potencial. Se podría argumentar que dichos costos de monitoreo deben ser incluidos en la tasa óptima. Esto podría ocasionar un problema, el cual puede ilustrarse claramente en el caso de la industria de Textiles. Dadas más de 500 fuentes potenciales de contaminación, y los índices de contaminación relativamente bajos calculados y reportados para este sector en el capítulo 1, se esperaría que hubiera un daño marginal relativamente bajo por parte de cada empresa textilera, y por ende, una tasa relativamente baja. Incluyendo ahora los costos de monitoreo, se incrementarían estos costos; los costos impuestos sobre las distintas empresas individuales reflejarían no tanto sus externalidades negativas, sino más bien, el problema de monitorearlas. Con una tasa tan elevada, el número de empresas que reducirán su nivel de contaminación en lugar de pagar la tasa, será alto. Pero los costos del monitoreo son bastante independientes del porcentaje de empresas que reduzcan la contaminación. Tienen, por lo tanto, un marcado elemento de costos fijos. Estos costos se incluyen en la tasa para las empresas restantes (induciendo a más empresas a reducir su contaminación), o se pagan totalmente con las rentas del gobierno. Este resultado, por supuesto, es sólo otra aplicación de un resultado bien conocido en las finanzas públicas con respecto al avalúo de los proyectos públicos de infraestructura.

El primer caso implica distanciarse de una tecnología eficiente en costo. La segunda solución implica que los costos de monitoreo deben pagarse a partir de las rentas generales del gobierno. ¿Por qué no es posible utilizar la renta proveniente de la tasa de contaminación respectiva, para cubrir al menos una parte de los costos de monitoreo? El precio de la tasa se fija en el nivel de perjuicio marginal de contaminación; el contaminador paga por el derecho de contaminar. Sin embargo, el gobierno tiene que invertir este dinero en la disminución de la contaminación, de tal forma que se disminuya el perjuicio causado a la sociedad. Por lo tanto, el presupuesto para los costos del monitoreo no puede ser neutro.

Las conclusiones que se pueden derivar de esta sección hacen referencia a los casos en los cuales no se puede utilizar un instrumento económico sin proveer la infraestructura necesaria. Cuando los daños marginales son muy pequeños y los costos de monitoreo muy elevados - como en el caso de la industria de textiles - la apreciación eficiente y los costos de monitoreo implican un aumento grande en los gastos del gobierno. Es muy probable que este dinero pueda invertirse en otros campos con una ganancia marginal mucho mayor, en términos del control de la contaminación.

Un argumento similar es aplicable en casos en que los costos de reducción no sean variables. Supongamos, por ejemplo, que se

introduce un sistema de tasas para el control de la contaminación hídrica. El gobierno instala una infraestructura que suministra al público, "agua limpia", de buena calidad. Sin embargo, el costo de esta infraestructura es independiente de las pequeñas variaciones en el nivel de contaminación del agua. El gobierno financia esta infraestructura al establecer una tasa para las fuentes contaminantes. Algunas empresas cambiarán su tecnología, mientras que otras preferirán pagar la tasa. Dado que los costos de la infraestructura son bastante independientes del grado de contaminación hídrica, es posible que surja una diferencia entre el gasto y el ingreso, del sistema de tasas. Dicha diferencia no puede cubrirse mediante el establecimiento eficiente de precios por contaminación.

Por último, debe enfatizarse en el problema de evaluación de proyectos, el de monitoreo intertemporal. La variación en los perjuicios marginales, los cambios en los costos de tecnologías de control y la inflación alteran constantemente el valor (nominal) del precio óptimo para la conservación del ambiente (ya sea en función de una tasa, del precio de un permiso o del precio de reembolso). Estos ajustes deben realizarse periódicamente; la credibilidad de una política, depende crucialmente de tales factores.

4.2.3 Aspectos Específicos Para Colombia

Existe al menos una prueba que evidencia que la compensación incentivo-ingreso está lejos de ser insignificante en Colombia.

El "Acuerdo No. 58 de 1987, para el área de jurisdicción de la CAR", especifica una tasa para residuos tóxicos. De acuerdo con un alto funcionario de la CAR, esta tasa ha generado rentas significativas, sin embargo, no ha logrado una disminución sustancial del nivel de contaminación del Río Bogotá. Evidencia similar con respecto a la aplicación de esta ley en la industria del curtido, se encuentra en Durana (1991).

Estos casos y otros similares que sin duda existen, deben ser cuidadosamente estudiados para evitar problemas en el futuro. A pesar de que hasta ahora no se ha evaluado claramente la inaplicabilidad de esta resolución, las razones parecen ser el nivel de la tasa (demasiado bajo para inducir un cambio en el nivel de contaminación) y la ejecución inconsecuente de la ley.

La experiencia no apunta hacia un comportamiento consciente de maximización de ingresos al fijar una tasa con un precio demasiado bajo. Si sugiere, sin embargo, la existencia de otras razones de fracaso. En todo caso, da origen a la pregunta de si la falta de un vínculo entre la tasa y los costos de reducción puede ser la causa

de la actitud de "descuido" por parte de las instituciones encargadas.

Lo anterior nos introduce a la pregunta de cómo proporcionar un marco legal adecuado para que el gobierno aplique instrumentos basados en incentivos. Se tomarán en cuenta dos aspectos:

- ¿Es aconsejable fijar el uso de instrumentos eficientes basados en incentivos en forma ex-ante, dentro del marco legal correspondiente, con el fin de evitar decisiones políticas pragmáticas que favorezcan a las estrategias menos eficientes de regulación directa?
- ¿Cuáles son los mecanismos que minimizan el riesgo de un comportamiento de maximización de ingresos por parte del gobierno?

En relación con el primer aspecto, surge la pregunta acerca de los aspectos de una política ambiental que se pueden y se deben incluir en la constitución y la legislación de un país. La amplia bibliografía económica acerca de "Leyes vs. Discreción" también tiene aplicabilidad en este campo. La ventaja de la discreción, es decir, de otorgar al ente institucional encargado la mayor responsabilidad con respecto a la política ambiental, puede verse en una mayor habilidad de ajustar los instrumentos y de reaccionar

rápidamente a los cambios exógenos, bien sea en tecnología o en contaminación. La ventaja de las leyes puede verse en el carácter comprometedor que ellas imprimen al establecimiento de políticas.

Existen limitaciones obvias en las políticas orientadas por "leyes". Ni siquiera en teoría existen resultados claros y libres de ambigüedades, para decidir qué reglas son aplicables, y en qué situaciones. Es imposible diseñar un sistema legal completamente basado en leyes. Es más, los cambios en el futuro demandan la posibilidad de una política ambiental discrecional.

Sin embargo, una discreción máxima tampoco parece ser óptima. Los cambios ambientales no son tan drásticos como para requerir respuestas políticas inmediatas. Un término medio entre las dos opciones parece ser más apropiado. Las leyes claramente enunciadas y comprometedoras disminuyen la incertidumbre de la industria, con respecto a la próxima acción gubernamental. Por ende, el marco legal correspondiente debe no sólo fijar el instrumento que se va a utilizar, sino también el mecanismo de monitoreo de la eficiencia del sistema y las condiciones bajo las cuales deben ocurrir los cambios. Con respecto a la fijación de obligaciones políticas dentro de un marco legal, sería deseable dar preferencia explícita al uso de instrumentos compatibles con la generación de incentivos en lugar de estrategias de regulación directa. En el caso de Colombia, se podría imaginar fácilmente que estos dos aspectos

fueran incluidos en el marco legal para el nuevo Ministerio del Ambiente.

Las leyes claramente especificadas poseen otra ventaja. Como lo demuestra la experiencia de la OECD, ha sido extremadamente difícil asignar al aspecto ambiental el mismo peso que el empleo, el crecimiento, y aún la distribución. Se puede en últimas, depender en gran parte del peso que adquiriera el Ministerio del Ambiente con el fin de prevenir los desestímulos colaterales de distintas leyes y reglamentaciones.

La segunda parte está parcialmente ligada a la primera, en lo que respecta a la búsqueda de leyes que prevengan que la política utilice el sistema para generar rentas. Como se enfatizó en la parte jurídica en el documento del PNUD/DNP (1991), la nueva Constitución prohíbe la existencia de un vínculo entre un impuesto y un gasto. Sin embargo, dado que un ambiente descontaminado es considerado como un derecho humano, el cobro de un sistema de tasas que provea la base financiera para que el gobierno garantice un ambiente "limpio", parece estar de acuerdo con la Constitución. Lo anterior abre alguna posibilidad para una política ambiental que obligue al gobierno y a sus instituciones a garantizar los derechos constitucionales de sus ciudadanos, mediante el uso de instrumentos económicos compatibles con la generación de incentivos, y comprometiendo las rentas de estos instrumentos al cumplimiento de

una tarea particular. Un supuesto importante, implícito en la anterior consideración, es que el derecho a un ambiente descontaminado puede hacerse cumplir en un sistema jurídico que funcione adecuadamente.

4.3 Los Gastos del Gobierno para el Control de la Contaminación - Algunos Cálculos Generales

4.3.1 La Protección del Ambiente Público como un Bien-Engel

En esta sección se escoge un enfoque totalmente diferente para complementar el análisis. La inversión del gobierno en la protección ambiental puede ser considerada como un indicador social que refleja la decisión de la sociedad, de asignar una parte de su riqueza a la protección del ambiente.

Desafortunadamente, no existe evidencia empírica sobre la inversión ambiental en países menos desarrollados. Lo anterior no implica que no haya inversiones de esta clase por parte del gobierno, sino más bien, que la información relevante no se recoge en forma sistemática. Existen algunos datos con respecto a este tipo de inversiones para distintos países de la OECD. A pesar de no ser muy detallados, nos parece que vale la pena examinar el patrón de inversión de dichos países.

Al utilizar la experiencia de los países de la OECD como marco de comparación para un país como Colombia, es necesario hacer referencia a dos proposiciones teóricas, aparentemente contradictorias:

- Con frecuencia se menciona que un ambiente limpio funciona como un 'bien-Engel': Con un mayor ingreso, los consumidores demandan más de ese bien (tienen mayor voluntad y capacidad de pagar el precio correspondiente).
- No existe una relación funcional clara entre el desarrollo global económico o el industrial, y la inversión del gobierno en la protección ambiental. El hecho de que surja la necesidad de adoptar políticas depende de la naturaleza del problema (los costos ambientales de la producción industrial y el crecimiento económico, por ejemplo) y de cómo se perciba el problema. Las medidas de acción que serán adoptadas (medidas legislativas, programas de incentivos, inversiones del gobierno) dependen de factores institucionales e históricos, así como de los de tipo económico y político.

La primera afirmación nos llevaría a esperar que los países en vía de desarrollo inviertan una proporción menor de su PIB en la protección ambiental que los desarrollados, debido a su distinta

elasticidad en el ingreso. La Gráfica 1 representa una Curva de Engel posible.

A medida que una sociedad se desplaza a lo largo de la curva de Engel, su voluntad (o posibilidad) para consumir una mayor "protección ambiental", se incrementa. El considerar la protección ambiental como un bien-Engel implica que también se considere como no-lineal, la relación entre el desarrollo económico y la voluntad/capacidad de pagar. En una etapa inicial de desarrollo, no se acepta costo alguno (ya sea porque el bien es considerado como un lujo, o porque no hay necesidad alguna de protección ambiental, debido a una forma muy 'natural' de producción). En determinado momento, la sociedad comienza a consumir 'protección ambiental' en una proporción mucho mayor a su ingreso, y en una tercera etapa, la proporción consumida se fija en un nivel más o menos constante, dependiendo de la forma exacta de la curva. En una forma muy general, uno podría considerar que los países de la OECD están en la tercera etapa, y Colombia, en la segunda.

La conclusión que se deriva de este esquema simplificado es obvia. Una simple reducción lineal a escala de la experiencia de los

países de la OECD, conduciría a una sobreestimación de un nivel 'apropiado' de inversiones para Colombia³.

La segunda afirmación, enfatiza el hecho que aún los países con un nivel similar de desarrollo para un ambiente limpio, pueden asignar diferentes proporciones del gasto público a la protección ambiental. Por lo menos cinco aspectos causan diferencias en los niveles 'óptimos' de inversión, entre países con elasticidades en el ingreso similares, o iguales (aparte de los problemas notorios con respecto a la información, los datos estadísticos, las definiciones, etc.) :

- Diferentes estructuras económicas exigen políticas ambientales distintas, tanto en calidad como en cantidad. Un país con un alto porcentaje de actividad forestal y agrícola, tendrá motivos muy distintos para invertir dinero de propiedad pública en la protección del ambiente, que un país con un

³ Esta comparación no debe tomarse como una implicación en la cual los patrones de inversión de la OECD sean los óptimos. En lo que sigue, se mencionan los hechos reales, y se asocian con la curva Engeliana. Hay un aspecto adicional que debe mencionarse. La medición de insumos - los costos de control en porcentaje del PIB - no es una buena aproximación del valor real del producto (una mejora en las normas ambientales). De hecho, uno de los aspectos enfatizados en la sección final de este capítulo, es que es posible lograr el mismo efecto con una inversión mucho menor, en porcentaje de PIB, si se hace uso de instrumentos apropiados.

nivel similar de desarrollo, que posee un fuerte sector industrial.

- Diferentes sociedades tienen preferencias distintas con respecto a la intervención del Estado (legislación, inversiones, cooperación pública-privada). Las comparaciones en el marco internacional pueden, por lo tanto, desviar la realidad. El imponer la utilización, por ejemplo de un filtro para las industrias contaminantes del aire mediante una ley, y el subsidiar el filtro, tienen un impacto ambiental muy similar, efectos distintos en el costo para cada industria, y sobre todo, un efecto diferente del tamaño en el porcentaje del gasto público sobre la protección ambiental.
- Es posible realizar inversiones equivalentes en costo, y obtener eficiencias muy distintas. El beneficio marginal disminuye, a medida que se perfecciona un programa existente de protección ambiental. Por consiguiente, el monto de gastos de inversión, por sí solo, no revela mucho acerca de las ganancias en términos de un ambiente más limpio.
- Los beneficios marginales de las medidas de protección ambiental son distintos para diferentes sociedades. Por ende, una mayor inversión no necesariamente se acerca más a la cantidad óptima.

- Distintos hábitos de consumo tienen un impacto ambiental muy diferente. Las diferencias entre la cantidad per cápita de residuos, en los distintos países de la OECD, son marcadas. En 1984, de acuerdo con una encuesta de la OECD, la generación per cápita de residuos peligrosos era de 12, 15 y 18 Kg en Dinamarca, Suiza y Francia, respectivamente; 20, 27, 30, 38, 63 y 80 Kg en los Países Bajos, el Reino Unido, Noruega, Alemania Occidental, Finlandia y Suecia, respectivamente; y 135 y 1150 Kg en Canadá y Estados Unidos, respectivamente (OECD, 1985). El tratamiento de cantidades tan diferentes de residuos por parte de cada gobierno, obviamente exige inversiones muy distintas.

Existe muy poca información con respecto a este último punto en los países latinoamericanos, haciendo difícil la comparación entre éstos y los países de la OECD. Sólo existen datos comparables en cuanto al consumo de energía (Banco Mundial, 1992). La información con respecto al consumo energético se presenta en el cuadro 1; en las Gráficas 2 y 3, se representa la relación entre el PIB y el consumo energético per cápita, y entre el las tasas de crecimiento del PIB y del Consumo de Energía.

La energía sirve como variable proxy para algunos tipos de contaminación, mas no para todos. La gráfica 2 muestra una relación ligeramente cuadrática entre el consumo energético per cápita, y el

PIB per cápita. Dicha evidencia puede ser utilizada para sustentar lo afirmado anteriormente: los países más desarrollados - según el PIB per cápita - producen mayor contaminación. La forma cuadrática implica que el nivel de contaminación per cápita se incrementa en una proporción mucho mayor al PIB per cápita. En la gráfica 3, se muestra la relación entre las tasas de crecimiento. La gráfica sugiere que los países que aceleran su nivel de ingreso presentan también, altas tasas de crecimiento en consumo energético (o dado el carácter de proxi de la energía en el uso de recursos ambientales y naturales). Debe mencionarse, sin embargo, que esta relación fue muy estable durante el período 65-80, pero dejó de serlo en la última década.

Lo anterior sugiere que hay una brecha entre los problemas ambientales y las preferencias de pagar el costo de una política de protección correspondiente, particularmente en países que se encuentran en la segunda etapa de la curva de Engel, con altas tasas de crecimiento. Dado el argumento anterior, una política de regulación directa tendrá costos de eficiencia relativamente bajos en tanto que el problema sea pequeño. Se concluye que en países con pocos recursos para financiar una política ambiental, pero con problemas crecientes de contaminación, se hace necesaria la búsqueda de una política ambiental eficiente en costo.

4.3.2 Protección y Desarrollo Ambiental Público - Una Comparación en el Marco Internacional

Con el fin de investigar con mayor detalle las propuestas mencionadas arriba y llegar a algunas conclusiones relativas a la situación Colombiana, se ha recopilado la información disponible sobre la inversión gubernamental en los países de la OECD, junto con el PIB per cápita y el aporte de la producción industrial al PIB (Cuadro 2). De esta información se observan dos aspectos sobresalientes :

- El margen de inversión gubernamental de los países de la OECD en la protección ambiental es bastante limitado; oscila entre un 1 y un 1.5 %. Las diferencias de inversión en otros indicadores sociales - tales como vivienda, seguridad social, educación y salud, son mucho más marcadas, tal como aparece en el cuadro 5. Estas se analizarán en mayor detalle más adelante.
- El aporte de inversión gubernamental en control de contaminación como porcentaje del PIB es bastante estable a lo largo del tiempo (aunque sólo se tienen datos de más tiempo para los EE.UU.). Las fluctuaciones seguramente se relacionan mucho más con cambios en el PIB que con la inversión en sí.

Con relación a la curva de Engel, lo anterior implica que en la tercera etapa de desarrollo, la curva tiende hacia un nivel de inversión entre el 1 y el 1.5 % del PIB. Sin embargo en los EE.UU., se espera que el porcentaje se eleve a más del 2 % para el año 2000, y en otros países de la OECD, puede aumentar aún con mayor rapidez.

En la gráfica 4 se representa la inversión gubernamental en la protección ambiental vs. la participación de la producción industrial en el PIB; y en la gráfica 5 los costos de control de contaminación vs. el PIB per cápita. Los resultados son difíciles de interpretar.

Obviamente, no existe una "ley natural" que se pueda expresar como una función homogénea. Sin embargo dada la segunda propuesta, no se podría esperar que esto fuera diferente. De manera muy dispersa, los valores de la inversión para los países industrializados actuales, se concentran alrededor de algo más que el 1% del PIB. Estos países tienen un aporte de producción industrial del 30% y más, y un PIB per cápita de 2 o más veces el de Colombia a finales de la década de los 80 (ver cuadros 3 y 4). Se podría concluir de estos datos, que en los países que se encuentran en la segunda fase de la curva de Engel, el valor es bastante inferior al 1%, o si se quiere hacer un estimativo, se puede llegar al 0.5 y el 0.8 %.

Existen otros datos que permiten verificar la credibilidad de ese estimativo autorizado. Nuevamente hay que partir del supuesto que la protección ambiental tiene un precio, y que la voluntad con que se paga ese precio depende del grado de desarrollo.

La asignación del gasto público a distintos bienes socio-económicos, debe al menos reflejar en parte la preferencia de la sociedad a adquirir tales bienes. Como en el caso de la protección ambiental, se espera que haya grandes divergencias entre los distintos países, dado que la mayoría de estos bienes, a pesar de ser públicos, pueden ser provistos por entidades privadas. Nuevamente en el Cuadro 5 se presenta la inversión gubernamental, como porcentaje del PIB, en vivienda, seguridad social, educación y salud; contrariamente a lo que sucede en materia de inversión en protección ambiental, existen datos no sólo para los países miembros de la OECD, sino también para varios países latinoamericanos - Argentina, Brazil, Chile, Méjico y Colombia.

En materia de vivienda, la diferencia entre los países de la OECD y los países latinoamericanos considerados, es relativamente pequeña. Con pocas excepciones - Chile y los Países Bajos -, disminuyen el aporte gubernamental en vivienda. Los datos de educación y seguridad social son igualmente inconclusos. Sólo en materia de salud, se puede establecer una clara diferencia entre los países de la OECD y los latinoamericanos; los primeros

invierten entre el 10 y el 15 % de su PIB, y los otros, entre un 1 y un 6 %.

Es posible deducir de estas comparaciones, que los países de la OECD han decidido hacer una inversión diez veces mayor en salud que en protección ambiental. Es necesario mencionar, sin embargo, que esta relación es probablemente una sobreestimación, dado que el tipo de servicios de salud ofrecidos en los países de la OECD, generalmente es más costoso. Por lo tanto, al evaluar las inversiones en salud, estamos comparando dos bienes con calidades muy distintas. Asumiendo por el momento, que la misma relación entre las inversiones en salud y en protección ambiental es aplicable a los países latinoamericanos (o que ambos grupos de países tienen la misma función de utilidad con respecto a estos dos bienes públicos), el aporte colombiano a la protección ambiental sería cercano al 0.1%.

Obviamente, no se puede considerar estos datos numéricos en forma aislada. En primer lugar, es posible que haya amplios efectos conjuntos en materia de inversiones en salud y ambiente (el agua potable y una mejor calidad del aire pueden reducir significativamente los costos en salud) de forma que una inversión social distinta puede servir como sustituto en lugar de complemento. En segundo lugar, las funciones de utilidad pueden no

ajustarse en lo más mínimo a las preferencias de un país en particular.

Un tercer enfoque que nos permitiría tener una idea aproximada del costo de inversión ambiental, si Colombia siguiera la misma tendencia de los países de la OECD, son los datos referentes a la inversión privada en tecnologías de control de contaminación por parte de distintas industrias. El documento de UNIDO (1991), presenta algunos datos acerca del porcentaje de inversión en la reducción en la contaminación de distintos sectores industriales en el Japón, sobre el total de inversión nacional, para 1973 y 1980, respectivamente. En el Cuadro 6 se presenta la información correspondiente para las siguientes industrias: Aceite Comestible, Cemento, Textiles, Papel, Sustancias Químicas, Refinación de Petróleo, y Metalurgia. Los porcentajes del Japón con respecto a sus inversiones en 1980, pueden utilizarse para calcular los costos de inversión en la reducción de contaminación en Colombia, si se considera al caso colombiano semejante al del Japón. Finalmente, las inversiones estimadas en el control de la contaminación, se relacionan con los valores agregados para cada sector industrial en 1989. El cuadro en mención, presenta porcentajes de inversión ligeramente mayores para 1973 que para 1980. Sin embargo, no sólo son razonables estos valores, sino que reflejan también la diferencia que se esperaría entre los sectores, de acuerdo con lo discutido en el capítulo 2. Las industrias de papel y cemento

tendrían que invertir una mayor proporción de su valor agregado en la reducción de la contaminación. Sin embargo, este "aporte máximo" sería del 2.6 al 3.7 %, lo cual es relativamente bajo. La inversión de todos los demás sectores está alrededor del 0.5 %. Por supuesto, estos datos implican que la tecnología empleada hoy en día, es similar a la japonesa para los dos años considerados (1973 y 1980). Además, implica que las inversiones de las industrias japonesas *en materia ambiental, generaron una ganancia en calidad ambiental que se considera óptima.

En los ejemplos anteriores, la idea de los cálculos realizados no es sugerir que el gobierno o la industria deba invertir dicha cuantía, sino obtener unos valores de inversión que se consideran óptimos. Los datos calculados dan una idea muy general de si una política ambiental utilizada en otro país es o no concebible en Colombia. No se esperaría que Colombia invirtiera el mismo porcentaje de PIB en una política ambiental, sino un porcentaje un poco menor. Dado el estado de desarrollo del país (y utilizando siempre la experiencia del norte como referencia cuantitativa), la protección ambiental es quizás menos costosa la esperada. Los valores de inversión obtenidos, sugieren que una política ambiental no exige inversiones que estén por encima del nivel de ingreso en Colombia. Como se menciona en los capítulos 2 y 3, una política ambiental no necesariamente tiene que abarcar desde un principio, todos los aspectos a considerar. Dados los efectos inciertos y los

costos de monitoreo, en ocasiones muy elevados, se recomiendan proyectos piloto y políticas orientadas hacia la solución de problemas.

Lo más importante, sin embargo, y ésta es probablemente la verdadera lección que se debe derivar del caso de la OECD, aún un porcentaje relativamente bajo de PIB invertido en una forma efectiva en costo, puede generar grandes beneficios. Las discusiones en los capítulos 1 y 3 han hecho alusión a los instrumentos 'menos costosos' que sirven para generar el mismo efecto ambiental.

Cuadro 1: Consumo de Energía de toneladas de equivalente en petróleo.

	Valores absolutos		Consumo de energía per cápita (1990) a/
	1965	1990	
Estados Unidos	6535	7822	0.03
Austria	2060	3503	0.45
Francia	2468	3845	0.07
Alemania	2478	3491	0.04
Países Bajos	3134	5123	0.34
Noruega	4650	9083	2.16
Reino Unido	3483	3646	0.06
Irland	1504	2653	0.76
España	901	2201	0.06
Italia	1564	2754	0.05
Canadá	6007	10009	0.38
Dinamarca	2911	3618	0.71
Suecia	4162	6347	0.74
Japón	1474	3563	0.03
Finlandia	2233	5650	1.13
Suiza	2501	3902	0.58
México	605	1300	0.02
Venezuela	2319	2582	0.13
Uruguay	765	821	0.26
Brazil	286	915	0.01
Portugal	506	1507	0.14
Grecia	615	2092	0.21
Chile	652	887	0.07
Colombia	412	811	0.03
Ecuador	162	678	0.07
Bolivia	156	257	0.04
Argentina	975	1801	0.06
Perú	395	509	0.02
Paraguay	84	232	0.05

Notas: a/ Consumo de energía per cápita en kilogramos de equivalente en petróleo.

Fuente: Banco Mundial. "Informe sobre el Desarrollo Mundial". 1992

Cálculos: FEDESARROLLO.

Cuadro 2: Costos de control de la contaminación como proporción del PIB para países de la OECD

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Estados Unidos	1.51	1.57	1.64	1.79	1.79	1.82	1.76	1.8
Austria				1.09	1.16	1.1	1.13	
Francia								
Alemania				1.37	1.36	1.29	1.33	1.37
Países Bajos								
Noruega								
Reino Unido						1.66		

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Estados Unidos	1.82	1.74	1.7	1.67	1.65	1.65	1.72
Austria							
Francia		1.06	0.93	0.85	0.84	0.86	0.86
Alemania	1.45	1.45	1.45	1.41	1.37	1.52	
Países Bajos	1.1		1.13			1.33	
Noruega						0.82	
Reino Unido		1.57				1.25	

Fuente: Tomado de Raymond, J, Portney, P, Dewitt, D: "International Comparisons of Environmental Regulation". Tabla 1.

Cuadro 3: PIB per cápita en dólares a precios de 1985

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Estados Unidos	5.57	6.17	6.61	7.11	7.84	8.68	9.64	10.95
Austria	2.71	3.58	4.30	4.94	5.33	6.29	7.62	8.98
Francia	3.87	4.94	5.21	6.61	6.81	7.40	9.11	10.95
Alemania	4.00	5.29	5.86	6.48	6.91	8.00	9.93	11.77
Países Bajos	3.65	4.77	5.57	6.55	7.02	8.22	9.99	11.38
Noruega	3.88	5.00	6.00	7.25	7.93	9.05	10.06	11.63
Reino Unido	2.97	3.35	3.61	4.30	4.15	4.63	5.80	7.61

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Estados Unidos	11.79	13.04	13.41	14.29	15.71	16.67	17.47	18.52	19.57
Austria	10.05	8.65	8.66	8.74	8.39	8.62	12.32	15.48	16.64
Francia	12.44	10.81	10.19	9.65	9.12	9.48	13.21	15.96	17.11
Alemania	12.58	10.52	10.17	10.16	9.59	9.75	14.53	18.13	19.25
Países Bajos	12.15	10.06	9.79	9.43	8.65	8.70	12.02	14.55	16.86
Noruega	14.18	13.99	13.72	13.41	13.25	14.02	16.66	19.89	21.15
Reino Unido	9.76	9.31	8.75	8.24	7.68	8.15	9.90	12.12	14.54

Fuentes: FMI "International Financial Statistics".
Banco Mundial " Informe Anual sobre Desarrollo".

Cálculos: FEDESARROLLO

Cuadro 4: Producción industrial como porcentaje del PIB

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Estados Unidos	0.34	0.34	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34
Austria	0.46	0.43	0.43	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40
Francia	0.38	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.36
Alemania	0.51	0.51	0.50	0.48	0.48	0.48	0.48	0.49
Países Bajos	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36
Noruega	0.34	0.33	0.34	0.36	0.35	0.34	0.36	0.39
Reino Unido	0.38	0.38	0.38	0.36	0.36	0.37	0.37	0.36

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Estados Unidos	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31
Austria	0.40	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38
Francia	0.36	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Alemania	0.48	0.46	0.46	0.46	0.46	0.40	0.40
Países Bajos	0.36	0.33	0.33	0.33	0.32	0.34	0.34
Noruega	0.41	0.41	0.41	0.42	0.43	0.43	0.41
Reino Unido	0.35	0.33	0.33	0.32	0.36	0.36	0.43

Fuentes: FMI "International Financial Statistics".
Banco Mundial "Informe Anual sobre Desarrollo".

Cálculos: FEDESARROLLO.

Cuadro 5: Gasto Social como proporción del PIB

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
VIVIENDA													
Estados Unidos	2.44	2.4	2.92	2.72	2.87	2.62	2.6	2.92	3.08	2.97	2.89	2.57	2.94
Austria	3.14	3.24	3.14	3.17	3.21	3.27	3.21	3.06	2.92	0.2	0.21	0.31	3.52
Francia	3.08	2.9	2.79	2.9	3.1	3.17	3.4	3.33	1.05	1.07	1.44	1.59	
Alemania	0.43	0.42	0.36	0.44	0.4	0.33	0.33	0.31	0.31	0.29	0.4	0.33	
Netherlands	2.47	2.73	2.79	2.82	2.72	2.9	2.99	3.5	4.05	4.3	4.08	4.26	4.52
Norway	6.16	6.51				1.8	1.45	1.16	0.9	0.97	1.06	1.09	1.15
United Kingdom	3.98	4.8	4.32	4.17		2.45	2.13	1.77	1.81	2.59	2.75	3.14	2.95
Argentina	2.99	2.51	4.25	0.3	0.39	0.34	0.57	0.58	0.5	0.42	0.41	0.32	0.36
Brazil	0.24	0.11	0.07	0.46	0.55	0.2	0.28	0.21	0.29	0.32	0.59	0.49	0.77
Chile	4.66	4.76	4.03	4.87	4.89	4.73	3.29	3	3.44	4.8	4.54	4.72	4.03
México					2.58	4.09	2.33	2.25	2.38	1.72	1.3	0.84	0.51
Colombia a/					0.68	0.77	0.62	1.04	1.37	0.74	0.65	0.54	0.49
SEGURIDAD SOCIAL													
Estados Unidos	36.18	34.19	33.72	34.1	34.24	33.54	33.99	33.99	32.07	29.07	28.13	28.36	27.59
Austria	46.26	46.13	47.03	46.64	45.51	45.1	45.45	45.43	45.22	46.3	45.74	46.31	44.72
Francia	41.4	43.25	43.99	44.14	44.39	43.97	43.6	43.62	38.31	37.49	44.74	39.08	
Alemania	49.15	50.46	49.9	49.58	49.22	49.54	49.66	49.97	49.11	49.05	49.01	49.04	
Netherlands	37.06	36.72	37.31	37.21	37.07	37.25	37.93	37.83	37.08	36.41	35.73	34.88	35.07
Norway	31.36	30.57				33.6	34.28	35.05	35.35	35.06	35.02	35.03	36.81
United Kingdom	23.17	24.66	25.63	25.64		28.3	29.73	28.89	28.75	31.26	32.33	32.01	31.88
Argentina	20.6	23.94	29.82	34.65	35.81	33.82	28.81	33.37	37.81	32.58	32.3	31.68	40.5
Brazil	36.3	35.44	35.55	37.88	33.01	34.62	35.34	33.92	31.25	23.37	22.74	23.71	20.2
Chile	25.12	26.22	28.36	30.71	32.26	36.63	41.84	42.73	41.82	38.96	38.01	34.45	29.84
México	25.12	24.42	19.98	18.63	15.97	14.7	10.56	10.24	9.52	9.68	8.22	6.84	7.63
Colombia					2.84	3.18	3.24	3.08	3.27	2.75	2.73	3.04	3.05
EDUCACION													
Estados Unidos	3.42	3.14	2.95	2.9	2.65	2.49	2.09	1.92	1.85	1.82	1.74	1.69	1.67
Austria	10.46	10.06	9.77	9.67	9.62	9.54	9.58	9.65	9.65	9.76	9.74	9.67	9.22
Francia	9.69	9.73	9.32	8.97	8.71	8.35	8.18	8.07	7.89	7.83	6.99	6.95	
Alemania	1.02	0.92	0.96	0.91	0.9	0.81	0.79	0.83	0.66	0.63	0.62	0.68	
Netherlands	14.85	14.59	14.17	13.92	13.26	12.59	11.94	11.28	10.81	10.83	10.97	11.05	11.16
Norway	9.34	9.28				8.55	8.59	8.78	8.86	8.71	8.57	8.21	8.43
United Kingdom	2.85	2.85	2.71	2.59		2.22	2.19	2.23	2.15	2.68	2.78	2.79	2.94
Argentina	7.39	8.49	9.6	8.31	8.81	7.32	6.22	7.64	9.51	6.04	6.03	6.92	9.32
Brazil	5.81	5.04	4.93	5.43	3.42	3.83	4.61	3.62	3.11	2.96	3.14	4.78	4.24
Chile	13.69	14.59	13.88	14.72	14.51	14.73	14.75	13.75	13.05	13.18	12.93	11.99	10.08
México	18.22	19.93	19.71	18.67	17.93	18.19	13.06	10.96	12.36	11.55	9.12	8.34	9.06
Colombia					2.78	3.02	3.14	3.29	3.60	3.16	2.97	2.84	2.66

SALUD

Estados Unidos	9.7	10.02	10.19	10.51	10.43	10.7	10.81	10.65	11.04	11.29	11.55	12.16	15.48
Austria	12.6	13.16	12.83	12.97	12.88	12.23	12.56	11.73	11.8	12.23	12.33	12.22	12.5
Francia	14.81	14.59	14.83	14.99	15.01	14.75	14.6	14.38	19.27	20.84	15.58	21.02	
Alemania	19.75	19.28	19.33	18.99	19.04	19.23	19.32	18.64	18.36	18.24	18.21	18.31	
Netherlands	11.73	11.89	11.96	11.88	11.87	11.79	11.64	11.29	10.99	11.14	10.5	10.6	10.83
Norway	13.25	11.23				10.31	10.59	10.55	10.84	10.51	10.2	10.72	10.48
United Kingdom	12.9	12.63	12.61	12.53		13.24	12.65	13.31	13.03	12.73	12.95	13.45	14.27
Argentina	4.1	2.67	2.24	1.7	1.73	1.37	1.07	1.37	1.81	1.28	1.89	2.12	2.03
Brazil	7.46	6.9	7.3	7.4	6.54	7.37	7.82	7.09	7.37	6.42	6.06	9.51	6.12
Chile	6.94	6.86	6.85	6.54	7.37	6.54	6.8	5.95	6.18	6.07	5.99	6.31	5.85
México	4.15	4.35	3.97	3.9	2.37	1.86	1.29	1.2	1.52	1.38	1.26	1.16	1.34
Colombia					1.14	1.11	1.14	1.12	1.16	1.07	1.06	1.01	1.01

=====

Fuentes: FMI "Government Finance Statistics Yearbook"
 FEDESARROLLO. Coyuntura Social No. 6

Cuadro 6: Inversión en Control de la Contaminación Industrial

Sector Industrial	Japón a/		Colombia			
			Inversión en control de la contaminación b/		Inversión en control contaminación sobre el Valor Agregado	
	1973	1980	1973	1980	1973	1980
Aceites y Grasas	18.5	7.7	732.39	304.83	0.011	0.005
Cemento	11.2	10.2	2323.41	2115.96	0.029	0.026
Textiles	10.1	2.2	2844.46	619.58	0.009	0.002
Papel	26.4	32	3385.11	4103.17	0.031	0.037
Sus. Químicas	17.1	3.5	3518.42	720.14	0.017	0.004
Ref. Petróleo	15.7	2.8	1714.29	305.73	0.042	0.008
Metalurgia	17.3	4.9	2444.03	692.24	0.017	0.005

Notas: a/ Inversión en control de la contaminación como % del total de la inversión.

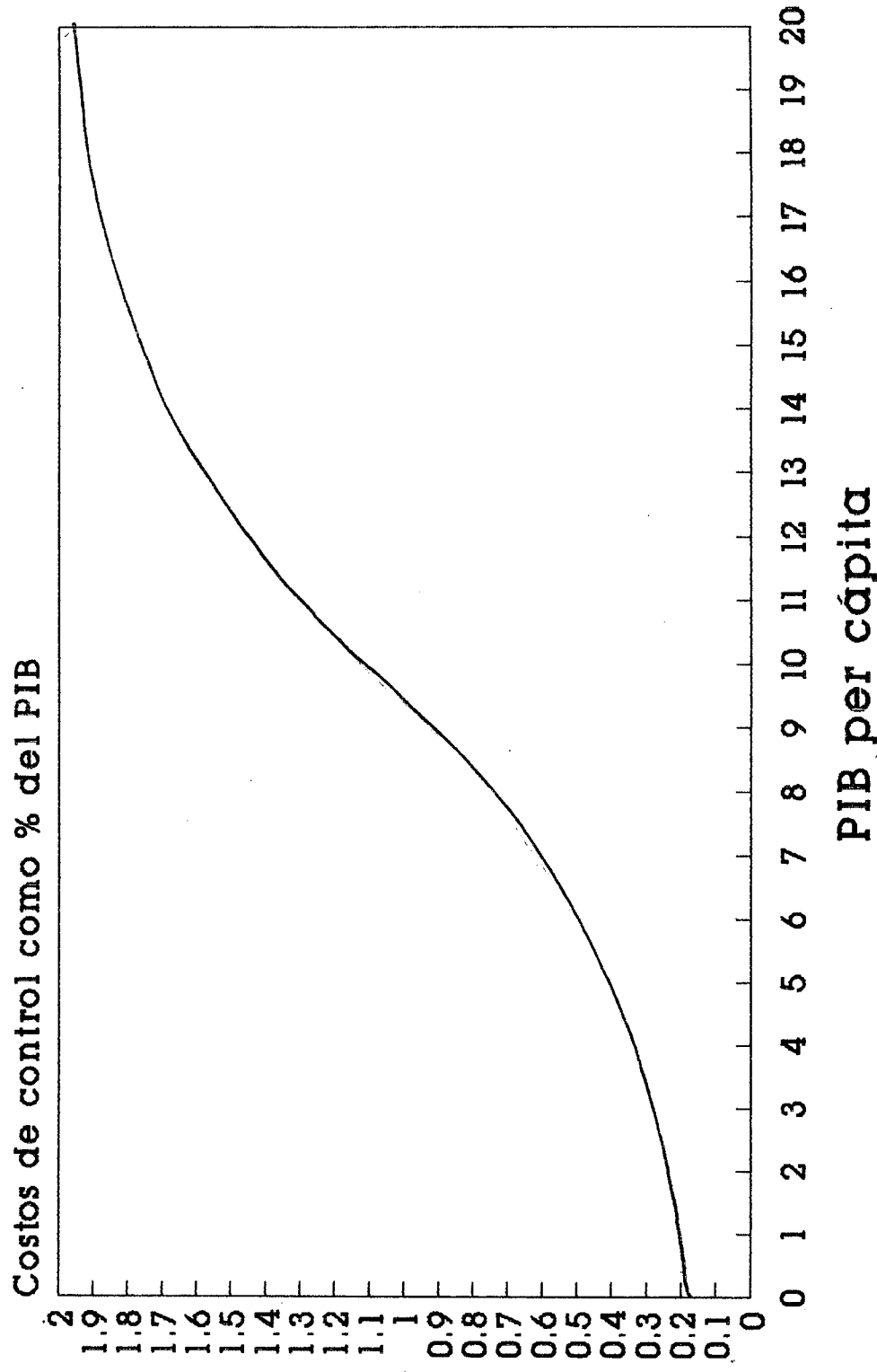
b/ Inversión hipotética en control de la contaminación con base en el % aplicado en el Japón.

Fuentes: Industry and Development Global Report. 1990/91. (Unido).

DANE. Encuesta Anual Manufacturera.

GRAFICO I

PIB PER CAPITA Y COSTOS DE CONTROL



Curva de Engels

GRAFICO 2

PIB PER CAPITA Y CONSUMO DE ENERGIA PE

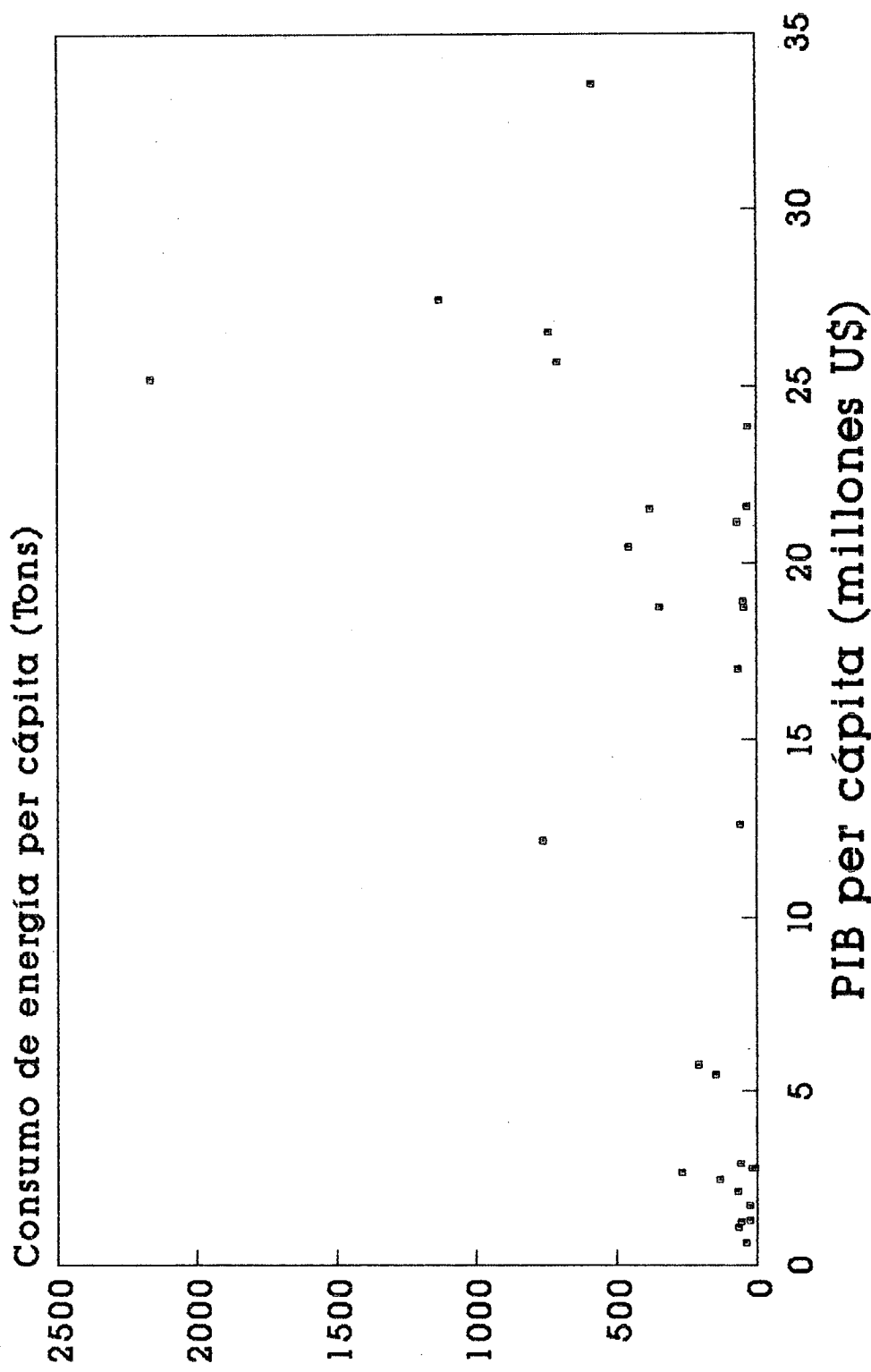


GRAFICO 3

TASAS DE CRECIMIENTO 80/90

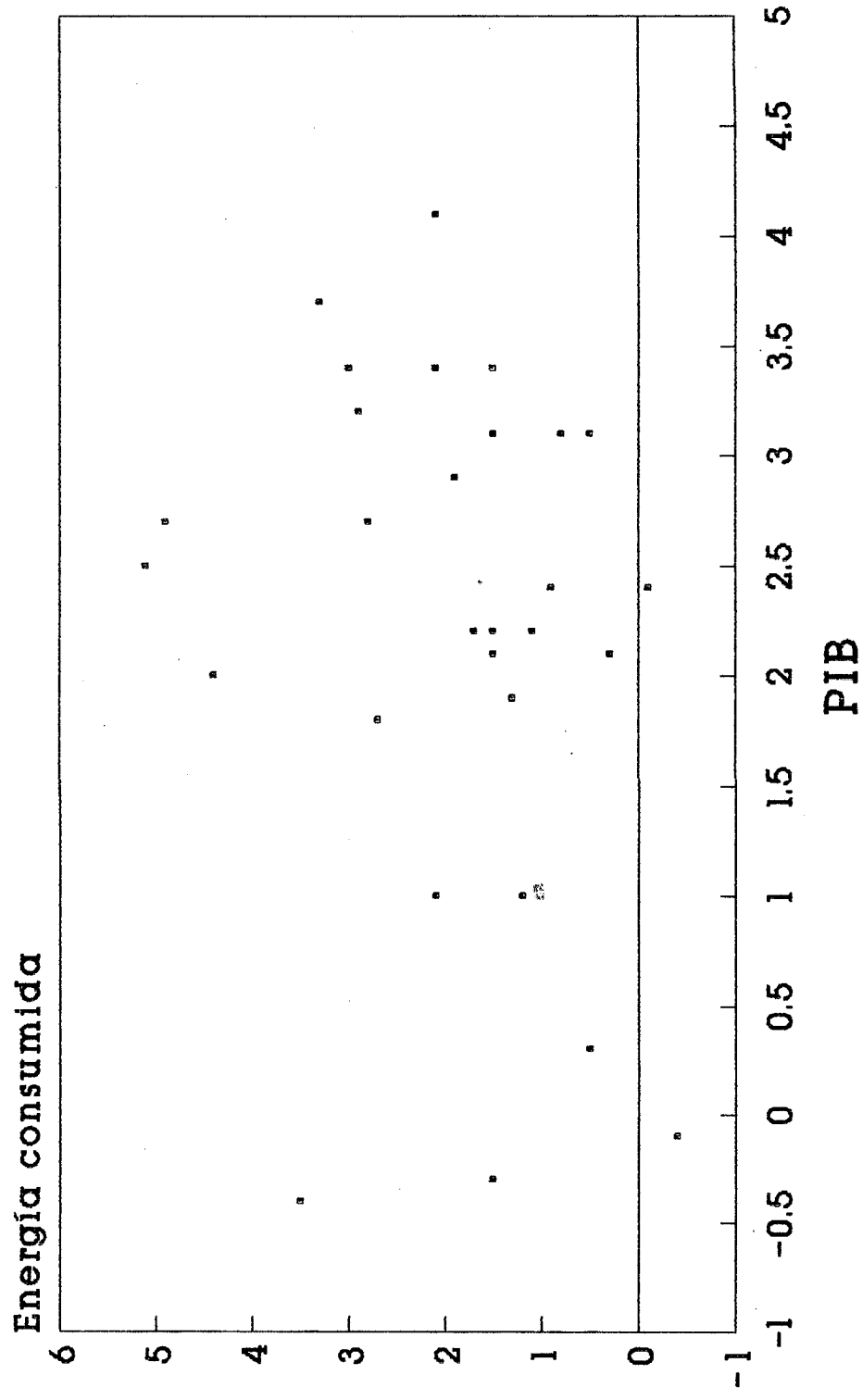


GRAFICO 4 PROD INDUS / PIB Y COSTOS DE CONTROL

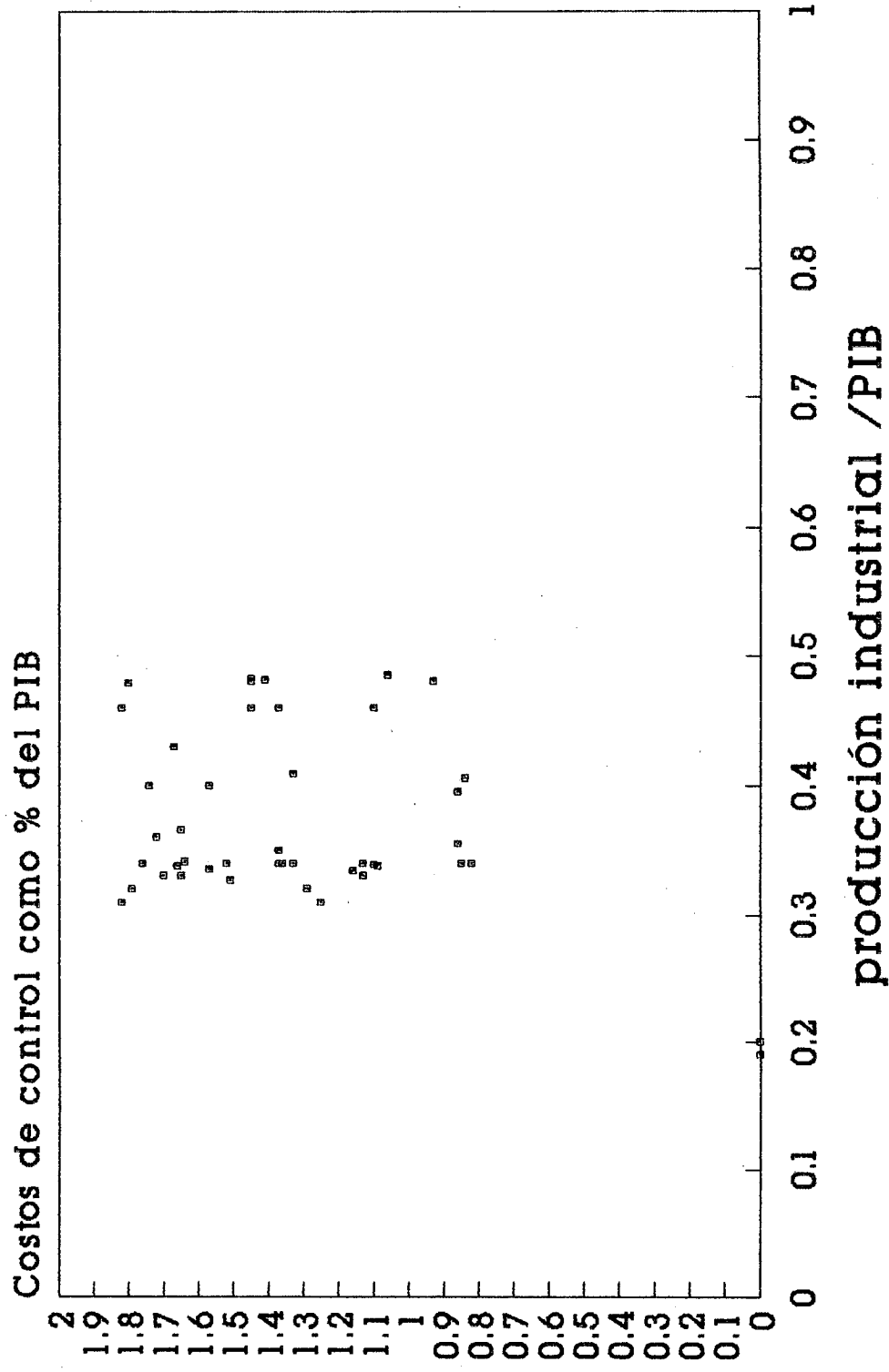
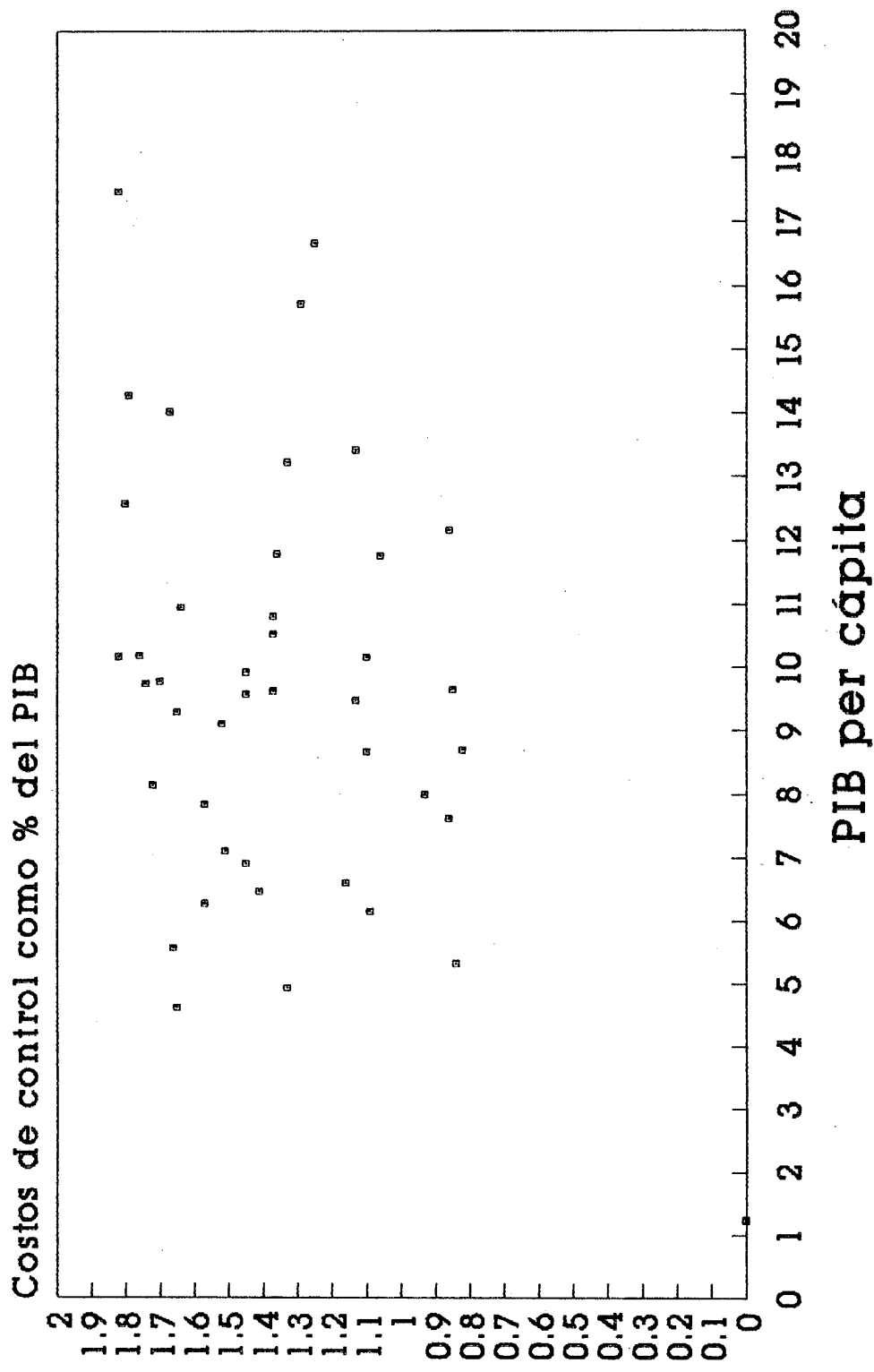


GRAFICO 5

PIB PER CAPITA Y COSTOS DE CONTROL



REFERENCES

- Anderson, D. "An Economic Perspective on Management in the Public Sector" in Environmental Management in Developing Countries, Ercoale, D. (ed.) OECD, Paris, 1991.
- Anderson, D., Environmental Policy and the Public Revenue in Developing Countries, Environment Department Working Paper No. 36, World Bank, Washington D.C. July 1990.
- Anderson, Robert C., et. al., The Use of Economic Incentive Mechanisms in Environmental Management, American Petroleum Institute, June 1990.
- Baumol W., Oates W., 1988, The Theory of Environmental Policy, 2nd edition, Cambridge UK
- Bernstein, Janis D. Alternative Approaches to Pollution Control and Waste Management, Regulatory and Economic Instruments, UNDP, Discussion Paper, April 1991.
- Boland, John J., Economic Instruments for Pollution Control: Recent Experience in the United States, Draft Report, Johns Hopkins University, Baltimore, MD, 1986
- Brown, Gardner, Effluent Charges Work, University of Washington, Seattle, 1985.
- Corredor C., Corredor M., Rubiano J., 1991, Grado de concentración de la producción en Colombia, Universitas Económica, VII/2, 57-88
- Cowling K., Waterson M., 1976, Price-cost margin and market structure, Económica, 43, 267-74
- DANE, 1990a, Encuesta Anual Manufacturera 1986, 1987, 1988 y 1989.
- DANE, 1990b, Matriz Insumo-Producto para Colombia. 1989, Bogotá
- Durana C., 1992, La contaminación ambiental de los curtiembres en San Benito - análisis y sugerencias para una política ambiental, tesis de grado, Universidad los Andes, mimeo, Bogotá
- Echavarría J.J., Esquerro P., 1991, Empresas transnacionales y reestructuración industrial en Colombia, en: J. G. Zapata, comp., Reflexiones sobre la Industria colombiana, Bogotá
- EEA, 1990, Comparisons of Air Emission Regulations in the U.S., Japan, and West Germany, Arlington.

- EPA, 1990, Environmental Investments: The Cost of a Clean Environment - A Survey, Washington D.C.
- Hahn, Robert W. and Roger G. Noll, Designing a Market for Tradeable Emissions Permits, Environmental Quality Laboratory, California Institute of Technology, April 1981.
- Halter, F., "Toward More Effective Regulation in Developing Countries" in Environmental Management in Developing Countries, Ercoal, D. (ed.) OECD, Paris, 1991.
- Helfand, Gloria E., "Standards Versus Standards: The Effects of Different Pollution Restrictions", American Economic Review, 81(3), June 1991.
- Erocal D. (ed.) Environmental Management in Developing Countries, OECD, Paris, 1991.
- Eskeland, Gunnar S. and Emmanuel Jimenez, Choosing Policy Instruments for Pollution Control, A Reveiw, The World Bank, March 1991.
- Findley, Roger W., "Pollution Control in Brazil" Ecology Law Quarterly, 15(1), 1988.
- FMI, "Goverment Finance Statistico Wearbook" varios números "International Financial Estatistics" Varios números.
- Kopp R.J., Portney P.R., De Witt D.E., W.Y., 1990. International Comparisons of Environmental Regulations, Resource of the Future, Washington D.C.
- Levin, Michael H. and Barry S. Elman, "The Case for Environmental Incentives", The Environmental Forum, January/February 1990.
- Lora E., Perry G., 1992, Estrategias de manejo de los precios de los hidrocarburos en el corto y el largo plazo, mimeo, FEDESAROLLO, Bogotá
- Margulis, Sergio, Back of the Envelope Estimates of Environmental Damage Costs in Mexico, The World Bank Discussion Paper, Washington D.C. November 1991.
- Opschoor J.B., Vos H.B., 1989, Economic Instruments for Environmental Protection, OECD, Paris
- OECD, 1985, Transfrontier Movement of Hazardous Waste, Paris
- OECD, 1991, Environmental Indicators - A Preliminary Set, Paris
- Perry G., 1992, Política petrolera: economía y medio ambiente, Bogotá

- Rueda M.C., 1991, El mercado de flores y las exportaciones colombianas, *Conyuntura Económica*, 21/2, 113-34
- Sarmiento A., 1991, Una matriz de insumo-producto para Colombia en 1987, Base de datos, Universidad Javeriana, Bogotá
- Scherer F., Ross R., 1991, Industrial market structure and economic performance, Chicago
- Schramm, Gunter and Jeremy J. Warford, Eds. Environmental Management and Economic Development, Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1989.
- Stavins, Robert N., Project 88 -- Round II, Incentives for Action: Designing Market Based Environmental Strategies, Washington, D.C. 1991
- Sterner, Thomas, "Factor Demand and Substitution in a Developing Country: Energy Use in Mexican Manufacturing", Scand. J. of Economics, 91(4), 723-739, 1989.
- Savornin-Lohman A.F. de, 1991, Financial Instruments and Economic Incentives in OECD-countries, mimeo, Amsterdam
- Tietenberg, T.H., "Designing Marketable Emission Permit Systems: Lessons from the U.S. Experience", Presented at The Conference on Economic Incentives in Environmental Policy, Stockholm, Sweden, June 1989.
- Tirole J., 1988, The Economics of Industrial Organization, Cambridge Mass.
- Tripp, James T.B. and Daniel Dudek, "Institutional Guidelines for Designing Successful Transferable Rights Programs", Yale Journal on Regulation, 6(2) Summer 1989
- UNDP/DNP, 1992, Diagnóstico y control de la Contaminación Industrial en Colombia. Colombia, (working title), mimeo, Bogotá
- UNIDO, 1991, Global Report 1991, New York
- U.S. Environmental Protection Agency, The United States Experience with Economic Incentive Systems to Control Environmental Pollution, Draft Report, October 1991.
- Varian H., 1982, Microeconomic Analysis, New York
- Waterson M., 1984, Economic theory of the industry, Cambridge UK
- Weitzman M., 1974, Prices vs. Quantities, *Rev. of Economic Studies*, 41, 477-491

World Bank, 1992, Annual Report, Desarrollo y Medio Ambiente,
Washington D.C.

APENDICE DEL CAPITULO I

ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION Y EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

En países desarrollados y en desarrollo, se han explorado diversas estrategias tanto de regulación directa como instrumentos económicos, para el control de la contaminación del aire, agua y el manejo de residuos (sólidos y peligrosos). En esta apéndice se recogen las experiencias de la aplicación de las diferentes alternativas, sus ventajas y desventajas en su proceso de implementación y estabilización, al igual que sus implicaciones de carácter institucional.

1. Regulación Directa

La tendencia de diversos países es al uso de alternativas de regulación directa. Esto implica que el Estado sea quien determine parámetros como los siguientes: Los objetivos medio ambientales, la creación de agencias gubernamentales para la implementación de sistemas de monitoreo y regulación, la elaboración de estándares sobre la cantidad y calidad de los contaminantes que pueden ser descargados, la asignación de las fuentes responsables y los procedimientos legales a nivel nacional, departamental o local.

Dentro de las alternativas de regulación directa se encuentran:

A. Estándares

Los estándares son límites a la cantidad de contaminantes que pueden ser descargados. Existen diversos tipos de estándares que son comúnmente empleados, como los siguientes:

- Estándar de la Calidad del Medio Ambiente

Establecen la más alta concentración de determinados contaminantes permitida tanto en el agua como en el aire. Por ejemplo el estándar específico para el agua determina la cantidad de oxígeno disuelto en un período de 24 horas, en un tramo específico del río.

El problema surge cuando existen más de dos tipos de contaminantes descargados en un mismo tramo. En este caso se dificulta la asignación de la responsabilidad a una fuente específica. Así mismo, la fijación de la cantidad de la concentración exacta requiere conocer con claridad la magnitud de su efecto, especialmente sobre la salud humana, el bienestar y el ecosistema.

- **Estándares de Emisión**

Establecen la cantidad máxima o la concentración de contaminantes que pueden ser descargados por las fuentes (por ejemplo mg/litro, gramos/día, kg/tonelada). También puede incluir límites de descargas en determinados períodos (por ejemplo día, mes, año).

En algunos casos se debe especificar si el estándar es aplicable a todas las industrias o alguna en particular. Estos estándares generalmente permiten un control directo de la contaminación y se constituyen en complemento de los estándares de calidad.

- **Tecnologías Basadas en Estándares de Emisión**

Es un tipo de estándar de emisión que establece una tecnología específica para una firma como complemento a las regulaciones ya establecidas. Por ejemplo establece el uso de limpiadores para controlar las emisiones de óxido de sulfuro.

- **Estándares de Productos**

Establece la cantidad máxima o la concentración de un producto contaminante que puede ser descargado al agua o al aire de (por ejemplo la cantidad de mercurio. También puede prohibir la adición de ciertas sustancias contaminantes a los productos, por ejemplo la

eliminación de las descargas de plomo en la combustión de la gasolina, reducción de las descargas de fosfatos de la producción de los detergentes.

- Estándares de Ejecución

Son estándares de emisión que definen el cumplimiento de medidas (por ejemplo del volumen o concentración de contaminantes descargados, cual es el porcentaje de contaminante que debe ser removido), dando a los contaminadores flexibilidad para escoger las medidas más adecuadas para lograr los estándares.

B. Permisos y Licencias

Están relacionados con los estándares de calidad del medio ambiente, sujetos al cumplimiento de condiciones muy específicas tales como códigos de práctica, selección de la localización que minimice el impacto ambiental, instalación de plantas de tratamientos o equipos de control de la contaminación, etc. Se aplican al control de la contaminación del agua, el aire y al manejo de residuos tanto sólidos como peligrosos. Funcionan a partir de estándares de emisión preestablecidos, facilitando su regulación por parte de las agencias gubernamentales.

C. Controles al uso del suelo y del agua

En el caso del uso del suelo se realiza una zonificación que puede determinar las zonas industriales, las zonas de alta densidad de población, etc. Esta zonificación determina el espacio, la densidad y el área del suelo. También se realizan subdivisiones como en construcciones que determina el tamaño de los lotes, las áreas de trafico, etc.

En cuanto al uso del agua se determina qué cauces no pueden ser explotados para generar energía, la conservación de cauces que se constituyen en áreas de recreación o se encuentran en parques nacionales.

2. Instrumentos Económicos

El uso de instrumentos económicos ha tenido como objetivo la introducción de una mayor eficiencia, flexibilidad y efectividad en las alternativas para el control de la contaminación. Estos instrumentos han girado en torno a pagos realizados a las agencias gubernamentales por parte de la industria contaminante por el uso de recursos naturales y el servicio de tratamiento de los mismos.

Estos instrumentos han aplicado tanto a los costos directos de las firmas como a los indirectos. Un ejemplo del primer caso son los

sistemas de pagos por disposición de residuos sólidos y en el segundo caso la creación de impuestos a los insumos como el combustible.

La aplicación de estos instrumentos económicos ha tenido como resultado costos efectivos para el logro de niveles de contaminación aceptables, la creación de tecnologías para su control, fuentes de rentas para financiar los programas gubernamentales orientados a alcanzar los objetivos de calidad del medio ambiente. En todos los países donde se ha implementado algún tipo de instrumento económico se ha hecho necesaria la participación del Estado para lograr efectividad en los sistemas de monitoreo y cumplimiento de las normas establecidas al respecto.

Dentro de los instrumentos económicos que se aplican están:

- Tasas e impuestos: Incluye tasas de emisión, impuestos a los usuarios, impuestos a los productos, impuestos administrativos, impuestos a los insumos y las tasas diferenciales.
- Creación de mercados: Permisos negociables, seguros de riesgo.
 - Subsidios
- Sistemas de depósito reembolsables
- Incentivos al cumplimiento

Estos instrumentos son ampliamente explicados en la primera parte del estudio.

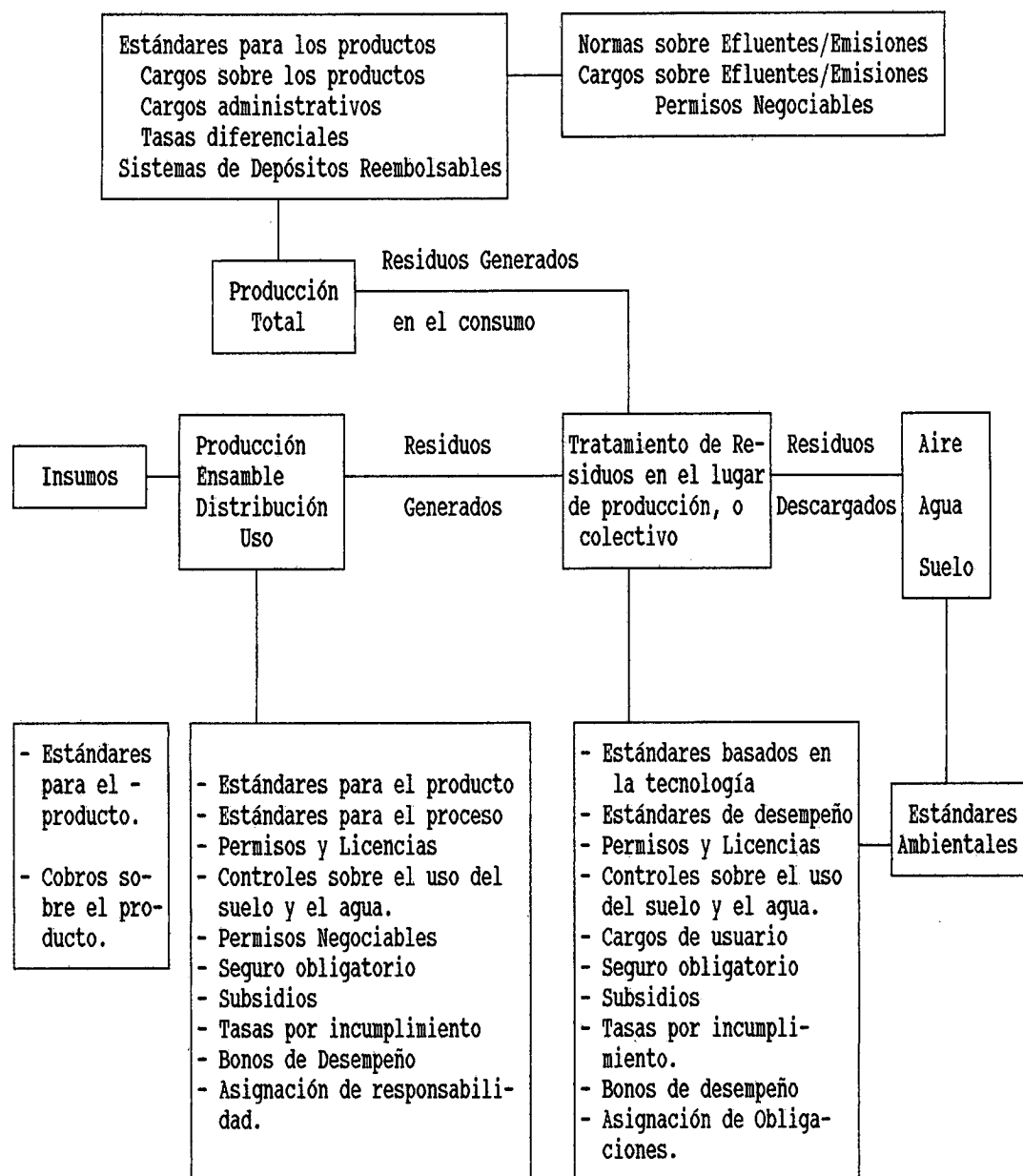
En la práctica, para alcanzar los objetivos de calidad del medio ambiente se aplican alternativas de regulación directa junto a la implementación de instrumentos económicos. En la figura 1 se muestra dónde se debería aplicar tanto las alternativas de regulación directa como los instrumentos económicos, dentro del ciclo de vida de los contaminantes.

En las tablas 1 y 2 se presenta un esquema de aplicación de las alternativas de regulación y de los instrumentos económicos, así como sus mayores ventajas y desventajas.

3. Implicaciones institucionales para la implementación de alternativas de control de la contaminación

La aplicación de los instrumentos para el control de la contaminación ha requerido el preestablecimiento de un marco legal, que permita la creación de leyes cuyos objetivos se orienten a garantizar la protección del medio ambiente, y la participación activa de los diferentes niveles gubernamentales con responsabilidades claramente definidas. El gobierno nacional es el encargado de "crear la política" para el control de la

Figura 1. Ubicación alterna de Instrumentos Económicos y de Reglamentación



Fuente: Adaptado de Bernstein (1991).

Tabla 1 : *INSTRUMENTOS REGLAMENTARIOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION Y EL MANEJO DE RESIDUOS

INSTRUMENTOS REGLAMENTARIOS	APLICACIONES EXISTENTES										VENTAJAS	DESVENTAJAS
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=		
	Control de la Protección Control de Manejo de Manejo de											
	contaminación de aguas la contam. residuos residuos											
	de aguas subterráneas del aire sólidos peligrosos											
	superficiales											
Estándares de calidad ambiental	X		X		X						Ofrecer un fundamento para evaluar la efectividad de los controles existentes	Exigen conocimiento altamente especiali- zado de efectos de contaminantes
Estándares para Efluentes y Emisiones	X						X				Ofrecen un control gubernamental óptimo	Implican costos elevados de monitoreo y aplicación de la norma
Estándares para efluentes/emisiones basados en la tecnología	X		X		X		X				Ofrecen un control gubernamental óptimo	No ofrecen flexibilidad en cuanto a tecnología de control
Estándares de ejecución basados en efluentes/emisiones	X		X		X		X				Promueven la disminución de costos	Implican costos elevados de monitoreo y aplicación de la ley
											Permiten flexibilidad en la tecnología de control	Implican costos elevados de monitoreo y aplicación de la ley
Estándares de producto/proceso	X		X		X						Elimina o limita la emisión de contaminantes antes de la producción	Exige que existan sustitutos aceptables para los productos prohibidos
Permisos y Licencias			X		X		X		X		Exige cumplimiento de estándares antes de iniciar la operación	Implica altos costos de monitoreo

Tabla 1 : *INSTRUMENTOS REGLAMENTARIOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION Y EL MANEJO DE RESIDUOS

Fuente : Adaptado de Bernstein, J. (1991)

Tabla 2 : *INSTRUMENTOS ECONOMICOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION Y EL MANEJO DE RESIDUOS

INSTRUMENTOS ECONOMICOS	APLICACIONES EXISTENTES										VENTAJAS	DESVENTAJAS	=====
	Control de la contaminación de aguas superficiales	Protección de aguas subterráneas	Control de la contaminación de aguas subterráneas	Control de residuos sólidos	Control de residuos peligrosos								
Cargos por efluentes emisiones	X		X	X	X						Aumentan la renta	Implican formas complejas de implementación y altos costos de monitoreo	
											Estimulan a los contaminadores a disminuir descargas		
											Estimulan la innovación en tecnologías de control		
											Promueven la disminución de costos		
Cargos de Usuario	X	X	X	X	X						Aumentan la renta	Estimulan la descarga ilegal sin una aplicación efectiva de la norma	
												Implica altos costos de ejecución	
Cargos por producto	X	X	X	X							Aumentan la renta	Exige que existan sustitutos aceptables para los productos o insumos afectados	
											Promueven el uso de productos seguros		
Cargos administrativos		X	X								Aumentan la renta	Tienen aplicación limitada	
											Facilitan las medidas de control		
											Estimulan el uso de productos seguros		

Tabla 2 : *INSTRUMENTOS ECONOMICOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION Y EL MANEJO DE RESIDUOS

INSTRUMENTOS ECONOMICOS	APLICACIONES EXISTENTES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tasas diferenciales	Control de la contaminación de aguas superficiales	Control de Manejo de residuos peligrosos	
Permisos Negociables	Control de aguas subterráneas del aire		
Seguro Obligatorio	Protección de la contaminación de aguas		
Subsidios	Control de la contaminación de aguas subterráneas del aire		

Tabla 2 : *INSTRUMENTOS ECONOMICOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION Y EL MANEJO DE RESIDUOS

[illegible]

contaminación, delegando en los gobiernos locales las responsabilidades administrativas de monitoreo y control.

Junto a estos niveles gubernamentales han surgido las organizaciones de carácter no gubernamental (ONGS) con participación activa en los diferentes aspectos concernientes al control de la contaminación, como es el caso del desarrollo de programas de monitoreo.

La experiencia internacional permite retomar algunos criterios que deberían ser tenidos en cuenta por los países en desarrollo cuando se tome la decisión de adoptar alternativas para el control de la contaminación.

- No es posible lograr una implementación exitosa de ningún instrumento económico sin establecer previamente estándares apropiados y programas de monitoreo efectivos. Además, la experiencia de otros países ha demostrado que cualquier incentivo económico necesita de una capacidad reguladora, lo que implica la creación de leyes y de instituciones responsables para su administración, por lo que no se puede pensar en establecer éstos como medidas para el control de la contaminación en el corto plazo.

- Cualquier combinación de instrumentos económicos y regulación directa debe hacerse sobre la base de su compatibilidad con el marco jurídico, político y administrativo del país, donde se pretenda implementar.
- En muchos países se han aplicado instrumentos económicos que implican tasas (tasas a la emisión de contaminantes, tasas por uso, etc), que además de ser un mecanismo para el control de la contaminación, se convierten en una fuente de rentas para la financiación de diversos programas, como los orientados al tratamiento. En economías inflacionarias se ha adoptado el ajustar estas tasas por la inflación, con muy buen resultado.
- Es clara la necesidad de fortalecer en términos de recursos humanos, financieros, y de estructura organizacional a las diferentes instituciones responsables del control de la contaminación.
- La necesidad de programas de investigación sobre la adopción de nuevas políticas para el control de la contaminación, de la efectividad lograda en otros contextos internacionales, de la combinación apropiada de regulación directa y de instrumentos económicos para el contexto particular.

4. Aplicación de Alternativas de Regulación Directa y de Instrumentos Económicos en el Contexto Internacional

4.1 Control de la Contaminación del Agua

A. Regulación Directa

Dentro de las alternativas de Regulación Directa la más utilizada en diferentes países son los estándares de calidad del agua, los estándares de emisión, los estándares de productos y los permisos y licencias. Particularmente, para el control de la contaminación de aguas subterráneas se han venido aplicando estándares técnicos.

Haciendo referencia a los estándares de calidad del agua, la experiencia de algunos países muestra que el Estado establece éstos con base en la máxima concentración de contaminantes que no afecta su "uso", como se ha venido realizando en Estados Unidos. Específicamente, para el control de la contaminación del cauce del agua los estándares establecidos tienen en cuenta una aproximación a los efectos en materia de salud.

Esto mismo sucede en Brasil, donde el gobierno estatal determina estándares de calidad del agua "zonificados" de acuerdo a su jurisdicción. La diferencia básica con Estados Unidos es que en éste último no se incluyen "cláusulas de no degradación".

Otra forma de establecer los estándares de calidad del agua es con base en su "uso especial", es decir si está destinada al consumo o actividades como la pesca, fuente de irrigación, recreación, etc. Esto ha implicado que el gobierno establezca programas de tratamiento para las industrias que descargan contaminantes al agua. Este sistema ha sido adoptado por países como Bélgica y la India, donde se ha diseñado un mapa con grados de tratamiento requeridos para el total de las descargas.

Otro tipo de estándares que se ha establecido es el **estándar de emisión**, que varía su implementación tanto en países desarrollados como en países en desarrollo, de acuerdo a sus tradiciones administrativas, legales, etc. En Estados Unidos, la agencia "Clean Water Act" determina los límites de emisión de las fuentes industriales contaminantes tales como oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, demanda de oxígeno bioquímico (BOD). Estos estándares han tenido en cuenta, entre otros aspectos, los procesos de producción utilizados y sus cambios, aspectos de ingeniería y control de la contaminación, el impacto medio ambiental y el balance entre el costo total y los beneficios por la reducción de la contaminación. La Agencia Estatal para la Protección del Medio Ambiente (EPA) ha establecido criterios para más de 115 contaminantes, determinando los máximos niveles de concentración y una guía para la elaboración de estándares a nivel local.

En México, mediante leyes medio ambientales se establecen los límites de descargas de las principales industrias y de los contaminantes más "peligrosos".

Para el caso de Brasil, los límites de emisión y los requerimientos de equipos son negociados, caso a caso, entre las industrias y las agencias gubernamentales responsables del control de la contaminación, con base en los estándares de calidad establecidos a nivel regional y/o municipal. Pero en otros estados estos controles no se realizan de manera particular, sino que se establecen normas de tipo federal. Un ejemplo de lo anterior es el caso de Río de Janeiro donde se establece el máximo permisible de concentración de tóxicos, de metales pesados, de pesticidas, etc, con base en la capacidad que tiene el río de asimilar estas descargas y el máximo de concentración de BOD que puede estar presente en el agua. Al tiempo, se desarrollan modelos matemáticos que simulan el impacto de descargas futuras. La aplicación de estas normas de calidad del agua también se realiza zonificando el río. Estas medidas han inducido al desarrollo de sistemas de tratamiento por parte de las industrias contaminadoras.

En la China, los estándares de calidad del agua, buscan establecer las máximas concentraciones de contaminantes, que no pongan en riesgo el equilibrio ecológico, para lo cual se fijan las descargas permitidas de los mismos.

En Izmir, Turquía la agencia estatal para la Protección del Agua (IZSU) monitorea 450 industrias, clasificándolas de acuerdo a sus descargas de contaminantes, cubriendo parámetros específicos como Demanda de Oxígeno Bioquímico (BOD), Demanda de oxígeno Químico (COD), PH, temperatura, etc. Estos estándares son establecidos por la Dirección General de la IZSU, pero teniendo en cuenta las condiciones locales. Las medidas son drásticas y las violaciones a las normas pueden causar el cierre de las plantas o la obligación de la firma de invertir en pretratamientos. De esta forma, se ha obligado a las empresas a pagar multas que van desde los 400 dólares hasta los 20.000 dólares o al cierre por un período de 6 meses de sus fábricas. Aún así, la experiencia evidencia la necesidad de complementar estas normas con legislaciones nacionales sobre medio ambiente, porque este programa ha encontrado problemas asociados con los procesos judiciales, junto a la inercia de las industrias.

De otro lado, se han venido aplicando los estándares de productos que limitan la cantidad de tóxicos y productos contaminantes que pueden ser descargados al agua, como es el caso de los detergentes, pesticidas, insecticidas, etc. Al respecto, en países como Canadá, la agencia "Canada Water Act" realiza un control estricto de las industrias productoras de jabón que descargan ácidos fosforosos. En los países de la CEE, de común acuerdo en el mercado de detergentes se prohíben los que no son biodegradables; particularmente en

países como Bélgica se ha logrado en la actualidad, la biodegradabilidad de más del 90% de ciertos componentes de los detergentes. En Estados Unidos se restringe la venta de algunos productos químicos por ser contaminantes del agua.

También se han venido aplicando los **estándares técnicos** para el control de la contaminación de aguas subterráneos. En Estados Unidos se utilizan este tipo de estándares especificando normas sobre el diseño, construcción, instalación y operación de tanques subterráneos de almacenamiento, tanques sépticos, etc que pueden convertirse en fuentes de contaminación. Sin embargo, existe dificultad en su monitoreo y en hacerlos cumplir. También, se establecen prácticas del buen manejo orientadas a controlar la contaminación del agua, que indican cómo manejar, operar y mantener las fuentes de contaminación; por ejemplo en el sector agrícola se orienta sobre técnicas de labranza, manejo de pesticidas, insecticidas, etc.

La aplicación de **permisos y licencias** para las descargas de contaminantes es muy utilizada en los Estados Unidos, los cuales son otorgados por las agencias gubernamentales por un período de 5 años, de carácter renovable al término de los mismos. Estos permisos son basados en los límites de descargas. El problema que se ha encontrado en el uso de licencias que están sujetas a los estándares de emisión, es monitorear su cumplimiento.

También se han aplicado para fuentes potenciales de contaminación de aguas subterráneas, como pozos a los cuales se les inyectan residuos peligrosos.

Otros mecanismos para el control de la contaminación del agua utilizado en Estados Unidos son los "usos especiales del agua". Por ejemplo regulaciones sobre la exploración, producción y transporte de petróleo, regulaciones sobre el uso del agua para el turismo, las actividades de pesca, etc. Así mismo, para el control de la contaminación de aguas subterráneas se "zonifica" las áreas que son vulnerables a la contaminación para su conservación como las aguas que están destinadas a los sistema de acueducto.

B. Instrumentos Económicos

En el contexto internacional estos instrumentos económicos son utilizados como suplemento a las alternativas de regulación directa. Los más utilizados son las tarifas por emisión y las tarifas por uso.

Las tarifas de emisión han sido exitosas en algunos países, como en el caso de China, que utiliza el sistema de pagos de tasas por la cantidad de descargas conforme a la regulación estatal. Si la descarga supera el estándar permitido, la tasa cobrada incluye el una parte para el tratamiento.

En algunos países se han venido aplicando estas tarifas con el objetivo de constituir una fuente de renta pública para financiar programas orientados a mantener y proveer la calidad del agua. Este es el caso de Francia que viene aplicando tarifas a contaminantes como sólidos suspendidos, BOD, COD, etc, que son descargados al agua. Los cálculos de las tarifas a los hogares son hechos anualmente básicamente por los municipios. Estas tarifas han sido introducidas de manera gradual y se han ido incrementando. Sin embargo el número de contaminadores se ha ido expandiendo desde el inicio de este programa.

En Holanda, además de las tarifas por descargas de contaminantes, se utilizan los permisos como complemento para lograr las metas de calidad del agua. Estos tienden a ser uniformes para contaminadores similares y se basan en las concentraciones de los contaminantes. En la actualidad los niveles de descargas de los grandes contaminantes son plenamente monitoreados, mientras que los pequeños contaminadores pagan tarifas fijas que no están relacionadas con las actuales descargas. Aún así, se puede considerar exitosa su aplicación, que ha logrado una reducción del 50% entre 1969 y 1975 y en 20% más en 1980. Este sistema ha producido incentivos a la reducción de la contaminación, particularmente en industrias como Químicos, Bebidas, Alimentos y tabaco, que contribuyeron sustancialmente a las reducciones antes mencionadas. Las dificultades que han surgido se traducen en la

diferenciación de estas tarifas que ha puesto en duda la filosofía de "equidad" para empresas de tamaño medio.

En algunos casos, los problemas surgen cuando las tarifas son establecidas con base en concentraciones de contaminación que están por debajo de las descargas reales, lo que implica un aumento de los costos de tratamiento para la reducción de la misma. Lo anterior ha sucedido en países como Yugoslavia, donde además estas tarifas no son ajustados por inflación.

Otro tipo de instrumento económico son las tarifas por uso del sistema de alcantarillado que pueden ser fijas, variables o combinadas. Es el caso de la tarifa aplicada a hogares que se cobra a partir del valor de la propiedad residencial (fija) o de acuerdo a un cálculo que incluye el consumo de agua (variable). Este método es aplicado en Canadá y Suecia. La tarifa por el uso del sistema de alcantarillado se aplica también al sector industrial, con la posibilidad que este último subsidie el costo del uso de este sistema en determinados sectores residenciales.

En países de Europa, para el caso específico del sector industrial se han venido asignando las tarifas basadas en la descargas de residuos dentro del sistema de alcantarillado, que incluyen el costos de tratamiento del mismo, lo que ha incentivado a las industrias a implementar programas de pretratamientos de descargas

residuales. Sin embargo, en algunos casos se ha incentivado al cambio de destino de las descargas.

Los **permisos negociables** se han venido implementado en Estados Unidos. Por ejemplo en el estado de Wisconsin se aplican para el control de BOD. Los permisos son otorgados por cinco años a las firmas con límites de negociación de los mismos. Sin embargo, la negociación no se ha incentivado debido en gran parte a los numerosos requerimientos administrativos que incrementan el costo de su comercialización.

En algunos países se aplican los **subsidios**, especialmente para programas orientados a la reducción de la contaminación, que se traducen en disponibilidad de créditos con bajos intereses, reducción de impuestos, etc. En Estados Unidos, se realizan concesiones especiales para la planeación, diseño y construcción de plantas de tratamiento locales.

En otros casos se establecen reducciones a más de la mitad de impuestos sobre la importación o la producción nacional de equipos para el control de la contaminación, como se viene realizando en Filipinas y Yugoslavia.

También se ha venido subsidiando la relocalización de plantas industriales altamente contaminantes. Ejemplo de esto son las

curtiembres en Turquía: El gobierno subsidia el 35% de los intereses del total de la deuda y el 22% de la inversión destinada a infraestructura, además de la reducción de los impuestos en un 40%.

Los incentivos al cumplimiento, se hacen mediante la creación de multas que obligan al cumplimiento de las regulaciones establecidas para el control de la contaminación. La dificultad de este sistema es lograr que sea diferenciado para que no afecte de manera considerable a las firmas pequeñas, como sucede en Turquía. En el caso extremo se ha llegado al cierre de las empresas, medida que ha resultado eficiente para lograr la implementación de programas de reducción de la contaminación, como se ha venido aplicando en México.

Los sistemas mixtos que incluyen la combinación de alternativas de regulación directa y de instrumentos económicos han resultado muy efectivos para lograr los objetivos de calidad del agua. Se han combinado con los estándares de calidad del agua (Ph, temperatura, BOD, etc), tarifas a la emisión (sobre la cantidad y calidad de descargas de contaminantes) y subsidios a la inversión de programas de tratamiento.

La experiencia de los Estados Unidos y Francia en la aplicación de sistemas mixtos para el control de la contaminación muestra

resultados positivos. Se evidencia que estas tarifas han inducido a las firmas a ajustarse a los estándares de pretratamiento establecidos y finalmente muestran que las descargas se relacionan inversamente con el nivel de la tarifa, es decir que sí la tarifa se incrementa las firmas reducen en mayor grado sus descargas.

4.2 Control de la Contaminación del Aire

A. Regulación Directa

En cuanto a estándares se han venido aplicando los de calidad del aire y estándares de emisión aplicados a fuentes móviles y estacionarias. En Estados Unidos, la EPA establece estándares primarios necesarios para proteger la salud humana y estándares secundarios para garantizar el bienestar social que incluye la vegetación, el clima, la vida animal, los daños y deterioros de las propiedades privadas, etc. A partir de la determinación de los tipos de tipos de contaminantes del aire (como el dióxido de sulfuro, monóxido de carbón, y ozono), a cada Estado le corresponde establecer los estándares de emisión. Estos limitan el máximo permisible de descargas de contaminantes de fuentes estacionarias como fábricas, plantas de generación, refinerías y otras. En Estados Unidos las agencias gubernamentales encargadas del control de la contaminación han establecido una lista de 189 tóxicos contaminantes del aire que pueden ser reducidos. Así mismo se

publica una lista de categorías en las que se clasifican, por un lado, las fuentes más grandes de contaminación -incluyendo aquellas fuentes que emiten 10 tons por año de un contaminante o 25 tons de la combinación de contaminantes- y por el otro lado, las fuentes pequeñas tales como lavanderías y estaciones de gas. Para cada una de las categorías se establecen sus correspondientes estándares de emisión, basados en las mejores tecnologías utilizadas para el control de la contaminación por parte de las industrias.

En china los estándares de emisión son generalmente uniformes para un contaminante determinado en todas las industrias.

Los estándares de productos de fuentes estacionarias, tienden a la regulación de productos que contienen sustancias altamente contaminantes. Este es el caso del control estricto del uso de combustibles para la calefacción, aplicado en Italia y Bélgica donde se limita el uso de combustibles viscosos o con sustancias volátiles para la calefacción doméstica. En Bélgica el sulfuro que contienen los combustibles no puede exceder el 1%; en el caso particular de la calefacción doméstica se hace uso de ductos especiales para reducir la cantidad emisiones

En Hong Kong el uso de combustibles pesados ha sido prohibido totalmente, lo que ha reducido en un 80% las emisiones de dióxido de sulfuro. El monitoreo de este estándar requiere únicamente de la

inspección de los tanques de almacenamiento de combustibles de las industrias. La violación de la norma conduce a seis meses de prisión.

En Estados Unidos los permisos y las licencias son otorgados a fuentes que emiten o tienen un potencial de emisión de más de 100 tons por año de algún contaminante que está siendo regulado.

En cuanto al control del uso del suelo en Gran Bretaña las autoridades locales han diseñado áreas para el control estricto del smoke. En cada una de estas áreas se determinan normas para reducir la contaminación, como por ejemplo la altura y extensión de las chimeneas de las nuevas calderas o de las ya existentes.

En Alemania las autoridades locales son responsables de supervisar y prevenir la instalación de plantas contaminantes. Por ejemplo, para 200 categorías de firmas se ha establecido el mínimo de distancia entre una y otra planta (50 y 1500 metros), de acuerdo a su efecto en conjunto sobre áreas residenciales adyacentes.

B. Instrumentos Económicos

Las tarifas de emisión se han venido aplicando en Francia, China, y Polonia como fuente de financiación de equipos para el control de la contaminación del aire. En Francia, por ejemplo, estas

tarifas se cobran especialmente a las firmas que generan más de 50 MW o descargas de más de 2500 tons de óxidos de sulfuro o nitrógeno por año. Se calcula que la tarifa sobre éstas emisiones es del orden de 21 dólares por tonelada.

Pero según un análisis realizado por la OECD este sistema no ha sido efectivo básicamente por la dificultad para monitorear las descargas de contaminantes y porque las rentas generadas no cubren ni la mitad de las inversiones necesarias para programas orientados a lograr los objetivos de calidad del aire.

4.3 Manejo de Residuos Peligrosos

A. Regulación Directa

Para el manejo de residuos peligrosos varios países han implementado una "tabla" con la especificación de estándares, regulaciones y requerimientos aplicados al manejo de residuos peligrosos desde su generación hasta su disposición final.

Se aplican estándares técnicos y operacionales. Se especifican aspectos cualitativos como su toxicidad, corrosividad, etc. En algunos países se han dictado normas técnicas para lograr la reducción de residuos, como son la manera de reciclar o la posibilidad de sustituir productos. En cuanto a su transporte se

aplican estándares sobre cómo empacarlos, roturarlos, transportarlos, etc. De igual manera, se establecen estándares sobre el diseño y mantenimiento de los residuos peligrosos cuando éstos son almacenados.

Los estándares de productos se utilizan para controlar la disposición de sustancias peligrosas. Para el caso de sustancias químicas peligrosas, se exige que su comercialización esté acompañada de información completa referente a su uso, disposición, etc. Por otra parte se ha venido restringiendo la venta, importación, exportación y manufactura de ciertas sustancias tóxicas.

Una de las alternativas más utilizadas para el control de los residuos peligrosos son los permisos y las licencias, que aseguran el ajuste a los estándares establecidos. En Estados Unidos la generación, transporte y disposición de residuos peligrosos requiere de permisos previamente autorizados por la EPA, al igual que licencias para la ejecución de planes de contingencia para casos de emergencia, procedimientos de análisis de los residuos, procedimientos para prevenir la contaminación, etc.

Los controles de uso del suelo, determinan la "zonificación" para restringir el área donde pueden ser dispuestos los residuos peligrosos.

B. Instrumentos Económicos

En Estados Unidos los **cargos por contaminación** son impuestos tanto a la disposición como a la generación de residuos peligrosos, con el objetivo de incentivar a las firmas a reducir su generación, a reciclarlos o incinerarlos, para evitar que éstos sean dispuestos en el agua o en el suelo convirtiéndose en potenciales de contaminación. El problema que surge en su aplicación son los altos costos administrativos en los que se incurren por su control.

El sistema de **cargos a los productos** ha sido utilizado por Francia para lubricantes, ha sido impuesto a los fabricantes y a los importadores acompañados de regulaciones sobre su almacenamiento, uso y disposición. Pero este sistema no ha tenido impactos significativos.

Los **sistemas de deposito reembolsables** se han diseñado para incentivar el reciclaje. En países como Estados Unidos, Dinamarca y Finlandia se ha establecido con mucho éxito un depósito reembolsable de 5 o 10 centavos del valor de la cerveza y bebidas gaseosas los cuales son retornados al momento de la devolución de los containers o botellas de las mismas para su reciclaje.

Esto mismo se ha extendido a otros productos como sucede en Noruega donde se ha aplicado a vehículos viejos y a las baterías de los

mismos con el objetivo de reducir el número de vehículos abandonados en la calle. El éxito del programa ha alcanzado cifras del 90% de vehículos viejos reciclados.

También se ha venido reciclando los containers de los pesticidas. En Estado Unidos en el Estado de Main se han establecido depósitos de 5 dólares por containers de menos de 30 galones y 10 dólares para los de 30 galones, los que son retornados al momento de la devolución de los mismos.