

FUNDACION PARA LA EDUCACION SUPERIOR Y EL DESARROLLO



**EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA DEL IMPACTO
DEL COBRO DE LAS TASAS RETRIBUTIVAS POR VERTIMIENTOS SOBRE
LAS EMPRESAS INDUSTRIALES Y MUNICIPALES DE SANTAFE DE BOGOTA**

(Informe Final)

**Juan Mauricio Ramírez
Carmenza Castiblanco**

Santafé de Bogotá, agosto 30 de 1996

**EVALUACION ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL IMPACTO DEL
COBRO DE LAS TASAS RETRIBUTIVAS POR VERTIMIENTOS
SOBRE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES Y MUNICIPALES DE
SANTAFE DE BOGOTA**

INFORME FINAL DE INVESTIGACION

**Juan Mauricio Ramírez
Carmenza Castiblanco**

FEDESARROLLO

Santafé de Bogotá, Agosto 30 de 1996

EVALUACION ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL IMPACTO DEL COBRO DE LAS TASAS RETRIBUTIVAS POR VERTIMIENTOS SOBRE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES Y MUNICIPALES DE SANTAFE DE BOGOTA¹

INTRODUCCION

La política ambiental del gobierno para el sector industrial contempla la aplicación de tasas retributivas por el uso de recursos ambientales (agua, atmósfera y suelos) para arrojar desechos, residuos o emisiones provenientes de las actividades productivas, y de tasas para compensar los gastos de mantenimiento de la renovabilidad de los recursos naturales.

Con dichos instrumentos es posible promover la reconversión industrial, el uso de tecnologías limpias y minimizar la generación de residuos y emisiones provenientes de las actividades industriales. No existe sin embargo, ninguna evaluación de cuál sería el efecto de la aplicación de dichas tasas sobre los costos y los niveles de competitividad de los sectores industriales.

El objetivo general de esta investigación es la evaluación del impacto financiero y económico del cobro de las tasas retributivas sobre vertimientos para un conjunto de empresas industriales privadas y municipales.

Los objetivos del estudio son los siguientes:

- Revisar las estimaciones de recaudo por concepto de tasas retributivas realizadas por la USCCI para el caso de Bogotá, con base en las tarifas calculadas, y la información sobre vertimientos de las empresas.
- Evaluar el impacto económico y financiero de la aplicación de las tasas retributivas por vertimientos a una muestra de empresas de Bogotá.
- Evaluar los efectos a nivel macroeconómico o agregado de la aplicación de las tasas retributivas por vertimientos sobre la producción bruta, el empleo, la competitividad y los flujos de exportaciones, y la tasa de inflación, entre otras variables.
- Proponer cualquier modificación que fuera necesaria en las tasas retributivas por vertimientos con base en los anteriores análisis.

El informe se divide en las siguientes secciones:

¹ Se agradece la oportuna e invaluable asistencia de Sergio Iván Prada en la investigación.

En la Sección I se sintetizan las principales discusiones recientes sobre la reglamentación de las tasas retributivas en Colombia, y se define los niveles de las tasas que son utilizados en el estudio para el análisis y la cuantificación de los impactos.

La Sección II contiene diferentes análisis de impacto de las tasas. Luego de hacer una breve descripción de las fuentes de información utilizadas, se analiza la importancia de los pagos potenciales por tasas retributivas frente a los pagos por impuesto a la renta que hacen las empresas, los pagos por impuestos indirectos y la producción bruta. Se cuantifican también algunos indicadores con el fin de medir el impacto probable de la tasa retributiva sobre la situación financiera de las empresas.

La Sección III contiene el análisis de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá en el cual se hace una comparación de costos entre las diferentes alternativas de tratamiento de aguas residuales de Bogotá (y la alternativa de no tratamiento), frente a los diferentes niveles de las tasas.

En la Sección IV se elabora el análisis del impacto sectorial y macroeconómico de las tasas retributivas. Se presentan los resultados de un ejercicio tipo Insumo-Producto que cuantifica el impacto de un incremento en el precio del agua como consecuencia del pago de tasas retributivas por contaminación hídrica. Finalmente se exponen los resultados de la aplicación de un Modelo de Equilibrio General para Colombia que simula los efectos macroeconómicos y sectoriales de una política de tasas retributivas en los niveles establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente.

La última sección contiene las conclusiones del estudio.

1. Las Tasas Retributivas

La Ley 99/1993 enfatiza la prioridad que se le dará al uso de instrumentos económicos y especialmente al uso de tasas retributivas y compensatorias por contaminación con el fin de “inducir a los usuarios de los recursos naturales a cumplir con las normas ambientales, modificar sus patrones de consumo e inducir la adopción de procesos y el consumo de bienes producidos con tecnologías limpias”.

El concepto de tasa retributiva aplica a las retribuciones que se deben dar al medio ambiente por la prestación de un servicio, como lo es el servir de depósito para los residuos generados tanto por sectores productivos como residenciales. La tasa compensatoria se refiere a las compensaciones requeridas para garantizar cierta calidad de algún recurso.

Las principales modificaciones en la definición de las tasas retributivas de la nueva legislación con respecto a la vigente antes de la Ley 99 son las siguientes:

En primer lugar, dentro de la nueva concepción la tasa debe reflejar el costo social causado por la polución y no, como antes, los costos administrativos de mantenimiento y control de

los recursos. En dicho costo se incluye el impacto negativo que generan las actividades sobre el bienestar de la comunidad y sobre los recursos del medio ambiente. Lo que se plantea en la ley es la imposición de una tasa óptima, que en la literatura se conoce como un impuesto pigouviano.

En segundo lugar, las tasas retributivas se cobran por el sólo hecho de usar el recurso como receptor de la carga contaminante, es decir, como pago por el daño generado por la contaminación, independientemente de la función que asuma la autoridad ambiental al respecto.

Tercero, la nueva ley considera que todas las actividades sean o no lucrativas, se sujetarán al pago de tasas retributivas por contaminación.

En términos operativos se le asigna a la autoridad central -al Ministerio del Medio Ambiente- la obligación de definir anualmente las bases sobre las cuales se calcularán las tasas retributivas y de definir un método de cálculo de las tarifas expresando matemáticamente los elementos que se deben tener en cuenta en su determinación. El Ministerio debe establecer también una tarifa mínima aplicable para todo el país. De otro lado, las autoridades ambientales locales -rurales y urbanas- deben determinar los niveles de las tasas adecuados a las condiciones específicas de cada localidad, sin que puedan ser menores a la tarifa definida por el Ministerio.

El Ministerio del Medio Ambiente ha venido desarrollando una serie de talleres con el fin de analizar y discutir diferentes aspectos relacionados con la reglamentación del Cobro de las Tasas Retributivas. Algunos puntos importantes de la discusión han sido los siguientes:

Sustancias objeto de cobro de las Tasas

Se llegó a la conclusión que lo más conveniente es empezar a cobrar solo por la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST) y con el tiempo, y basados en la experiencia obtenida con estos dos parámetros se irían adicionando otras sustancias contaminantes. Esto principalmente por tres razones:

- Las Corporaciones no tienen actualmente, la capacidad para realizar control y monitoreo de otras sustancias.
- Las Empresas Municipales no cuentan con la capacidad económica para hacer inversiones en tratamientos de aguas distintos a los secundarios.
- El DAMA considera que es mejor promover cambios tecnológicos de materias primas antes que promover sistemas de tratamiento de aguas, con afluentes altamente contaminantes, que requieran tratamientos terciarios.

Limites permisibles de vertimientos líquidos y permisos de vertimiento

Se considera que en términos generales los límites permisibles deben estar en primera instancia en estrecha relación con la meta ambiental definida a nivel nacional y posteriormente en función de las metas regionales o locales en aplicación del principio del rigor subsidiario. En consecuencia los límites permisibles de ámbito nacional deben ser flexibles, a fin de permitir el ajuste regional y local para que la tasa no pierda su naturaleza de instrumento económico.

Se solicitó que se implemente a cambio del criterio de porcentajes de remoción del 1594 del 84, límites permisibles en DBO y SST, diferenciados por sectores de la producción para ser ecuanímenes con los sectores que generan diferentes niveles de contaminación.

Se sugiere que para mayor operatividad de la reglamentación, que en el decreto reglamentario se otorguen facultades al Ministerio del Medio Ambiente para que mediante resolución defina y fije estos límites permisibles.

Sobre los Permisos de Vertimientos se discute la conveniencia de definir como sujeto pasivo de la tasa a todos aquellos usuarios que tengan permiso de vertimiento. Se considera que aunque es cierto que la tasa se debe cobrar a todos los vertimientos realizados, es mucho más operativo cobrar sobre los registros de permiso de vertimiento que deben tener las Corporaciones Autónomas Regionales .

Se sugirió introducir en el artículo 8 (sujeto pasivo de la tasa) una frase que explícitamente incluya a las Empresas de Servicios Públicos como sujetos pasivos de la tasa.

Adicionalmente, se sugiere introducir un párrafo en el que se aclare que ninguna empresa podrá realizar vertimientos sin haber obtenido previamente el permiso respectivo.

Se discutió la dificultad que existe en las empresas de Alcantarillado para realizar declaraciones de vertimientos basadas en caracterizaciones. Al respecto las Empresas Públicas de Medellín sugieren que las empresas de servicios declaren su contaminación por carga doméstica basada en promedio de carga/ persona y en el número de personas que están conectadas al sistema. A esta contaminación se le suma la contaminación generada por la Industria de la cual si se toman caracterizaciones.

Se insiste en la necesidad de dar mucha flexibilidad al decreto para que las CARs puedan llegar a acuerdos con las empresas de servicios públicos para hacer los cobros del sector doméstico, comercial y pequeña industria, para que no exista necesidad de fijar estándares de descarga para el cobro.

Evaluaciones Previas del Impacto de las Tasas

De acuerdo a una serie de ejercicios realizados por el Ministerio llegan a la conclusión de que la tarifa mínima establecida es muy alta para las empresas de servicios públicos en relación con la facturación que se tiene por concepto de alcantarillado.

Por otro lado, las inversiones que deben realizar los municipios para darle tratamiento a las aguas son muy altas, situación que los estaría enfrentando a la necesidad de pagar permanentemente la tasa por la imposibilidad de implementar un sistema de tratamiento, perdiéndose de ese modo el carácter de instrumento económico de la tasa.

Esta situación es muy sentida en municipios pequeños, en donde no existe la infraestructura adecuada para el alcantarillado, y las inversiones en colectores, terrenos para plantas e interceptores son muy elevados.

En el caso de municipios grandes, la situación es menos dramática, pero el cobro de la tasa sigue siendo alto con respecto al monto recaudado por las empresas por concepto de servicio de alcantarillado, lo cual podría afectar los planes de inversión en sistemas de tratamiento.

El mismo ejercicio realizado para las empresas industriales, arrojó resultados totalmente distintos. Demuestra la capacidad que tienen las industrias no solo para pagar la tasa sino también para realizar inversiones en sistemas de tratamiento, recuperables en el corto y mediano plazo.

Se propuso entonces la posibilidad de cobrar una tarifa diferencial a los municipios, y/o establecer un sistema de descuento basado en el valor de la inversión y el valor de la tasa, quedando por resolver si este sistema también aplicaría al sector industrial que emprenda programas de reconversión Industrial o quiera implementar sistemas de tratamiento de aguas para reducir sus descargas.

La última versión del decreto reglamentario de tasas retributivas del 19 de julio de 1996, establece la fórmula matemática para el ajuste regional de la tarifa, la fórmula de cálculo del recaudo, se definen los mecanismos de recaudo, fiscalización y control, el procedimiento de reclamación de los sujetos pasivos de la tasa y el destino de los recaudos.

Aún están por definir los límites permisibles de los vertimientos, las metas ambientales regionales y nacionales, y la fijación de la tarifa mínima. No existe claridad sobre la forma como serían incluidos los costos ambientales y sociales del daño y los costos de recuperación del recurso, en la determinación de la tarifa mínima.

Definición de los Niveles de las Tasas

Para fines del presente estudio se utilizaron las tasas definidas en la Propuesta 1 y la Propuesta 4 de cobro de Tasas Retributivas (ver Tabla 1) por emisiones de DBO y SST que hace el Ministerio del Medio Ambiente en el documento: "Propuesta Para el Cálculo y Aplicación de las Tasas Retributivas sobre Vertimientos Líquidos en Colombia", (Versión Preliminar), Noviembre de 1995.

TABLA 1
TASAS RETRIBUTIVAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO

Propuesta 1. (\$/ Kg)

CONTAMINANTE	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
SST	90	211	242
DBO	152	355	407

Las tarifas que aparecen en la tabla anterior están dadas a precios de 1994.

Propuesta 4. (\$ / Kg)

CONTAMINANTE	TASA MINIMA
SST	27
DBO	45

La Propuesta 4 corresponde al 25 % de las tasas definidas por la opción mínima de la Propuesta 1 (a precios de 1996).

Para facilidades de exposición en el estudio se utilizan las siguientes convenciones: las tasas de la Propuesta 1 son denominadas Tasa Mínima, Tasa Media y Tasa Máxima. La Propuesta 4 es denominada "Tasa del 25%".

II. Evaluación del Impacto de las Tasas Retributivas

A. Fuentes de Información

La base estadística del estudio está conformada por las siguientes fuentes:

1) Información económica y financiera de las empresas industriales:

- Muestra de 2574 establecimientos manufactureros por áreas metropolitanas del país con información de la Encuesta Anual Manufacturera entre 1978 y 1991 incluyendo variables como producción bruta, valor agregado, consumo intermedio, impuestos indirectos, gastos industriales, empleo calificado y no calificado, stock de capital, etc.
- Información financiera (Estados Financieros) de las empresas no financieras de la Superintendencia de Sociedades para 1992 y 1993.

2) Información sobre vertimientos de empresas industriales

La información sobre vertimientos está basada en un informe del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA (*Programa de Control de Descargas Liquidadas de Origen Industrial*) presentado por el Ing. Consultor Guillermo Sarmiento en agosto de 1995. Dicho informe contiene muestreos puntuales para aproximadamente 400 empresas que son consideradas como aquellas que presentan mayor consumo de agua y son las responsables de aproximadamente el 80% de la contaminación hídrica industrial de la ciudad.

3) Cruces de Información entre las Bases de Datos

En primer lugar se procedió a ubicar los NIT de las 400 empresas mencionadas. Se debe anotar que un gran número de empresas dedicadas al lavado de autos (servicentros) y la Industria de la Curtición de Cueros fueron descartadas del análisis por no poseer NIT, ya que dicho dato era el punto de cruce con la información sobre los Estados Financieros de las empresas de la Superintendencia de Sociedades correspondientes a los años 1992 y 1993. Como resultado se identificaron 125 empresas con información de vertimientos y con información sobre los estados financieros. Esta fué la muestra utilizada en la primera parte del estudio.

Dado que las tasas están dadas a precios de 1994 y 1996 y las cuentas de los Balances de Supersociedades corresponden a precios de 1992 y 1993, se procedió a deflactar las tasas, para ello se utilizó el IPP para la economía para los años 1992 a 1996, tomando como año base 1992 y 1993 respectivamente. Con las tasas deflactadas por sectores industriales y la información de vertimientos de cada una de las empresas se calculó el monto total que cada empresa pagaría por concepto de Tasa Retributiva.

B. Tasas Retributivas e Impuesto a la Renta

La Tabla 2 muestra la distribución sectorial de las 125 empresas con información de vertimientos y con información financiera de la Superintendencia de Sociedades. Como se puede observar, los tres sectores con mayor representación en la muestra son químicos (30% del total de empresas), alimentos (21%), y textiles (12%). Estos tres sectores industriales cubren el 63% de las empresas de la muestra.

TABLA 2
Empresas con Información Financiera y de Vertimientos

Código CIU	SECTOR	No. DE EMPRESAS
311	Alimentos	26
313	Bebidas	8
321	Textiles	15
323	Cueros	2
351	Industrias. Químicas	7
352	Otros Productos Químicos	31
354	Derivados del Petróleo	3
369	Minerales No Metálicos	7
381	Industrias Metálicas	10
341-342	Industria de Papel y Editoriales	5
390	Industrias. Con Otras Actividades	11
TOTAL		125

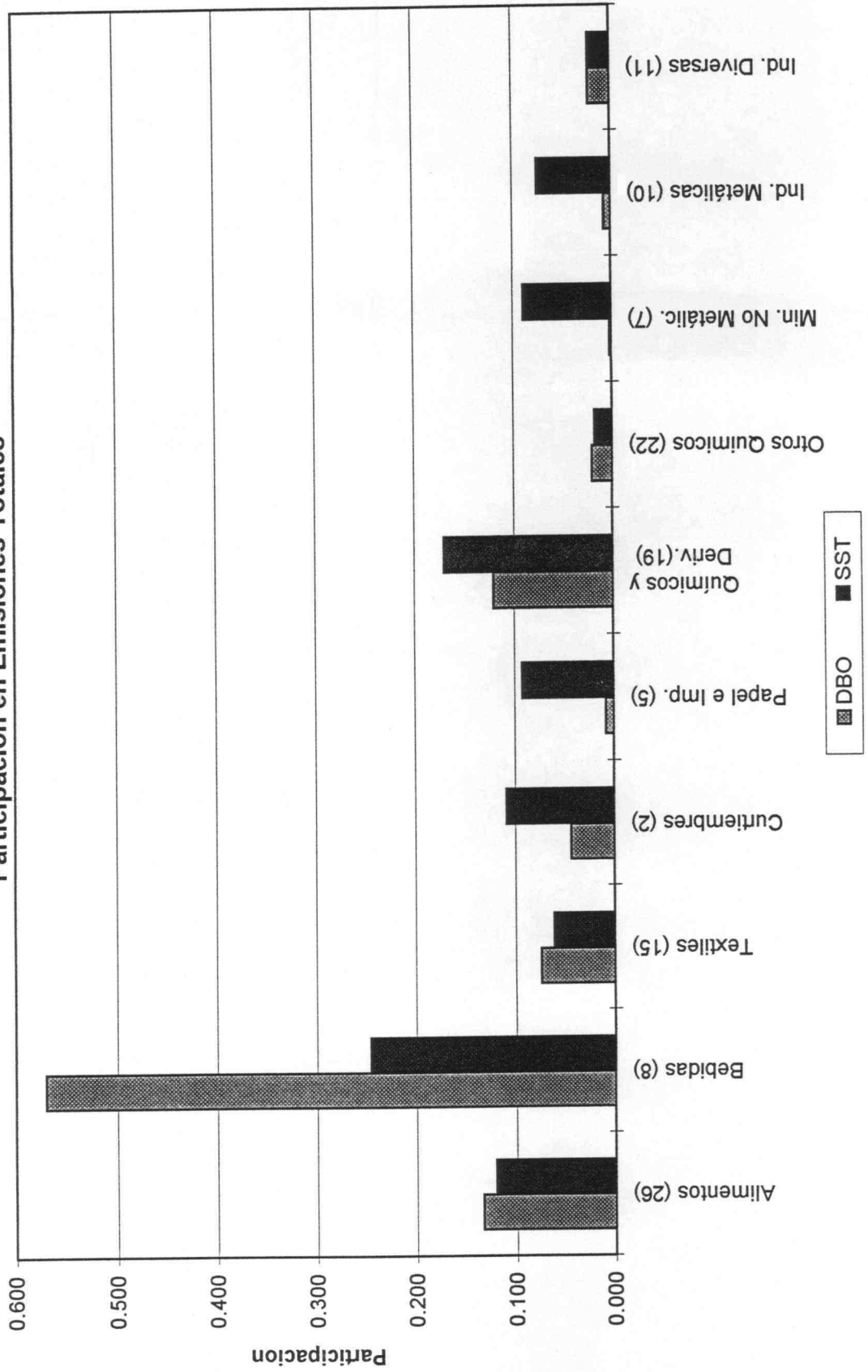
El Gráfico 1 ilustra la contribución porcentual de cada sector a la generación de DBO y de Sólidos Suspendidos Totales con base en la información de las empresas de la muestra. Se destaca la mayor contribución del sector de bebidas a la generación de DBO (57% del total), y en menor grado de sólidos suspendidos (SST) -24.5% del total-.

La información que proviene del estudio del DAMA (Sarmiento, 1995) contiene adicionalmente la siguiente información para cada empresa:

- Razón Social de la Empresa
- Producción Mensual (y unidades)
- Consumo de Agua (Metros Cúbicos por Mes)
- Sólidos Suspendidos Totales (Kg./día)
- DQO (Kg./día)
- DBO (Kg./día)
- Carga Combinada (Kg./día)

Debe señalarse que si bien el dato de producción serviría para calcular coeficientes de emisión (por ejemplo Kg. de DBO por unidad producida), éste indicador es poco útil para fines comparativos por la heterogeneidad de las unidades. En efecto, en algunos casos la

GRAFICO 1
EMPRESAS DE SUPERSOCIEDADES
Participación en Emisiones Totales



producción es expresada en toneladas (por ejemplo en producción de grasas), en otros en unidades (producción de gaseosas), y otras más en litros, cajas, metros cuadrados, y aún reses! (en el caso de un frigorífico). Ante la falta de homogeneidad de las unidades, el cálculo del coeficiente de emisión debe hacerse en términos del valor de la producción (por ejemplo, Kg. de DBO por millón de pesos producido). Puesto que esta variable sólo está disponible en la base de empresas de la Encuesta Anual Manufacturera, éste análisis se acomete en dicha sección.

Sin embargo, con base en las variables del estudio del DAMA es posible hacer un cálculo inicial del pago total que cada empresa tendría que hacer en caso de que se les cobre las tasas retributivas por contaminación hídrica. Para esto necesitamos el valor de las tasas, que como se ha explicado en la sección anterior, corresponde a las cuatro propuestas diferentes del Ministerio del Medio Ambiente.

Con el fin de hacer una comparación entre los pagos de las diferentes empresas, se definió una tasa por unidad de consumo de agua:

$$t = \frac{\text{Pago Total por DBO y SST (en \$)}}{\text{Total Consumo de Agua (en M3)}}$$

Donde t representa la tasa que cada empresa debe pagar expresada en pesos por metro cúbico de agua consumida.

Esta definición de la tasa es ciertamente imperfecta, en la medida en que, como ya se indicó, la relación debería definirse como la generación de contaminantes por unidad producida:

$$t^* = \frac{\text{Pago Total por DBO y SST (en \$)}}{\text{Total Produccion (en unidades)}}$$

Para dos empresas que tenga un mismo coeficiente de emisión t^* , y que por lo tanto son equivalentes desde el punto de vista de su comportamiento contaminante, si una de ellas "diluye" su carga contaminante en una mayor cantidad de agua, aparecerá con un coeficiente de emisión t menor a la otra, de donde se derivaría la conclusión errónea de que tiene un menor impacto contaminante.

Haciendo estas salvedades, se utilizó la tasa t (pesos pagados por metro cúbico de agua consumida) para hacer un primer análisis de la estructura de los pagos de las tasas. Para la implementación de dicha tasa se utilizó la Propuesta 4 ("*Tasa del 25%*"), y que corresponde por lo tanto al cobro más bajo posible.

Otra comparación que puede hacerse con base en la información de la Superintendencia de Sociedades, es el peso de los pagos por tasas retributivas que cada empresa tendría que hacer como proporción del impuesto a la renta que pagaba en 1993 que es el último año para el cual se posee información de la Superintendencia a nivel de firma.

El Cuadro 1a muestra ambos cálculos a nivel sectorial. En primer lugar se presenta el número de empresas en cada sector (*No. Casos*) que hacen parte de la muestra de 125 empresas. Luego se presenta la tasa *promedio* para el sector (en \$ por metro cúbico de agua, o el promedio del peso de los pagos por tasas retributivas como proporción del impuesto de renta).

Un aspecto crítico de este análisis, y del estudio como tal, es tener presente el *grado de heterogeneidad* de dicha estructura de pagos, es decir, qué tan diferentes son las tasas al interior de cada sector. Dicha heterogeneidad puede originarse en la diferenciación de la producción al interior de cada sector (por ejemplo, producción de carnes vs. producción de lácteos dentro del sector de alimentos). Sin embargo, aún entre aquellas empresas que producen bienes cercanos (por ejemplo, en la producción y procesamiento de carnes, o en la producción de gaseosas) también pueden existir diferencias en las tasas que deben pagar por la existencia de tecnologías diferentes y con distinto impacto contaminante, por las diferencias en el grado de eficiencia de las empresas (definiendo la eficiencia como la producción alcanzable por unidad de uso de insumos), etc.

Entre mayor sea la heterogeneidad de los pagos a nivel de empresa, es menos conveniente basarse exclusivamente en el comportamiento sectorial para describir el impacto probable de las tasas. El Cuadro 1a capta dicha heterogeneidad en la variable de desviación estándar y en el valor máximo y mínimo de la tasa dentro de cada sector.

En general, el Cuadro 1a sugiere un alto grado de heterogeneidad entre las empresas de la muestra. Las diferencias entre valores máximos y mínimos de las tasas son enormes excepto en el caso de curtiembres y en menor grado, de bebidas. Así por ejemplo, en el sector de alimentos la empresa con menor tasa pagaría 11 centavos por metro cúbico de agua consumida (corresponde a la empresa Frigorífico Colombia S.A.), y la empresa con una mayor tasa pagaría casi \$2500 por metro cúbico de agua consumida (corresponde a la empresa Meals de Colombia). Es interesante analizar el caso de la industria de bebidas. Mientras que Bodegas del Rhin pagaría \$14 por metro cúbico de agua, Bavaria pagaría \$84 pesos. Otra cervecería como Cervecería El Litoral S.A. pagaría \$40. Dentro de las 125 empresas de la muestra, el máximo pago corresponde a Vincon S.A. (\$4079 pesos por metro cúbico de agua consumida), una empresa perteneciente al sector de minerales no metálicos.

La información con respecto al impuesto de renta que pagan las empresas es también muy ilustrativa. La Tabla 3 muestra, para el total de las empresas, la participación de los pagos por tasa retributiva en relación al impuesto de renta:

CUADRO 1a

PAGO DE TASAS COMO PROPORCION DE LA PRODUCCION Y LOS IMPUESTOS

	TASAS /Producción año91				TASAS/ Impuestos año			
	Min	Med	Max	P4	Min	Med	Max	Max
ALIMENTOS	4.84	11.32	12.98	1.10	137.29	321.16	368.26	
BEBIDAS	0.93	2.18	2.49	0.21	2.94	6.87	7.87	
TEXTILES	4.74	11.08	12.71	1.07	28.15	65.80	75.44	
QUIMICOS Y DERIVADOS	1.04	2.43	2.79	0.24	8.48	19.84	22.75	
MINERALES NO MET.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	
METALICAS	3.89	9.11	10.45	0.89	23.30	54.60	62.62	
OTRAS ACTIVIDADES	2.40	5.61	6.44	0.55	14.90	34.91	40.03	

TABLA 3

PROPUESTA	Participación en el Impuesto a la Renta (%)
• 25%	1.14
• Mínima	5.03
• Media	11.77
• Máxima	13.14

Igual que con la información de pagos por metro cúbico de agua consumida, los pagos como proporción del impuesto a la renta muestra una gran diversidad al interior de cada sector. Los valores mínimos son prácticamente cero, y en tres sectores los valores máximos superan el 100% del impuesto a la renta.

Los Gráficos 2 a 4 descomponen la información con el fin de tener una mayor claridad en torno a la heterogeneidad de las tasas calculadas a nivel de empresa.

El Gráfico 2 muestra los pagos por tasa retributiva (pesos por M3 de agua consumida) por rangos de valores cuando se utiliza la Propuesta 4 (tasa del 25%). Se observa que para el 47% de las empresas la tasa sería inferior a \$20 por metro cúbico de agua. Para el 25% de las empresas estaría entre \$20 y \$80 por metro cúbico, es decir, para la mayoría de las empresas (75%) el valor de la tasa es inferior a \$80 por metro cúbico de agua consumida. Sólo el 10% de las empresas tendría que pagar una tasa superior a \$1000 por metro cúbico de agua.

El Gráfico 3 hace una caracterización similar pero con respecto a la proporción del impuesto a la renta que representaría el pago de las tasas retributivas. En este caso se simuló el impacto de la Tasa Mínima. Nótese que la frecuencia acumulada es medida en el eje derecho. Así por ejemplo, para más del 20% de las empresas, en caso de aplicarse la tasa mínima (\$90/Kg de SST y \$152/Kg de DBO convertidos a pesos de 1993), los pagos correspondientes representarían menos del 0.1% de lo que pagaron por impuesto a la renta en dicho año. Para el 54% de las empresas dichos pagos serían inferiores al 1% del impuesto a la renta, y para el 72% de las empresas sería inferior al 5%. Para el 7% de las empresas los pagos por tasas retributivas equivaldrían al 50% o más de lo pagado por impuesto a la renta en 1993.

El Gráfico 4 muestra la evolución de la estructura de pagos (como proporción del impuesto a la renta) bajo las diferentes propuestas de tasas. Bajo la tasa del 25% de la tasa mínima (Propuesta 4), para el 85% de las empresas los pagos equivaldrían a menos del 5% de los pagos por impuesto a la renta. La proporción de empresas baja al 63% si se aplica la tasa

GRAFICO 2
 RANGOS DE PAGO POR TASA RETRIBUTIVA
 (Pesos por M3 de consumo de agua-tasa del 15%)

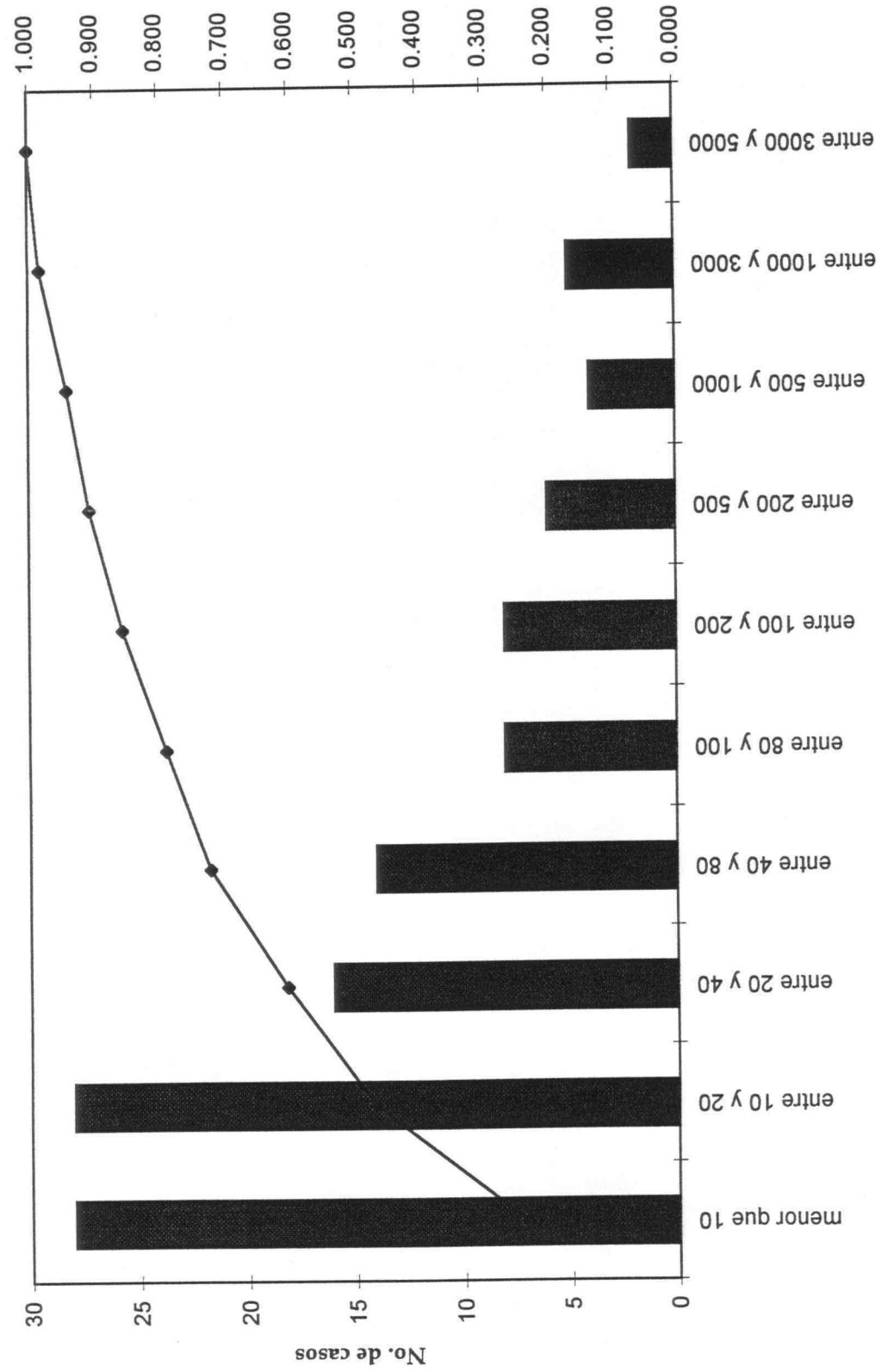


GRAFICO 3
RANGOS DE PAGO POR TASAS RETRIBUTIVAS
 (% del Impuesto a la Renta - TASA MINIMA)

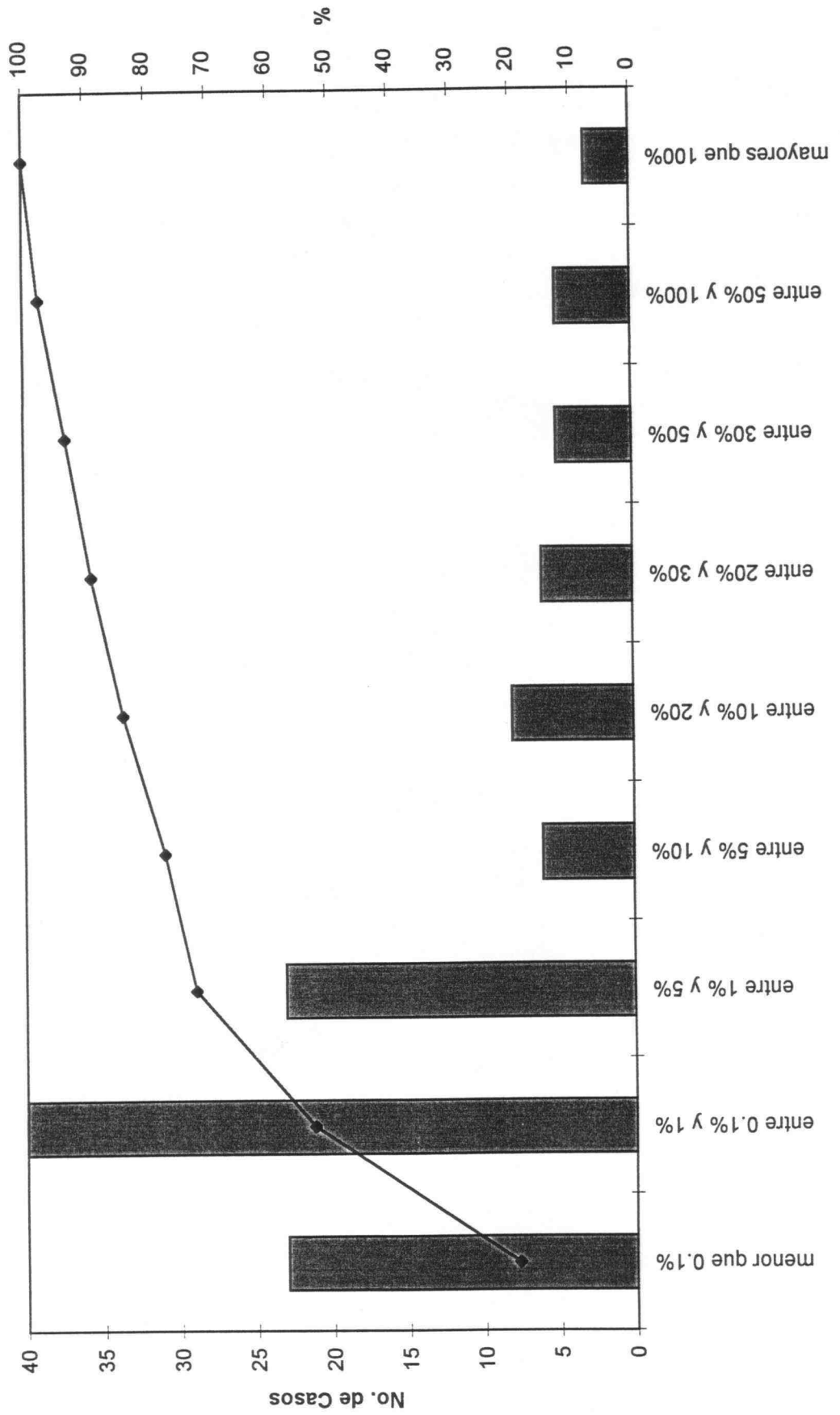
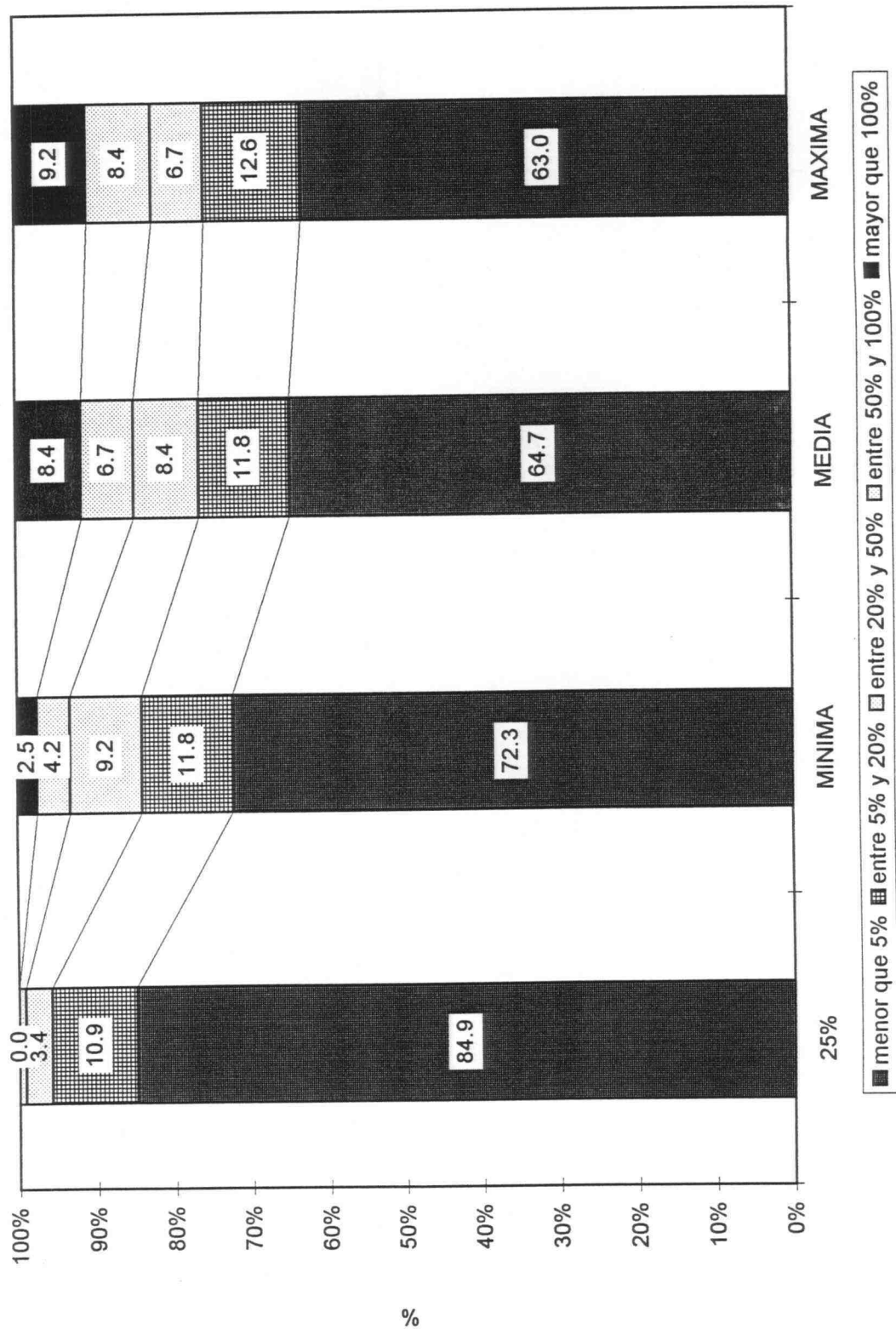


GRAFICO 4
PAGOS POR TASAS RETRIBUTIVAS
 (% del Impuesto a la Renta - Frecuencias Relativas)



máxima. Por el contrario, el porcentaje de empresas con pagos superiores al 50% del impuesto a la renta, se incrementaría de 3% en la propuesta del 25% (Propuesta 4), al 17.6% de las empresas en el caso de la tasa máxima. Naturalmente, estas proporciones pueden ser tomadas como un indicador del grado de oposición que tendría que enfrentar cada propuesta. Si se define por ejemplo, que el “nivel tolerable” de carga que podría ser atribuido a las tasas es hasta el 5% de los pagos por impuesto a la renta, en el caso de la propuesta del 25% el grado de oposición sería de un 15%, mientras que en el caso de la propuesta máxima dicha oposición sería de casi 40%².

C. Tasas Retributivas, Producción Bruta e Impuestos Indirectos

Como ya se indicó, no es posible utilizar la información del estudio del DAMA para calcular coeficientes de emisión por unidad producida que sea comparable entre firmas. Sin embargo, utilizando la información de la Encuesta Anual Manufacturera es posible coeficientes con respecto a la producción bruta (en miles de pesos). Esta información se tiene a nivel de firma para una muestra de 2574 empresas ubicadas en los diferentes corredores industriales del país³, para el período 1974-1991. Se debe anotar que la información más reciente de la EAM es para 1992. Sin embargo, la información es en algunos casos provisional, existen algunos problemas de definición de variables con respecto a las encuestas anteriores, y aunque se tiene dicha información a nivel CIU 4 dígitos, no se posee a nivel de firma.

El procedimiento utilizado fué el siguiente:

En primer lugar se seleccionaron aquellos establecimientos de la base de datos de la EAM correspondientes al corredor Bogotá-Soacha. Esto dio como resultado más de 700 empresas con información de producción bruta y pago de impuestos indirectos sobre la producción nacional entre otras variables. Puesto que la base de datos de la EAM no tiene ninguna información de vertimientos, fué necesario cruzar esta información con la base de datos por empresa del estudio del DAMA. En este cruce el único campo común es el nombre o razón social de la empresa. Este ejercicio permitió identificar una muestra de 66 empresas ubicadas en Bogotá y registrada en ambas bases de datos (EAM y DAMA) y en su mayoría, también con información de la Superintendencia de Sociedades. De esta manera, esta muestra de 66 empresas tiene la enorme ventaja de contar con información de vertimientos (DBO, DQO y SST), información económica (producción bruta, empleo, impuestos indirectos pagados, etc.), y también con información financiera (estados financieros).

² Para un listado completo de las 125 empresas clasificadas por sectores, sus pagos por tasas retributivas en las diferentes propuestas y la proporción del impuesto a la renta que representan, ver el Anexo S-1. Ver también la explicación de los Archivos para Simulación incluidos en este informe, con el fin de simular el impacto de otros niveles de tasas utilizando este indicador.

³ Entre ellos, Bogotá-Soacha, Cali-Yumbo, Medellín-Bello, y Cartagena.

Con base en esta información se calcularon los coeficientes de emisión por miles de pesos de producción bruta definidos como:

$$t^* = \frac{\text{Pago Total por DBO y SST (en \$)}}{\text{Total Produccion (en unidades)}}$$

Los Gráficos 5 a 8 muestran para cada una de las empresas el valor de dicho coeficiente, agrupando las empresas por el sector al cual pertenecen. Estos gráficos confirman en primer lugar, lo que se había señalado en el análisis de la muestra de empresas de la Superintendencia de Sociedades y es la gran heterogeneidad en el sentido de que empresas produciendo bienes similares o aún iguales presentan diferencias significativas en sus coeficientes de emisión. Sin embargo, estos gráficos muestran otro rasgo interesante y es que dentro de un sector, los establecimientos con coeficientes de emisión “excesivamente altos” (en relación con el comportamiento promedio de los establecimientos del sector) son relativamente pocos. Así por ejemplo, dentro de las 26 empresas que comprenden el sector de alimentos (CIU 311-312) -ver Gráfico 5-, hay dos empresas cuyos coeficientes de emisión están muy por encima del promedio del coeficiente promedio del sector (0.0255 Kg. de DBO al año por 1000 pesos producidos). Estas son: Frigorífico San Martín de Porres (coeficiente de emisión de 0.541 Kg. de DBO al año por mil pesos de producción bruta), y Productos Lácteos Santafé Ltda (con un coeficiente de emisión de 0.519). El coeficiente de vertimientos de Frigorífico Guadalupe (0.156) por ejemplo (observación 26), está también bastante por encima del promedio del sector, pero muy por debajo del correspondiente al Frigorífico San Martín.

En la producción de textiles y confecciones (Gráfico 6) los tres establecimientos con mayores coeficientes de vertimiento son Tintorería Industrial Ltda. (0.081 Kg. DBO / \$000), B.V.D. Ganitex Ltda (0.106 Kg. DBO / \$000), y Rascheltex Ltda (0.166 Kg. DBO / \$000). En los sectores de químicos y derivados del petróleo (Gráfico 7), los tres establecimientos con mayores coeficientes de vertimientos (DBO) son: Aga Fano Fábrica Nacional de Oxígeno S.A. (0.022 Kg. DBO / \$000), Azul K. Ltda. (0.044 Kg. DBO / \$000), y Sulfinal Ltda. (0.093 Kg. DBO / \$000). Finalmente, en la producción de productos metálicos y equipo de transporte (Gráfico 8, CIU 381 y 384) aparecen con mayores coeficientes de vertimiento Industria Colombiana de Tapas Ltda. (0.016) y Fábrica de Tornillos y Remaches Gutembert (0.025).

Como ya se indicó, las diferencias en los coeficientes de emisión puede obedecer a diferencias en los tipos de bienes producidos, en las tecnologías utilizadas para producir un mismo bien, o en diferencias en los niveles de eficiencia entre las empresas⁴. Ramírez (1995) había estimado los niveles de eficiencia a nivel de firma utilizando la misma base de datos de la Encuesta Anual Manufacturera. En dicho estudio, se estiman “Fronteras de Producción” que caracterizan la combinación más eficiente de insumos y producto (para diferentes

⁴ Naturalmente, existe también la posibilidad de errores en la medición de las variables, en particular de los niveles de vertimientos. Esta posibilidad debe ser tomada en cuenta en la lectura de los coeficientes de emisión aplicados a empresas individuales.

GRAFICO 5
 COEFICIENTES DE EMISION DBO
 ALIMENTOS Y BEBIDAS (311-312-313)
 (Kg/Año/PB)

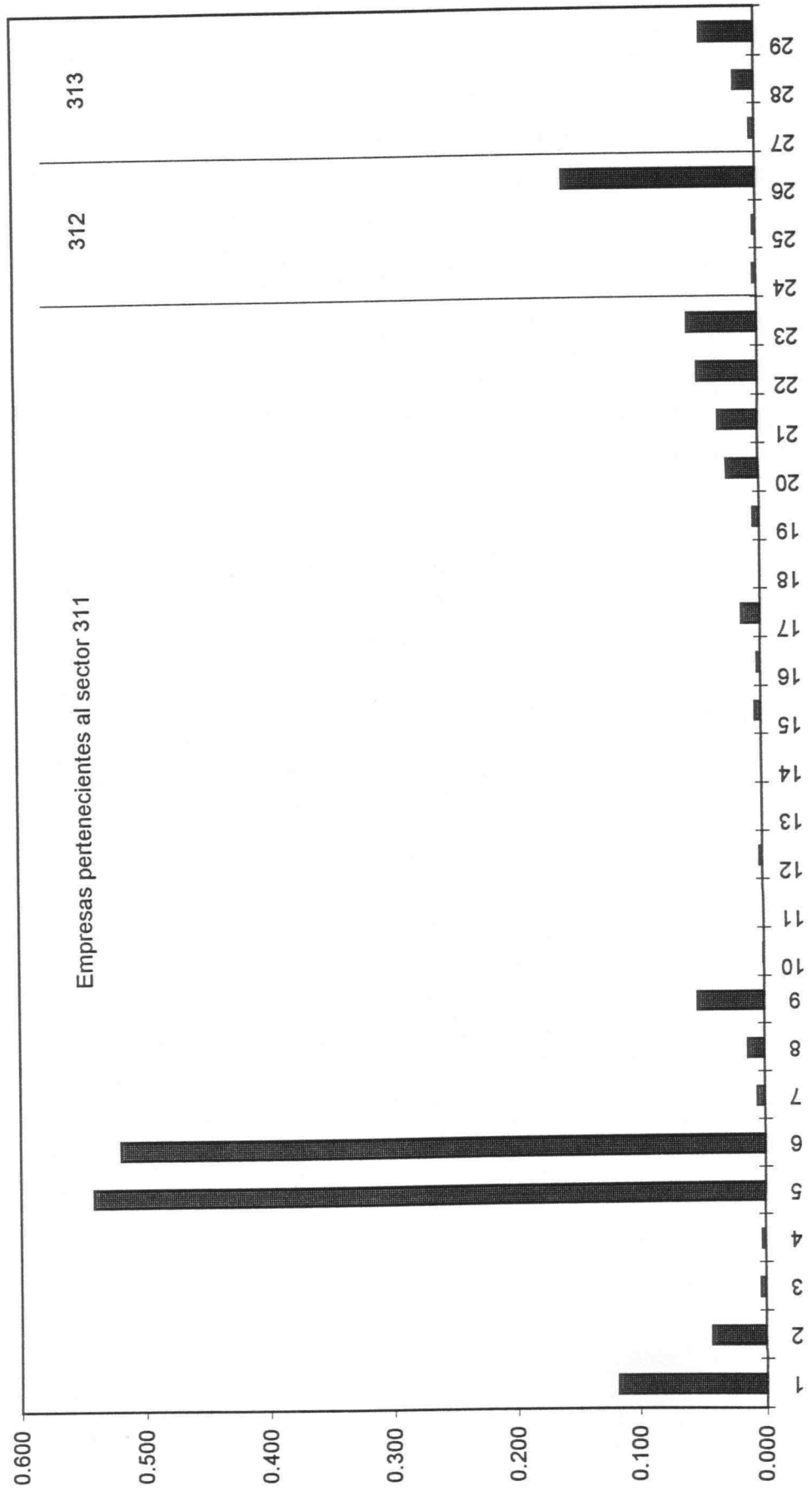


GRAFICO 6
COEFICIENTES DE EMISION DBO
TEXTILES Y CONFECCIONES (321-322)
(Kg/Año/PB)

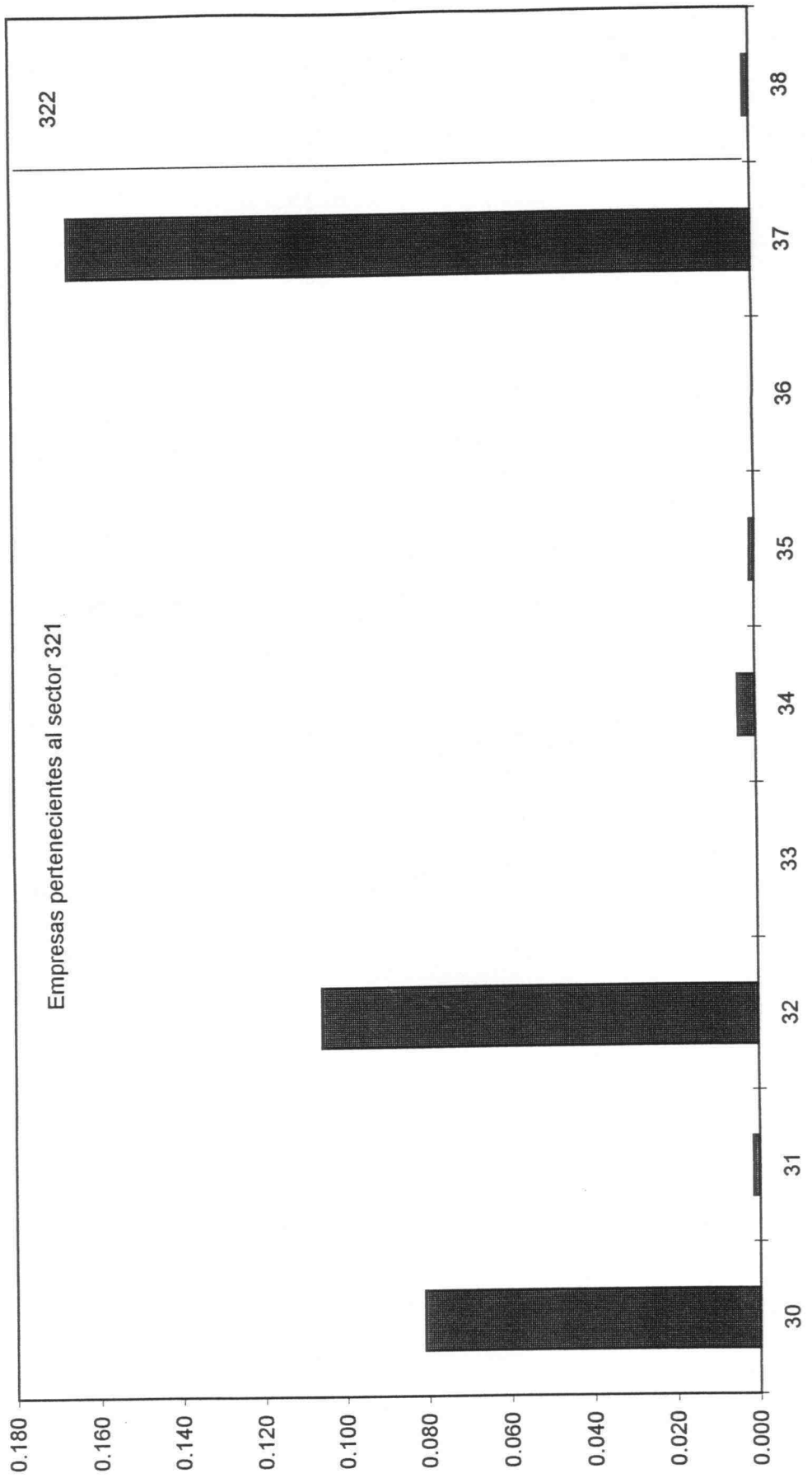


GRAFICO 7
 COEFICIENTES DE EMISION DBO
 QUIMICOS Y DERIVADOS DEL PETROLEO (351 a 354)
 (Kg/Año/PB)

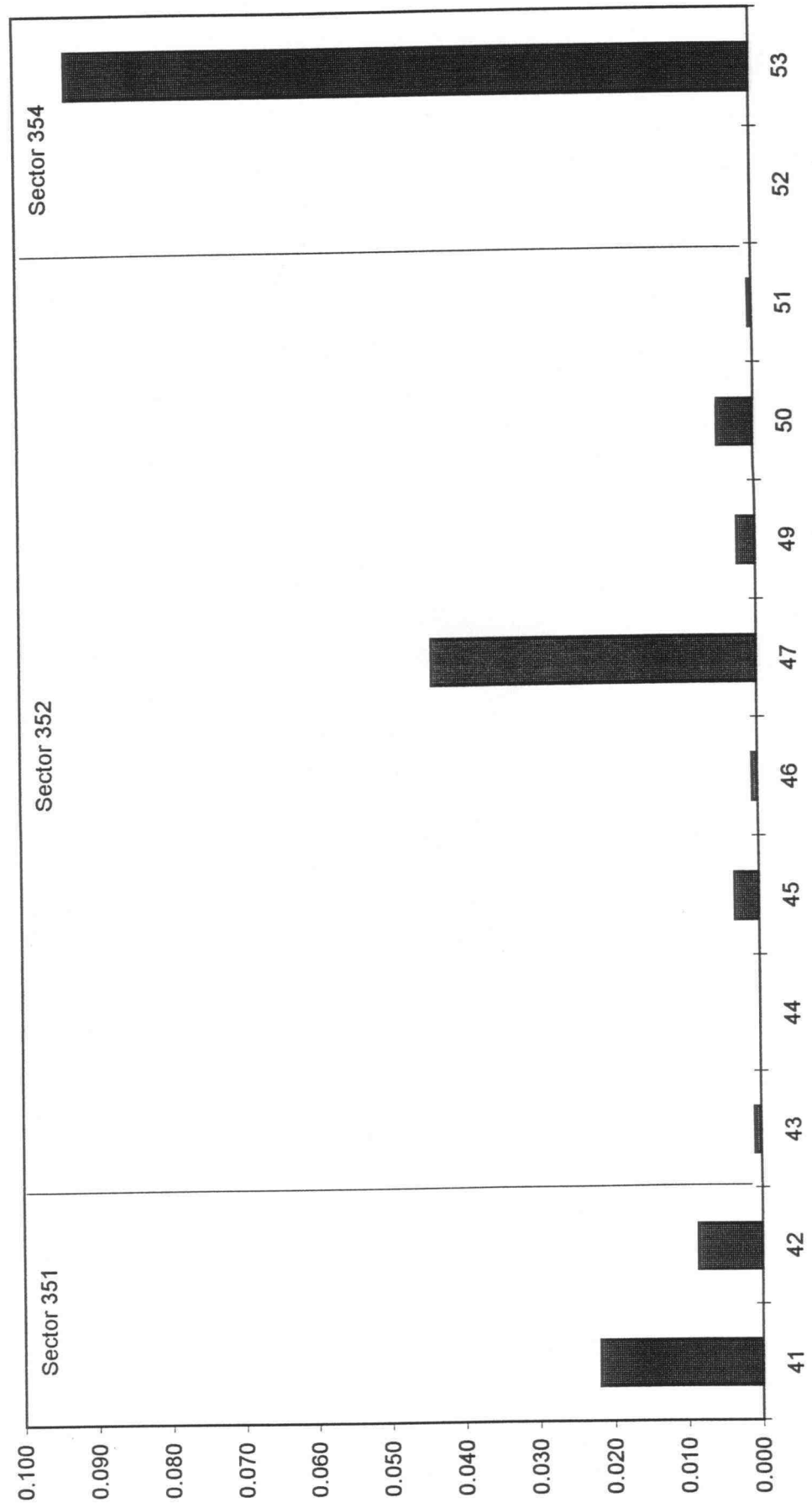
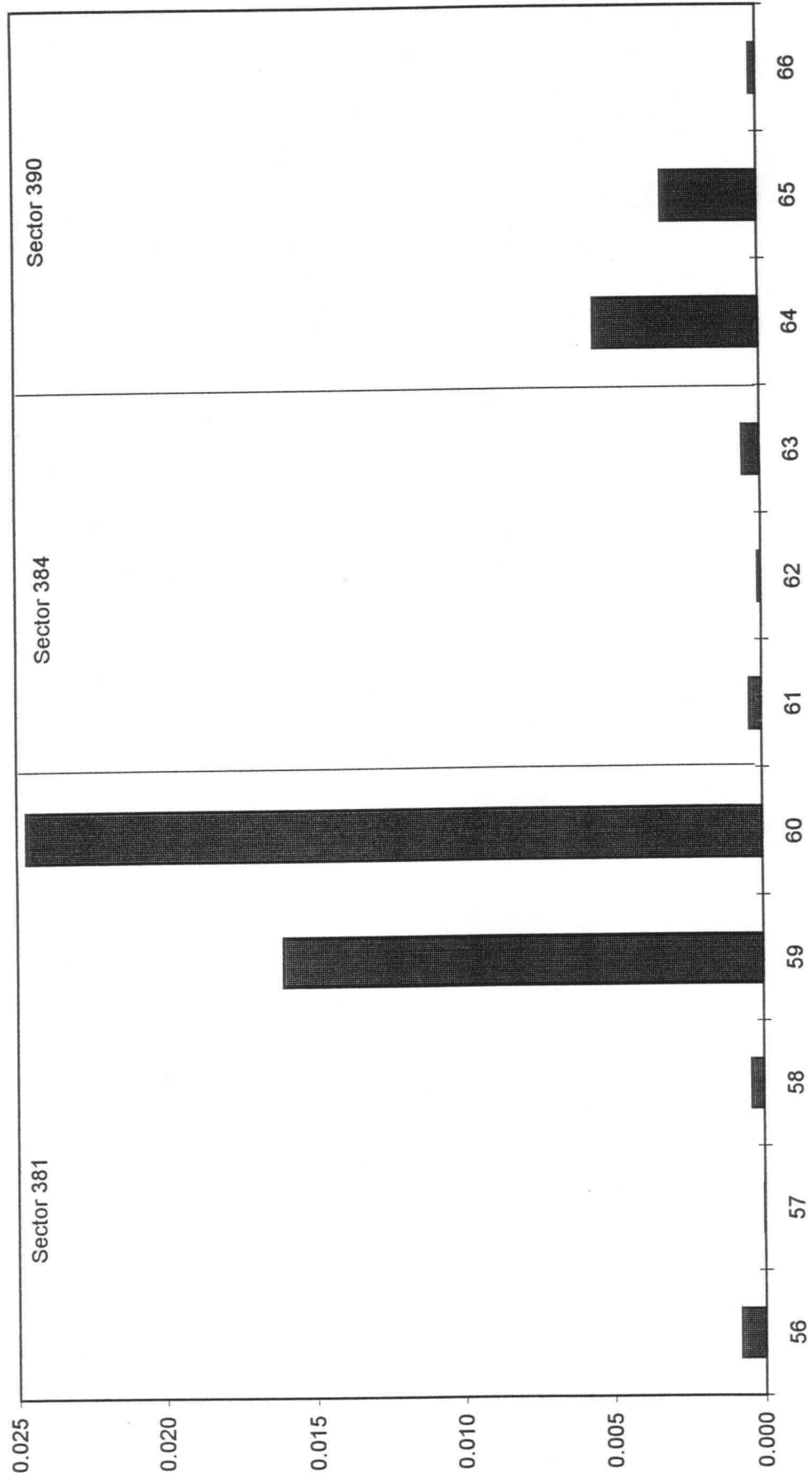


GRAFICO 8
 COEFICIENTES DE EMISION DBO
 PRODUCTOS METALICOS Y EQUIPO DE TRANSPORTE (381 - 384 - 390)
 (Kg/Año/PB)



tecnologías, representadas por diferentes combinaciones de insumos). Los niveles de eficiencia son medidos por la distancia entre la frontera de producción y la ubicación particular de cada empresa.

Utilizando los resultados de este estudio, la Gráfica 9 muestra la relación entre coeficientes de emisión de DBO y los niveles de eficiencia de las empresas de la muestra de la EAM. El Gráfico insinúa una relación negativa, aunque no muy pronunciada entre ambas variables: menores niveles de eficiencia están asociados a mayores coeficientes de emisión. Se observa también que en la medida en que nos acercamos a observaciones con coeficientes muy bajos de emisión, la dispersión en torno a la tendencia polinómica aumenta⁵. Sin embargo, la principal implicación del Gráfico no es afectada por este hecho, y es que, en tanto a partir de cierto umbral exista una relación negativa (positiva) entre eficiencia (ineficiencia) y emisiones contaminantes, la imposición de una tasa por contaminación puede ser un incentivo muy eficaz para que las empresas que están en dicho umbral reduzcan sus niveles de ineficiencia con el fin de evitar mayores pagos por sus vertimientos. Esta es una típica situación de ganancia-ganancia (“win-win situation”), en la medida en que al disminuir los niveles de ineficiencia no sólo hay una ganancia ambiental, sino también económica para la sociedad y para la propia empresa que ve reducidos sus gastos por unidad de producto al mejorar sus niveles de eficiencia.

Con base en la información sobre vertimientos de cada empresa de la base de datos de la EAM y de las diferentes propuestas de tasas retributivas, se calcularon los pagos de las tasas como proporción de: 1) la producción bruta de cada empresa; 2) los impuestos indirectos netos sobre la producción nacional, ambas variables en términos nominales para 1991⁶.

Los Gráficos 10 y 11 muestran las frecuencias relativas de los resultados asociados a cada propuesta. Como proporción de la producción bruta, la Propuesta 4 (tasa por el 25% del valor de la tasa mínima), implica que para el 71% de las empresas los pagos serían inferiores al 0.1% de su producción bruta. Esto es equivalente a decir que por cada mil pesos producidos, el 71% de las empresas pagaría menos de 1 peso como tasa retributiva. El 26% de las empresas pagaría entre uno y diez pesos (es decir, el 1% de la producción bruta), y sólo el 3% de las empresas pagaría más de 10 pesos (pero menos que 50).

Con la tasa máxima, dichas proporciones cambian significativamente: la proporción de empresas que paga menos del 0.1% de su producción bruta cae de 71% (con la tasa del 25%) a 40%. Mientras que el porcentaje de empresas que paga entre el 0.1% y el 1% de su producción bruta más o menos permanece igual (29% versus 26%), el gran cambio ocurre en el número de empresas que pagarían entre el 1% y el 5% de su producción bruta (que sería el 24% de las empresas versus el 3% en la propuesta más baja), y en aquellos que pagan más del 5% (correspondiente al 6% de las empresas).

⁵ Este hecho sugiere la existencia de heteroscedasticidad en la relación entre ambas variables: la varianza de los residuos no es constante sino que variaría en relación inversa al coeficiente de emisión.

⁶ El valor de las tasas en cada propuesta fué llevado por lo tanto, a pesos de 1991.

GRAFICO 9
EFICIENCIA Y EMISIONES

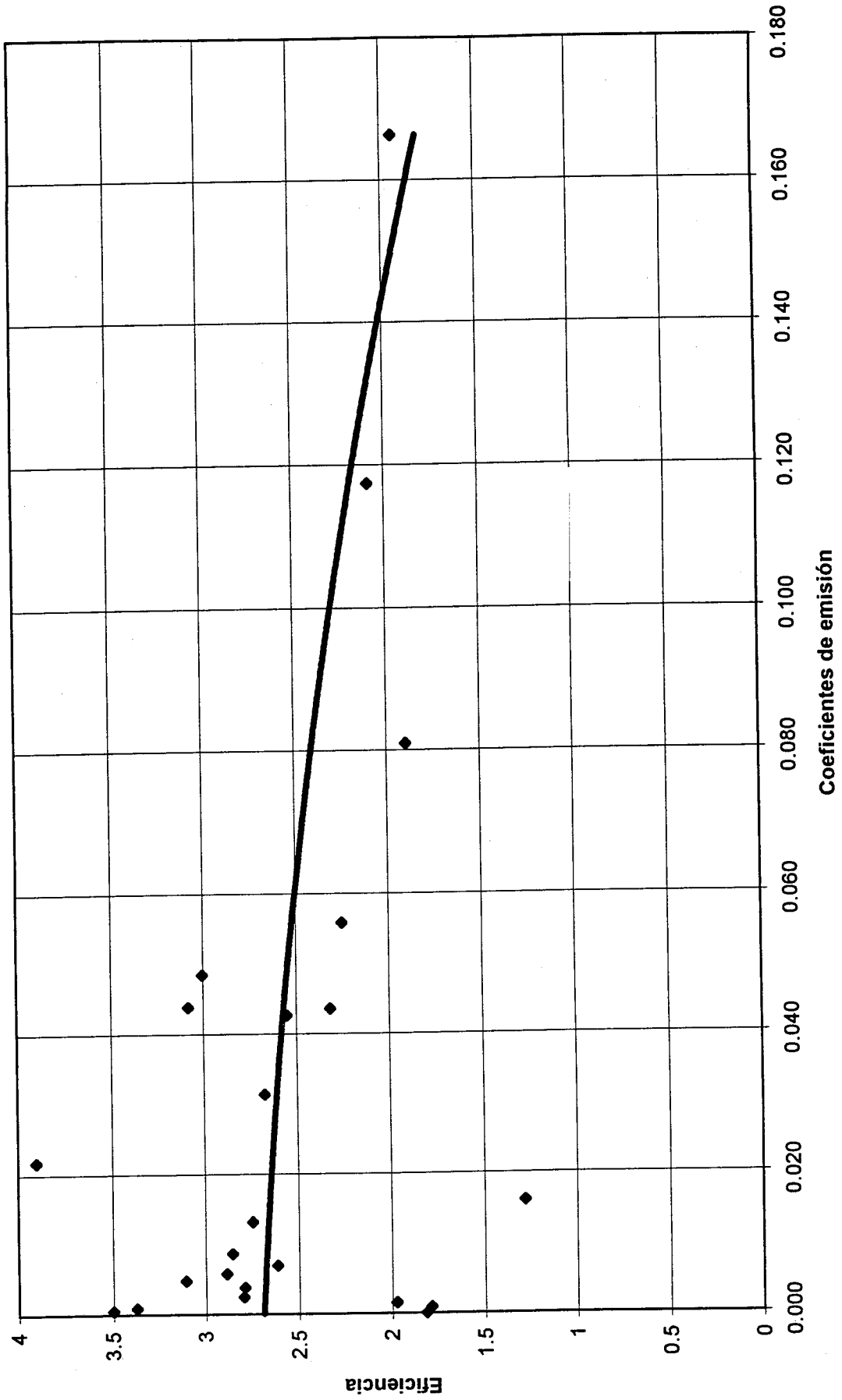
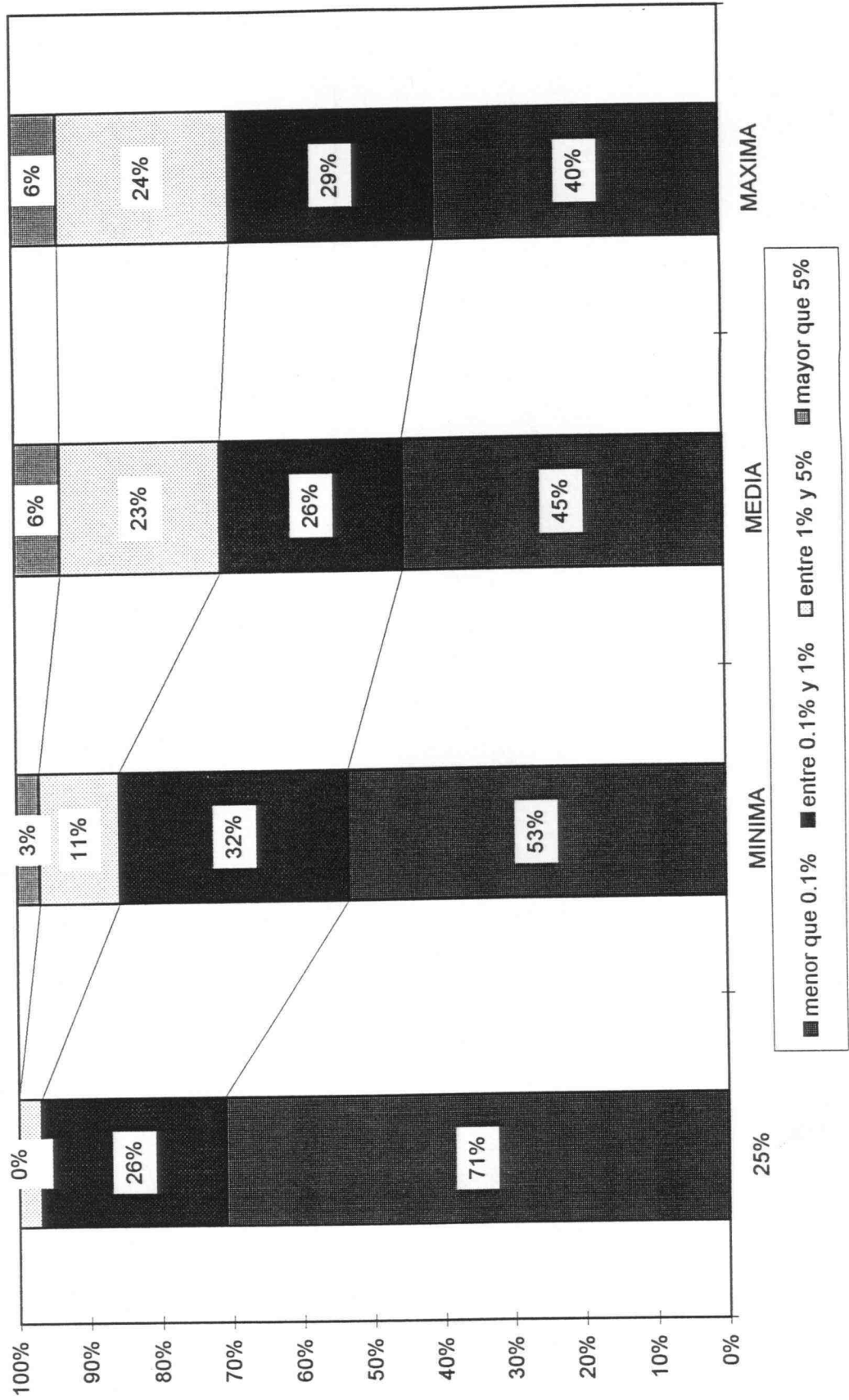


GRAFICO 10
PAGO DE TASAS RETRIBUTIVAS
 Como porcentaje de la Producción Bruta - Frecuencias Relativas



El Gráfico 11 replica este análisis con respecto al pago de impuestos indirectos netos sobre la producción nacional. Los rangos de clasificación son ahora: a) pagos por tasas retributivas correspondientes a menos del 1% de los impuestos indirectos (netos) que pagaban las empresas en 1991; b) pagos entre el 1% y el 5% de los impuestos indirectos; c) pagos entre el 5% y el 20%, y d) pagos superiores al 20%.

Como se observa, con la propuesta más baja (tasa del 25%), el 63% de las empresas pagarían lo correspondiente a menos del 1% de lo que pagaban en impuestos indirectos en 1991. Esta proporción disminuye al 36% de las empresas cuando se aplica la tasa máxima. Con la tasa más baja el 91% de las empresas pagaría menos del 5% de los impuestos indirectos. Esto es equivalente a decir que los pagos de impuestos, al incluirse las tasas retributivas (con la Propuesta 4) se incrementarían menos del 5% para el 91% de las empresas. Por el contrario, si se aplica la tasa máxima el 57% de las empresas verían incrementados sus impuestos en menos del 5%, pero para más del 40% de las empresas los impuestos se aumentarían en mayor proporción, y para el 25% de las empresas los impuestos pagados (incluyendo las tasas) aumentarían más del 20%. Obsérvese que ésta proporción es similar a la que se encontró en el análisis con respecto a los impuestos a la renta.

Finalmente, los Gráficos 12 y 13 muestran la relación entre coeficientes de emisión y tasa retributiva. El Gráfico 13 excluye las dos observaciones que presentan los mayores coeficientes de emisión de toda la muestra, con el fin de ilustrar en forma más clara la relación directa que existe entre ambas variables.

D. Evaluación del Impacto Financiero

Este análisis se realiza con base en la información de los Estados Financieros (Balance y Estado de Pérdidas y Ganancias) de la Superintendencia de Sociedades a nivel de establecimiento identificando las empresas (por NIT) que hacen parte de la muestra de la USCCI con información sobre vertimientos. Igualmente se utilizarán las estimaciones de recaudo por concepto de tasas retributivas realizadas por la USCCI para el caso de Bogotá.

Para esta muestra de empresas se construyen indicadores de rentabilidad, márgenes de ganancia, e indicadores de la situación financiera de las empresas con base en información de ingresos y gastos, costos variables, y otras provenientes de los Estados Financieros de dichas empresas. Se debe anotar que esta información es la más actualizada que se puede conseguir (1993), con la ventaja de que se ha incorporado una buena parte de las importantes transformaciones que pueden haber ocurrido en la estructura financiera de las empresas como resultado de la apertura económica. Actualmente se está gestionando ante la Superintendencia de Sociedades la obtención de la información de 1994, la cual sería utilizada si se cuenta con ella para este proyecto.

Con el fin de diagnosticar el impacto financiero del cobro de tasas retributivas sobre vertimientos hídricos a un grupo de industrias de la ciudad de Santafé de Bogotá, se

GRAFICO 11
PAGO DE TASAS RETRIBUTIVAS
Como porcentaje de los Impuestos Indirectos - Frecuencias Relativas

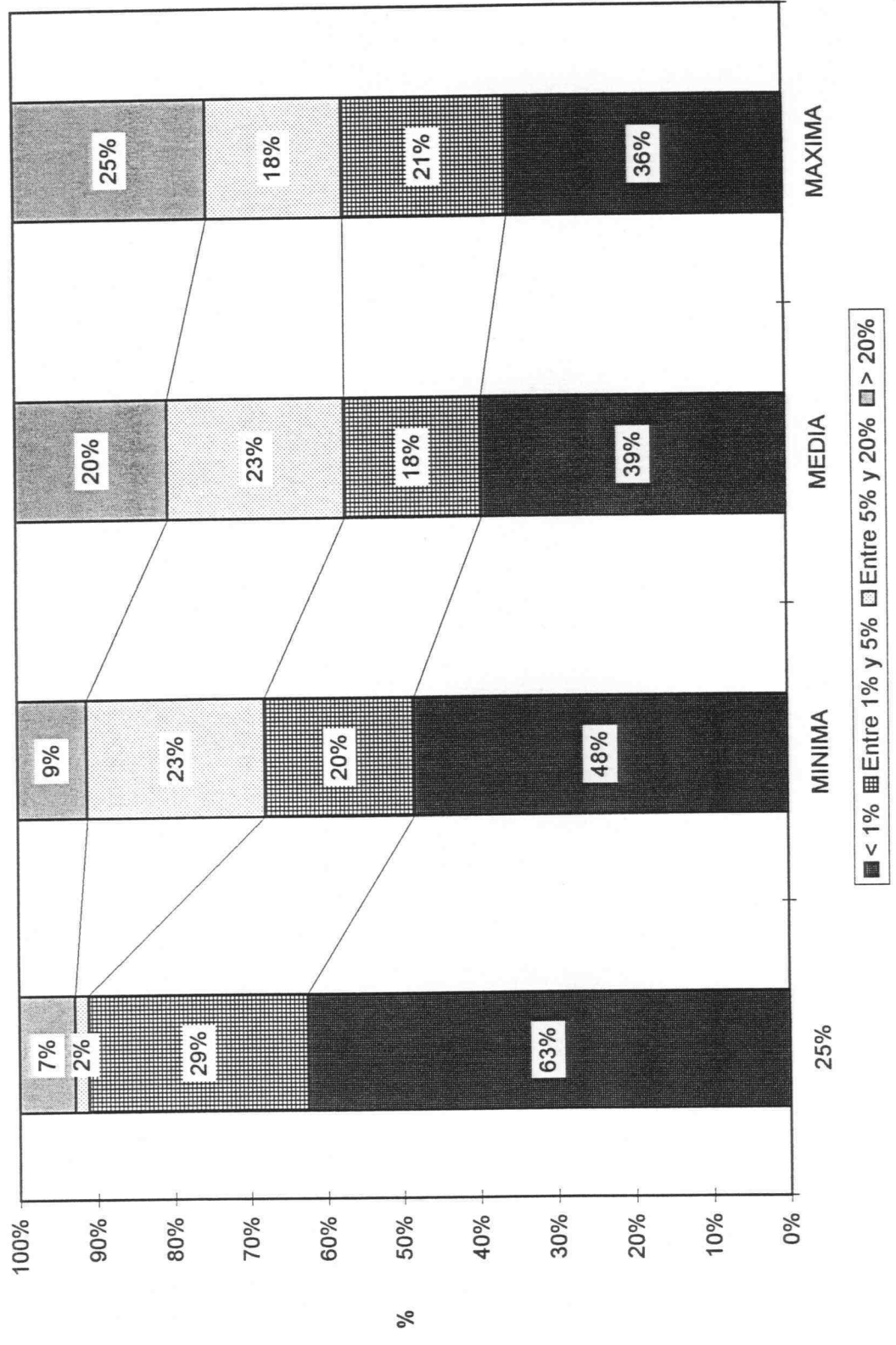
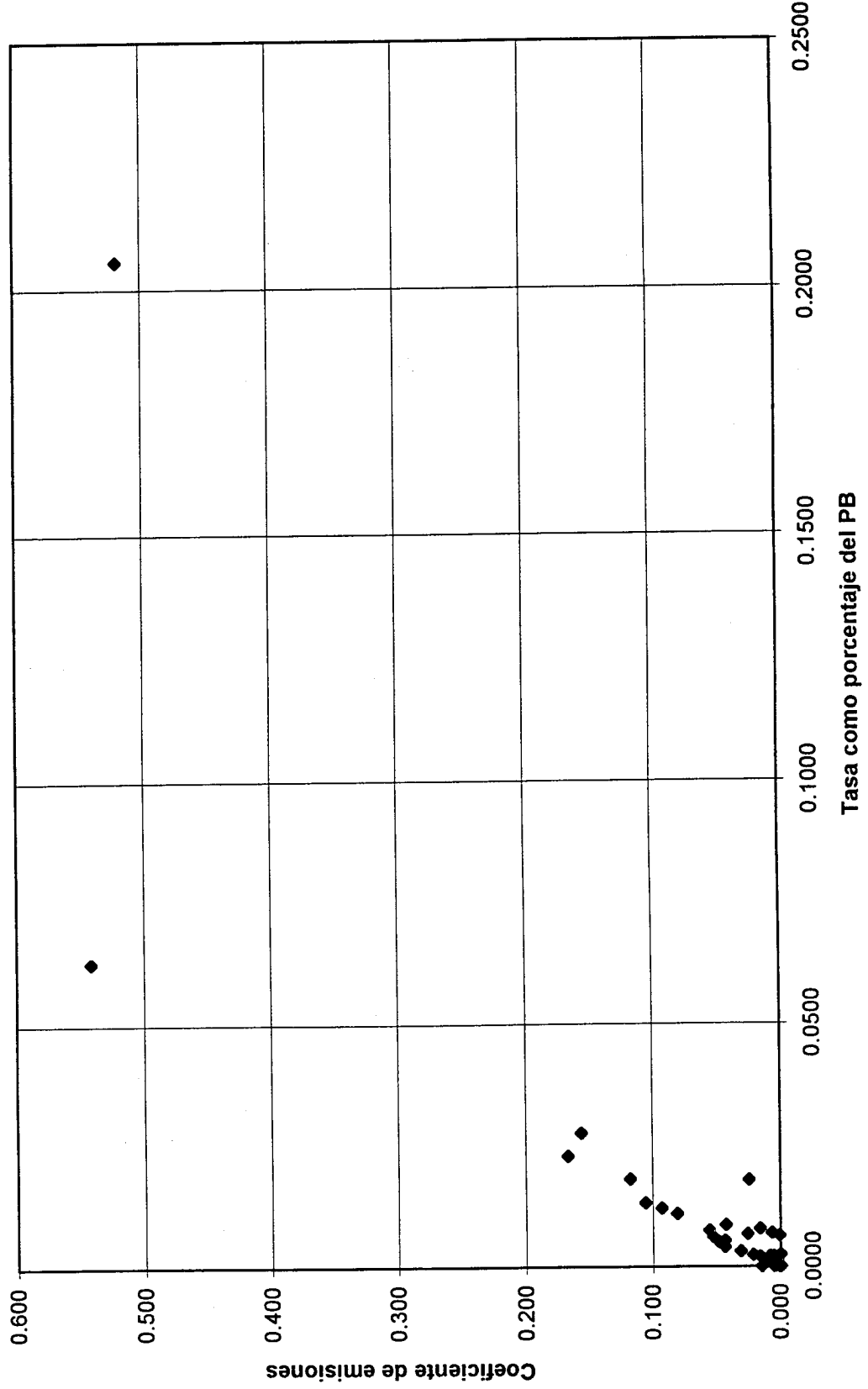


GRAFICO 12
COEFICIENTES DE EMISION Y TASA RETRIBUTIVA
(Como % de la Produccion Bruta)



GRAFICA 13
COEFICIENTES DE EMISION Y TASA RETRIBUTIVA
(Como porcentaje de la Produccion Bruta)

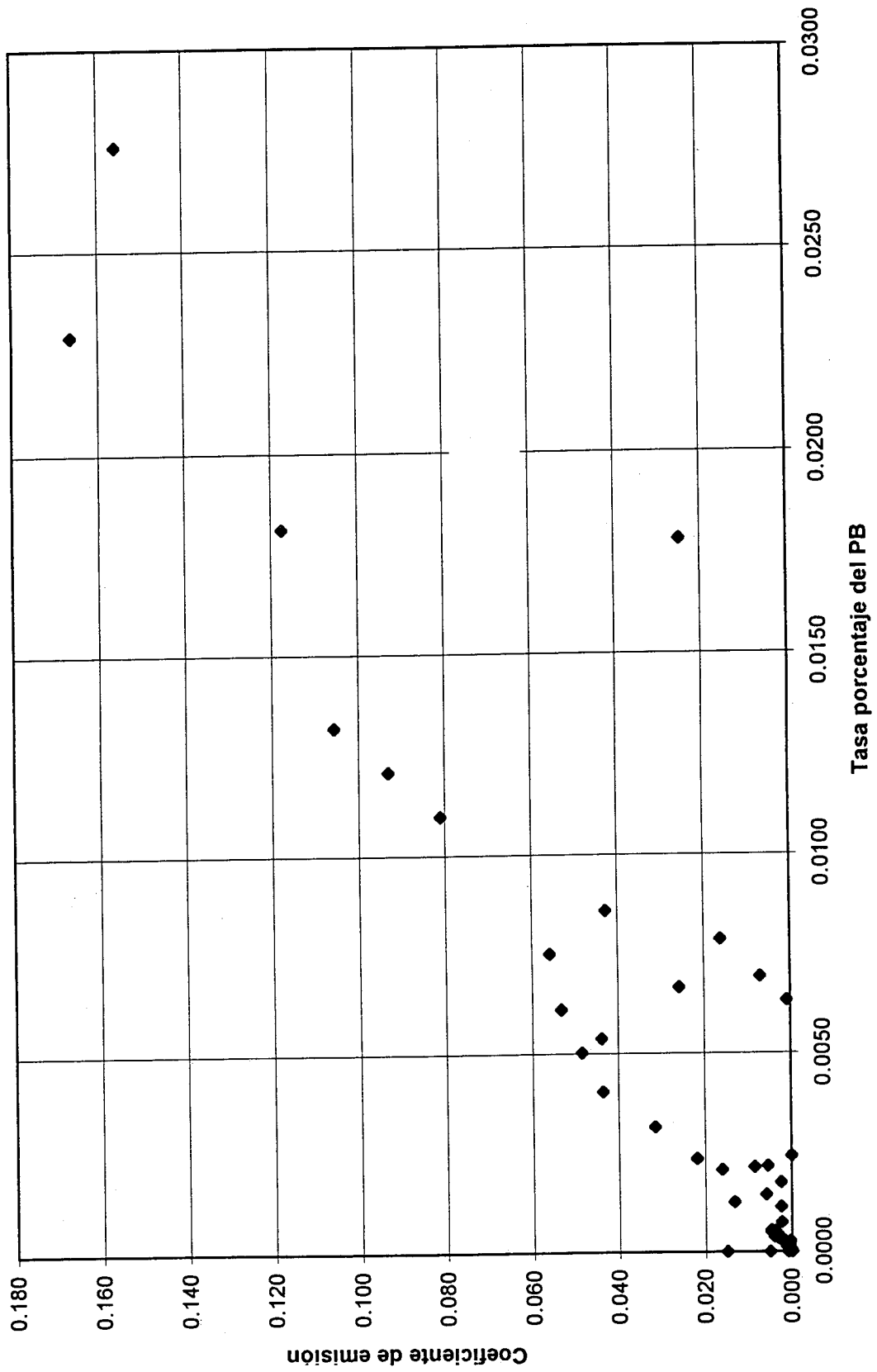
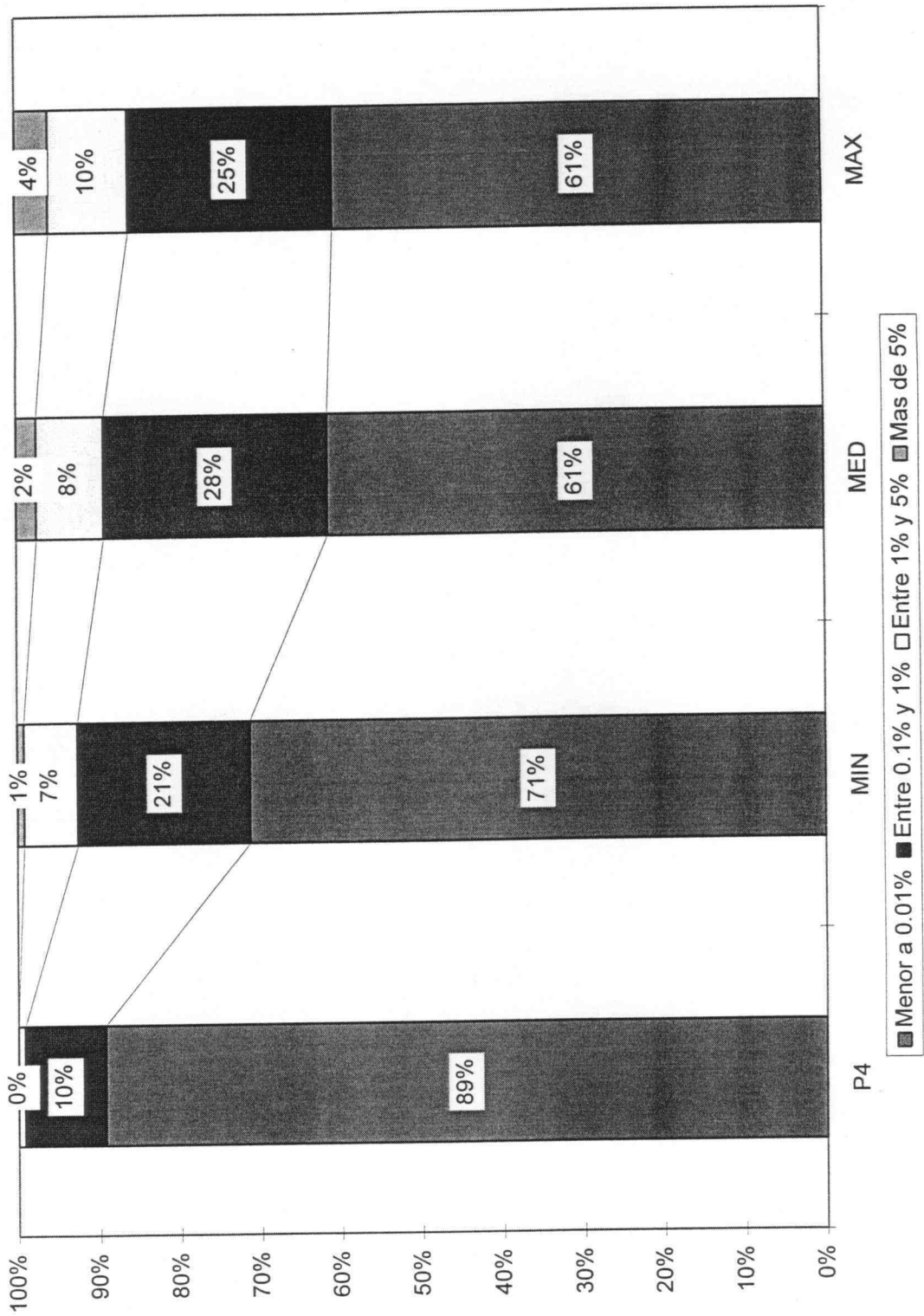


GRAFICO 14
PAGO DE TASAS RETRIBUTIVAS
 (Como % de los Ingresos Operacionales)



calcularon algunos indicadores que permitieran evaluar la eficiencia de las empresas en el manejo de los recursos, su capacidad operativa para generar utilidades, el grado de utilización de sus activos fijos y el control efectivo de sus costos. Dichos indicadores fueron examinados antes y después de cargar el monto total a pagar por concepto de la tasa.

Los indicadores calculados fueron:

INDICADOR 1 = $\text{Gastos Operac. de administración} / \text{Activos Fijos}$

Este Indicador muestra la cantidad que se tiene que erogar en la administración de la operación respecto del valor invertido en propiedad, planta y equipo. Se evalúa el incremento en la tasa cuando de incrementan los gastos como consecuencia del pago de las tasas.

INDICADOR 2 = $(\text{Pago de la Tasa} / \text{Ingresos Operacionales}) * 100$

Mide el tamaño del pago de la tasa retributiva como proporción de los ingresos operacionales.

INDICADOR 3 = $(\text{Utilidad Neta Antes de Impuestos} / \text{Ingresos Operacionales}) * 100$

Mide la capacidad operativa que tiene la empresa para generar utilidades, es decir la capacidad o eficiencia en la administración de sus costos operativos. Al compararse contra el mismo indicador de otras empresas del sector se puede apreciar su fortaleza o debilidad.

Para observar el efecto del pago de la tasa a través de este indicador restamos a la utilidad neta antes de impuestos el monto de la tasa.

INDICADOR 4 = $(\text{Utilidad Neta antes de Impuestos} / \text{Activos Fijos}) * 100$

Muestra el rendimiento sobre los activos fijos y mide la eficacia con la cual la empresa ha empleado sus recursos invertidos en activos fijos. Si se compara con el indicador del sector se puede saber si es fuerte o débil o contra tasas de oportunidad de otro tipo de inversiones. Al igual que en el caso anterior restamos a la utilidad neta el valor de la tasa.

Los Gráficos 14 a 16 muestran los principales resultados.

Los pagos por tasa retributiva representan menos del 0.01% de los ingresos operacionales para el 89% de las empresas bajo la Propuesta 4. Esta proporción baja al 61% con la tasa máxima. Para más del 15% de las empresas las tasas corresponden a más del 1% de sus ingresos operacionales.

La razón de gastos operacionales sobre activos fijos se incrementaría menos del 1% para el 54% de las empresas cuando se aplica la Propuesta 4. Esta proporción disminuye al 22% de las empresas si se aplica la tasa máxima. Con ésta última, el porcentaje de empresas con un

GRAFICO 15
PAGO DE TASAS RETRIBUTIVAS
(Incremento en Gastos Operacionales/Activos Fijos)

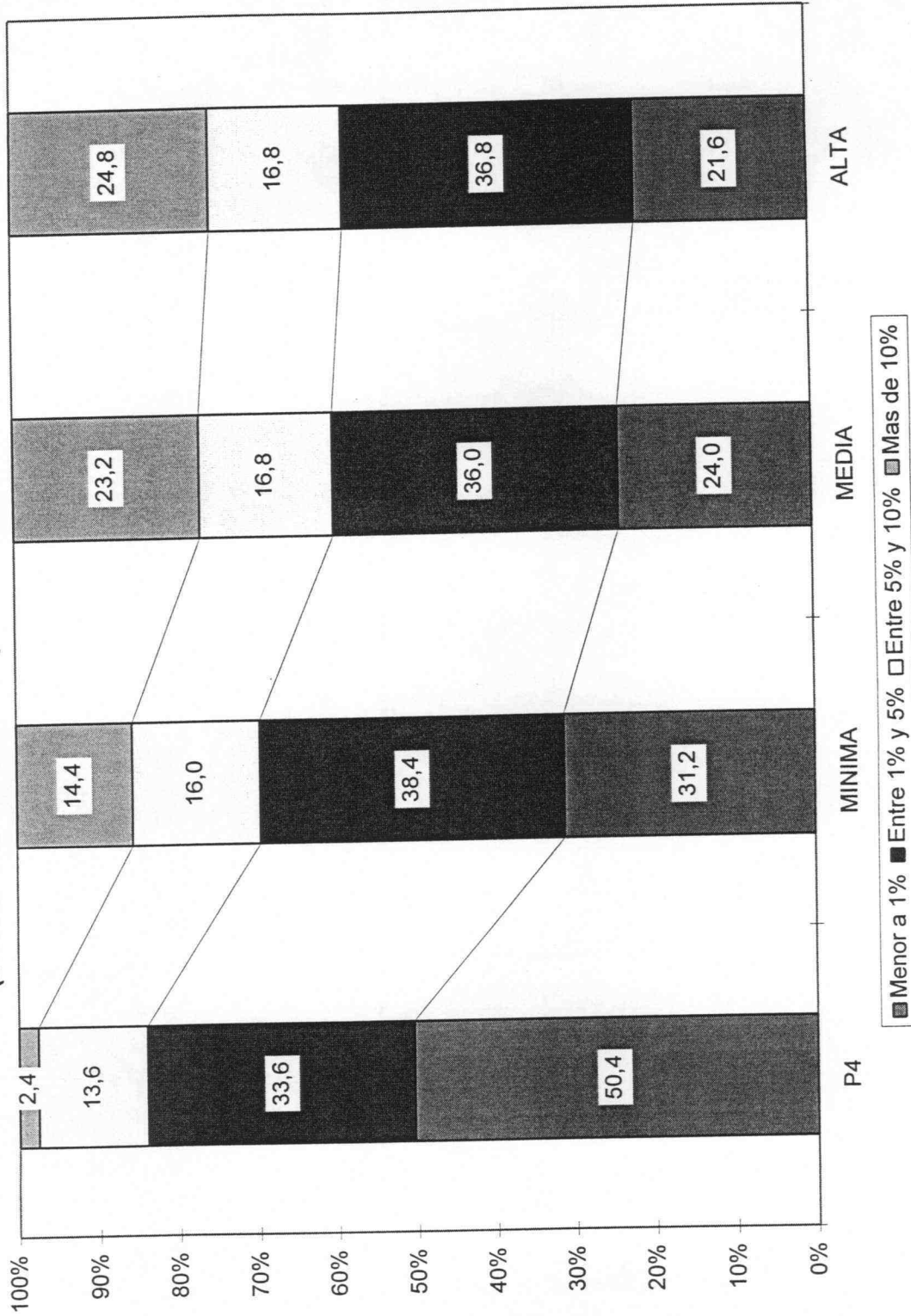
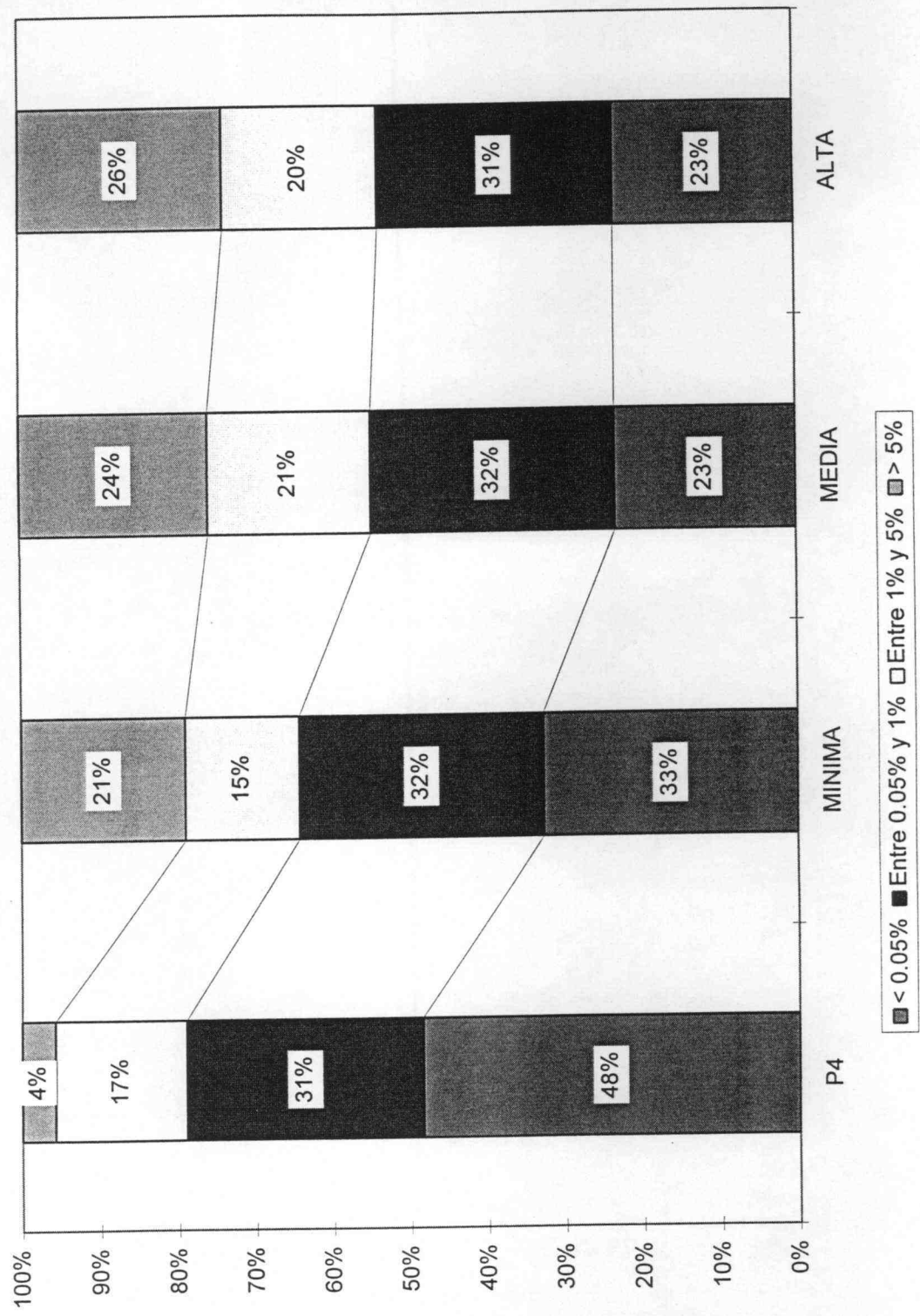


GRAFICO 16
PAGO DE TASAS RETRIBUTIVAS
 (Disminución de Utilidades / Ingresos Operacionales)



incremento mayor al 10% en sus gastos operacionales como proporción de sus activos fijos sería del 25%, mientras que en la Propuesta 4 era sólo de 2.4%

La disminución de utilidades (como proporción de los ingresos operacionales) es menor al 0.05% para el 48% de las empresas bajo la Propuesta 4. Esta proporción es del 23% con la tasa máxima. La tasa de utilidades cae más del 5% para el 26% de las empresas si se aplica la tasa máxima, y sólo para el 4% bajo la Propuesta 4.

III. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB- ESP

En este capítulo presentamos el análisis del efecto probable del cobro de las tasas retributivas por contaminación hídrica sobre la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB). El análisis se hace en las siguientes partes: primero se hace una descripción general de la empresa. Luego se hace una estimación de los caudales de aguas negras en términos de los caudales medios y de las principales fuentes de contaminación industrial. En la siguiente sección se resumen los principales resultados de diferentes estudios sobre las alternativas de tratamiento para la conducción y saneamiento de aguas negras. Con base en esta información se hace un cálculo del monto a pagar por tasas retributivas con y sin tratamiento de aguas negras, y sobre los montos de inversión requeridos para acometer las obras. Finalmente nos referimos a la estructura tarifaria de la empresa y se evalúa, con base en diferentes estudios, la posibilidad de utilizar dicha estructura para cubrir los mayores costos medios operacionales como resultado de los pagos de las tasas retributivas por contaminación hídrica.

A. Descripción de la Empresa

La EAAB_ESP es una empresa industrial comercial de servicios públicos, del orden distrital, dotada de personería jurídica, autonomía administrativa y capital independiente, cuya función es la prestación de los servicios públicos esenciales domiciliarios de acueducto y alcantarillado en el área del Distrito Capital de Santafé de Bogotá, la Sabana de Bogotá y su zona de influencia.

Actualmente cubre el 100% de la demanda de la población por agua, para lo cual cuenta con tres sistemas básicos de abastecimiento incluyendo plantas de tratamiento como son: La Regadera Creado en 1930, con un caudal de 1 m³/seg, La Planta de Tibitó, construido en 1950 con un caudal de 10.5 m³/seg y el Sistema Chingaza con su planta de tratamiento Wiesner que posee un caudal de 13.5 m³/seg y fue creado en 1980. Los tres sistemas en total proveen en promedio un caudal de 25 m³/seg para abastecimiento de la ciudad.

Para abastecer la demanda de agua de la ciudad la empresa debe asumir las funciones de diseño, construcción y mantenimiento del sistema de abastecimiento. Esto incluye, plantas de tratamiento, líneas de expansión, tanques, red matriz, red secundaria, y finalmente, cobro del servicio.

La EAAB también tiene que asumir el control técnico de las represas y sus respectivos embalses los cuales surten de agua a la capital en los momentos en que la EAAB pierde su ahorro voluntario ante los imprevistos cambios del sistema de lluvias. Dichos embalses tienen una capacidad útil de 940.7 Mm³ de éstos Sisga, Neusa y Tominé con una capacidad de 888 Mm³, tienen por objeto regular las aguas de la parte superior de la cuenca alta, para garantizar el suministro al sistema de Acueducto de Bogotá y secundariamente, la producción de energía. A su vez los pequeños embalses de la Regadera, Chisacá y Tunjos se utilizan básicamente para el suministro de agua al Suroriente de la Ciudad. Finalmente el embalse del Muña con una capacidad de 41.4 Mm³ almacena aguas negras del río Bogotá utilizadas para la generación de energía.

En cuanto al servicio de alcantarillado la empresa tiene actualmente una cobertura del 70%, para lo cual tiene a su cargo la construcción, control y mantenimiento de las redes locales y secundarias y el cobro de la tarifa. Es importante recalcar que actualmente no existe ninguna planta de tratamiento de aguas negras para la Ciudad. Existe sin embargo el Programa Santafé I cuyo objetivo es descontaminar el primer tramo del río Bogotá a través de la ampliación de cobertura al 85 - 90% y el mejoramiento del servicio de alcantarillado. Con dicho objetivo, en la primera etapa se planea realizar inversiones cercanas a los 207.5 millones de dólares.

B. Estimación de los caudales de aguas negras

El estudio realizado para escoger la Estrategia de Saneamiento del río Bogotá EPAM, comprueba que las estimaciones existentes encierran una importante sobreestimación de las aguas residuales, debido a los altos volúmenes de pérdidas técnicas de diversa naturaleza que presenta el sistema de conducción y distribución del acueducto. En consecuencia los consumos per capita que sirven de base a la estimación de las aguas de consumo y las aguas negras han sido sobrestimados, por lo cual la EPAM realizó un estudio de caudales de aguas negras que sirviera de base al dimensionamiento de los sistemas de tratamiento.

De acuerdo a estimaciones de la EAAB (División de Estadística de Subgerencia de Planeamiento) los consumos domésticos per cápita de la ciudad son :

Estrato 1 : 160 L/ hab-día
 Estrato 2,3,4 : 180 L/hab-día
 Estrato 5 : 190 L/hab-día
 Estrato 6 : 220 L/ hab-día

1. Cálculo de los caudales medios de aguas negras

Con base en los consumos medios de agua de la ciudad se estimaron los caudales medios de aguas negras constituido por: (1) un caudal sanitario básico (CSB), calculado con base en caudales de retorno del 85 % para aguas de uso doméstico y del 100% para usos industriales y comerciales; (2) un caudal de infiltración de conexiones erradas (CAI) equivalente a 0.1

l/seg-hab. A la suma de estos dos valores se le adicionó un 10% para tener en cuenta posibles errores en la estimación.

2. Las fuentes de contaminación hídrica

La calidad de las aguas del río Bogotá ha sido afectada por las descargas de aguas negras de los asentamientos urbanos de su cuenca, especialmente de la ciudad de Santafé de Bogotá, esta contaminación es la denominada “contaminación biológica”; por los vertimientos de aguas residuales industriales, la “contaminación química, mineral y orgánica”; y por los aportes de materiales sólidos insolubles en el agua, la “contaminación física” a las redes de drenaje natural y/o artificial.

En Bogotá las principales fuentes de contaminación son las descargas de aguas domésticas, los vertimientos industriales y los arrastres de escorrentía superficial.

Aguas Residuales Domésticas (ARD): son las responsables de la mitad de la contaminación biológica, según estimaciones hechas por la EPAM. De la carga orgánica total que genera Bogotá (con datos a 1991) de 467.25 Tn de DBO diarios, las ARD aportan el equivalente a 254.66 Ton DBO día o sea el 54 % de la misma. Se observa que para el caso de Bogotá, la mayor contaminación es aportada por la cuenca del Fucha (42.3%), seguida por las del Salitre, (28.2%) y el Tunjuelo (22.2%) .

Aguas Residuales Industriales (ARI) : generan una carga de 212.59 Tn de DBO al día equivalente al 46% de la carga orgánica total que produce Bogotá. Se observa en este caso que la mayor contaminación es aportada por la cuenca del Fucha (78.4%), seguida muy de lejos por las cuencas del Salitre (10,6%) y el Tunjuelo (7.8%). Las ARI son las responsables de la totalidad de la contaminación por metales tóxicos y por productos químicos orgánicos como grasas, aceites y fenoles.

La contaminación física de las aguas del río es debida a los materiales sólidos insolubles en el agua, tales como arcillas, arenas y basura provenientes de las actividades domésticas e Industriales.

La Tabla 4 ilustra las estimaciones hechas por la EPAM, para el año 1991 y las proyecciones realizadas para el año 2000, las cuales sirvieron de base para promediar las cargas para el año 1996 de DBO y SST, datos utilizados para estimar el monto total de la tasa que tendría que pagar la EAAB por concepto de las descargas de DBO y SST producidas por las cuencas de drenaje conectadas a la red de acueducto y alcantarillado.

TABLA 4

Contaminantes Tn/día	1991	2000	1996 *
DBO doméstico	254.66	315.72	288.58
DBO Industrial	212.59	234.64	224.84
SST	781.72	942.77	871.196

Fuente : EPAM Ltda "Estrategia de Saneamiento del Río Bogotá.

* Promedios calculados por incrementos anuales.

D. Alternativas de tratamiento relacionadas con la conducción y saneamiento de aguas negras

Entre 1981 y 1985, el consorcio formado por las firmas Hidroestudios, de Colombia y Black and Veatch International de los Estados Unidos realizaron para la EAAB el Plan Maestro de Alcantarillado.

Dicho Plan identificó 16 alternativas en relación con la conducción y tratamiento de las aguas residuales, las cuales fueron sometidas a un proceso de análisis y selección de varias etapas, para finalmente seleccionar las cuatro mejores. Estas últimas son objeto del estudio Estrategia de Saneamiento del Río Bogotá (EPAM Ltda), entidad que se encargó de definir las mejores estrategias de saneamiento. La recomendación hecha por el estudio fue escoger la construcción escalonada de tres plantas de tratamiento de aguas, ubicadas cerca de las desembocaduras de los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo en el río Bogotá.

Para analizar la relación entre el costo de tratamiento, las tarifas de las tasas y las eficiencias de remoción, nos basamos por lo tanto en esta alternativa.

1. Descripción general

En la Planta del Salitre se tratarían las aguas negras de las cuencas de Torca, la Conejera y Salitre, en la planta de Fucha se tratarían las aguas negras de Jaboque, Fucha y Tintal y en la Planta del Tunjuelo se tratarían las aguas negras de Tunjuelo y Soacha. Todas las plantas incluirían procesos de tratamiento preliminar, primario y secundario, con recolección y tratamiento de lodos para su disposición en rellenos de seguridad.

La Planta del Salitre tendría capacidad para tratar un caudal de agua de 8.4 m³/seg, la de Fucha tendría una capacidad de 11.4 m³/seg y el Tunjuelo 3.8 m³/seg.

Las Plantas producirían efluentes con una concentración de DBO y SST de aproximadamente 30 mg/litro lo que significaría una remoción global del 85-90 %.

2. Costos del Proyecto

La Tabla 5 ilustra los costos del proyecto en el año de 1993 y actualizados para 1996. Para actualización de los componentes del Costo se utilizó las tasas de cambio para diciembre de 1993 (803.53) y septiembre de 1996 (1041.32) respectivamente y el IPP total.

Si se consideran los costos de dragados y construcciones, actualizados a 1992 de 32.4 millones de dólares por m³/seg, *el costo total de la alternativa sería de US\$ 721.4 millones de dólares y no de US\$ 1,552.348* como se desprende de la estimación de HE-BVI.

TABLA 5
VALORES PROBABLES DE LA PROPUESTA
(Millones de Dólares)

Componente	Terrenos		Inv. Tratamiento a 32.4 m ³ /seg		TOTAL	
	1993	1996	1993	1996	1993	1996
Planta Salitre	15.2	17.93	218.1	257.26	233.3	275.19
Planta Fucha	15.4	18.17	258.6	305.03	274.0	323.17
Planta Tunjuelo	15.2	17.93	198.9	234.61	214.1	252.54
TOTAL	45.8	54.03	675.6	796.91	721.4	850.90

Fuente : Estudio para la Estrategia de Saneamiento del Río Bogotá. EPAM Ltda.

Los costos de los sistemas de tratamiento están expresados en términos de volumen de agua a tratar y valores de DBO y sólidos suspendidos a remover.

3. Impacto del Cobro de las Tasas Retributivas

A continuación se muestran los resultados del ejercicio de calcular los efectos del cobro de la Tasa Retributiva mínima a la EAAB en los escenarios sin tratamiento y con tratamiento respectivamente, utilizando información para 1996.

Los datos corresponden a la sumatoria de la carga orgánica y del caudal de las 8 cuencas de drenaje al río Bogotá.

Caudal de Agua Residual = 42.658 m³/seg
 DBO = 513.42 Tn/día
 SST = 871.196Tn/día

Tasa Retributiva por concepto DBO = \$45/Kg
 Tasa Retributiva por concepto SST = \$27/Kg

Alternativa Sin Tratamiento

El monto total a pagar sería:

$\$45 / \text{Kg} \times 513,420 \text{ Kg DBO} / \text{día} \times 365 \text{ días} = 8,433 \text{ millones de pesos.}$

$\$27 / \text{Kg} \times 871,196 \text{ Kg SST} / \text{día} \times 365 \text{ días} = 8,585.6 \text{ millones de pesos.}$

TOTAL : \$17,019 millones de pesos por año.

Este valor total corresponde al 52.36 % de los ingresos operacionales y al 57.44 % de los Ingresos por concepto de Alcantarillado de la EAAB, Enero-Julio de 1996.

Con tratamiento secundario de 85 % de Remoción :

$\$45 / \text{Kg} \times 77,013 \text{ Kg DBO} / \text{día} \times 365 \text{ días} = 1,265 \text{ millones de pesos}$

$\$27 / \text{Kg} \times 130,680 \text{ Kg SST} / \text{día} \times 365 \text{ días} = 1,288 \text{ millones de pesos}$

TOTAL = \$2,550 millones de pesos al año.

Este pago corresponde al 7.85 % de los Ingresos operacionales y al 8.61 % de los ingresos por concepto de alcantarillado para el mismo período anterior.

El Cuadro 1b evalúa el pago de tasas retributivas ante los diferentes niveles de las tasas y en opciones intermedias de tratamiento. Por éstas entendemos las alternativas intermedias entre el escenario sin tratamiento y el escenario con las tres plantas de tratamiento. En el Cuadro se analiza la alternativa de construir una o dos de las tres plantas. Así por ejemplo, si sólo se construye la planta del Fucha y el nivel de las tasas es el de la Propuesta 4 (25% de la mínima), el valor a pagar por tasas retributivas sería de 10,345 millones de pesos por año. Este monto sería de 14,000 millones de pesos en el caso en el cual sólo se construye la planta del Salitre. Si se construyen ambas, el total a pagar es de 7,328 millones de pesos.

El Cuadro 1b también muestra el valor anualizado (a 25 años) de la inversión total de la planta o plantas. Finalmente se hace un cálculo del costo relativo de cada opción de tratamiento versus la alternativa de no tratamiento. En este último caso el costo de tratamiento es igual al valor total a pagar por la tasa retributiva (\$17,019 millones anuales para el nivel de las tasas de la Propuesta 4). En el caso en el cual se invierte en una planta de tratamiento, el costo total es igual al pago por tasa retributiva sobre la carga contaminante no tratada, más el pago anualizado de la inversión.

CUADRO 1b

IMPACTO DEL COBRO DE LAS TASAS RETRIBUTIVAS
EVALUACION DE DIFERENTES ALTERNATIVAS

ESCENARIO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
DBO (kg/dia)	513420	77013	257073	410320	436452	153973	180105	333351
Valor a pagar (Millones \$)								
Propuesta 4	8,433	1,265	4,222	6,740	7,169	2,529	2,958	5,475
Minima	28,485	4,273	14,262	22,765	24,214	8,542	9,992	18,494
Media	66,526	9,979	33,310	53,167	56,553	19,951	23,337	43,194
Maxima	76,271	11,441	38,190	60,955	64,837	22,873	26,756	49,521
SST (kg/dia)	871196	130679	621303	736827	514941	486934	265048	380573
Valor a pagar (Millones \$)								
Propuesta 4	8,586	1,288	6,123	7,261	5,075	4,799	2,612	3,751
Minima	28,619	4,293	20,410	24,205	16,916	15,996	8,707	12,502
Media	67,095	10,064	47,850	56,747	39,658	37,501	20,413	29,310
Maxima	76,953	11,543	54,880	65,084	45,485	43,011	23,412	33,616
TOTAL TASA (Millones \$)								
P4	17,019	2,553	10,345	14,001	12,243	7,328	5,570	9,226
Minima	57,103	8,565	34,672	46,969	41,130	24,538	18,699	30,996
Media	133,622	20,043	81,160	109,914	96,211	57,452	43,750	72,504
Maxima	153,224	22,984	93,069	126,039	110,322	65,884	50,167	83,137
VPN INVERSION (Millones \$)								
Anualizada (T=25)	850,900	323,170	275,190	275,190	252,540	598,360	575,710	527,730
	34,036	12,927	11,008	11,008	10,102	23,934	23,028	21,109
COSTO RELATIVO (Trat. vs. No Trat.)								
P4	2.15	1.37	1.47	1.47	1.31	1.84	1.68	1.78
Minima	0.75	0.83	1.02	1.02	0.90	0.85	0.73	0.91
Media	0.40	0.70	0.90	0.90	0.80	0.61	0.50	0.70
Maxima	0.37	0.69	0.89	0.89	0.79	0.59	0.48	0.68

Descripcion de Escenarios

- I. Sin tratamiento
- II. Con tratamiento (todas las plantas): remocion del 85% total
- III. Planta del Fucha: trata aguas residuales del Jaboque, Fucha y Tintal.
- IV. Planta del Salitre: trata aguas residuales del Torca, Conejera y Salitre.
- V. Planta del Tunjuelo: trata aguas residuales del Tunjuelo y Soacha.
- VI. Planta Fucha y Planta Salitre
- VII. Planta Fucha y Planta Tunjuelo
- VIII. Planta Salitre y Planta Tunjuelo

El Cuadro 1c resume los resultados de costo relativo de alternativas y presenta un ordenamiento de las alternativas de acuerdo al nivel de las tasas. Así por ejemplo, si los niveles de las tasas son los de la Propuesta 4 (25% de la Tasa Mínima) ninguna alternativa de tratamiento es económicamente preferible. Sin embargo, si se aplica la Tasa Mínima, la alternativa relativamente menos costosa (y preferida a la alternativa de no-tratamiento) es construir la Planta de Fucha y la Planta de Tunjuelo, la cual tiene un costo 25% inferior a la alternativa de no tratamiento, y un 10% más barata que la alternativa de construir las tres plantas de tratamiento. Nótese que el ordenamiento de los proyectos es igual en el caso de las tasas media y máxima. En ambos casos, la mejor alternativa es construir las tres plantas.

Tomando en cuenta el conjunto de las tasas se observa que la alternativa IV (Planta del Salitre) está siempre en el rango más bajo de preferencias. En un grado menor, ocurre lo mismo con la alternativa V (Planta del Tunjuelo) y la alternativa VIII (Planta Salitre y Planta Tunjuelo). De otro lado, las tres mejores alternativas en general son, además de la II (todas las plantas) y la VII (Planta Fucha y Planta Tunjuelo), la alternativa VI (Planta Fucha y Planta Salitre).

E. Estructura Tarifaria de la Empresa:

La estructura tarifaria para el cobro de los servicios de Acueducto y Alcantarillado fue definida mediante resolución N° 144 de 1992 y 04 de 1993. La EAAB-ESP se encuentra en un régimen tarifario de libertad regulada lo que quiere decir que debe definir incrementos puntuales con base en las metodologías aprobadas por la CRAP (Comisión Reguladora de Agua Potable). De acuerdo con el nuevo marco jurídico, las tarifas deben inducir la eficiencia económica y cumplir con el criterio de “suficiencia financiera”:

1. La tarifa debe reflejar el costo real de la prestación del servicio actual y futuro CMeLP (Costo Medio de Largo Plazo).
2. La tarifa debe enviar una señal adecuada al usuario, sobre los consumos superiores al básico, de lo que costará la prestación del servicio, para promover el uso racional del recurso. CIPLP (Costo Marginal promedio a largo plazo).

Por “suficiencia financiera” se entiende que la tarifa debe ser suficiente para garantizar las inversiones de expansión y renovación de la infraestructura, y para cubrir los gastos administrativos y de operación, el programa de mantenimiento y los programas necesarios para alcanzar los niveles de eficiencia acordados en los planes de desempeño.

Las fórmulas tarifarias incluyen: cargo fijo, cargos por unidad de consumo básico, complementario y suntuario y opcionalmente cargo por aportes de concesión. Para su calculo se deben considerar los costos de prestación del servicio, el sistema de subsidios y factores de sobrenrecio establecidos por la ley 142 de 1994.

CUADRO 1c

COSTO RELATIVO DE ALTERNATIVAS (Segun el Nivel de las Tasas)

	P4	Minima	Media	Maxima
V	1.31	0.75	0.40	0.37
III	1.37	0.83	0.70	0.69
IV	1.47	1.02	0.90	0.89
VII	1.68	0.90	0.80	0.79
VIII	1.78	0.85	0.61	0.59
VI	1.84	0.73	0.50	0.48
II	2.15	0.91	0.70	0.68

ORDENAMIENTO DE ALTERNATIVAS (Segun el Nivel de las Tasas)

P4	Minima	Media	Maxima
V	VII	II	II
III	II	VII	VII
IV	III	VI	VI
VII	VI	VIII	VIII
VIII	V	III	III
VI	VIII	V	V
II	IV	IV	IV

Descripcion de Escenarios

- I. Sin tratamiento
- II. Con tratamiento (todas las plantas)
- III. Planta del Fucha
- IV. Planta del Salitre
- V. Planta del Tunjuelo
- VI. Planta Fucha y Planta Salitre
- VII. Planta Fucha y Planta Tunjuelo
- VIII. Planta Salitre y Planta Tunjuelo

Cargo Fijo: Para el cargo fijo (CF) se utiliza como costo de referencia el costo de administración (CMA). Las tarifas mínimas o máximas aplicables al cargo fijo son las resultantes de aplicar la siguiente fórmula:

$$CF_i = CMA * F_i$$

CF_i = Tarifa para el cargo fijo del estrato/ Sector i

CMA= Costo Medio de Administración.

F_i = Factor de Subsidio o de sobreprecio aplicado al estrato/sector i

Cargo por Unidad de Consumo Básico: Para todos los usuarios residenciales, el cargo por unidad de consumo básico (CB) tendrá como costo de referencia el Costo Medio de Largo Plazo (CMLP).

$$CMLP = CMO + CMI$$

donde el Costo Medio Operacional (CMO) es la sumatoria de todos los gastos de operación en donde se incluyen *el valor de compra de agua cruda y las tasas ambientales que se deban pagar*.

Las tarifas aplicables a dicho consumo en cada estrato resultan de aplicar los factores de subsidio y sobreprecio y descontar en los estratos subsidiables los componentes de inversión, así:

$$CB_i = CMLP * FIJ - Sli$$

CB_i = Tarifa para el cargo básico del estrato i

FIJ = Factor de subsidio o sobreprecio aplicado al estrato i en el rango de consumo j

Sli = Subsidio por aportes de inversión social para los estratos subsidiables.

Internacionalmente, el mecanismo tarifario es el utilizado para sufragar los costos de tratamiento a través de la tarifa de alcantarillado que por lo general es superior a la del acueducto. En Bogotá, dicha tarifa es el 50% de la del acueducto y de acuerdo con los estudios no es suficiente para compensar los costos de amortización, operación y mantenimiento del alcantarillado.

De acuerdo con las estimaciones de cargas orgánicas presentadas anteriormente, la Industria es responsable de aproximadamente el 45% de la carga orgánica generada por la ciudad y el sector residencial del 55% restante. A continuación hacemos un resumen, sobre algunas estimaciones que hace el estudio de la EPAM, acerca de la capacidad de pago de estos sectores.

Sector Industrial

Las tarifas para el sector industrial deben relacionar el pago con el volumen y calidad del efluente, a partir del principio de que la tarifa es regulada por el costo marginal del tratamiento. Esto implica una caracterización y evaluación periódica de las unidades de

producción. No obstante es importante aclarar que el pago por el servicio de tratamiento de aguas residuales, no exime a las industrias de su obligación de controlar el vertimiento de sustancias tóxicas que no serán objeto de control en la planta de tratamiento de la ciudad, ya que dichas plantas están destinadas solamente al control de contaminación de origen biológico.

Después de realizar un ejercicio para evaluar el impacto del pago por parte de la industria, consideran que el máximo porcentaje del valor agregado política y económicamente factible para los fines de tratamiento de aguas es el 2%. Es decir que en los años en que el porcentaje estimado supere el 2% se deben buscar otras fuentes que cubran la diferencia. Concluyen también que es evidente que la contribución de la industria debe asignarse según la carga orgánica aportada por cada establecimiento.

Otro análisis basado en consumos y tarifas promedios, actuales y proyectados, permite observar que el incremento efectivo en el pago causado por el servicio de descontaminación, variará entre el 187.5 % en el segundo año hasta el 26.1 % en el año 20, este incremento puede repartirse proporcionalmente durante todo el periodo de amortización, con lo cual se obtendrá un promedio del 112% lo que significaría que las tarifas en el sector industrial tendrían que subirse a un poco más del doble.

Sector Residencial :

Asumen que el 55% del costo del tratamiento corresponde al sector residencial. Esta contribución dividida por el número de cuentas de la ciudad da una contribución anual por cuenta que varía entre \$32000 en 1993, hasta \$10000 en el 2012 (en pesos constantes). Esta contribución representaría entre un 4.8% para el año 20 y un 825% para el año 6 del pago normal por concepto de acueducto y alcantarillado.

Actualmente, se considera que una tarifa que incremente más del 25% de la tarifa básica por acueducto y alcantarillado no es aceptable por los usuarios. Por esta razón igualmente, aconsejan cubrir la diferencia con recursos de otras fuentes.

En el presente estudio se hace una propuesta sobre la distribución de las obligaciones de pago del proyecto que se resumen en la Tabla 6:

TABLA 6
Propuesta de distribución de obligaciones de pago.

RESPONSABLES	%
Usuarios Residenciales	33.6
Industria (Tarifas)	34.8
Nación	24.6
CAR	3.9
EEB	0.2
Ley 56	0.2
Departamento	2.7
TOTAL	100

IV. Análisis Sectorial y Macroeconómico

El análisis del impacto de las tasas a nivel sectorial se hace con dos instrumentos diferentes: a) un análisis insumo producto, y b) un análisis de equilibrio general.

El análisis insumo-producto permite una alta desagregación a nivel sectorial, y el ejercicio consiste en cuantificar el impacto que sobre los costos de un sector específico tienen el incremento en el precio de algún insumo. La característica de este análisis es que toma en cuenta el conjunto de transacciones inter-industriales y por lo tanto la cuantificación incorpora no sólo los efectos directos, sino también los efectos indirectos, es decir, aquellos inducidos por los encadenamientos verticales intersectoriales. La limitación del análisis insumo-producto está en los supuestos de no sustituibilidad técnica entre insumos. En efecto, la metodología asume que las actividades productivas están caracterizadas por una tecnología tipo Leontieff, o de coeficientes fijos. De esta manera, los precios relativos no juegan ningún papel en el análisis, no porque no se alteren, sino porque los agentes no pueden reaccionar, a través de procesos de sustitución factorial, a cambios en los precios relativos.

La segunda aproximación, como se explica más adelante, supera esta restricción. En efecto, los modelos de equilibrio general simulan el funcionamiento de una economía de mercado, en donde los precios relativos juegan un papel crucial en definir las decisiones de oferta y demanda de los agentes económicos. Sin embargo, este análisis también tiene algunas limitaciones que deben ser tomadas en cuenta. La más importante quizás, es la carencia de una desagregación sectorial mayor al interior de los sectores industriales. En efecto, el grado de desagregación de un modelo de éstos es relativamente bajo, y por lo tanto en un mismo sector se agrupan subsectores que tienen tecnológicas diferencias significativas como es el caso de textiles y confecciones, papel, imprentas y editoriales, o cuero y calzado.

A. Ejercicio Insumo-Producto

Las cuentas de producción y de bienes y servicios del sistema de Cuentas Nacionales, organizadas de forma matricial, dan origen a la matriz insumo-producto. La utilidad de esta matriz no es solamente la descripción de las transacciones intersectoriales relacionadas con la producción. Con base en esta descripción y algunos supuestos tecnológicos, la matriz insumo-producto puede servir también como herramienta de programación y análisis económico, a fin de determinar los niveles de producción que deben alcanzar los diferentes sectores para satisfacer las demandas de consumo e inversión de los diferentes productos; puede utilizarse para estudiar la composición del valor agregado de los productos y efectuar análisis de precios; para medir impactos vía costos, etc.

El ejercicio realizado en esta parte de la investigación sigue de cerca el procedimiento de Leibovich y Caicedo (1996) y Sánchez, F. (1993) y consiste en evaluar el impacto vía costos de incrementos en un 10% y un 50% en el precio del agua. Para medir este impacto se tomo la matriz semi-insumo producto construida por el DNP para 1987. Para realizar el calculo de los impactos vía costos, es necesario encontrar un vector unitario de precios:

$$(I - A^T)^{-1} F = P = 1$$

dónde, I es la matriz identidad, A es la matriz de coeficientes técnicos y F es el vector de coeficientes técnicos del valor agregado. La matriz $(I-A)$ se denomina, Matriz de Leontieff. Una vez encontrado este vector, que representa el estado inicial de todos los sectores, se procede a realizar el ejercicio. El vector de precios permite evaluar el impacto vía costos resultante de incrementar en 10% y 50% el precio del agua será:

$$\hat{P} = P + \left((I - A^T)^{-1} (b_{xj} m) \right)$$

dónde, b_{xj} son los requerimientos del insumo x de la rama de actividad j y m es el incremento porcentual del precio del insumo x . Este procedimiento supone que los coeficientes técnicos permanecen constantes y que la variación del precio del bien es similar a la variación de un impuesto al insumo, salvo en el coeficiente de su propia producción, el cual se añade al vector de valor agregado.

Los resultados del ejercicio insumo-producto aparece en el Cuadro 2. El análisis que aquí se hace está basado en el escenario de un incremento del 50% en el precio del agua. Debe notarse que este ejercicio puede ser mejor interpretado desde el punto de vista de la aplicación de tasas por uso de agua más que desde el punto de vista de las tasas retributivas.

Como se observa en el Cuadro, los efectos más grandes en términos del incremento en los costos ocurren en primera instancia en sectores agropecuarios y en manufacturas de alimentos: arroz (con un incremento en los costos de 0.72%), café (con un incremento de 0.45%), producción de harinas y trilla de café (0.29%), y la producción de sorgo (con un incremento en los costos de 0.24%).

CUADRO 2
SIMULACIONES CON LA MATRIZ INSUMO PRODUCTO
 Sectores ordenados por tamaño del impacto (en %)

SECTOR	Incremento 10% precio del agua	Incremento 50% precio del agua
AGUA	10.0000	50.0000
ARROZ	0.1436	0.7181
CAFE	0.0904	0.4521
PRODUCCION DE HARINAS	0.0579	0.2896
TRILLA DE CAFE	0.0574	0.2871
SORGO	0.0469	0.2346
TEXTILES, PRENDAS DE VESTIR Y CUERO	0.0443	0.2217
DESHIDRATACION DE FRUTAS Y LEGUMBRES	0.0411	0.2053
CONFECCION DE ROPA	0.0399	0.1993
OTRAS MANUFACTURAS	0.0352	0.1761
HILADOS EN GENERAL	0.0339	0.1697
ASERRADO DE MADERA Y SUS PRODUCTOS	0.0334	0.1669
MATANZA DE GANADO MAYOR Y MENOR	0.0314	0.1571
PAPEL Y LITOGRAFIA	0.0314	0.1569
PRODUCTOS METALICOS EN GENERAL	0.0309	0.1547
BEBIDAS Y TABACO	0.0290	0.1452
ALIMENTOS PARA GANADO Y AVES	0.0289	0.1446
MAQUINARIA Y EQUIPO	0.0289	0.1446
DESTILACION DE ALCOHOL ETILICO	0.0287	0.1434
ALMIDONES, FECULAS Y TOSTADO DE CAFE	0.0279	0.1394
CURTIDO Y ACABADO DE CUERO	0.0277	0.1386
CALZADO CUERO HOMBRE	0.0265	0.1325
ARENAS, CALISA Y SAL	0.0255	0.1275
ARICULOS PARA LA CONSTRUCCIÓN	0.0220	0.1099
ACEITES Y MARGARINAS	0.0213	0.1067
LECHE Y DERIVADOS	0.0208	0.1042
PRODUCTOS PECUARIOS	0.0202	0.1008
ELABORACION DE MALTA	0.0185	0.0927
METALES EN GENERAL Y DERIVADOS	0.0182	0.0912
PRODUCTOS QUIMICOS	0.0178	0.0888
GALLETERIA	0.0176	0.0879
PRODUCCION Y REFINACION DE AZUCAR	0.0120	0.0598
HOJA DE TABACO Y CIGARRILLOS	0.0101	0.0504
SOYA Y AJONJOLÍ	0.0084	0.0422
LECHE FRESCA	0.0082	0.0412
CHOCOLATES Y PREPARADOS DE CACAO	0.0073	0.0367
GANADO DE RES	0.0065	0.0327
CEBOLLA, TOMATE, PAPA, ZANAHORIA	0.0052	0.0262
SERVICIOS AGROPECUARIOS	0.0050	0.0252
ALGODON	0.0044	0.0219
TRANSPORTE	0.0039	0.0193
MAIZ	0.0031	0.0153
CAÑA DE AZUCAR	0.0026	0.0129
OTROS AGRICOLAS	0.0023	0.0114
COMERCIO	0.0023	0.0113
MINERALES Y GAS	0.0016	0.0082
SERVICIOS Y SEGUROS	0.0016	0.0081
YUCA	0.0016	0.0081
COMUNICACIONES	0.0013	0.0066
GASODUCTO	0.0006	0.0028
ENERGIA ELECTRICA	0.0005	0.0025

Fuente: cálculos de Fedesarrollo

Se puede concluir que estos impactos, ante un incremento en el precio del agua de 50%, son bastante modestos. Se debe señalar que este resultado está obviamente afectado por el hecho de que los coeficientes insumo-producto están calculados para 1985. Es posible que en algunos casos, el peso de los costos del agua dentro de los costos totales hayan aumentado. Es difícil evaluar en cuáles casos esto ha ocurrido. Sin embargo, para muchos sectores este resultado refleja una característica que ha sido señalada en diferentes análisis, y es el escaso peso del costo del agua dentro de los costos totales de las empresas. Esta es también una explicación de porqué las tasas de agua han tenido tan poco éxito como incentivo para un uso más racional del recurso hídrico.

Para 11 de los 50 sectores se presentan incrementos en los costos inferiores al 0.02% ante un aumento del 50% en el precio del agua. La mayor parte de los sectores (37 de 50, es decir el 74%) presenta incrementos en los costos entre 0.02 y 0.3%, y sólo dos sectores (arroz y café) aumentos superiores al 0.3% (siendo el máximo 0.72% en el caso del arroz).

B. Simulación del Impacto Económico de las Tasas Retributivas

A. Descripción del Modelo

El Modelo de Equilibrio General tiene dos características principales: la primera es el rol central de los precios como señales que los agentes económicos toman para definir sus acciones como consumidores y como productores. La segunda es que se trata de un modelo de corto plazo que toma en cuenta las rigideces y distorsiones que caracterizan las respuestas de los agentes económicos en la economía colombiana. Entre ellas están por ejemplo, la existencia de mercados oligopólicos en el sector industrial, la existencia de un mercado laboral urbano de "salario fijo", o de cantidades producidas o exportadas que son exógenas en el sentido de que no pueden ser ajustadas en el corto plazo a cambios en los precios relativos, como es el caso de la producción de petróleo o las exportaciones de carbón.

El modelo analiza la forma como responden los agentes económicos, productores y consumidores, a la aplicación de diferentes políticas ambientales. El modelo explora estas respuestas en términos de su efecto económico a través de variables como el crecimiento del PIB y del empleo, la inflación, los cambios sectoriales en precios y producción, el déficit del gobierno, etc.

Esa respuesta es evaluada sin embargo, en un horizonte de corto plazo. Los consumidores reajustan la estructura de su gasto en la medida en que la política ambiental conlleva a cambios en los precios relativos de los bienes que constituyen su canasta de consumo. Los productores, dependiendo de múltiples circunstancias que son tomadas en cuenta en el modelo, transmiten una parte de los incrementos en costos asociados a la política ambiental a los precios de sus productos (es decir, parte del costo de la política lo paga finalmente el consumidor), y modifica el uso de insumos y su nivel de actividad productiva.

El modelo consta de dos partes que son respectivamente el Modelo Real y el Modelo de Emisiones.

1. Modelo Real

a. Estructura Contable del Modelo

La estructura contable del modelo está basada en el número de sectores productivos, factores de producción, hogares y sectores institucionales definidos en la Matriz de Contabilidad Social sobre la cual está construido el modelo.

Sectores

El modelo tiene 27 sectores productivos tal como se describe en la Tabla 7. Estos sectores tienen correspondencia con la clasificación de Cuentas Nacionales, con una mayor desagregación del sector de minería y del sector manufacturero. Estos últimos corresponden, aproximadamente, a los comprendidos a dos dígitos CIIU.

Factores Productivos

La SAM incluye dos tipos de trabajo (trabajo rural y urbano) y un capital específico a cada sector. Esto significa que existe movilidad de la fuerza de trabajo en el sector urbano y en el sector rural (pero no entre el sector urbano y el sector rural), mientras que el capital es completamente inmóvil entre sectores.

Instituciones

El número total de instituciones del modelo incluye los hogares por deciles de ingreso (10 tipos de hogar), las empresas, el gobierno, las empresas de seguridad social y el resto del mundo. Sin embargo, dadas las restricciones de información, a nivel del consumo sólo se consideran dos tipos de hogares: el hogar rural y el hogar urbano. La base estadística de este modelo es la Matriz de Contabilidad Social (SAM) que fué descrita en la anterior sección.

Ventajas de la Estructura Contable del Modelo para el Análisis Ambiental

La estructura contable del modelo de equilibrio general que se ha construido para Colombia tiene varias ventajas en términos del análisis ambiental:

- La apertura del sector industrial considera aquellas industrias con un mayor impacto contaminante como carnes, bebidas, químicos, fabricación de minerales no metálicos (cemento, cal, vidrio, etc.), construcción, y otros.

**TABLA 7. SECTORES PRODUCTIVOS DE LA MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL
COLOMBIA-1990**

1. AGROPECUARIO

2. CAFE

3. MINERÍA Y REFINACION:

- Petróleo
- Gas Natural
- Carbón
- Refinados del Petróleo
- Resto de la minería

4. INDUSTRIA

- Café elaborado
- Productos cereales
- Derivados de la leche
- Azúcar y productos azucareros
- Otros alimentos agrícolas (tubérculos, hortalizas, leguminosas, frutas, flores)
- Carnes.
- Bebidas
- Tabaco
- Textiles, prendas de vestir y cueros.
- Madera y muebles de madera.
- Papel e Imprentas
- Químicos y Caucho
- Metálicos no elaborados.
- Metálicos elaborados
- Maquinaria y Equipo
- Material de Transporte
- Otras Manufacturas.

5. CONSTRUCCION

6. SERVICIOS NO GUBERNAMENTALES

7. SERVICIOS DEL GOBIERNO

TABLA 8

ESTRUCTURA DEL MODELO AMBIENTAL PARA COLOMBIA

A. Cantidades Fijas	<ul style="list-style-type: none"> - Extracción de Petróleo - Exportaciones de Café - Exportaciones de Carbón
B. Precios Domésticos Fijos	<ul style="list-style-type: none"> - Gas Natural - Petróleo - Refinados del Petróleo - Carbón - Servicios del Gobierno - Markups en Industria y Servicios - Tasa de Cambio Nominal - Salarios Urbanos
C. Mercado de Factores	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidades Fijas de Trabajo Rural - Desempleo Urbano Endógeno - Capitales Sectoriales Fijos
D. Tipos de Emisiones Sector Industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación Hídrica (DBO, DQO, Sólidos Suspendidos) - Residuos Sólidos - Contaminación Atmosférica (Partículas Suspendidas, NOx, SOx)
E. Formas Funcionales	<ul style="list-style-type: none"> - CES entre tipos de combustibles - CES entre capital y trabajo rural - Combinación de Insumos en Proporciones Fijas - CET para exportaciones agrícolas - IO para otras exportaciones - Demandas de Exportación no infinitas - LES para el consumo privado
F. Cierre del Modelo	<ul style="list-style-type: none"> - Inversión Exógena (Privada y Pública) - Ahorro Externo Endógeno - Déficit Fiscal Endógeno - Ahorro Privado Endógeno

De otro lado, el trabajo se combina con el agregado de combustibles y de insumos diferentes a combustibles por medio de coeficientes fijos. Excepto en el caso del sector agropecuario, en todas las actividades productivas se generan rentas o markups como resultado de rigideces de precios y/o cantidades que hacen que los productores no se comporten como maximizadores de beneficios en el corto plazo. En el caso de la minería, las rigideces obedecen a restricciones de oferta como en el caso de la extracción de petróleo o la producción de refinados, o a precios regulados como en el caso del gas natural, el carbón y los servicios del gobierno (el petróleo y los refinados del petróleo también presentan precios regulados). El supuesto de precios fijos en la producción de combustibles, tiene también el propósito de simular el efecto de diferentes políticas de precios sobre la actividad económica y sobre los niveles de emisión de los sectores manufactureros como se explica más adelante.

En el caso de los sectores industriales, la formación de precios por markups refleja la existencia de condiciones oligopólicas y de subutilización de la capacidad instalada. En correspondencia con el supuesto de formación de precios por markup en la industria, se asume que el mercado laboral urbano es un mercado de precios fijos, en el cual la variable de ajuste entre la oferta (exógena) y la demanda de trabajo es el desempleo, el cual se determina residualmente.

Oferta de Bienes

Al combinar los insumos y el valor agregado se obtienen las producciones domésticas, que pueden dirigirse hacia el mercado interno o al externo. En la medida que las características de los bienes exportados y los consumidos domésticamente sean similares o difieran se modelan las bifurcaciones utilizando funciones de oferta de exportaciones de coeficientes fijos (IO) en el caso de bienes homogéneos, o funciones de oferta de elasticidad constante de transformación (CET) en el caso en el cual existe diferenciación de productos.

La parte de la producción de cada sector que se dirige al mercado doméstico se combina con los bienes importados mediante una función CES, bajo el supuesto de que existe diferenciación de productos, lo cual se refleja también en el valor de la elasticidad de sustitución correspondiente. Finalmente, las ofertas domésticas compuestas van a satisfacer las necesidades de inversión (en los casos relevantes), consumo final y consumo intermedio. El modelo también diferencia los bienes de acuerdo al pago de impuestos al cual están sometidos, y son dichos precios con sus correspondientes impuestos, los que deben pagar los demandantes finales de los bienes.

Distribución del Ingreso y Consumo

Los ingresos primarios generados por los factores productivos en el campo y en la ciudad se distribuyen en proporciones fijas a las familias por deciles de ingreso. En las ciudades, una parte del ingreso de capital va a las empresas, que a su vez tienen reglas fijas de distribución. Cada uno de los grupos familiares considerados utiliza sus ingresos para consumir, ahorrar y pagar impuestos (en los dos deciles urbanos más altos únicamente), en proporciones fijas.

- Aunque más relevante desde el punto de vista de la contaminación atmosférica que desde el punto de vista de la contaminación hídrica, es especialmente importante el nivel de detalle en el uso de combustibles por parte de los sectores industriales. En efecto, la apertura de la SAM en términos de petróleo crudo, refinados, gas natural, y carbón mineral, es una condición necesaria para el análisis de la contaminación industrial.
- La SAM incluye un altísimo detalle en términos de la estructura de impuestos que pagan las actividades productivas y los agentes económicos. En particular se consideran las tasas de impuestos indirectos sobre la producción (específicos a cada sector), las tasas arancelarias sobre bienes importados y las tasas de subsidio neto a las exportaciones, los impuestos al valor agregado, los cuales son no solamente específicos por sector sino que además varían de acuerdo al uso o destinación del bien entre consumo final y consumo intermedio. Adicionalmente se consideran los impuestos directos a los ingresos factoriales y de los hogares.
- Esta detallada estructura de impuestos dentro de la SAM es crucial para analizar los efectos probables de las tasas retributivas y compensatorias, y el efecto de otros impuestos con objetivos ambientales (como por ejemplo impuestos diferenciados a los combustibles). La razón es que no es equivalente analizar el impacto de las tasas aisladas del resto de la estructura tributaria de la economía, que cuando se toman en cuenta las distorsiones ya existentes inducidos por dicha estructura. Se sabe que el grado de optimalidad de una tasa depende de las distorsiones ya existentes (Ballard, Shoven, et. al., 1985). Adicionalmente, dada la estructura de impuestos del modelo es posible particularizar en alto grado sobre quién recae la tasa o el impuesto.

b. Funcionamiento del Modelo

El Modelo Real encuentra los vectores de equilibrio de precios y cantidades en cada uno de los mercados de bienes y factores, es decir, los vectores de precios que equilibran la oferta y la demanda en cada mercado. Así mismo deriva la estructura de distribución del ingreso entre los factores y las instituciones (hogares, empresas y gobierno) y la estructura de gasto de los hogares y del gobierno generados por dichos equilibrios.

Producción y Valor Agregado

La modelación de la producción es una estructura por etapas (funciones de producción anidadas), que avanza desde la combinación de insumos hasta la separación de productos según el tipo de mercado. Para el caso de los sectores industriales en las primeras etapas se combinan los diferentes combustibles (Petróleo, Carbón, Gas Natural y Refinados) mediante funciones de elasticidad de sustitución constante (CES). El agregado de combustibles se combina posteriormente con los otros insumos a través de coeficientes técnicos fijos, proceso que representa una tecnología tipo Leontieff. Esta forma de modelación implica que el coeficiente de consumo de combustibles por unidad de producto es constante, pero que esa demanda requerida de combustibles puede ser satisfecha con diferentes combinaciones de los diferentes combustibles, los cuales son imperfectamente sustitutos entre sí, y responden en cierto grado, a cambios en sus precios relativos.

Los gastos de consumo se asignan de acuerdo con Funciones de Lineales de Gasto (LES). Estas funciones de gasto constituyen las condiciones de primer orden de un proceso de maximización de funciones de utilidad tipo LES sujetas a las restricciones presupuestarias correspondientes. La característica específica de estas funciones de utilidad es que reconocen un umbral de consumo mínimo o gasto comprometido, por debajo del cuál los consumidores obtienen desutilidad, y por lo tanto el ingreso se dedica, en primera instancia a satisfacer dichos consumos mínimos, independientemente de los precios relativos de los bienes. La parte del ingreso que supera dichos consumos mínimos sí es asignado en respuesta a los precios relativos de los bienes de acuerdo a una elasticidad marginal de gasto específica para cada bien. En conjunto, las funciones lineales de gasto asumen una elasticidad de demanda que varía entre 0 y 1 dependiendo del peso del consumo comprometido dentro del consumo total del bien.

Gobierno

Los ingresos del gobierno provienen principalmente de los diferentes tipos de impuestos: impuestos indirectos, aranceles, IVA (distinguiendo entre bienes exentos y gravados según sus tasas), impuesto a la renta (sobre empresas y deciles más altos de ingreso urbano) e impuestos a la nómina. Además el gobierno recibe transferencias por montos exógenos del exterior, y participa en los ingresos de las empresas urbanas de algunos sectores en proporciones fijas. El gobierno utiliza esos ingresos para pagar gastos de consumo corriente y de inversión que están dados exógenamente, dejando como saldo un superávit o déficit fiscal el cual se determina, por lo tanto, residualmente.

Equilibrio Ahorro-Inversión

El ahorro privado es endógenamente determinado de acuerdo a los coeficientes de ahorro de las familias. De otro lado, el ahorro del gobierno es residual, tal como se explicó anteriormente. La tasa de cambio es fija y por lo tanto, el déficit en cuenta corriente es la variable que equilibra el sector externo. Dado que la inversión privada y la inversión pública son exógenas (en términos reales), el ahorro total se ajusta a la inversión.

2. Modelo de Emisiones

El Modelo de Emisiones es un módulo construido en GAMS (General Algebraic Modelling System) que recoge los resultados del modelo real en términos de la producción bruta y el consumo de combustibles de cada sector industrial y calcula los niveles de emisión de contaminantes atmosféricos, producción de residuos sólidos, y contaminación hídrica con base en coeficientes fijos específicos a cada sector y a cada tipo de contaminante.

Las emisiones y contaminantes considerados son los siguientes:

- DBO Demanda Biológica de Oxígeno
- DQO Demanda Bioquímica de Oxígeno

SST Sólidos Suspendidos
RESSOL Residuos Sólidos Peligrosos
POLVO Contaminación Atmosférica con Partículas Suspendidas
SO_x Oxido de Azufre
NO_x Oxido de Nitrógeno

Las emisiones totales en un sector son calculadas con base en coeficientes fijos de emisión los cuales están definidos con respecto a la producción bruta en términos reales (a pesos de 1994) o al consumo de combustibles también en términos reales.

Las emisiones cuyos coeficientes son proporcionales a la producción bruta son: DBO, DQO, SST y la generación de residuos sólidos.

Las emisiones cuyos coeficientes son proporcionales al consumo de combustibles son: Residuos Sólidos, SO_x y NO_x.

B. Resultados de las Simulaciones

En esta sección se presentan los resultados mas importantes de la aplicación del Modelo al análisis del impacto económico que tendría la aplicación de tasas por contaminación hídrica (tasas retributivas) a la industria manufacturera. Los resultados son analizados en términos de: a) efecto sobre los impuestos pagados; b) efecto sobre las variables macroeconomicas, y c) efecto sobre la actividad económica y los precios relativos de los sectores.

Las tasas por contaminación hídrica corresponden a los cuatro escenarios que se han utilizado en este estudio: Tasa del 25% (Propuesta 4), Tasa Mínima, Tasa Media y Tasa Máxima.

El Cuadro 3 muestra el incremento en los impuestos pagados por cada uno de los sectores industriales si se implementaran las tasas por contaminación hídrica en cada uno de dichos niveles.

En su orden, los sectores más afectados por la aplicación de las tasas en términos del incremento en los impuestos pagados son: papel e imprentas (con un incremento en los impuestos pagados del 8% (con la Propuesta 4), otros alimentos agropecuarios (excluyendo carnes) con un incremento del 6.5% y la industria de procesamiento de carnes (incluyendo mataderos) con un aumento de 5.1%. Es importante observar que en el caso del sector de bebidas el incremento en los impuestos por el pago de tasas por contaminación hídrica no es de los más altos en relación con otros sectores, pero si es de los más afectados por dicha política, como se verá más adelante. Obviamente para medir el impacto de las tasas la variable relevante no es tanto cuánto se incrementan los impuestos como cuál es el peso de dichos impuestos con respecto a la producción bruta del sector.

CUADRO 3
TASAS POR CONTAMINACION HIDRICA
INCREMENTO EN LOS IMPUESTOS PAGADOS (%)

Sector	Tasas Altas	Tasas Medias	Tasas Mínimas	Tasas 25%
Otros agropecuarios	67.90	59.22	25.36	6.50
Carnes	52.47	45.76	19.58	5.12
Bebidas	6.78	5.91	2.53	0.68
Textiles y cueros	16.27	14.19	6.07	1.60
Madera y muebles	14.81	12.92	5.53	1.42
Papel e imprentas	83.59	72.91	31.20	8.14
Químicos	37.34	32.56	13.93	3.68
Minerales no metálicos	39.97	34.85	14.87	4.29
Metálicos no elaborados	2.59	2.26	0.97	0.25
Equipo de transporte	0.05	0.04	0.02	0.01

Como puede observarse en el Cuadro 3, los impuestos pagados se incrementan significativamente en los diferentes escenarios de tasas retributivas. Así por ejemplo, los incrementos en los impuestos pagados son cuatro veces mayores con respecto a la Propuesta 4 si se utiliza el esquema de las Tasas Mínimas. El cambio es aún más grande entre la tasa mínima y la media. Con ésta última, los impuestos pagados por el sector de papel e imprentas se incrementan en 73%, la producción de otros agropecuarios en 59% y la industria de carnes en 46%.

Además de los tres sectores anteriores, los otros dos sectores que reciben un impacto significativo son la industria de minerales no metálicos (con un incremento de 4.2% en los impuestos pagados bajo el esquema de la Propuesta 4), y la industria de químicos (aumento del 3.7%).

El Cuadro 4 presenta los resultados de la aplicación de tasas retributivas por contaminación hídrica sobre las principales variables macroeconómicas. Las caídas en el PIB van desde -0.02% en la Propuesta 4 hasta -0.23% con la tasa máxima. Como punto de referencia, un incremento del 20% en el precio de la gasolina disminuye el PIB en casi un punto porcentual. Se debe tener en cuenta que la caída en el PIB sería aún menor puesto que una parte de las empresas preferirían controlar las emisiones en lugar de pagar las tasas. El impacto sobre sus costos sería por lo tanto menor y sería también menor la desaceleración de su actividad económica. El efecto sobre el empleo, es completamente paralelo al del PIB: éste disminuye entre 0.02% y 0.21% cuando se aplican las tasas máximas. De otro lado, el impacto sobre competitividad es de una caída en las exportaciones de -0.01% en la Propuesta 4 a una de -0.05% con la tasa máxima.

La imposición de las tasas genera un incremento adicional en el índice de precios al consumidor de 0.01% en la Propuesta 4 y de 0.12% con las tasas más altas. Como parámetro de comparación, un incremento del 20% en el precio de la gasolina tiene un impacto inflacionario de 0.33%. Una devaluación del 20% acelera la tasa de inflación en más de 4%. En esta perspectiva, el impacto inflacionario de las tasas por contaminación hídrica es relativamente bajo, aún con los niveles máximos de las tasas retributivas.

Bajo el supuesto de que no hay actividades de control por parte de las empresas, los ingresos fiscales se incrementan en % con la Propuesta 4 y en % con la propuesta de Tasas Máximas. Como resultado, el superávit fiscal (ingresos - gastos) se aumenta entre 0.01% y 0.07% como proporción del PIB.

El Cuadro 5 muestra los resultados sectoriales de la imposición de las tasas por contaminación hídrica sobre los precios y la producción. Concentrándonos en el escenario correspondiente al nivel máximo propuesto de las tasas retributivas, se observa que el mayor impacto ocurre en la producción de los sectores de bebidas (con una caída de 1.40% en la producción bruta), la producción de otros alimentos agropecuarios (-0.86%) y papel e imprentas (con una disminución de 0.60%). Los precios relativos de estos sectores son también los que presentan mayores aumentos lo cual refleja la presión sobre los costos

CUADRO 4
TASAS POR CONTAMINACION HIDRICA
RESULTADOS MACROECONOMICOS

	Tasas	Tasas	Tasas	Tasas
	Altas	Medias	Mínimas	25%
PIB	-0.23	-0.20	-0.09	-0.02
Consumo	-0.38	-0.33	-0.14	-0.04
Exportaciones	-0.05	-0.05	-0.02	-0.01
Importaciones	-0.16	-0.14	-0.06	-0.02
DEFPIB	0.09	0.08	0.04	0.01
IPC	0.12	0.10	0.04	0.01
Ahorro Externo	-0.03	-0.02	-0.01	0.00
Superávit Fiscal	0.07	0.06	0.03	0.01
Ahorro privado	-0.02	-0.02	-0.01	0.00
Inversión	0.02	0.02	0.01	0.00
Empleo urbano	-0.21	-0.18	-0.08	-0.02

CUADRO 5
TASAS POR CONTAMINACION HIDRICA
VARIACION EN LA PRODUCCION Y LOS PRECIOS (%)

Sector	Tasas Altas		Tasas Medias		Tasas Mínimas		Tasas 25%	
	Producción	Precios	Producción	Precios	Producción	Precios	Producción	Precios
Otros agropecuarios	-0.86	0.50	-0.75	0.44	-0.32	0.19	-0.08	0.05
Carnes	-0.06	-0.36	+0.05	-0.31	-0.02	-0.13	-0.01	-0.04
Transform. de cereales	-0.29	-0.08	-0.26	-0.07	-0.11	-0.03	-0.03	-0.01
Lácteos	-0.28	-0.17	-0.24	-0.15	-0.10	-0.06	-0.03	-0.02
Azúcar	-0.40	-0.16	-0.35	-0.14	-0.15	-0.06	-0.04	-0.02
Bebidas	-1.40	1.27	-1.22	1.11	-0.53	0.47	-0.14	0.13
Tabaco	-0.47	-0.03	-0.41	-0.03	-0.17	-0.01	-0.05	0.00
Textiles y cueros	-0.38	0.05	-0.33	0.04	-0.14	0.02	-0.04	0.01
Madera y muebles	-0.44	0.33	-0.39	0.29	-0.17	0.12	-0.04	0.03
Papel e imprentas	-0.60	0.43	-0.52	0.37	-0.22	0.16	-0.06	0.04
Químicos	-0.41	0.16	-0.36	0.14	-0.15	0.06	-0.04	0.02
Minerales no metálicos	-0.34	0.27	-0.30	0.23	-0.13	0.10	-0.04	0.03
Metálicos no elaborados	-0.20	-0.06	-0.18	-0.05	-0.08	-0.02	-0.02	-0.01
Maquinaria	-0.10	-0.07	-0.09	-0.06	-0.04	-0.03	-0.01	-0.01
Equipo de transporte	-0.04	-0.09	-0.04	-0.08	-0.02	-0.04	0.00	-0.01
Otras manufacturas	-0.22	-0.06	-0.19	-0.05	-0.08	-0.02	-0.02	-0.01

debido a la imposición de las tasas. En el caso de bebidas los precios se incrementan 1.27%, y en el de otros agropecuarios 0.5%.

Obsérvese que con la Propuesta 4 (tasa al 25% de la Tasa Mínima) la mayor caída de la producción es de sólo 0.14% en el caso del sector de bebidas, y el mayor incremento en los precios es de 0.13% también en dicho sector.

El cambio en los precios de los bienes industriales refleja dos tendencias opuestas: en algunos casos predomina el impacto de mayores costos como resultado de las tasas por contaminación que se reflejan en incrementos en precios, y en otros casos predomina el efecto de una desaceleración (aunque leve) en la actividad económica, con lo cual los precios disminuyen.

En conjunto, los resultados del modelo sugieren que el impacto de la aplicación de las tasas por contaminación hídrica tiene efectos relativamente leves sobre los sectores industriales, a nivel de la Tasa Mínima o del 25% de dicha tasa. Sin embargo, los efectos sectoriales pueden ser importantes en el caso de la tasa media y máxima. Con todo, es necesario hacer dos cualificaciones: a) el efecto está muy concentrado en pocos sectores (en particular, en bebidas, otros productos agropecuarios y papel e imprenta). b) De nuevo, comparando con el efecto de incrementar los precios de la gasolina en 20%, en este caso algunos sectores son afectados en forma mucho más significativa. Por ejemplo, la producción bruta de tabaco cae 3.4%, la de bebidas disminuye 2.4%, la de papel 1.6%. Con la imposición de las tasas por contaminación hídrica al nivel máximo el efecto sectorial más grande es la caída en la producción de bebidas de 1.4%, es decir, menos de la mitad del impacto que se obtendría con el incremento en los precios de la gasolina. Con la Propuesta 4 el impacto sectorial más grande es de sólo 0.14%.

Dados los anteriores resultados, y los efectos ambientales positivos esperados (que no son cuantificados por el modelo), estas simulaciones sugieren la conveniencia económica de implementar las tasas por contaminación hídrica. La utilización de un modelo que permitiera que los empresarios adoptaran tecnologías de control frente a la alternativa de pagar las tasas fortalecería aún más esta conclusión.

CONCLUSIONES

En el estudio se analiza el impacto probable de la aplicación de diferentes niveles de tasas retributivas por contaminación hídrica sobre los sectores industriales, utilizando un conjunto de indicadores económicos y financieros para una muestra de empresas manufactureras, y también para la EAAB-ESP. Las principales conclusiones del estudio son las siguientes:

Impacto Macroeconómico

Las tasas generan caídas en el PIB entre 0.02% y 0.23%. Como punto de referencia, un incremento del 20% en el precio de la gasolina disminuye el PIB en casi un punto porcentual. El efecto sobre el empleo, es completamente paralelo al del PIB: éste disminuye entre 0.02% y 0.21% cuando se aplican las tasas máximas. De otro lado, el impacto sobre competitividad es de una caída en las exportaciones de -0.01% en la Propuesta 4 a una de -0.05% con la tasa máxima.

La imposición de las tasas genera un incremento adicional en el índice de precios al consumidor entre 0.01% y 0.12%. Como parámetro de comparación, un incremento del 20% en el precio de la gasolina tiene un impacto inflacionario de 0.33%. Una devaluación del 20% acelera la tasa de inflación en más de 4%.

En esta perspectiva, el impacto inflacionario y sobre la actividad económica agregada de las tasas por contaminación hídrica es relativamente bajo, aún a los niveles máximos.

Impactos Sectoriales

En conjunto, los resultados del modelo sugieren que el impacto de la aplicación de las tasas por contaminación hídrica tiene efectos relativamente leves sobre los sectores industriales, a nivel de la Tasa Mínima de la Propuesta 1 o de la Propuesta 4. Sin embargo, los efectos sectoriales pueden ser importantes en el caso de la tasa media y máxima.

Con todo, es necesario hacer dos cualificaciones:

a) El efecto está muy concentrado en pocos sectores (en particular, en bebidas, otros productos agropecuarios y papel e imprenta).

b) Un aumento de 20% en los precios de la gasolina hace caer la producción bruta de tabaco cae 3.4%, la de bebidas en 2.4%, la de papel en 1.6%. Con la imposición de las tasas por contaminación hídrica al nivel máximo el efecto sectorial más grande es la caída en la producción de bebidas de 1.4%, es decir, menos de la mitad del impacto que se obtendría con el incremento en los precios de la gasolina. Con la Propuesta 4 el impacto sectorial más grande es de sólo 0.14%.

c) La información de vertimientos en relación a la producción y el consumo de agua muestra una gran heterogeneidad entre las empresas aún en aquellas ubicadas en el mismo sector o subsector. Esta heterogeneidad puede estar relacionada con diferencias en el bien producido, diferencias de tecnología, etc., pero también con posibles diferencias en los niveles de eficiencia. El cruce entre ambas variables muestra que, a partir de cierto umbral, existe una relación negativa (positiva) entre eficiencia (ineficiencia) y emisiones contaminantes.

En estas condiciones, la imposición de una tasa por contaminación puede ser un incentivo eficaz para que las empresas que están en dicho umbral reduzcan sus niveles de ineficiencia con el fin de evitar mayores pagos por sus vertimientos. Esta es una típica situación de ganancia-ganancia (“win-win situation”), en la medida en que al disminuir los niveles de ineficiencia no sólo hay una ganancia ambiental, sino también económica para la sociedad y para la propia empresa que ve reducidos sus gastos por unidad de producto al eliminar sobre-costos asociados a la ineficiencia.

Algunos indicadores de impacto son los siguientes:

- La participación de los pagos por las tasas como proporción del impuesto a la renta va desde el 1% en promedio para la propuesta 4, hasta el 13% en promedio para la tasa máxima.
- Existe una gran dispersión dentro de cada sector: para algunas empresas los valores son aproximadamente cero. Para otras supera el 100% del impuesto de renta.
- Como proporción de la producción bruta, con la Propuesta el 71% de las empresas pagaría menos de 1 peso como tasa retributiva. Con la tasa máxima, dicha porcentaje cae al 40%.
- Con la Propuesta 4 el 63% de las empresas pagarían lo correspondiente a menos del 1% de lo que pagaban en impuestos indirectos en 1991. Esta proporción disminuye al 36% de las empresas cuando se aplica la tasa máxima.

EAAB-SP

En el caso de la EAAB-ESP se analiza la viabilidad de la propuesta de construir tres plantas de tratamiento (Tunjuelo, Fucha y el Salitre), frente a diferentes niveles de tasas retributivas. Se muestra que si los niveles de las tasas son los de la Propuesta 4 (el 25% de la Tasa Mínima de la Propuesta 1), ninguna alternativa de tratamiento es económicamente preferible. Si se cobra las tasa Mínima, la alternativa menos costosa es construir las Plantas de Fucha y de Tunjuelo (que representa un costo 25% inferior a la alternativa de no tratamiento y 10% más barata que construir las tres plantas).

En conjunto, construir la planta del Salitre está en el rango más bajo de preferencias. Las dos mejores alternativas de inversión son la construcción de las tres plantas y la construcción de las plantas de Fucha y Tunjuelo.

BIBLIOGRAFIA

Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico CRAP. Ley 142 de 1993 de Los Servicios Públicos Domiciliarios. Decreto Reglamentario de la Estructura Tarifaria.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP, Estados Financieros a Junio 30 de 1996. Gerencia Financiera, Departamento de Contabilidad.

Estados Financieros de las Empresas, Superintendencia de Sociedades, años 1992 y 1993.

Leibovich, J. y E. Caicedo (1996), Política Comercial, Inflación y Asignación de Recursos en la Economía Colombiana, 1990-1995, Informe Final de Investigación, Fedesarrollo, Santafé de Bogotá, *mimeo*, enero.

Ministerio del Medio Ambiente, Propuesta Para el Cálculo y Aplicación de las Tasas Retributivas sobre Vertimientos Líquidos en Colombia, versión preliminar, Noviembre de 1995.

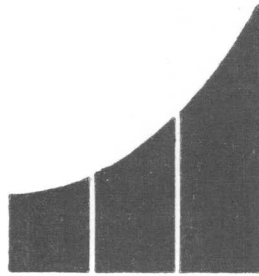
Ministerio del Medio Ambiente, Proyecto de Decreto Reglamentario de Tasas Retributivas, versiones preliminares.

Nuevo Diseño de la Factura de Cobro de los Servicios de Acueducto y Alcantarillado. Rev. La Rana EAAB-ESP, N° 5,7 de 1995.

Organización Administrativa de la empresa EAAB-ESP, Manual del Usuario, 1995.

Sánchez, F. (1993), Cálculo del impacto de los productos agropecuarios sobre el nivel de precios, en: Coyuntura Económica, Santafé de Bogotá, Fedesarrollo, Vol. XXIII, No. 2, julio.

Sarmiento Guillermo, Programa de Control de Descargas Líquidas de Origen Industrial, DAMA, Informe Final, Agosto de 1995.



FEDESARROLLO

FUNDACION PARA LA EDUCACION SUPERIOR Y EL DESARROLLO

FEDESARROLLO es una entidad colombiana, sin ánimo de lucro dedicada a promover el adelanto científico y cultural y la educación superior, orientándolos hacia el desarrollo económico y social del país.

Para el cumplimiento de sus objetivos, adelantará directamente o con la colaboración de universidades y centros académicos, proyectos de investigación sobre problemas de interés nacional.

Entre los temas de investigación que han sido considerados de alta prioridad están la planeación económica y social, el diseño de una política industrial para Colombia, las implicaciones del crecimiento demográfico, el proceso de integración latinoamericana, el desarrollo urbano y la formulación de una política petrolera para el país.

FEDESARROLLO se propone además crear una conciencia dentro de la comunidad acerca de la necesidad de apoyar a las Universidades colombianas con el fin de elevar su nivel académico y permitirles desempeñar el papel que les corresponde en la modernización de nuestra sociedad.