

Un modelo de estimación

de impactos distribucionales en el medio ambiente

Hernando Rodríguez Zambrano
Director del Programa de Economía

Resumen

En el presente artículo, se hace un análisis metodológico de aplicación de un modelo de estimación de impactos distribucionales en valoración del impacto ambiental, donde se logra estimar un Índice de Impacto Distributivo que sirve para evaluar la equidad o justicia social de proyectos y/o políticas ambientales, en el sentido compensatorio eficiencia-equidad, sobre las clases menos favorecidas.

Introducción

El creciente deterioro y la degradación de los recursos naturales y ambientales, es un problema que crece día a día. En los últimos años, este ha

empezado a sentirse más notoriamente, debido básicamente al impacto negativo en términos de bienestar social que se genera al degradar o disminuir la cantidad y calidad de un recurso natural o ambiental. Así, la protección de los recursos naturales y la descontaminación del medio ambiente, son los grandes problemas actuales que demandan grandes soluciones, para lograr un mejor nivel de vida presente y para las generaciones futuras.

Dentro de esta visión, la gran problemática actual de contaminación del río Bogotá, ha rebasado los límites de la ciudad, para convertirse en un gran problema para el país. Para el caso de contaminación del río Bogotá, este recibe descargas contaminantes desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Magdalena, con aportes domésticos de cerca de siete millones de habitantes de diferentes municipios y de la capital y

descargas industriales de todo tipo. En Bogotá, el río recibe tres afluentes principales, los cuales aportan cerca de 90% de la contaminación biológica que llega al río. Estos afluentes son los ríos: Salitre o Juan Amarillo que aporta 30.2% del caudal contaminante, Fucha que aporta 38.4% y Tunjuelo que aporta 21.4%. La capacidad de asimilación del río es baja por su poco caudal y baja velocidad, ya que la zona es muy plana. El río presenta carencia de oxígeno disuelto, a partir del vertimiento del río Salitre.

La contribución del presente artículo, será la de avanzar en el análisis para la identificación y estimación de medidas de impacto ambiental, especialmente en aspectos distributivos sobre beneficios derivados de un proyecto ambiental. Para el caso, se tomará el proyecto de saneamiento del río Bogotá en la cuenca del río Tunjuelo.

En el anexo se presentan antecedentes de la problemática de descontaminación del río Bogotá y la elección del área de estudio.

1. Impacto distribucional sobre beneficios en salud

Uno de los objetivos propuestos en el estudio, es el de analizar el impacto distributivo en beneficios sobre salud, generados por el proyecto de saneamiento del río Bogotá en la etapa del río Tunjuelo. Dentro del análisis de impacto distributivo, se presentan tres alternativas, a saber: a) Impacto distributivo en costos. b) Impacto distributivo en beneficios. c) Impacto distributivo neto (beneficios-costos).

Un enfoque de impacto distributivo en costos para el proyecto de saneamiento del río Bogotá, fue tratado convenientemente por Barona, Ana Beatriz (1997)¹, en el esquema de financiamiento del proyecto. En este aspecto, el Distrito de Bogotá pagará: los costos de operación y mantenimiento, repago de la inversión y servicios de la deuda, mediante una **tarifa mensual** por metro cúbico tratado. Los recursos para cubrir esta tarifa provendrán de: 1) Aportes del Fondo Nacional de Regalías, donde con base en la Ley 141 de 1994, 20% de los recursos del Fondo deben ser destinados a proyectos de preservación del Medio Ambiente. 2) Aportes del Impuesto Predial, según Ley 99 de 1993, donde se permite una sobretasa de hasta 15% para conservación ambiental. 3) Aportes del Fondo Ambiental de la EAAB, donde las industrias contaminantes pagan una tarifa de 100% de la tarifa de acueducto y las no poluciantes sólo pagarán 60% de dicha tarifa. Igualmente, consideró como fuente alternativa, el cobro de tarifas a usuarios residuales, basada en cobro similar a los servicios públicos domiciliarios. Esta tarifa sería similar a una tarifa por saneamiento, acorde con las tasas de polución estipuladas en la Ley 99/93 y en proceso de reglamentación para el caso del aire, según Decreto 948 del 5 de julio de 1995.

En el análisis de impactos en salud, se ha observado que en el estudio sobre la pobreza en Bogotá,² se demuestra que a medida que se incrementa la pobreza, aumenta la proporción de la población que carece de servicios públicos para satisfacer sus necesidades básicas, lo que obliga a la población a abastecerse de agua de carrotanques, pozos, ríos o de agua de lluvia, incrementándose con ello los riesgos de enfermedades.

¹ Barona, Ana Beatriz. El impacto en la distribución del ingreso del esquema de financiamiento del proyecto de saneamiento del río Bogotá, 1997.

² DANE. La pobreza en Bogotá. Secretaria Distrital de Salud, 1994. Plan sectorial de salud para el D.C., 1985.

Ahora bien, del análisis de la problemática ambiental de la cuenca del río Tunjuelo, los **beneficiarios** del proyecto son:

- El proyecto de saneamiento del río, pretende aliviar la contaminación hídrica de origen industrial, que es consecuencia de falta de una tecnología adecuada para el tratamiento de los efluentes líquidos. Con esto, una meta específica, es la de reducir los índices de morbilidad y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la zona.
- Los resultados esperados son: contribuir con la recuperación del río Tunjuelo y quebrada Chuguaza; lograr el interés y la participación ciudadana en el control y recuperación de las corrientes superficiales.
- Los **beneficiarios directos** son: los habitantes de la localidad e industriales, asentados en ella.
- El proyecto pretende eliminar los vertimientos de aguas domésticas, pues la contaminación orgánica en el río genera: sedimentación, malos olores, focos de infección y en general deterioran la calidad de vida de la población. Así, uno de los objetivos buscados es el de disminuir la incidencia de enfermedades, especialmente en la población infantil.
- Los resultados esperados son: eliminación del vertimiento de cargas orgánicas al río y sus afluentes; disminución de la incidencia de enfermedades gastrointestinales; obtención de condiciones ambientales satisfactorias de las corrientes superficiales del agua.
- Los **beneficiarios directos**, son los habitantes de la localidad y pobladores de la cuenca baja del río Bogotá.
- Con el proyecto, se pretende evitar que las basuras sean botadas al río y/o afluentes, mejorándose la calidad de vida de los habitantes y disminuyéndose la incidencia de enfermedades causadas por este motivo.
- Los **beneficiarios directos**, son los habitantes de la localidad, en especial la población infantil.
- Igualmente, se espera la recuperación y limpieza de las rondas del río y sus afluentes, que se deben delimitar y mantener para amortiguar las crecientes del río y afluentes, ya que en la actualidad son basureros o existen viviendas o cultivos.
- Los **beneficiarios directos** son los habitantes ubicados en las riberas del río y afluentes, eliminándose la posibilidad de inundaciones y sus consecuencias.
- La detención de los problemas de asentamientos humanos en las rondas del río y afluentes, ocasionando la contaminación de las aguas por descargas orgánicas y basuras; además, del riesgo por inundaciones. Las metas son: evitar los asentamientos, reducir la contaminación y preservar las rondas. Los resultados esperados son: desalojar los asentamientos existentes y eliminar contaminación.
- Los aspectos mencionados son los que inciden directamente en el deterioro de la salud de los habitantes de la zona, por lo que el proyecto generaría un incremento en el bienestar de dicha población.

1.1 Análisis del impacto distributivo (ID)

La metodología del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) por coeficientes de impacto distributivo, para grupos de bajos ingresos, pretende estimar qué porcentaje de las transferencias netas originadas por el proyecto son recibidas por los agentes de bajos ingresos que participan en él.

Se plantea que:

I.D= Transferencias para agentes privados de bajos ingresos/transferencias para todos los agentes privados.

Los agentes participantes son: 1) Los **beneficiarios de bajos ingresos**, con ingresos inferiores a \$655.561/persona/año (límite de pobreza establecido por el BID para Colombia a junio de 1993

y equivalentes a \$ 2.124.872/persona/año a pesos de 2000), quienes se beneficiarán de la diferencia entre lo que estarían dispuestos a pagar (DAP) por el proyecto y lo que pagarán efectivamente por las tarifas ambientales por cobrar por el Distrito Capital. Este es el impacto en beneficios del proyecto y es el excedente del consumidor (E.C). 2) Los **trabajadores no calificados**, que intervienen en la construcción y operación del proyecto, quienes se beneficiarán por la diferencia entre el valor de su productividad (costo económico de la mano de obra para el proyecto y lo ejecutado) y lo que reciben por salarios y prestaciones (costo financiero para el proyecto e ingreso financiero para los trabajadores). Este es el impacto sobrecostos del proyecto.

De esto se deduce que el **impacto distributivo neto** de un proyecto hacia los niveles de bajos ingresos, va a estar determinado en gran medida por la mayor o menor participación de la mano de obra no calificada, en la estructura de costos y por la estructura tarifaria que establezca el ejecutor del proyecto. Para el caso del estudio, se busca estimar un impacto distributivo del saneamiento del río Bogotá y según la metodología propuesta por el BID, les da gran importancia no sólo a los consumidores o beneficiarios de bajos ingresos sino a la mano de obra no calificada (del grupo de bajos ingresos) participante en la ejecución del proyecto durante la vida útil del mismo, entendiéndose que si el énfasis del proyecto es redistributivo debe favorecer a los niveles de bajos ingresos de la población. Así por ejemplo, la política tarifaria debería buscar mantener cierto excedente del consumidor para estos grupos menos favorecidos y/o establecerse la transferencia equitativa de ingresos y costos que beneficien más a los niveles de bajos ingresos respecto de los niveles de altos ingresos.

Ahora bien, con la metodología de Valoración contingente, se pretende obtener una DAP de la población como medida de beneficios en salud, generada por mejoras en la calidad ambiental del recurso agua del río Tunjuelo. La DAP evaluada por variación compensadora reflejaría la utilidad del proyecto por obtener todos los beneficios no cuantificables y mencionados anteriormente. Además, un examen patrocinado por la National Wildlife Federation,³ plantea la DAP como un proxy de los beneficios recibidos y su relación con los niveles de ingreso de la población.

1.2 Agentes involucrados en el proyecto de saneamiento

- **El ejecutor del proyecto**, centralizado en el Distrito de Santafé de Bogotá, según contrato 015 del 20 de Septiembre de 1994 con la Sociedad Lyonnaise des Eaux-Degremont S.A. Así, el Distrito deberá pagar a la Compañía Concesionaria del Servicio (CCS) una tarifa mensual por m³ de agua tratada. Esto, desde el punto de vista de costos del proyecto que cubrirían costos de inversión y costos de operación y mantenimiento.
- **La población beneficiada**, contabilizada por unidades familiares, quienes recibirán una transferencia positiva en beneficios, valorados por la disponibilidad a pagar media (DAPm) de las familias y una transferencia negativa de costos, representados por la tarifa efectiva por pagar. La diferencia entre beneficios-costos aportaría el impacto neto de transferencia del proyecto. Aquí se debe aclarar que el efecto distributivo sería más concreto, si se considera la DAP por estrato, tomando como referencia el nivel de ingresos inferiores o supe-

³ Este resultado fue referenciado por Dorfman y Snow(1975), en su estudio sobre la distribución por ingreso de los costos de las políticas del Programa Nacional de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Allí, se señala gráficamente que un gran porcentaje de altos ingresos individuales están dispuestos a pagar cualquier incremento dado en costos de control de la polución.

riores al límite de pobreza referenciado por el BID.

- **Las industrias beneficiadas** por el tratamiento, quienes pagarían una tarifa de DAP equivalente a los costos marginales (CMg) de tratamiento que se ahorrarían.
- **Los trabajadores no calificados**, empleados en la ejecución, operación y mantenimiento del proyecto, quienes ganan la diferencia entre el valor presente de su costo financiero y el valor presente de su costo económico.

Ahora bien, para el caso del estudio, se analiza el efecto distribucional de beneficios en salud. Para ello, se tienen en cuenta los costos pagados por la población en tratamientos de enfermedades ocasionadas por la contaminación. Los beneficios entonces, se generarán de multiplicar la disponibilidad a pagar promedio (DAPm) por el número de familias de cada estrato.

Siguiendo a Field, B.(1995) y un planteamiento de análisis parcial se analizará el impacto sobre beneficios en salud. Así, como se ha mencionado, los daños a la salud humana ante la contaminación ambiental son una tarea crítica para los economistas, pues muchos son los factores que afectan la salud:

salud = f (estilos de vida, dietas, de factores genéticos, edad, contaminación del entorno, etc.).

La metodología por utilizar, establece que la población está agrupada en tres estratos socioeconómicos (estratos 1,2,3, según estudio de estratificación de la zona realizado por la Alcaldía Mayor de Bogotá en 1996). Cada estrato a su vez, tiene factores que lo caracterizan, siendo el más relevante el nivel de ingresos. Con estos criterios se

dividió el total de familias de la zona en tres estratos, así:

No. Total de viviendas: 35170
No. Total de personas por vivienda: 5

| Estrato | Nivel de ingresos mensuales (\$ de 2000) | % según estudio ⁴ | Estratificación por familias |
|---------|--|------------------------------|------------------------------|
| 1 | Hasta \$ 244.700 | 2.20 | 775 |
| 2 | \$244.701-\$587.280 | 69.20 | 24337 |
| 3 | Más de \$587.280 | 28.60 | 100058 |

La información sobre estratificación por familias fue obtenida del Departamento Administrativo de Planeación Distrital para la localidad 06-Tunjuelito, en su estudio sobre "Distribución de las manzanas por estrato y cifras 1997", donde para un total 199.156 habitantes 69.2% es de estrato 2, 28.6% es de estrato 3 y el resto es de estrato 1.

1.3 Bases para estimar el impacto distribucional

1.3.1 Ingresos totales

Para cada tipo de ingreso i , y para cada grupo socioeconómico j , se obtendrá el ingreso total, así: Ingresos monetarios anuales para el tipo de ingreso i , a valores de mercado (It_{ij}) = Ingreso promedio anual del tipo i \times N° de familias de cada estrato j ,

$$It_{ij} = Ip_{ij} \times nf_{ij} \quad (1)$$

Ingreso total a valores económicos = Ingreso total a valores de mercado \times razón precio cuenta

$$Ite_{ij} = It_{ij} \times rpc \quad (2)$$

⁴ Según estudio del Departamento Administrativo de Planeación distrital.

siendo, It_{ij} : ingresos monetarios anuales a valores de mercado por estrato j ; Ip_{ij} : ingreso promedio anual por estrato j ; nf_{ij} : N° de familias por estrato j ; Ite_{ij} : ingresos monetarios anuales a valores económicos por estrato j ; rpc : razón precio cuenta.

1.3.2 Beneficios estimados

- **Los beneficios considerados**⁵ como: la diferencia entre la disponibilidad por pagar y el valor de la tarifa efectiva de pago ambiental del grupo de bajos ingresos.

$$Bte_{ij} = (DAPm)_{ij} \times nf_{ij} - TA_{ij} \times nf_{ij} \times rpc \quad (3)$$

donde, Bte_{ij} : beneficio monetario económico por estrato j ; $(Dapm)_{ij}$: disposición a pagar media por estrato j ; nf_{ij} : N° de familias por estrato j ; TA_{ij} : valor monetario económico mensual de la tarifa ambiental por familia y por estrato j . La $(DAPm)$ es un valor económico. Para el caso de la tarifa, según la metodología del BID, esta se establece como efectivamente pagada y se toma como proxy a su valor económico (se ajustaría por su rpc cuando se disponga de la información completa).

- **Los beneficios estimados** como: la diferencia entre la disponibilidad por pagar y el valor equivalente de costo económico de tratamiento de enfermedades relacionadas con la contaminación del agua.

$$Bte_{ij} = (DAPm)_{ij} \times nf_{ij} - CM_{ij} \times nf_{ij} \times rpc \quad (4)$$

siendo, CM_{ij} : valor equivalente de costo económico de enfermedades relacionadas con la contaminación del agua por estrato j . Los demás están definidos en el numeral anterior.

Para la valoración de los beneficios en salud, se tomará como criterio de valoración la DAP⁶, basado en los resultados obtenidos por el método de valoración contingente, con un modelo log-likelihood, dio una DAP media de \$17320/flia/mes (pesos de 2000)⁷ ante un cambio en 50% de la contaminación del río Tunjuelo.

1.3.3 Impacto distribucional sobre beneficios en salud por mejoras en la calidad ambiental

Utilizando el **criterio de equidad vertical**, planteado por Field, B(1995), en el cual se analiza cómo una política ambiental impacta a las personas con diferente nivel de ingreso, se estima un impacto distribucional específico sobre beneficios en salud (Id_{ij}), en relación con el nivel de ingresos de cada estrato poblacional, a saber:

$$Id_{ij} = \frac{Bte_{ij}}{Bte_{ij}} \quad (5)$$

El impacto distribucional total, será la sumatoria de los impactos distribucionales de los grupos socioeconómicos j . Siendo (ID) el impacto distribucional total de sólo beneficios en salud ante cambios ambientales.

$$ID = \sum_{i=1}^n \frac{Bte_{ij}}{Bte_{ij}} \quad (6)$$

⁵ Siguiendo la metodología mencionada del BID, donde los beneficiarios de bajos ingresos recibirían unos beneficios netos, equivalentes a la diferencia entre lo que están dispuestos a pagar por el proyecto de saneamiento del río y lo que pagarían efectivamente por tarifas por cobrar por el Distrito Capital.

⁶ Field, B(1995) y Tietenberg(1992), mencionan que los impactos sobre la salud, se pueden valorar concentrándose en la DAP por obtener beneficios ambientales; en especial con estudios de tasas salariales, que señalan cuánto valoran las personas los riesgos contra la salud.

⁷ Según estimación realizada por el autor, con el modelo de valoración contingente y utilizando el software LIMDEP.

Lo anterior, se puede expresar porcentualmente como tasas de impacto distributivo sobre beneficios en salud ante cambios ambientales:

$$i.d. = \frac{Bte_i}{Ite_i} \times 100\% \quad (7)$$

siendo, i.d. = tasa de impacto distribucional por estrato poblacional.

Luego, con base en los resultados obtenidos para $0 \leq i.d. \leq 1$, se podrá determinar si la política de Gestión Ambiental es progresiva, regresiva o proporcional, teniendo como base la visión Pareto del favorecimiento del estrato o clase social

más pobre, es decir, que si la población mejora sin que nadie empeore, entonces la suma total de bienestar en la sociedad es mayor que antes.

2. Análisis de los efectos distributivos de la política de descontaminación del río Bogotá

Con base en la metodología expuesta para la estimación de impactos distributivos, se presentan los siguientes resultados, **valorados a precios de eficiencia económicos**.

2.1 Cálculo de ingresos totales a valores de mercado y económicos por estrato poblacional

| Estrato | Ingreso promedio mes (\$/mes de 2000) | Nº de familias por estrato | Ingreso total por estrato a precios de mercado (\$/mes de 2000) | RPC | Valor Económico (\$/mes de 2000) |
|---------|---------------------------------------|----------------------------|---|-----|----------------------------------|
| (i) | (Ip_{ij}) | (nf_{ij}) | (It_{ij}) | | (Ite_{ij}) |
| 1 | 241846 | 775 | 187.430.650 | 0.6 | 112.458.390 |
| 2 | 435845 | 24337 | 10.607.159.770 | 0.6 | 6364.295.860 |
| 3 | 777236 | 10058 | 7.817.439.690 | 0.6 | 4690.463.810 |

Los ingresos monetarios mensuales a valores de mercado por estrato j , se estiman con base en la ecuación propuesta (1) del numeral (2.3.1)

$$It_{ij} = Ip_{ij} \times nf_{ij}$$

O sea:

$$It_{ij} = 241.846 \text{ \$/mes-flia} \times 775 \text{ flias} = 187.430.650 \text{ \$/mes.}$$

Los ingresos monetarios mensuales en valores de precios de eficiencia equivalentes, según la ecuación (2) serían:

$$Ite_{ij} = It_{ij} \times rpc$$

Es decir:

$$Ite_{ij} = 187.430.650 \text{ \$/mes} \times 0.6 = 112.458.390 \text{ \$/mes.}$$

El (rpc) utilizado corresponde a la mano de obra no calificada.⁸

⁸ rpc: obtenido de información sobre precios cuenta del Departamento Nacional de Planeación.

2.2 Determinación de los beneficios económicos totales por estrato poblacional

2.2.1 Desde el punto de vista de tarifa ambiental

| Estrato | DAP _{ij} (\$/flia/mes) | TA _{ij} (\$/flia/mes) | nf _{ij} (n ^o) | BTE _{ij} (\$/mes) |
|---------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| (i) | (ip _{ij}) | (nf _{ij}) | (It _{ij}) | (Ite _{ij}) |
| 1 | 17320 | 11835 | 775 | 4.250.875 |
| 2 | 17320 | 14202 | 24337 | 75.882.766 |
| 3 | 17320 | 20116 | 10058 | (28.152.342) |

Igualmente, la estimación de los beneficios económicos se hizo con base en la ecuación propuesta (3) del numeral (2.3.2):

$$Bte_{ij} = (DAPm)_{ij} \times nf_{ij} - TA_{ij} \times nf_{ij} \times rpc$$

Es decir:

$$Bte_{ij} = 17320 \text{ \$/flia/mes} \times 775 \text{ flia} - 11835 \text{ \$/flia/mes} \times 775 \text{ flia} \times 1.0$$

$$Bte_{ij} = 4.250.875 \text{ \$/mes}$$

En este caso se debe aclarar que la tarifa (según la metodología del BID) es la efectivamente pagada y se toma como apoxy a su valor económico, pero se debe ajustar con el rpc cuando se disponga de la información completa.

La determinación de la tarifa ambiental para cada estrato, se hizo bajo los siguientes supuestos: el cobro de la tarifa sólo a usuarios residenciales; la tarifa se cobraría de manera similar al cobro de servicios públicos residenciales, según Ley 142 de 1994⁹, la cual maneja una estructura de subsidios en beneficio de los estratos bajos; que toda

la población queda conectada al servicio de alcantarillado; con el funcionamiento del proyecto en saneamiento para la ciudad, el cobro de las tarifas es global; la inversión estimada del proyecto en pesos de 2000 fue de 4.500.434¹⁰ millones de pesos (instalación y funcionamiento del tratamiento primario del proyecto), los cuales se llevaron a vida infinita con la tasa social de descuento de 12.0%¹¹ y expresados los resultados en valores mes, y se estimaron 1.804.166 familias según el DANE (proyectos sobre censo 1993 para el año 2000).

Así, el cálculo de la tarifa ambiental se hizo de la siguiente manera:

La tasa mensual efectiva correspondiente a 12.0% anual = $(1+0.12)^{1/12} = 0.9489\%$ mes.

La inversión estimada se llevó a vida infinita con períodos mensuales = Inversión x Interés mensual de donde,

$$\text{Inversión mensual} = 4.500.4334.000.0000 \text{ \$} \times 0.009489 = 42704.618.230 \text{ \$/mes}$$

⁹ Según la Ley 142/94 mencionada, las familias de estrato 1, pagarían 50% de la tarifa, las de estrato 2, 60% y las de estrato 3, 85%.

¹⁰ Conservación de inversión en pesos según tasa de cambio año 2000.

¹¹ Estimación de la tasa de descuento para Colombia. Departamento Nacional de Planeación DNP.

Este valor se divide por la población beneficiaria del proyecto de saneamiento del río Bogotá:

Es decir, $4.270.461.830 \text{ \$/mes} / 1.505.750 \text{ flias} = 23.670 \text{ \$/mes/flia}$.

Ahora, con base en la Ley 142/94 se tiene un subsidio de 50% del valor de la tarifa para el estrato 1, obteniéndose la tarifa del estrato 1:

$$23670 \times 0.5 = 11835 \text{ \$/flia/mes.}$$

Igual tratamiento se hace para las tarifas de los demás estratos.

2.2.2 Desde el punto de vista de costos de tratamientos de enfermedades relacionadas con la contaminación del agua.

| Estrato | $(DAPm)_i$ (\$/flia/mes) | $(CM)_i$ (\$/flia/mes) | nf_{ij} (n ^o) | Bte_{ij} (\$/mes) |
|---------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 1 | 17320 | 4727 | 775 | 9.759.575 |
| 2 | 17320 | 5710 | 24337 | 282.552.570 |
| 3 | 17320 | 9249 | 10058 | 81.178.118 |

Para la estimación del costo económico del tratamiento de enfermedades (CM_{ij}), se tomó como base de cálculo el resultado obtenido por el método de función dosis-respuesta, donde un cambio de 50% en la calidad ambiental conlleva a una reducción de 2.12%¹² en costos de tratamiento de enfermedades relacionadas con la contaminación del agua. La estimación de los beneficios económicos se hace con base en la ecuación (4) propuesta en el numeral 3.4, a saber:

$$Bte_{ij} = (DAPm)_{ij} \times nf_{ij} - CM_{ij} \times nf_{ij} \times rpc$$

$$Bte_{ij} = 17320 \text{ \$/flia/mes} \times 775 \text{ flias} - 4727 \text{ \$/flia/mes} \times 775 \text{ flias} \times 1.0 = 9.759.575 \text{ \$/mes.}$$

Igualmente, en este caso el costo económico del tratamiento de enfermedades se estimó con base en los resultados generados por la función dosis-respuesta, en caso contrario los costos de tratamiento en pesos corrientes se deben ajustar con la rpc respectiva.

2.3 Impacto distribucional sobre beneficios en salud ante mejoras en la calidad ambiental

| Estrato | $I.D_i$ | $I.D_i$ | $i.d_{i(TA)}$ | $i.d_{i(CM)}$ | $I.D_{i(TA)}$ | $I.D_{i(CM)}$ |
|---------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Según TAIj | Según CMij | (%) | (%) | (%) | (%) |
| 1 | 0.0378 | 0.0868 | 3.78 | 8.68 | | |
| 2 | 0.0119 | 0.0444 | 1.19 | 4.44 | | |
| 3 | (0.0060) | 0.0173 | (0.60) | 1.73 | 4.37 | 14.85 |

¹² Según estimación del autor.

Los impactos distribucionales se estiman con base en las ecuaciones 5, 6 y 7 propuestas en el numeral (2.3.3); por ejemplo, el impacto distribucional sobre beneficios en salud en relación con el nivel de ingresos y desde el punto de vista tarifario y para el estrato 1, es:

$$Id_{ij} = Bte_{ij} / Ite_{ij} = 4.250.875 / 112.458.390 = 0.0378 = 3.78\%$$

De igual forma se procede para estimar los impactos distributivos de los estratos 2 y 3, que se muestran en la tabla anterior.

Finalmente, el impacto distributivo total sobre beneficios en salud ante cambios ambientales será la sumatoria de los impactos distribucionales de cada estrato j , que para el punto de vista tarifario es:

$$I.D. = (0.0378 + 0.0119 - 0.0060) = 4.37\%$$

Con el mismo procedimiento, se obtuvo el impacto distributivo total desde el punto de vista de los costos de tratamiento de enfermedades, que muestra un impacto sobre beneficios en salud de 14.85%.

Conclusiones

Los resultados obtenidos de impacto distribucional sobre beneficios en salud de una política de gestión ambiental, muestran para el caso analizado un impacto distribucional **progresivo en beneficios**, así:

- a) Desde el punto de vista de valoración de beneficios con tarifa ambiental, se muestra que el efecto de beneficios es proporcionalmente mayor en el grupo poblacional de ingresos bajos, donde el impacto distributivo de la

ejecución del proyecto reportó un beneficio equivalente por salud de 3.78% para el estrato 1; el efecto distributivo para el estrato 2 fue proporcionalmente menor que el del estrato 1 con 1.19% y fue todavía inferior para el estrato 3 con 0.60%. Estos resultados señalan un impacto distribucional progresivo en beneficios en relación con el estrato poblacional más pobre.

- b) Desde el punto de vista de costos de tratamiento de enfermedades relacionadas con la contaminación del agua, los resultados distributivos mejoraron su tendencia de beneficios progresivos con respecto a la clase social menos favorecida, obteniéndose un impacto distributivo de 8.68% para el estrato 1 contra 4.44% del estrato 2 y 1.73% del estrato 3.
- c) Por otro lado, el impacto distribucional total sobre toda la sociedad es positivo, señalándose que la sociedad como un todo se beneficia de la ejecución de proyectos ambientales. Así, el impacto distribucional total de sólo cambios en salud ante cambios en la calidad de agua para los estratos 1,2,3 de la localidad de Tunjuelito es de 4.37% desde el punto de vista tarifario y 14.85% desde la visión de costos de tratamiento. Lo anterior, señalaría el excedente o beneficio obtenido por la sociedad, generado por el proyecto de saneamiento del río Bogotá (cuenca del río Tunjuelo).

Bibliografía

- AZQUETA, O.D. (1999). Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill, Madrid.
- BRADEN, JOHN Y KOLSTAD, CHARLES (1992). Measuring the Demand for Environmental Quality. Elsevier science publishers B. V. Amsterdam.

-
- FIELD, Barry (1999) "Introducción a la Economía Ambiental". McGraw Hill.
 - FREEMAN III, M. A. (1993). The measurement of environmental and resource values. Theory and Methods. Resources for the Future, Washington, D.C.
 - HANEMANN, W. Michael (1994). Valuing the environment through contingent valuation. *Journal of Economic Perspectives*, 8(4), p, 19-43.
 - MCCONNELL, K. E. (1995). Issues in estimating benefits with non-market methods. Department of Agricultural and Resource Economics. University of Maryland
 - NASAR MOOR, Canielo (1994). Programa de Descontaminación del río Bogotá por concesión. Biblioteca DAMA. Santafé de Bogotá.