

COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO

**DEFINICION DE UN ESQUEMA DE REGULACION DE TARIFAS  
PARA EL SERVICIO ORDINARIO DE ASEO**

Circulación: Miembros de la Comisión

Versión: Para discusión

Santa Fe de Bogotá, julio de 1997

## DEFINICION DE UN ESQUEMA DE REGULACION DE TARIFAS PARA EL SERVICIO ORDINARIO DE ASEO<sup>1</sup>

### INTRODUCCION

La Comisión de Regulación, siguiendo lo estipulado en el Artículo 88 de la Ley 142 de 1994, para el caso en el cual se ha definido como régimen de tarifas la libertad regulada<sup>2</sup>, expidió las Resoluciones 12 de 1996, estableciendo las metodologías de costos y tarifas para el servicio ordinario de aseo, para empresas mayores a 8000 usuarios.

Para la determinación de los costos, en la metodología se dividió el servicio en dos componentes: el primero, denominado domiciliario, relacionado con las actividades de recolección, transporte y disposición de los residuos sólidos (no especiales) producidos por los hogares, la industria y el comercio, y el segundo, relacionado con el barrido y limpieza de las calles y áreas públicas. Para cada una de estas actividades, los costos se clasifican en: administrativos, operativos y de inversión.

Con la metodología de costos se determinan los costos de recolección (transporte) y disposición, por tonelada (\$/tn) y los costos de barrido (y limpieza) por kilómetro (\$/km).

Con la metodología tarifaria<sup>3</sup> determinan el valor a cobrar a cada usuario residencial según los costos unitarios del servicio, la producción anual de residuos residenciales, parámetros (establecidos por la Comisión) sobre diferenciales de producción de residuos por hogar según estrato, y los porcentajes de subsidio y sobreprecio establecidos en la Ley. Para los usuarios no residenciales el costo por tonelada se afecta por factores de densidad (tn/m<sup>3</sup>) definidos por la Comisión para establecer el costo por m<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> El servicio ordinario de aseo está compuesto por la recolección, transporte y disposición de los residuos sólidos no especiales y el barrido y limpieza de calles y zonas públicas.

<sup>2</sup> El servicio de aseo fue sometido al Régimen de Libertad Regulada por la Junta Nacional de Tarifas mediante la Resolución 136 de 1992.

<sup>3</sup> Es necesario tener en cuenta que la tarifa del servicio ordinario de aseo es un cargo fijo mensual para los usuarios residenciales y para los pequeños productores (usuarios residenciales que producen menos de un m<sup>3</sup> mensual) mientras que es un valor por m<sup>3</sup> para los grandes productores.

Para el caso del barrido<sup>4</sup>, en la metodología tarifaria se distribuye el costo del servicio relacionado con áreas públicas de uso general (vías principales y parques) entre todos los usuarios y el de áreas públicas locales (vías secundarias) entre sus directos beneficiados.

Debe resaltarse que los datos que se utilizan para calcular los costos del servicio de aseo salen directamente de los libros contables de la empresa y de algunos supuestos por parte de quien realiza el ejercicio (especialmente en cuanto a recolección -total y por tipo de usuario- de los residuos, kilómetros de vía barridos y porcentaje de distribución de éstas entre locales y principales).

Desde el punto de vista del regulador, que tiene como objetivo establecer una tarifa ajustada a los costos eficientes de prestación del servicio, no creó que exista duda en cuanto a que la primera fuente (los libros) resulta poco confiable (especialmente por ausencia de sistemas uniformes de contabilidad), mientras que los supuestos, por su misma esencia, al no poder ser verificados o corroborados, se prestan para estimaciones alejadas de la realidad.

En este sentido, al igual que lo ya dicho en el documento "Selección del Método de Regulación de Precios para los Sectores de Acueducto y Alcantarillado"<sup>5</sup>, no deben confundirse las metodologías de costos y tarifas con el esquema de regulación de tarifas, por lo cual es necesario que la Comisión lo establezca cuanto antes debido a que el nivel de la tarifa media en el servicio de aseo, en muchas ciudades colombianas, ya cubre el costo total del servicio.

## ESTABLECIMIENTO DE UN ESQUEMA DE REGULACIÓN

### *Características del Servicio*

El servicio ordinario de aseo es el que cuenta con mayores características de bien público entre los servicios regulados por la Ley 142 de 1994. En primer lugar, en relación con el componente de recolección, si bien existe rivalidad en el consumo (mis residuos disminuyen la capacidad del vehículo recolector para llevar los residuos de otra persona), las posibilidades de exclusión efectiva del servicio son casi inexistentes (si a mi me "suspenden" el servicio coloco mis residuos al lado de

<sup>4</sup> Más adelante se realiza una discusión particular sobre el servicio de barrido y limpieza.

<sup>5</sup> Documento presentado a consideración de la Comisión de Regulación de Agua Potable, en su reunión del 6 de marzo de 1997.

los del vecino o en la esquina y allí los recogerán). Por su parte, en el servicio de barrido y limpieza de áreas públicas no existe ni la posibilidad de exclusión ni la rivalidad en el consumo.

Son estas características las que han llevado, en muchos países, a que estos servicios sean financiados mediante impuestos. Incluso en la mayoría de países donde se cobra el servicio de recolección directamente a los usuarios, el servicio de barrido y limpieza de calles sigue estando a cargo de las autoridades municipales. La financiación de la totalidad del servicio de aseo mediante un impuesto (tasa de aseo) fue un esquema utilizado hasta principios de los años ochenta en casi todas las ciudades colombianas<sup>6</sup>.

Debe notarse que el servicio de aseo, a diferencia de los otros servicios públicos regulados, no requiere de redes físicas para su prestación y gran parte de sus activos (vehículos) no son de uso totalmente específico, es decir que para este servicio los llamados costos hundidos no son tan significativos como para los otros servicios domiciliarios.

Tampoco es un servicio de largos períodos de maduración de la inversión o de muy altos costos de inversión, por lo cual las posibilidades de financiamiento total del servicio por parte del sector privado (una vez garantizado el recaudo de las tarifas) son altamente posibles.

Adicionalmente, y por estas características, la subinversión conlleva a un deterioro del servicio en forma casi inmediata por lo cual es mucho más posible concentrar la regulación en el precio y la calidad del servicio (sin preocuparse en forma directa por el estado de la infraestructura de prestación).

### ***Posibles esquemas***

En el documento "*Selección del Método de Regulación de Precios para los Sectores de Acueducto y Alcantarillado*" antes citado, se expusieron en forma resumida los esquemas de regulación de los servicios públicos que se han identificado en la teoría económica.

Claramente, al tener el capital un peso relativamente mucho menor en el servicio de aseo, que en los otros servicios públicos, resultaría totalmente inadecuado pensar

---

<sup>6</sup> Aunque la Ley 14 de 1983 prohibió que las tarifas de los servicios públicos estuviesen relacionadas con el predial, en muchos municipios el servicio de aseo se siguió cobrando como una tasa con un valor monetario fijo anual (v.g. Ipiales hasta enero de 1995).



en regular este sector por tasa de retorno. El efecto sería el remplazo de mano de obra (sobre el cual no se reconoce retorno) por capital (siendo ello altamente posible en actividades como el barrido de calles), lo cual no es un objetivo deseado por la regulación.<sup>7</sup>

Algunos de los posibles esquemas de regulación expuestos en dicho documento (como reparto de utilidades, reparto de ingresos o techo de ingresos promedio), como allí se explica, presentan serios inconvenientes, como el desincentivar mejores servicios o servicios más rentables, y requieren un cuidadoso manejo por parte del organismo regulador de la información contable de las empresas, lo cual está aún lejos de las posibilidades de nuestro actual sistema de regulación y control, por lo que no creo conveniente considerarlas aquí.

Quedan por lo tanto, como esquemas posibles el techo de precios (price-cap), determinado con base en los costos eficientes de la propia empresa (y unas ganancias esperadas por eficiencia); la regulación por comparación de los costos entre empresas (Yard stick competition) o la regulación por empresa modelo (Bench-Mark Competition).

Es de anotar que, en sentido estricto, todos los esquemas llevan a un "techo de precios", pero mientras la regulación por tasa de retorno se basa en los costos de capital efectivamente realizados por la empresa, los otros esquemas toman como parámetros los costos totales que tendría una empresa eficiente (price-cap); los que tendría una empresa o grupo de empresas con similares características (yard stick) o los que arroja una empresa modelo (bench-mark), permitiendo, en los tres últimos casos, que las empresas que superan el nivel de eficiencia definido, (por reducción en costos de administración, operación o inversión) obtengan ganancias extraordinarias y por tanto, incentivando a todas las empresas<sup>8</sup> a ser más eficientes.

Como ya dijimos antes, el techo de precios no debe determinarse con base en la información de la propia empresa, ya que un sistema de regulación de este tipo contrariaría uno de los objetivos básicos de la regulación (establecido en la Ley), como es el de no trasladar ineficiencias de las empresas a los usuarios, a la vez que desincentivaría a las empresas más eficientes, al llevar a establecer tarifas menores para ellas.

---

<sup>7</sup> En la teoría económica sobre regulación, este es el denominado efecto averch-Johnson.

<sup>8</sup> En el caso que los fines no sean lucrativos, la empresa continúa teniendo incentivos a ser más eficiente y a dirigir los excedentes a sus propósitos (aumentar la cobertura, entregar más subsidios, pagar mejores salarios o tener más empleados).

Esto último resulta especialmente relevante para un sector como el de aseo, donde la participación privada es significativa<sup>9</sup> y en constante aumento.

Precisamente, por la positiva evolución que ha tenido la participación privada en este sector, la Comisión en conjunto con el Ministerio de Hacienda inició en 1995<sup>10</sup> un proyecto de investigación denominado "*Asesoría para la Regulación de la participación privada en la prestación del servicio público domiciliario de aseo*" el cual contiene entre uno de sus objetivos, el desarrollo de modelos de costos del servicio. La realización de este trabajo fue entregada (mediante proceso licitatorio) a la firma Econometría Ltda., la cual, en conjunto con esta Comisión y las principales empresas del sector, ha trabajado en el desarrollo de los modelos de costos de: i) Recolección y transporte, ii) Barrido y limpieza y iii) Disposición final.

---

<sup>9</sup> Más del 50% de los residuos sólidos urbanos en Colombia ya son recolectados por el sector privado, bajo diferentes modalidades de contratación.

<sup>10</sup> Problemas administrativos llevaron a dividir la realización de este trabajo en dos etapas, iniciándose la segunda en enero de 1997, con finalización programada para abril de 1997.

## MODELACION DE LOS COSTOS DE RECOLECCION

La consultoría desarrolló un modelo<sup>11</sup> que identifica las variables más relevantes que determinan el costo de recolección y transporte por tonelada, como son:

- El tiempo que se demora el camión en recoger una tonelada ( $h_1$ ), el cual depende de la cantidad de residuos presentados para recolección por cada usuario (determinado por la producción per cápita y la frecuencia de recolección) y por las condiciones físicas en la micro-ruta.
- El tiempo de transporte no productivo ( $h_0$ ) es decir, el que debe utilizar el vehículo para completar su micro-ruta adicional al utilizado estrictamente en recolección (como es de su base o parqueadero al sitio de tanqueo, de aquí al sitio de inicio de ruta, del final de ruta al sitio de disposición, tiempo de disposición y regreso al comienzo de una nueva ruta o a la base).
- Los empleados necesarios para operar un camión ( $nu$ ).
- El tiempo que se debe reemplazar a un empleado por ausencias justificadas ( $hr$ ).
- El salario semanal diurno por empleado incluyendo las prestaciones ( $S$ ).
- El valor de las dotaciones semanales por empleado ( $D$ ) como guantes, uniformes, botas, etc.
- Los costos de mantenimiento e insumos de los vehículos ( $C_{mh}$ ), como repuestos, lubricantes, combustibles y mano de obra de mantenimiento.
- Los costos directamente relacionados con el vehículo recolector o la flota de recolección ( $C_{dc}$ ) como son la base (sitio de estacionamiento y reparación), seguros, limpieza y lavado diario, equipos de comunicación, carro taller, kit de herramientas y carro de supervisores.
- Para determinar el costo del capital en vehículos por semana se trabajó con una tasa del 14% real (anual) y una vida útil de 25.000 horas operativas.

---

<sup>11</sup> Para explicación más detallada del modelo y los resultados de su aplicación, ver el informe de Econometría "Reglamentación de la Participación del sector privado en la prestación del servicio público domiciliario de aseo. Fase II y III, volumen II".

- Los costos administrativos fueron establecidos como un porcentaje (alfa) sobre los costos operativos.

Con la cantidad de residuos sólidos producidos por semana en cada ciudad (Q), y la capacidad de los vehículos recolectores (Qc, en toneladas por viaje), el modelo determina el número de viajes posibles por vehículo a la semana y el número de vehículos y operarios requeridos (y de esta forma todos los otros costos del servicio), permitiendo calcular, para cada ciudad, el costo por tonelada.

Con los resultados de este modelo y bajo cualquier parámetro de producción media de residuos por usuario (toneladas/usuario/mes) es posible definir el costo medio del servicio por usuario. Aplicando a este resultado los factores de producción por estrato (calculador como se muestra en el anexo) y los factores de subsidio y sobreprecio de la Ley, se obtiene la estructura tarifaria del servicio, para el sector residencial.

Igualmente, con supuestos básicos sobre densidad media de los residuos (definidos por la Comisión en dicha resolución) se obtiene la tarifa por metro cúbico aplicable a los usuarios no residenciales.

La versión inicial del modelo fue presentada a las 12 principales empresas del sector y a la Cámara de Aseo de la Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos de Colombia (Andesco) el día 5 de marzo de 1997.<sup>12</sup>

La discusión con las empresas sirvió para establecer valores o parámetros de entrada al modelo de forma tal que se posibilitara la comparación de los resultados que se obtuviesen posteriormente para las diferentes empresas.

El primer parámetro a fijar en conjunto con la empresa fue el relacionado con las horas operativas a la semana. De acuerdo con las empresas, el vehículo recolector debe ser parado diariamente para acondicionamiento y reparaciones menores entre 4 y 8 horas diarias (de las cuales al menos 3 deben ser en horario diurno para contar con la disponibilidad de los repuestos). Ante esta argumentación y a pesar de las diferencias entre empresas, se decidió, de común acuerdo, trabajar con 96 horas de operación a la semana (16 horas diarias, 6 días a la semana).

Igualmente, fue necesario determinar un vehículo tipo a ser utilizado en el modelo. La información facilitada por las empresas proveedoras de este tipo de vehículos en Colombia, muestra que el carro de mayor uso en nuestros municipios es el

---

<sup>12</sup> Es de anotar que en el desarrollo del modelo se realizaron 3 reuniones Adicionales de discusión con las empresas.



compactador de 14 yardas cúbicas (lo que equivale a 10.71 m<sup>3</sup> ó 7 toneladas<sup>13</sup> a una densidad de 0.65 toneladas por metro cúbico de residuos compactados). El precio de este vehículo fue obtenido mediante cotización solicitada por la Comisión directamente a la empresa fabricante.

Debe notarse que esto no significa que ese sea el vehículo ideal, siendo mucho mejor (desde el punto de vista de costos del servicio), especialmente en las ciudades mayores, el uso de vehículos de mayor capacidad. Sin embargo, existen condiciones topográficas (y normas del Mintransporte) que impiden su uso generalizado.

Una crítica inicial de las empresas era que el modelo no consideraba otros parámetros relevantes en la prestación del servicio como topografía, estado de las vías, congestión vehicular o frecuencia.

A este respecto, se mostró a las empresas que todos estos factores estaban implícitamente contenidos en el parámetro  $h_1$  (tiempo de recolección por tonelada). Así, para una frecuencia dada (las calles en determinado estado, o dada la topografía de la ciudad) se tendría un  $h_1$ . Al cambiar uno cualquiera de esos parámetros cambiará  $h_1$ , aunque no necesariamente en forma proporcional.

### **Análisis de los datos**

Se debe destacar que el modelo inicial requería de información expresada en unidades no utilizadas en forma normal por las empresas como costo de mantenimiento por hora de operación, horas de ausencia laboral por semana y costo de respaldo por hora de operación, entre otros.

En el cuadro 1 presentan la información inicialmente entregada por las empresas y requerida para determinar los valores estándar a utilizar en el modelo, con su media, su mínimo y su máximo.

Como se puede allí observar, las empresas presentan enormes diferencias en muchos de los parámetros, las cuales no serían de esperar, desde el punto de vista técnico.

---

<sup>13</sup> Esta capacidad debió corregirse (dividirse) por un factor de sobrecarga (fd) 1.29 para reflejar el hecho que al tener una frecuencia de 3 veces por semana (la normal en las principales ciudades), un día deben recogerse más residuos ( los correspondientes a 3 días) que los otros dos, lo que requiere capacidad (flota) adicional.



En mi concepto, gran parte de las diferencias está determinada por la forma en que cada empresa calcula los parámetros, más que por diferencias reales entre ellas. Como se observa en dicho cuadro, en muchos casos la información requerida en una empresa debió ser estimada (datos sombreados) por Econometría a partir de los valores presentados por otras empresas.

Sin embargo, debe anotarse que sí existen razones técnicas para explicar grandes diferencias en el caso del tiempo improductivo ( $h_0$ ), ya que éste, en gran medida está determinado por la distancia entre la ciudad servida y el sitio de disposición final, lo cual está por fuera del control de la empresa<sup>14</sup>. Aún en los casos que la empresa ha participado en la elección del sitio, la distancia se convierte en un parámetro no variable, en mucho tiempo, para ella.

### ***Estandarización de los parámetros***

Definido el tiempo de operación por vehículo (16 horas al día, 6 días a la semana), es posible definir los parámetros básicos del modelo en términos más comprensibles para las empresas, los usuarios y todos los interesados, al hablar de costos mensuales para todas las actividades o rubros (operación, mantenimiento, dotación, etc.) en lugar de costos por hora y costos por semana.

De otro lado, a partir de la capacidad del vehículo utilizado y el tiempo de operación por semana (como parámetros de entrada) y los valores de  $h_0$  y  $h_1$  propios de cada ciudad, es posible determinar la cantidad de residuos que recoge un vehículo al mes y por tanto el número de vehículos requeridos en cada ciudad según el volumen mensual de residuos producidos, así:

$$(Q/v)_j = \frac{t * Q_c}{h_0 + h_1 Q_c} \quad (1)$$

$$VR = \frac{Q}{Q_v}$$

Donde:

$(Q/v)_j$  = Cantidad de residuos mensuales que pueda recoger y transportar un vehículo tipo en la ciudad.

<sup>14</sup> Normalmente la elección del sitio de disposición final obedece a decisiones que se escapan a la empresa operadora.

t = Tiempo de operación por mes (6 días por 16 horas por 4.29 semanas).

Qc = Es la cantidad (en toneladas) de residuos que puede transportar un vehículo por viaje y es igual a la capacidad nominal dividida por el "factor de sobrecarga del día pico". Para nuestro caso, 5.43 (7/1.29).

h<sub>o</sub> = Tiempo improductivo por viaje.

h<sub>1</sub> = Tiempo requerido para recolectar una tonelada.

VR = Número de vehículos requeridos en la ciudad j para recolectar y transportar sus residuos.

Q = Cantidad de residuos (en toneladas) mensuales que se producen efectivamente en una ciudad.

Los costos salariales por vehículo al mes son los correspondientes a 2 tripulaciones (una por cada 8 horas de operación) compuesta cada una por 0.2 supervisores (1 supervisor por cada 5 vehículos), un conductor y dos operarios. La información sobre salarios pagados (incluidas prestaciones) a cada uno de este tipo de empleados fue entregada por las empresas.

Los costos de dotación mensual por operario fueron calculados por las empresas, de acuerdo con sus normas internas de entrega de dotación.<sup>15</sup> Para calcular el costo mensual por vehículo, sencillamente multiplicamos por 3 operarios (ya que no se contabiliza dotación del supervisor) por 2 tripulaciones por vehículo.

Los costos totales al mes por gastos administrativos, e impuestos y contribuciones fueron entregados por las empresas. El costo por vehículo lo calculamos dividiendo este monto entre el número de vehículos requeridos (calculados con la fórmula antes explicada).

Aunque las empresas entregaron en forma separada los costos mensuales totales en mantenimiento y los costos mensuales directos por vehículo, la falta de parámetros de clasificación en uno u otro rubro de los gastos específicos hizo evidente que tal división era, en gran medida artificial, por lo cual decidimos unirlos, convirtiendo los primeros en costos por vehículo al mes, de igual forma como se

<sup>15</sup> Legalmente corresponde entregar 3 dotaciones completas al año, pero en el caso del servicio de aseo deben complementarse con alguna dotación especial más frecuente (v.g. mascarillas).

hizo con los costos administrativos, y sumando a este resultado, el dato de costos directos por vehículo, entregado por las empresas.

Finalmente, el costo de capital fue calculado como la cuota equivalente mensual requerida para amortizar el valor del vehículo en 5 años (60 meses), a una tasa del 14% anual. El costo del respaldo corresponde al 10% del costo del capital.

Los resultados de este ejercicio se presentan en el cuadro No. 2.

Las primeras filas de dicho cuadro presentan la información proporcionada por las empresas sobre salarios y gastos de mantenimiento, administrativos, impuestos y contribuciones, costos directos por vehículo y dotación por operario, al mes.

La segunda parte del cuadro presenta los residuos mensuales recolectados y los tiempos productivos e improductivos por viaje, en cada ciudad.

Con esta última información se calcula el tiempo total por viaje de recolección y, utilizando la ecuación (1), se estima la cantidad de residuos que un vehículo de 14 Y<sup>3</sup> puede recolectar al mes y el número de vehículos requeridos según la producción de residuos de cada municipio.

Calculando los costos por vehículo y relacionando este resultado con la cantidad de residuos que mensualmente puede recolectar un vehículo tipo, tenemos el costo de recolección por tonelada en que incurriría cada ciudad (fila 22).

De acuerdo con la argumentación presentada en la primera parte de este documento, los costos propios de cada empresa no deben ser la base para determinar las tarifas en cada municipio, ya que ello premiaría la ineficiencia (y castigaría la eficiencia).

Por tal razón, se propone determinar las tarifas bajo el esquema denominado "por comparación" (Yard Stick). En nuestro caso, tal comparación saldría de los costos promedios, permitiendo que las empresas más eficientes obtengan ganancias por encima del promedio e incentivando a las menos eficientes a mejorar su gestión.

Al correr el modelo con los costos promedios<sup>16</sup> por vehículo resultantes de los valores presentados por las distintas empresas, un tiempo productivo por viaje ( $h_1$ ) de 0.34 horas/tonelada (considerado, por razones técnicas como el tiempo

---

<sup>16</sup> Este valor corresponde al total de costos mensuales (operativos, administrativos y financieros) en que en promedio se incurriría para operar un vehículo recolector 16 horas diarias, 6 días a la semana.

adecuado) y con el tiempo improductivo ( $h_o$ ) propio de cada empresa, se obtiene el resultado que se presenta en la fila 23 de dicho cuadro.<sup>17</sup>

A este valor se le agrega un 5% como reconocimiento al costo de capital de trabajo y un 5% adicional por efecto de los impagados<sup>18</sup> obteniendo los resultados que se presentan en las filas 24 y 25, respectivamente.

La forma de la función de costos, dependiendo del valor mensual de operación del vehículo (operando 16 horas diarias 6 días a la semana) de la capacidad del vehículo, del tiempo improductivo, y del tiempo productivo sería:

$$CRT_j = \frac{CV * h_1}{t} + \frac{CV * h_o}{t * Q_c}$$

Donde:

CV = Costos por mes/vehículo.

La función del costo por tonelada resultante, en pesos de junio de 1997, de acuerdo la capacidad del vehículo tipo utilizado en este modelo, fijado el valor de  $h_1$  en 0.34 horas/tn, según el  $h_o$  del municipio j, es:

$$CRT_j (\$/tn) = \$15.058 + \$8.158 * h_{oj}$$

De nuevo, el costo máximo a reconocer por el servicio de recolección, dentro de la tarifa del servicio de aseo se calcularía a partir del nivel de producción por usuario al mes (que puede ser un valor determinado por la Comisión). Por ejemplo, si se determinase una producción por usuario día de 4 Kilogramos (0.12 tn/mes), la función de costo por usuario para el municipio j sería:

$$CRU_j (\$/usuario-mes) = \$1.807 + \$979 * h_{oj}$$

<sup>17</sup> Los costos promedio por vehículo y el tiempo productivo de 0.34 horas/tonelada, son denominados "valores estándar" y presentados en la última columna del cuadro 2.

<sup>18</sup> Las empresas, por medio de Andesco, en oficio a la Comisión pedían 15%.



## MODELACION DEL SERVICIO DE BARRIDO Y LIMPIEZA

Como se anotó en la introducción, el servicio de barrido y limpieza tiene características que lo identifican claramente como un bien público: no existe rivalidad en el consumo ni posibilidad de exclusión a costo razonable. Por estas características es un servicio que debería ser financiado con impuestos, como lo son en general los bienes públicos tradicionales y no con tarifas como se hace en Colombia.

Sin embargo, es de anotarse que la discusión de trasladar el financiamiento de esta clase de servicios a los impuestos ya se dio en el país recientemente, para el caso del servicio de alumbrado público.

Aunque tradicionalmente los costos del alumbrado público eran asumidos por las empresas de energía eléctrica y trasladados a todos los usuarios a través de la tarifa de energía, en 1995 la Comisión de Regulación de Energía y Gas estableció que tal servicio, por sus características de bien público, debía estar a cargo de los municipios quienes deberían realizar el pago correspondiente a la empresa (y recuperar este costo por medio de sus impuestos).

Como era de esperar, esta decisión de la CREG llevó a un gran debate sobre el tema, donde además de las autoridades locales, las mismas empresas de energía se mostraban en contra de la medida por cuanto ello significaba un aumento futuro de su cartera ya que la disponibilidad a pagar de las autoridades públicas por este servicio es muy baja. No se concebía, por parte de las empresas que el no pago de las autoridades locales pudiese resolverse mediante la suspensión del servicio de alumbrado público.

Con el estudio de los argumentos de las partes, la CREG finalmente cambió su decisión, autorizando a las empresas de energía a incluir dentro de las tarifas de este servicio a los usuarios finales, los costos de la energía (y potencia) necesarias para suministrar el alumbrado público.<sup>19</sup>

Con los mismos argumentos esgrimidos originalmente por la CREG, el servicio de barrido y limpieza debería financiarse por medio de una tasa o impuesto municipal. Este servicio tradicionalmente se financia en el mundo como una sobretasa al impuesto predial o a los impuestos de industria y comercio, o con los impuestos locales en general.

Sin embargo, al ser imposible por razones legales (e incluso prácticas) modificar, al menos en el corto plazo nuestro actual sistema de cobro del servicio de barrido y al resultar prácticamente imposible realizar una distribución justa de este servicio a

---

<sup>19</sup> Todos los otros costos (luminarias, bombillos, redes, etc.) deberán ser asumidos por las autoridades locales.



través de un precio o tarifa, se considera conveniente mantener el concepto original de tasa.

En este contexto la tasa de aseo se calcula teniendo en cuenta que:

- Una ciudad que fuese habitada exclusivamente por usuarios residenciales no requeriría ser barrida más de una vez por semana. Así el costo a repartir entre los usuarios sería el correspondiente a barrer toda la ciudad una vez a la semana.
- La extensión total a barrer en una ciudad (kilómetros lineales o kilómetros de cuneta) se puede expresar como el inverso de la densidad media (viviendas/km) por el número de viviendas.
- Dado un número de viviendas por ciudad entre mayor sea la densidad poblacional, menor el número de kilómetros a barrer y por tanto menor el costo por vivienda.
- Sin embargo la mayor densidad normalmente está relacionada con ciudades mayores, donde las vías tienen más de un carril y varios separadores, lo que aumenta el número de kilómetros cuneta a barrer por vivienda.
- Los dos anteriores efectos (mayor densidad poblacional y mayor longitud a barrer) tienden a neutralizarse entre sí.
- Conocido o determinado el costo de barrer un kilómetro y el número de viviendas por kilómetro, y teniendo en cuenta que se debe barrer la ciudad una vez por semana (4.29 veces al mes), se tendría el costo mensual de este servicio por usuario. La tasa se calcularía como este valor sobre el costo del servicio de recolección.
- Al ser una tasa sobre el servicio de recolección se mantienen tanto la progresividad en términos de producción de basura por usuario como en términos de los factores de sobreprecio y subsidios, establecidos en la Ley.

**Cálculo del costo del barrido por kilómetro**

Los costos de este servicio están determinados por los costos salariales y de dotación de los escobitas (incluidas la dotación en uniformes, botas, tapabocas, las bolsas, la depreciación de carritos de recolección, los cepillos y las palas), el costo de supervisión (1 supervisor por 20 escobitas aproximadamente) y el costo de transporte y disposición de los residuos recolectados en el barrido.

*así como la concentración promedio de residuos*

Al igual que para el servicio de recolección, se solicitó información a las empresas sobre dichos costos y se corrió el modelo correspondiente. La información base y los resultados se presentan en el cuadro No. 3.

Para calcular el costo del barrido en \$/km, se tomaron los costos de barrido mensuales y se dividieron entre el número de kilómetros barridos al mes por un escobita, dato calculado a partir del rendimiento promedio por escobita, reportado por las empresas.

Al costo de barrido propiamente dicho se deben adicionar los costos de recolección y disposición final de los residuos provenientes del barrido.

Para estimar el costo de recolección por kilómetro barrido se considera que la concentración de basura para barrido en ton/km de cuneta es de 0.15 y puesto que en el ejercicio anterior se obtuvieron los datos de costos por tonelada de recolección, se calculó el costo en \$/km de recolección. Igual ejercicio se hace con los datos de disposición final.

Para estimar el costo de barrido por usuario, se supuso una densidad poblacional por kilómetro de 100 hogares, a los que se les barre 1 vez por semana (4.29 veces al mes).

A este valor se le agrega un 5% como reconocimiento al costo de capital de trabajo y un 25% adicional por efecto de actividades complementarias del barrido (recogida de animales muertos, poda de árboles, recolección de residuos y escombros de arrojo clandestino, etc.) así como de limpieza de áreas públicas. Los resultados por estos efectos se observan en las líneas 20 y 21 respectivamente.

### ***Análisis de los Datos y los Resultados***

Como se puede ver en el cuadro 3, los costos presentan variaciones significativas entre ciudades, en parte reflejo de las diferentes formas de organización y operación del servicio (cooperativas, empresas contratistas y, en menor grado, los propios empleados) y también de marcadas diferencias salariales entre ciudades. Es, específicamente, el caso de Medellín, que muestra un salario por escobita de \$621.000 mensuales (incluido factor salarial) resultando superior en un 60% al promedio del grupo analizado y más del doble que el presentado por Manizales.

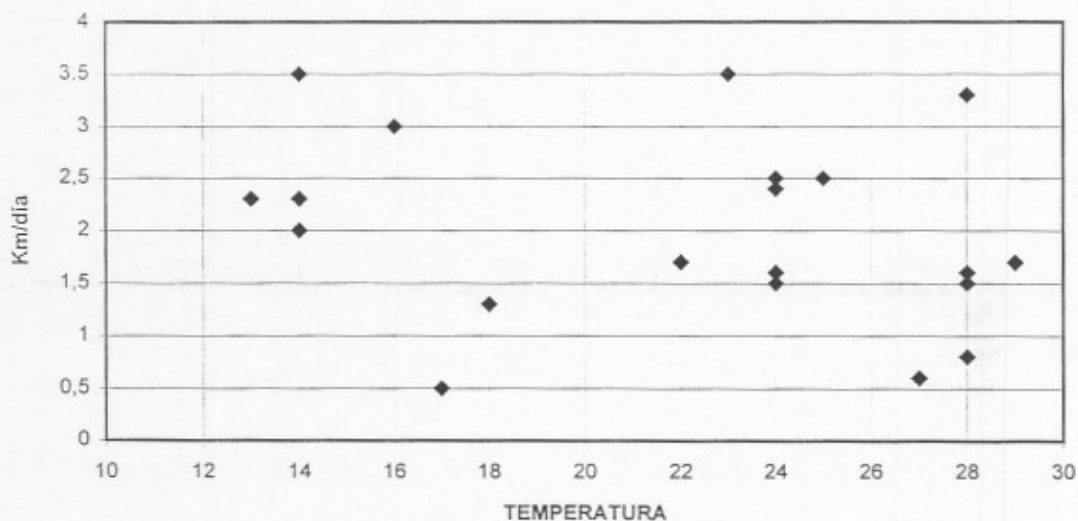
Las diferencias que presentan los costos de dotación variando entre \$32.000 (por escobita al mes) en Ibagué y \$127.000 en Medellín, con un promedio de \$82.000, son menos justificadas y parecen reflejar las diferencias en capacidad administrativa de cada una de las empresas.

El costo por kilómetro barrido dependerá, además de los anteriores factores, del rendimiento del escobita (medido como kilómetros de cuneta barridos por turno de 8 horas).

De nuevo los valores reportados para este parámetro presentan variaciones significativas, difíciles de explicar, teniendo como origen muy posiblemente la falta de control y medición rutinaria de dicho rendimiento.

Aunque algunas empresas intentaron explicar el bajo rendimiento como consecuencia de la temperatura, al realizar el análisis respectivo que se presenta a continuación, esta hipótesis debió ser rechazada.

RENDIMIENTO ESCOBITA Vs TEMPERATURA



*Fuente: Econometría. Modelo de funciones de costos, indicadores de eficiencia y modelo de simulación económico y financiero. Vol. II. Abril 18 de 1997. Bogotá. Pág. 40.*

Si bien los costos directos del barrido pueden ser calculados a partir de los datos anteriores, para calcular los costos de recolección y disposición relacionados con los residuos provenientes del barrido es necesario tener información respecto a la concentración de residuos por kilómetro barrido.

La información sobre este aspecto recibida de las empresas es la siguiente:

CIUDAD	EMPRESA	CONCENTRACION TON./KM. CUNETA
Cali	Emsirva	0.03
Medellín	Empresas Varias	0.13
Barranquilla	Aseo Capital	0.27
Manizales	EMAS	0.11
Neiva	Aseo Capital	0.13
Valledupar	Emdupar	0.55

*Fuente: Econometría. Modelo de Funciones de costos, indicadores de eficiencia y modelo de simulación económico y financiero. Volumen II. Abril 18 de 1997. Bogotá. Página 40.*

La gran dispersión que presentan estos datos parecen originados más en problemas de estimación de las empresas que en circunstancias reales a las que ellos se enfrentan.

Por esta razón, se tomó como valor razonable de concentración de residuos, para correr el modelo, un valor de 0.15 tn/km.

La fila 12 del cuadro 3 muestra el costo por kilómetro barrido en cada una de las 11 ciudades para las que se obtuvo información.

Como consecuencia combinada de los diferentes costos y rendimientos, el costo por kilómetro fluctúa entre \$8.000 (Manizales) y \$23.000 (Medellín), con un valor medio (promedio simple) de \$16.000.

Para poder obtener un costo por usuario y ante la falta de información confiable sobre número de viviendas por kilómetro, hemos supuesto que, con un frente promedio de vivienda de 10 mts, habrían 100 viviendas por kilómetro.

Al aplicar este supuesto al resultado anterior y teniendo en cuenta que se barre una vez por semana (4.29 veces al mes) se tiene que el costo de barrido por usuario fluctúa entre \$333 y \$997.



Al calcular la tasa, como el resultado del costo de barrido por usuario sobre la tarifa de recolección por usuario propio de cada empresa (obtenida en el modelo anterior) tenemos que su valor fluctúa entre 8% y 27% con un promedio del 15%.

**Estandarización de los Resultados**

Tomando simplemente el promedio de los costos de barrido por escobita y de recolección y disposición por kilómetro presentados en el cuadro No. 3, y con un rendimiento estándar de 2.5 km/escobita-turno se tiene que el valor máximo permitido por kilómetro barrido, sería de \$13.891.

Con el mismo supuesto anterior de densidad de viviendas por kilómetro, tenemos que el costo mensual por usuario es de \$596. Al adicionar a este valor un 5% por concepto de costo de capital de trabajo, un 5% por impagados y un 25% por concepto de otros servicios (ocasionales y permanentes) prestados por las empresas de aseo como barrido y limpieza de parques, plazas y recolección de arrojados clandestinos, el resultado final es \$782/mes-usuario.

Aunque nuestro primer impulso fue determinar una tasa de aseo única, nos dimos cuenta que ello lesionaría injustamente a las empresas con costos de recolección bajo y beneficiaría a aquellas con costo de recolección alto, dando una señal regulatoria totalmente distorsionada. Por esta razón, de acuerdo con lo explicado antes, la tasa de barrido y limpieza en cada ciudad será:

$$TB_j = \frac{S782}{CSU_j}$$

Por solicitud de las empresas, y dada la posibilidad de que tanto el costo de recolección como el de disposición final varíen por efectos de la calidad del servicio (frecuencia de recolección) y por el cambio en el tipo de disposición, se presenta a continuación la formulación de la tasa de barrido dependiendo de tales costos:

$$TB_j = \frac{[S7.965 + 0,15 * (CRT_j + CDT_j)] * 0.0563}{CRT_j * PPU_j}$$

Donde:

\$7.965: Es el costo del servicio de barrido por kilómetro en pesos de junio de 1997.



- 0,15: Es la concentración de residuos sólidos en toneladas por kilómetro de cuneta.
- 0.0563: Es el factor de transformación a costo por usuario, teniendo en cuenta la frecuencia de barrido mensual, la densidad poblacional, y los incrementos por impagados y costo de capital de trabajo.
- TB<sub>j</sub>: Es la tasa de barrido para el municipio j.
- PPU<sub>j</sub>: Es la producción media mensual de residuos sólidos por usuario para el municipio j, expresada en toneladas.

## MODELO DE COSTOS DE DISPOSICION

Como bien lo explica la firma consultora en su informe final, tanto los costos del terreno en donde se realizará la disposición como los costos de adecuación necesarios son parámetros no modelables ya que dependen fundamentalmente de condiciones locales particulares (demanda y oferta de tierras y calidad de los suelos).

Aunque una parte de los costos de operación pueden ser modelables, la disponibilidad (o no) de tierra para el cubrimiento y en consecuencia de la distancia de la fuente de suministro del relleno (material de cubrimiento) al sitio de disposición, también son parámetros particulares de cada localidad que afectan los costos operativos.

Así mismo, es determinante de los costos de operación la calidad ambiental del relleno, lo cual tampoco es modelable.

En resumen tenemos que el costo de disposición por tonelada estará compuesto por: costo del terreno, costos de adecuación (previa y posterior) y costos de operación, dependiendo los tres rubros de las condiciones locales y de la calidad ambiental del relleno.

Teniendo en cuenta que la operación del relleno puede ser entregada a privados (como en Bogotá), es importante que la autoridad local establezca si se requiere la recuperación de los costos del terreno (y sus obras de adecuación) y por tanto, incluirlos (o no) en la tarifa. En caso que así sea, es necesario garantizar que los recaudos por este concepto (recuperación del terreno) vayan a la autoridad local (y no sean apropiados por el operador del relleno).

Puesto que para fines regulatorios es conveniente que la Comisión determine algunos valores básicos del componente de disposición, teniendo en cuenta la clasificación sugerida por Econometría y los resultados de los pocos estudios entregados a la Comisión a este respecto, que se presentan en el cuadro No. 4 tenemos:

1. Parecen existir algunas imprecisiones en la clasificación de otros costos. Por ejemplo, es muy probable que el dato de operación de Villavicencio contenga los costos de impermeabilización.

2. En algunos casos es claro que la amortización del equipo debe haber sido cargada a la operación (Villavicencio y Palmira)
3. Algunas empresas obvian el problema de clasificación colocando todos sus costos bajo un solo rubro (Barranquilla y Cartagena).

Dejando por fuera estos casos tenemos que:

4. El costo de operación, personal y equipo mecánico (sin incluir amortización) de un sitio de disposición a cielo abierto puede variar entre cero (cuando se dispone en una ladera) y \$2.397/tn (Cali), cuando se debe utilizar equipo mecánico para esparcir los residuos.
5. Los costos de operación de un relleno sanitario o de un enterramiento, relacionados exclusivamente con los costos de personal y el equipo mecánico requerido para conformar las celdas y realizar el cubrimiento (sin incluir amortización) varía entre \$1.804 (Pereira) y \$8.272 (San Andrés), con tierra disponible para cubrimiento en el mismo sitio de disposición.
6. Los costos de adecuación previa del terreno y los costos de operación relacionados directamente con el control ambiental del relleno varían entre \$443 (para el Botadero de Cali) y \$3.872 (Buga).
7. El costo del terreno para el caso de Pereira asciende a \$1.070/tn y para Pasto \$3.874/tn.

Es claro que esta pequeña muestra no es significativa de los costos de disposición y, adicionalmente, que ellos pueden cambiar según el manejo que se le de al relleno, en cuanto a cumplimiento de normas ambientales.

Sin embargo, con el fin que cada una de esas formas de disposición cubra los costos de operación, se podrían establecer como tarifas topes para este servicio las siguientes:

	FORMAS DE DISPOSICION	\$/tn	\$ usuario
1	Vertimiento cielo abierto	\$2.000	240
2	Enterramiento	\$3.500	420
3	Relleno sanitario	\$7.000	840

Aquellas empresas que no consideren adecuados estos valores deberán encargar la realización del estudio de costos por tonelada del servicio de disposición, siguiendo los lineamientos que para estos aspectos establezca la Comisión, previa la presentación de la solicitud debidamente justificada.

Puesto que el tratamiento, de acuerdo a lo estipulado en el decreto 605/96 puede ir de tareas o actividades tan simples como la misma selección de los residuos o la disposición selectiva hasta actividades tan complejas como el tratamiento de lixiviados, consideramos conveniente mantenerlas como un solo componente, en el proyecto de resolución. De esta forma, se lograría que las solicitudes de las empresas sobre costos de tratamiento deban ser integrados con los de costos de disposición, evitando elevar los costos del componente en su conjunto con base en el incremento de los costos de una sola de esas actividades. Por ejemplo que el costo del relleno sanitario en realidad sea menor a 7000 y por un tratamiento sencillo se intente elevar el costo del servicio a los usuarios.

En caso que se considere la recuperación del terreno, debe quedar claramente establecido el traslado de tales recursos al municipio (que puede tener la forma de regalías). En términos contractuales, cualquiera que sea la forma de disposición, (vertimiento a cielo abierto, enterramiento o relleno sanitario) la empresa deberá incurrir en costos de terreno y costos de esparcimiento de los residuos. Sin embargo, costos de operación relacionados con movimientos de material de cubrimiento sólo serán realizados en los casos de enterramiento y relleno sanitario.

Finalmente, los costos de adecuación, tanto previa como posterior, sólo serán admisibles en el caso de los rellenos sanitarios (aunque puede haber gran variación dependiendo de la calidad del relleno y las condiciones de los suelos del sitio de disposición).

## ESTRUCTURA TARIFARIA RESULTANTE PARA EL SERVICIO INTEGRAL DE ASEO

Con los resultados obtenidos en la modelación de cada una de las actividades del servicio esto es, i) recolección y transporte, ii) barrido y limpieza y iii) disposición, se obtendrían los costos por usuario de la siguiente forma:

1. A partir del modelo de costos de recolección, para cada municipio, dependiendo de su  $h_{oi}$ , se obtiene el costo de recolección por tonelada.

$$CRT_j (\$/tn) = \$15.058 + \$8.158 * h_{oi}$$

2. El costo medio de recolección por usuario residencial en el municipio  $j$ , se obtiene multiplicando el costo de recolección por tonelada por la producción media por usuario al mes ( $PPU_j$ ):

$$CRU_j (\$/usuario) = CRT_j * PPU_j$$

Donde la  $PPU_j$  se establece en 0.12 toneladas, suponiendo una producción de 0.8 Kg/habitante/día y 5 habitantes por vivienda.

3. La tasa de barrido se obtiene dividiendo el costo mensual de barrido por usuario entre el costo de recolección media por usuario:

$$TB_j (\$/ usuario) = \frac{[\$7.965 + 0,15 * (CRT_j + CDT_j)] * 0.0563}{CRT_j * PPU_j}$$

4. El costo de disposición por usuario residencial se obtiene multiplicando el costo de disposición por tonelada por la producción media por usuario al mes:

$$CDU_j (\$/ tn) = CDT_j * PPU_j$$

5. El costo medio del servicio integral de aseo ( $CSU_j$ ), es decir, el que cubre las actividades de recolección, barrido y disposición, para cada ciudad sería:



Por tonelada:

$$CST_j (\$/tn) = CRT_j(1 + TB_j) + CDT_j$$

Por usuario:

$$CSU_j (\$/usuario / mes) = CST_j * PPU_j$$

La estructura tarifaria, esto es la tarifa para el servicio integral de aseo para cada estrato y tipo de usuario podría ser establecida de tres formas:

- i. Que la tarifa máxima para cualquier usuario sea igual al costo del servicio por usuario (CSU<sub>j</sub>) por los factores de subsidio o sobreprecio, afectados estos últimos por los factor de producción establecidos en el el anexo<sup>20</sup>. Para el usuario del estrato cuatro el factor sería uno y por tanto la tarifa maxima sería exactamente el CSU.
- ii. Que la tarifa media ponderada de la ciudad no supere el costo del servicio por usuario (CSU<sub>j</sub>) y la empresa tenga libertad para establecer a cada estrato o usuario la tarifa que desee. Puesto que la Ley estableció límites a los factores de sobreprecio (y subsidio), además de respetar el CSU<sub>j</sub> en su tarifa media ponderada, la empresa no podría cobrar a los estratos altos y a los usuarios no residenciales más que el CSU<sub>j</sub> afectado por los factores de sobreprecio (y de producción por estrato). En la práctica esto significa relajar la restricción de la tarifa a cobrar a los estratos subsidiables, pudiendo ser inclusive el techo.

Esta segunda alternativa puede ser la necesaria de manera general, ya que ello permitiría hacer financieramente viable el servicio aún en los municipios sin suficientes usuarios contribuyentes y dejando en sus manos la definición

<sup>20</sup> En el caso de los usuarios no residenciales se realizaria la conversión a S/m<sup>3</sup> según laa densidad media de sus residuos.

precisa de su estructura tarifaria, sin que su tarifa media ponderada, en ningún caso, supere el  $CSU_j$  definido como parámetro regulatorio.

- i. Una tercera posibilidad es que el  $CSU_j$  opere exclusivamente como restricción sobre la tarifa media ponderada de los usuarios residenciales y pequeños productores (con o sin la libertad antes anotada para la tarifa a cada estrato) y dejando total libertad en el caso de grandes generadores.

Puesto que no existe garantía alguna que los recursos provenientes de los sobrepuestos sean suficientes para cubrir los subsidios requeridos al predeterminarlos en los techos, es necesario rechazar la alternativa número uno.

De otro lado, puesto que el parámetro para clasificar los usuarios entre grandes y pequeños es muy bajo ( $1 \text{ m}^3/\text{mes}$ ), no parece conveniente (y posiblemente no sea legal) dejar a las empresas con total libertad de fijación de tarifas a un gran número de usuarios con muy bajo poder de negociación.

Por tanto, y dado que la segunda alternativa da prioridad al principio de suficiencia financiera estipulado en la Ley, ella debe ser la adoptada. La estructura tarifaria resultante se presenta en el cuadro 5.

**CUADRO 5**  
**ESTRUCTURA TARIFARIA**  
**RESULTANTE DEL TECHO DE PRECIOS**

ESTRATO	$CSU_j * F_{ss}$
1	$CSU * F_{ss}$
2	$CSU * F_{ss}$
3	$CSU * F_{ss}$
4	$CSU * F_{ss}$
5	$CSU * F_{ss}$
6	$CSU * F_{ss}$
$CST_j * F_{ss} * \delta$	
Pp	$CST * F_{ss} * 0.25$
Gp	$CST * F_{ss} * 0.20$

CSU: Costo del servicio por usuario, calculado de acuerdo con el modelo.

CST: Costo del servicio por tonelada, calculado de acuerdo con el modelo.

$F_{ss}$ : Factor de subsidio o sobrepuesto.

$\delta$ : Valor de densidad media de residuos sólidos, que permite expresar el costo por tonelada en costo por metro cúbico.

Los factores de subsidio y sobrepuesto se calculan como se muestra en el anexo.

### ***Ajuste en la tarifa por calidad del servicio***

Los modelos de recolección y barrido desarrollados para determinar las tarifas máximas contemplan la recolección de residuos sólidos, puerta a puerta, con una frecuencia de 3 veces por semana, el barrido del frente de la vivienda<sup>21</sup> una vez por semana y el barrido y limpieza de las áreas públicas del municipio.

Puesto que es posible que por condiciones culturales, físicas o técnicas la prestación de estos servicios en algunos municipios se preste de manera regular bajo parámetros diferentes, es necesario determinar los ajustes (descuentos o recargos) que la empresa debe aplicar a la tarifa al usuario en cada caso.

El primero es el relacionado con la frecuencia. El efecto de la frecuencia de recolección sobre los costos totales de recolección es marginal (y nula para los de disposición. Ya que la cantidad de residuos totales no varía, (y por tanto, ni los vehículos ni los operarios requeridos), un replanteamiento del micro-ruteo a los nuevos requerimientos de frecuencia sólo afectará los costos de combustibles, lubricantes y mantenimiento de los vehículos. Mientras que el efecto sobre los primeros podría ser lineal y proporcional, el efecto sobre los segundos es un poco más incierto. En resumen, la diferencia de costos para la empresa de prestar 2 (mínimo legal) o 3 (utilizado en el modelo) frecuencias por semana no parece ser superior al 20%.

Aunque esto podría significar que el costo a reconocer por una frecuencia de 2 veces/semana debía ser muy similar al del resultante del modelo, se propone establecer un descuento proporcional a la reducción de la frecuencia. Así, puesto que el efecto en costos es tan marginal, las empresas tendrán incentivos en tener una frecuencia de 3 veces por semana, lo que significa un servicio de mejor calidad, y la posibilidad de diferenciar el servicio según la capacidad de pago de los usuarios.

Para el caso del barrido, a diferencia de lo estipulado en el modelo, es frecuente que a usuarios no residenciales se les realice el barrido con frecuencias de hasta 12 veces por semana ( 2 veces al día, 6 días a la semana). Puesto que en estos casos el efecto sobre los costos del incremento en la frecuencia son casi lineales, se propone a las empresas cargar a los usuarios no residenciales un valor por cada frecuencia semanal adicional de barrido (hasta un máximo de 12), igual al costo de barrer un usuario residencial.

---

<sup>21</sup> *Más precisamente de la vía pública en frente de la vivienda.*

Puesto que existen algunas ciudades donde a usuarios residenciales se les barre más de una vez a la semana, aún considerando que una frecuencia diaria es adecuada, pero que las personas se pueden haber acostumbrado a un servicio con mayor frecuencia, se propone aceptar cobrar a estos usuarios residenciales una frecuencia adicional.

A todos aquellos usuarios que el servicio de recolección no se realice en el área o vía pública al frente de su residencia, se les deberá realizar un descuento del 10% sobre la parte de la tarifa que corresponde a recolección.

A todos aquellos usuarios que no se les preste el servicio de barrido en el área o vía pública al frente de su vivienda, se les realizará un descuento del 80% sobre la parte de la tarifa que corresponde a barrido y limpieza.

Es de anotar que, adicional a estos ajustes en la tarifa por servicio no estándar, la Comisión debe determinar los descuentos a los usuarios por falla o incumplimiento en los parámetros de calidad del servicio regular o estándar.

### ***Análisis Financiero***

El objetivo de un esquema de regulación del tipo "techo de precios", como se ha dicho antes, es incentivar a las empresas a ser más eficientes, permitiéndoles apropiarse, al menos durante el período de revisión tarifaria (5 años en nuestro caso), de las ganancias que logre por esa mayor eficiencia.

En el caso de la regulación por comparación ese techo sale de los datos del conjunto de empresas del sector, realizando las diferencias particulares que sean técnicamente aceptables, lo cual en nuestro caso, como se ha visto, corresponden a  $h_0$ .

Una vez establecido el techo que se aplicará a cada ciudad es necesario realizar un análisis financiero que nos permita evaluar si con él se logra el equilibrio financiero. Dado que los datos con que se ha determinado ese techo salen de las propias empresas, resulta especialmente relevante determinar si, a través de la información, en últimas la empresa ha logrado "captar al regulador", haciéndolo que determine un techo que no operará, es decir que supere los costos de prestación aun en empresas ineficientes (costos superiores al promedio).



El análisis que se presenta a continuación se limita a la comparación entre la tarifa media ponderada, calculada a partir de las tarifas vigentes en junio de 1997 y la tarifa media ponderada resultante de aplicar las tarifas máximas que el esquema aquí propuesto permitiría.

Debemos anotar que la comparación resulta en cierta medida incompleta ya que no conocemos la calidad de prestación del servicio en estas ciudades que permitieran hacer los ajustes a las tarifas máximas permitidas para reflejar los descuentos o sobrepagos a que habría lugar.

Para solventar en parte esta limitación, hemos hecho el ajuste en la tarifa de los usuarios no residenciales suponiendo que actualmente se barren 5 veces a la semana (y por tanto, su tarifa máxima incluiría recargo) mientras que a los usuarios de estrato 1 no se les barre el frente de su vivienda.

La tarifa media ponderada se calcula como:

$$\frac{\sum_{i=1}^{i=6} [(T_{ij} * N_{ij}) + TPP_j * NPP_j + TGP_j * V_j]}{\sum_{i=1}^6 N_{ij} + NPP_j * fcp + V_j * fgp}$$

Siendo:

$T_i$  = Tarifa al estrato  $i$

$N_i$  = Número usuarios del estrato  $i$

TPP = Tarifa (\$/usuario-mes) al pequeño productor

NPP = Número de usuarios pequeños productores

TGP = Tarifa (\$/m<sup>3</sup>) al gran productor

$V_j$  = Volumen de residuos sólidos producidos por grandes productores

M3 = Producción mensual (m<sup>3</sup>) de residuos del gran productor

fcp = Factor de equivalencia de un pequeño productor en usuarios residenciales

fgp = Factor de equivalencia de un gran productor en usuarios residenciales

$$fcp = \frac{0.2}{0.12}$$

$$fgp = \frac{0.25}{0.12}$$

0.2  $\Rightarrow$  Densidad media de los residuos de un pequeño productor ( $m^3/tm$ ).

0.12  $\Rightarrow$  Produccion medida mensual de residuos por usuario residencial, PPU, en toneladas.

0.25 tm  $\Rightarrow$  Densidad media de los residuos de un gran productor( $m^3/tm$ ).

En el cuadro No. 6 se presentan las tarifas vigentes a junio de 1997<sup>22</sup> y en el cuadro No. 7 las tarifas máximas que se podrían cobrar de acuerdo con el modelo aquí planteado y los supuestos anotados en el párrafo anterior.

Como era de esperar por el esquema de regulación adoptada, algunas empresas tendrán que reducir sus tarifas medias y otras incrementarlas de manera significativa.

Sin embargo, en todos los casos y como consecuencia de las fuertes restricciones impuestas por el Congreso a los factores de subsidio y sobreprecio, las tarifas de los estratos bajos deberán incrementarse significativamente (hasta en un 436% en Pereira) mientras que las de estratos altos y los usuarios no residenciales, en muchas ciudades, deberán reducirse.

---

<sup>22</sup> Estimados a partir de las tarifas vigentes en diciembre de 1995 con los ajustes por actualización correspondientes.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Es necesario que la Comisión establezca cuanto antes un esquema regulatorio para los sectores por ella regulados que supere el simple establecimiento de las metodologías tarifarias.
2. Para el sector de aseo el esquema más idóneo de regulación parece ser el techo de precios.
3. Ese techo de precios debe ser establecido por medio de comparación de costos entre empresas de tal manera que se incentive a todas a ser más eficientes, pero reconociendo las características particulares a las que se debe enfrentar cada empresa prestadora y que le impiden técnicamente tener los mismos niveles de costos que otras empresas.
4. En el análisis de los determinantes del costo del servicio de aseo se encontró que para el caso de recolección y transporte las variables completamente por fuera de control por parte de la empresa eran la distancia al sitio de disposición y los problemas de congestión vehicular, las cuales se recogen en el parámetro  $h_0$  (tiempo improductivo por viaje). Para el caso del barrido no se encontraron variables totalmente por fuera del control de la empresa que le impidiesen lograr eficiencias similares a las obtenidas por otras ciudades. Para el componente de disposición, existen demasiadas circunstancias particulares que determinan su costo, pero era posible, al menos, determinar los costos de operación de acuerdo con las condiciones técnicas del sitio de disposición.
5. Puesto que el modelo parte de una calidad de servicio estándar, que significa recolección puerta a puerta 3 veces por semana y barrido del frente de la vivienda una vez por semana, debe plantearse claramente el descuento a que el usuario tendrá derecho cuando no sea atendido regularmente con esta calidad del servicio.
6. Es necesario establecer como esquema de regulación para el sector de aseo el techo de precios para el servicio de aseo integral, según lo presentado en este documento.

La estructura tarifaria se definiría en cada ciudad, aplicando los factores máximos de sobreprecio establecidos en la Ley y los factores de producción per cápita y de densidad de residuos establecidos en el anexo. La tarifa a los estratos bajos se

reduciría en la medida que los recursos provenientes de los aportes solidarios o de los presupuestos municipales lo permitieran.

7. Debido a que la Ley 223 de 1996 creó discriminación en contra de las empresas privadas al hacerlas sujetas al impuesto de renta durante los próximos 7 años en que las empresas públicas o mixtas estarán exentas, se propone reconocer, adicional a todos los costos resultantes del modelo, un 5.25% adicional<sup>23</sup> sobre la tarifa al usuario final por concepto de impuestos de renta a las empresas afectadas.

---

<sup>23</sup> *Tasa de renta del 37.5% sobre un 14% de rentabilidad reconocida sobre el capital al modelo.*



## ANEXO

### 1. DENSIDAD DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

Los valores de densidad de residuos sólidos, expresados en Ton/m<sup>3</sup>, son necesarios para calcular el valor de la tarifa del servicio ordinario de aseo, tanto para los grandes como para los pequeños productores de residuos sólidos, puesto que, de acuerdo con la regulación existente, a este tipo de usuarios, el servicio le es facturado en función del volumen de residuos que presenten para la recolección, expresado en m<sup>3</sup>.

Dado que el Costo Medio del Servicio está expresado en \$/Ton, es necesario convertir dicho valor a \$/m<sup>3</sup> multiplicando por la densidad media de los residuos sólidos (expresada en Ton/m<sup>3</sup>). Al transformar el Costo Medio del Servicio a \$/m<sup>3</sup>, solo basta multiplicar este valor por el volumen de residuos presentados para la recolección (1 m<sup>3</sup> para los pequeños productores).

La densidad de los residuos sólidos producidos por los usuarios no residenciales presentan un amplio rango de variación dependiendo de la naturaleza y características de los residuos entre 0.1 Ton/m<sup>3</sup> y 0.8 Ton/m<sup>3</sup>). Aunque en la práctica sería necesario efectuar el pesaje de los residuos presentados por cada uno de los usuarios para obtener un valor real de la densidad, los costos que ello implica podrían elevar injusta e innecesariamente el costo del servicio.

En consecuencia y teniendo en cuenta que para el diseño de sistemas de recolección y manejo de residuos sólidos a nivel municipal en el país, se tiene como referencia un rango de densidad promedio de los residuos sólidos transportados a granel (sultos), que varía entre 0.15 Ton/m<sup>3</sup> y 0.2 Ton/m<sup>3</sup>, siendo en promedio mayor la densidad de los residuos de los grandes usuarios, se fijaron como valores de densidad media los siguientes:

Densidad Media de Residuos Sólidos	
Pequeño productor, $\delta_{pp}$	0,20
Gran productor, $\delta_{gp}$	0,25

No obstante, la empresa podrá adoptar valores de densidad diferentes, efectuando estudios particulares de caracterización, aforo y pesaje de sus usuarios.

## 2. FACTORES DE PRODUCCION POR ESTRATO

Para la determinación de la producción por usuario se utilizó la información de aforos realizados en Cali y Pereira así como la información sobre producción per cápita (en Kg/hab/día) presentada en el documento "Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Colombia" (OPS 1995). Puesto que esta era una base más amplia, se estimó la producción por usuario, de acuerdo con la composición de usuarios (habitantes por vivienda) por estrato según los datos del Departamento Nacional de Planeación. Los resultados son los siguientes:

ESTRATO	P.P.C. (Kg/hab/día)	Habitantes/ vivienda	Producción (Kg/usuario/mes)
1	0,28	5,33	44,77
2	0,34	5,11	52,14
3	0,39	4,89	56,53
4	0,45	4,68	63,13
5	0,70	4,46	93,62
6	0,83	4,24	104,94

Para determinar de manera relativa la producción de residuos en cada estrato se tomó como base la producción de los usuarios de estrato 4 y de esta manera se calcularon los factores de incremento en la producción  $F_{p_i}$  así:

FACTORES DE PRODUCCIÓN	
ESTRATO	$F_{p_i}$
1	0,71
2	0,83
3	0,90
4	1,00
5	1,48
6	1,66

### 3. CALCULO DE LOS FACTORES DE SUBSIDIO Y SOBREPRECIO

Los fondos disponibles para otorgar subsidios (FD) provienen de los aportes solidarios de los usuarios residenciales (Fr) y no residenciales (Fnr), así como de los posibles aportes que para tal fin realicen las entidades territoriales (Fa).

$$FD = Fr + Fnr + Fa$$

Los aportes solidarios provenientes de los usuarios residenciales 5 y 6 es igual a la diferencia entre la tarifa aplicada y el costo del servicio, multiplicado por el número de usuarios de esos estratos:

$$Fr = \sum_{i=5}^6 CSU_i * [F_{ij} - 1] * N_{ij}$$

Donde:

$F_{ij}$ : Factor de sobreprecio aplicado al estrato i en el municipio j.

$N_{ij}$ : Es el número de usuarios de estrato i en el municipio j.

Los aportes solidarios provenientes de los usuarios no residenciales, se calcula de forma similar, pero teniendo en cuenta que pueden haber varias categorías de pequeños productores:

$$Fnr = \sum_{k=1}^K CST_j * [FPP_{kj} - 1] * NPP_{kj} * V_{kj} * \delta_{pp} + CST_j * [FGP_j - 1] * V_j * \delta_{gp}$$

Donde:

k: Son las categorías de pequeños productores definidas en el municipio j, cuyo rango varía entre 1 y K.

$FPP_{kj}$ : Es el factor de sobreprecio aplicado a los usuarios pequeños productores, de categoría k en el municipio j.

$NPP_{kj}$ : Es el número de usuarios pequeños productores de categoría k en el municipio j.

- $V_{kj}$ : Es el volumen aplicado al usuario pequeño productor de categoría k en el municipio j.
- $\delta_{pp}$ : Es la densidad media de los residuos presentados por los pequeños productores.
- $FGP_j$ : Es el factor de sobreprecio aplicado a los usuarios grandes productores, en el municipio j.
- $V_j$ : Es el volumen total de residuos de los usuarios grandes productores en el municipio j.
- $\delta_{GP}$ : Es la densidad media de los residuos presentados por los grandes productores.

Cuando la empresa no cuente con la información de producción de los grandes productores, podrá reemplazar  $V_i$  por el producto del número de usuarios grandes productores por 10 (producción media estimada de un gran productor).

El porcentaje de descuento  $f_{ij}$  aplicable a los usuarios de estratos bajos (1, 2 y 3) dependerá de los fondos disponibles FD que se generen en el municipio j, y se calcula de la siguiente manera:

$$f_{ij} = \frac{FD}{CSU_j * \sum_{i=1}^3 N_{ij} * \theta_{ij}}$$

$$f_{ij} = f_{ij} * \theta_{ij}, \text{ con } i = 2, 3$$

Para mantener las distancias tarifarias entre los topes de subsidios de la Ley 142 de 1994 los valores de  $\theta$  quedan en:  $\theta_{1j} = 1$ ,  $\theta_{2j} = 0,8$  y  $\theta_{3j} = 0,3$ .

Por tanto, el factor de subsidio mínimo  $F_{ij}$  aplicable al costo del servicio de los estratos subsidiables será:

$$F_{ij} = 1 - f_{ij}$$

Los factores de sobreprecio aplicable a los estratos 5 y 6, serán producto de la combinación de los factores de producción que le corresponda a cada estrato y la tasa de contribución que se aplique. Los usuarios no residenciales tendrán un factor



de sobrepeso de uno más la tasa de contribución. Al usuario del estrato cuatro no se aplica ni contribución ni subsidio, por lo que su factor de subsidio o sobrepeso, para los fines de la fórmula, es igual a uno:

ESTRATO	$F_{p_i}$	$f_{c_i}$	$F_{ij}$
4	1	0	1
5	1,48	0,2	1,776
6	1,66	0,2	1,992
Pequeño productor	n.a.	0,2	1,2
Gran productor	n.a.	0,2	1,2

CUADROS

CUADRO 1  
COSTOS DE RECOLECCION Y TRANSPORTE  
ECONOMETRIA LTDA

DATOS MONETARIOS EN MILES DE PESOS 1997

PARAMETROS		BOGOTA			MEDELL	CALI	BIQUILLA	MANIZ	PEREIR	IBAGUE	VCIO	MONTER	PASTO	VIDUPA	TUNJA	SINCEL	RIONEG	CARTAGO	PROMEDIO	MINIMO	MÁXIMO
		ASEOT	CLUMP	LIME																	
TIEMPO IMPRODUCTIVO POR VIAJE	ho	3	4	3,6	2,5	1,5	1,4	1	1,6	1,05	1	2,5	1,3	1	1,5	1	4	2	2,0	0,32	4
TIEMPO PARA CARGAR UNA TONELADA	h1	0,75	0,33	0,75	0,4	0,66	0,23	0,7	0,31	0,6	0,75	1	0,35	0,6	0,33	0,5	0,35	0,3	0,5	0,23	1
CAPACIDAD EFECTIVA DE UN CAMION	Qc	6,5	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	4,9	6,3	5,0	6,3	6,3	6,0	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,1	4,02	6,5
COSTOS DIRECTOS POR CAMION SEMANA	CDc	200	212	263	200	200	200	200	200	200	200	200	224	200	200	200	200	200	206	200	263
EMPLEADOS REQUERIDOS PARA OPERAR UN CAMION	nu	3,2	3,2	3,2	3,2	4,3	3,2	3,5	4	3,2	3,2	3,2	3,2	4,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,4	3,2	4,3
HORAS QUE SE REEMPLAZA UN EMPLEADO	hr	4,6	4,6	4,6	7,5	4,6	4,6	3	3	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	3	4,6	4,6	4,5	3	7,5
SALARIO SEMANAL DIURNO CON PRESTACIONES	S	149,4	140,6	152	140	159,5	104,5	141	175	126,6	109,4	105,3	128	118,1	128,9	119	105,3	105,3	129,9	104,5	175
CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS POR SEMANA	Q	3750	8700	8200	6888	9199	4989	1303	1787	1800	1116	1800	1306	653	480	600	420	4800	3399	420	9199
VALOR DOTACIONES A UN EMPLEADO POR SEMANA	D	4,8	5,7	5	4,7	3,5	4,2	3,7	7,0	4	4,2	8,1	3,7	14,6	4,8	4,5	4	4	5,4	3,5	14,8
% CAMIONES REEMPLAZ	r	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,14	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,14
COSTO MANTENIMIENTO E INSUMOS POR HR TRABAJO	CMh	7,5	7	0,7	4,5	7	7	5	5	7	7	7	7,1	7	7	5	7	7	6,2	0,7	7,5
% COSTOS ADMINISTRATIVOS SOBRE OPERATIVOS	alfa	0,4	0,52	0,30	0,4	0,4	0,4	0,51	0,4	0,4	0,4	0,4	0,48	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5

NOTAS:

- \* En principio los datos son tomados de la reunión de gerentes, con algunas excepciones que se anotan aquí.
- \* Los resultados con datos estándar toman los datos de la columna "estandar" con excepción de los parámetros ho y Q propios de cada empresa.
- \* Los casillas sombreadas corresponden a datos no reportados por la empresa por lo que se han reemplazado por el dato estándar que aparece en el columna "estandar".
- \* Los valores de ho y h1 de Barranquilla son tomados del análisis de rutas hecho con información de 1996.
- \* Valledupar esta completamente basada en datos de la entrevista de 1996.

**CUADRO No. 2**  
**MODELACIÓN DE LOS COSTOS DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE CON LOS DATOS OBTENIDOS DE ALGUNAS EMPRESAS**  
**MODELO CRA**  
 Cifras en miles de pesos de 1997

DATOS DE LAS EMPRESAS	BOGOTÁ				MEDELLÍN	CALI	MANIZALES	IBAGUÉ	VICENCIO	PASTO	SINCELEJO	PROMEDIO	MINIMO	MÁXIMO	VALOR ESTANDAR
	CIUDAD LIMPIA	LIME	ASEO CAPITAL	ASEO TOTAL											
<b>SALARIOS MENSUALES</b>															
1. OPERARIO (Salario + factor prestacional)	433	487	477	635	549	603	342	577	449	367	367	481	342	635	
2. CONDUCTOR (Salario + factor prestacional)	962	788	905	815	686	640	558	654	495	460	538	682	460	962	
3. SUPERVISOR (Salario + factor prestacional)	1.488	1.603	1.466	1.552	1.220	1.397	644	931	693	577	658	1.112	577	1.603	
<b>GASTOS MENSUALES</b>															
4. MANTENIMIENTO	356.360	217.120	297.360	57.230	159.177	542.606	19.168	29.052	1.253	25.180	6.536	155.549	1.253	542.606	
5. ADMINISTRATIVOS	716.229	526.868	584.192	286.268	498.335	856.610	39.588	55.825	43.187	62.119	13.470	334.790	13.470	856.610	
6. IMPUESTOS Y CONTRIBUCIONES	97.965	72.163	79.451	34.928	N.D.	N.D.	22.110	63.728	7.792	1.866	7.600	43.067	N.D.	97.965	
7. COSTOS DIRECTOS POR VEHICULO/MES	1.073	1.331	628	806	1.055	527	1.321	1.960	1.202	961	757	1.057	527	1.960	
8. DOTACIÓN POR OPERARIO	24	25	22	20	23	15	16	17	23	16	19	20	15	25	
<b>OTROS DATOS</b>															
9. RESIDUOS RECOLECTADOS AL MES (TON)	37.323	35.178	32.432	18.769	29.550	28.417	5.590	9.009	4.796	5.603	2.574	19.022	2.574	37.323	
10. H0 (horas) TIEMPO IMPRODUCTIVO/VIAJE	4	3,7	3,7	3	2,5	2,2	1	1,4	1	1,5	1	2,27	1,00	4	
11. H1 (horas) TIEMPO PRODUCTIVO/VIAJE	0,3	0,75	0,3	0,75	0,4	0,66	0,7	0,76	0,75	0,35	0,5	0,57	0,30	0,76	0,34
<b>CÁLCULOS DE LA CRA</b>															
12. TIEMPO TOTAL POR VIAJE	5,6	7,8	5,3	7,1	4,7	5,8	4,8	5,5	5,1	3,4	3,7	5,3	3,4	7,8	
13. TONNES POR VEHICULO DE 14Y <sup>3</sup>	397	288	420	316	479	387	466	405	441	658	602	441,5	288	658	
14. VEHICULOS DE 14Y <sup>3</sup> REQUERIDOS	94	122	77	59	62	73	12	22	11	9	4	49,6	4	122	
<b>RESULTADOS POR MES/VEHICULO</b>															
15. SALARIOS	4.252	4.166	4.303	4.791	4.055	4.251	2.740	3.989	3.064	2.621	2.808	3.731	2.621	4.791	3.731
16. COSTOS DIRECTOS+MANTENIMIENTO	4.866	3.107	4.475	2.118	2.404	4.626	2.690	3.669	1.716	3.917	2.064	3.241	1.716	4.866	3.241
17. COSTOS ADMINISTRATIVOS+IMPUESTOS	8.667	4.899	8.587	5.411	8.072	11.655	5.141	5.370	4.686	7.510	4.928	6.811	4.686	11.655	6.811
18. DOTACIÓN	146	152	130	122	138	90	96	103	137	96	116	120	90	152	120
19. COSTO DE CAPITAL	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
20. RESPALDO	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
21. TOTAL COSTOS POR MES/VEHICULO	20.571	14.965	20.135	15.083	17.310	23.262	13.308	15.770	12.243	16.784	12.556	16.544	12.243	23.262	16.544
22. TOTAL COSTO POR TONELADA	51,78	52,01	47,98	47,70	36,16	60,16	28,57	38,98	27,77	25,52	20,86	39,77	20,86	60,16	
<b>CON VALORES ESTANDAR</b>															
23. TOTAL COSTO POR TONELADA	43,25	41,03	41,03	35,85	32,15	29,93	21,06	24,02	21,06	24,76	21,06	30,47	21,06	43,25	
24. CON CAPITAL DE TRABAJO (5%)	45,41	43,08	43,08	37,65	33,76	31,43	22,11	25,22	22,11	25,99	22,11	32,00			
25. CON IMPAGADOS (5%)	47,68	45,24	45,24	39,53	35,45	33,00	23,21	26,48	23,21	27,29	23,21	33,60			



CUADRO No. 3  
 MODELACIÓN DE LOS COSTOS DE BARRIDO Y LIMPIEZA CON LOS DATOS OBTENIDOS DE ALGUNAS EMPRESAS  
 Cifras en miles de pesos de 1997

	BOGOTÁ				MEDELLÍN	CALI	MANIZALES	IBAGUÉ	VICENCIO	PASTO	SINCELEJO	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	VALORES ESTÁNDAR
	CIUDAD LIMPIA	LIME	ASEO CAPITAL	ASEO TOTAL											
<b>DATOS DE LAS EMPRESAS</b>															
<b>SALARIOS MENSUALES</b>															
1. EBOCBITA (Salario+Factor prestacional)	339	401	401	356	621	410	310	341	344	367	358	386	310	621	386
2. SUPERVISOR (Salario+factor prestacional)	1.163	1.425	1.425	1.425	1.194	1.470	957	827	585	577	638	1.062	577	1.470	1.062
<b>CANTOS MENSUALES</b>															
SUPERVISOR	55	41	67	67	34	50	62	17	33	32	34	45	17	67	45
3. SALARIO PROMEDIO/ESCOBITA (Incluido superv)	394	442	468	424	655	460	373	357	376	399	392	431	357	655	431
4. DOTACIÓN/ESCOBITA	111	112	105	103	127	63	43	32	81	43	78	82	32	127	82
<b>OTROS DATOS</b>															
5. RENDIMIENTO PROMEDIO/ESCOBITA (NM/DÍA)	2,30	1,52	2,50	1,60	1,80	2,50	5,00	2,50	1,50	3,50	1,50	2,38	2	5	2,5
6. RENDIMIENTO PROMEDIO/ESCOBITA (NM/MES)	59	39	64	41	46	64	129	64	39	90	39	61	39	129	64
<b>PARÁMETROS CRA</b>															
7. CONCENTRACIÓN RESIDUOS TON/KM CUNETA	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
8. \$/TON/MES DE RECOLECCIÓN Datos promedio	47,68	45,24	45,24	39,53	35,45	33,00	23,21	26,48	23,21	27,29	23,21	33,60	23,21	47,68	33,60
9. \$/TON/MES DE DISPOSICIÓN	7	7	7	7	7	4	7	7	4	7	2	6	2	7	6
10. DENSIDAD POBLACIONAL (VIVIENDAS/KM)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>RESULTADOS</b>															
11. TOTAL COSTOS DE BARRIDO/MES-ESCOBITA	505	554	573	527	781	523	416	389	457	443	470	513	389	781	513
12. \$/KM DE BARRIDO	9	14	9	13	17	8	3	6	12	5	12	10	3	17	7,965
13. \$/KM DE RECOLECCIÓN Datos promedio	7	7	7	6	5	5	3	4	3	4	3	5	3	7	5,039
14. \$/KM DE DISPOSICIÓN	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,525	1,05	1,05	0,525	1,05	0,3	0,89	0,3	1,05	0,886
15. TOTAL \$/KM	17	22	17	20	23	14	8	11	16	10	16	16	8	23	13,891
16. TOTAL \$/USUARIO	0,717	0,944	0,718	0,848	0,997	0,584	0,333	0,475	0,680	0,431	0,684	0,674	0,333	0,997	0,596
17. % EN RELACIÓN CON COSTO DE RECOLECCIÓN	12%	15%	12%	15%	23%	8%	10%	10%	20%	14%	27%	15%	8%	27%	
<b>RESULTADOS CON DATOS PROMEDIO</b>															
18. TOTAL \$/USUARIO	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596
19. Total (\$/usuario) incluyendo Capital de W	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626
20. Total (\$/usuario) incluyendo áreas públicas	0,782	0,782	0,782	0,782	0,782	0,782	0,782	0,782	0,782	0,782	0,782	0,782	0,782	0,782	0,782
21. % EN RELACIÓN CON COSTO DE RECOLECCIÓN	14%	14%	14%	16%	18%	20%	28%	25%	28%	24%	28%	21%	14%	28%	

**CUADRO No. 4**  
**COSTOS DE DISPOSICION FINAL**  
**PESOS DE 1997**  
**PESOS/TONELADAS**

EMPRESAS	TERRENO	OPERACION	AMORTIZACION EQUIPO	ADECUACION Y OTROS	TOTAL (\$/ton)	TON ANUALES DISPUESTAS	TIPO
CALI	N.D	2.397	1.074	443	3.915	569.470	Botadero
BARRANQUILLA**	N.D	6.040	N.D	N.D	6.040	260.125 (95)	Botadero
CARTAGENA**	N.D	9.634	N.D	N.D	9.634	179.520 (96)	Relleno
MANIZALES	N.D	2.303	46	1.910	4.259	85.347	Relleno
PEREIRA	1.025	1.804	3.957	3.058	9.844	104.000(95)	Relleno
IBAGUE	316	1.963	850	464	3.593	106.902 (95)	Relleno
VILLAVICENCIO	374	6.414	42	714	7.545	195.046	Relleno
PALMIRA*	N.D	341	1.460	2.442	4.243	81.000 (96)	Botadero
PASTO	3.874	1.608	N.D	N.D	5.482	69.696 (95)	Relleno
VALLEDUPAR	605	2.893	1.657	1.008	6.163	52.728 (95)	Enterramiento
TULUA*	N.D	292	1.207	1.581	3.080	64.800 (96)	Relleno
TUNJA	N.D	641	N.D	N.D	641	28.068 (96)	Botadero
BUGA	N.D	675	2.926	3.872	7.474	28.080 (96)	Botadero Guacari
SINCELEJO	304	4.543	1.213	970	7.029	65.844	Relleno
DUITAMA	431	N.D	2.613	588	3.633	33.960 (96)	Relleno
EL CERRITO	0	0	0	0	0	11.160 (96)	Botadero Palmira
SAN ANDRES	N.D	8.272	N.D	N.D	8.272	2.715(96)	Relleno

FUENTE: Los datos fueron obtenidos de los estudios enviados por las empresas a la CRA.

\*Adecuación incluye terreno, adecuación y manejo ambiental.

\*\*El dato de costos de operación incluye costos de equipo.

**CUADRO 5**  
**ESTRUCTURA TARIFARIA**  
**RESULTANTE DEL TECHO DE PRECIOS**

<b>ESTRATO</b>	<b>CSUj * Fss * Fp</b>
1	CSU * Fss
2	CSU * Fss
3	CSU * Fss
4	CSU
5	CSU * Fss * 1.48
6	CSU * Fss * 1.66
<b>TIPO</b>	<b>CSTj * 1.2 * δ</b>
Pp	CST * Fss * 0.25
Gp	CST * Fss * 0.20

CSU: Costo del servicio por usuario, calculado de acuerdo con el modelo.

CST: Costo del servicio por tonelada, calculado de acuerdo con el modelo.

Fss: Factor de subsidio o sobreprecio, definidos en la Ley 142 de 1994.

Fp: Factor de producción por usuario, calculado como  $Fu/F4$  siendo  $Fu$  el factor unitario de producción de residuos sólidos para usuarios residenciales, definido en la resolución 20 de 1996.

δ: Valor de densidad media de residuos sólidos, definido en la resolución 20 de

CUADRO No. 6  
 TARIFAS MENSUALES DEL SERVICIO DE ASEO  
 \$/USUARIOS EN JUNIO DE 1997

CIUDAD	ESTRATO						Pequeño Productor	Gran Productor	TARIFA MEDIA POND.
	1	2	3	4	5	6			
Bogotá	798	1.597	3.192	6.385	11.175	21.767	10.518	20.366	5.745
Medellin*	789	1.619	3.240	6.477	11.338	19.992	13.812	19.755	5.928
Cali	621	1.514	2.827	4.657	11.646	23.307	19.819	23.307	6.460
Barranquilla	467	933	2.333	4.666	9.332	16.332	13.708	16.332	4.807
Cartagena	469	969	3.060	5.556	13.892	27.779	34.724	25.101	8.025
Manizales	440	982	2.784	3.580	5.734	11.162	15.734	8.411	3.877
Pereira	405	922	1.630	2.497	5.431	8.148	6.853	14.666	3.293
Ibagué	851	1.594	2.830	5.871	10.831	15.075	16.427	16.427	5.485
Villavicencio	608	1.227	2.454	4.908	9.817	N.D	6.872	8.881	3.334
Palmira	380	847	1.304	2.716	5.323	10.320	13.036	20.641	4.312
Pasto	371	747	1.122	1.683	2.431	N.D	4.997	12.038	2.295
Valledupar	964	1.928	3.215	5.707	9.477	14.415	1.282	10.141	3.803
Tuluá	519	794	2.609	3.519	5.899	6.872	8.302	8.302	3.125
Buga	495	1.165	2.354	3.032	4.204	5.508	5.508	5.508	2.485
Sincelejo	410	573	1.043	2.190	4.904	8.885	4.454	6.627	2.084

\* Información del Boletín Estadístico CRA 2/96

Fuente: Estudios de tarifas presentados por las empresas a la CRA

**CUADRO No. 7**  
**ESTRUCTURA TARIFARIA CON TECHO**  
**\$/USUARIOS EN JUNIO DE 1997**

CIUDAD	ESTRATO						Pequeños Productores	Grandes Productores	TARIFA MEDIA POND.
	1	2	3	4	5	6			
Bogotá	2.534	3.512	5.400	7.138	12.677	14.219	20.198	25.247	7.902
Medellin	2.095	2.904	4.464	5.901	10.481	11.756	17.183	21.478	5.868
Cali	1.824	2.528	3.887	5.138	9.124	10.234	15.320	19.150	5.070
Barranquilla	1.693	2.347	3.608	4.769	8.470	9.500	14.422	18.028	5.957
Cartagena	1.567	2.172	3.339	4.414	7.839	8.792	13.555	16.944	4.730
Manizales	1.537	2.130	3.275	4.330	7.689	8.625	13.350	16.687	4.369
Pereira	2.169	3.007	4.623	6.111	10.853	12.173	17.694	22.117	7.951
Ibagué	1.686	2.336	3.592	4.749	8.434	9.460	14.372	17.965	4.156
Villavicencio	1.537	2.130	3.275	4.330	7.689	8.625	13.350	16.687	4.227
Palmira	1.377	1.909	2.935	3.880	6.891	7.729	12.254	15.317	4.592
Pasto	1.723	2.388	3.672	4.854	8.620	9.668	14.628	18.284	4.353
Valledupar	1.309	1.814	2.790	3.687	6.549	7.345	11.784	14.730	3.743
Tuluá	1.309	1.814	2.790	3.687	6.549	7.345	11.784	14.730	3.202
Buga	1.309	1.814	2.790	3.687	6.549	7.345	11.784	14.730	3.459
Sincelejo	1.309	1.814	2.790	3.687	6.549	7.345	11.784	14.730	3.523

Fuente: Estudios enviados por las empresas a la CRA.



CUADRO No. 8  
 TARIFA MEDIA TECHO Vs TARIFA MEDIA PONDERADA  
 PESOS JUNIO 1997

CIUDAD	TARIFA MEDIA POND.	TARIFA MEDIA TECHO	DIFERENCIA %
Bogotá	5.745	7.902	37,55
Medellin	5.928	5.868	-1,00
Cali	6.460	5.070	-21,52
Barranquilla	4.807	5.957	23,93
Cartagena	8.025	4.730	-41,06
Manizales	3.877	4.369	12,68
Pereira	3.293	7.951	141,43
Ibagué	5.485	4.156	-24,23
Villavicencio	3.334	4.227	26,80
Palmira	4.312	4.592	6,52
Pasto	2.295	4.353	89,68
Valledupar	3.803	3.743	-1,58
Tuluá	3.125	3.202	2,49
Buga	2.485	3.459	39,18
Sincelejo	2.084	3.523	69,04

CUADRO No. 9  
COSTOS POR TONELADA  
PESOS DE 1997

CIUDAD	ho	Tipo de Disposición	Costos por tonelada			
			ecolecció	Barrido	Disposición	Total
Bogotá	3,68	A	45.081	16%	7.000	59.483
Medellin	2,50	A	35.454	19%	7.000	49.179
Cali	2,20	B	33.007	19%	3.500	42.813
Barranquilla	1,33	A	26.640	23%	7.000	39.744
Cartagena	1,00	A	23.872	25%	7.000	36.782
Manizales	1,00	A	23.217	25%	7.000	36.080
Pereira	2,70	A	37.086	18%	7.000	50.925
Ibagué	1,40	A	26.480	23%	7.000	39.573
Villavicencio	1,00	A	23.217	25%	7.000	36.080
Palmira	1,00	B	23.217	24%	3.500	32.334
Pasto	1,50	A	27.296	23%	7.000	40.446
Valledupar	1,00	C	23.217	24%	2.000	30.728
Tuluá	1,00	C	23.217	24%	2.000	30.728
Buga	1,00	C	23.217	24%	2.000	30.728
Sincelejo	1,00	C	23.217	24%	2.000	30.728