

REVISTA  
**REGULACIÓN**  
DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

**ÓRGANO DE INFORMACIÓN TÉCNICA  
DE LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE  
Y SANEAMIENTO BÁSICO –CRA–**

JAIME SALAMANCA LEÓN  
DIRECTOR EJECUTIVO –CRA–

NÚMERO 6  
FEBRERO DE 2001

## COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO (CRA)

**En la elaboración y revisión de esta investigación  
participaron los siguientes profesionales:**

Fabio Giraldo Isaza, Ex Experto Comisionado  
Jaime Salamanca León, Director Ejecutivo, Experto Comisionado  
Jorge Enrique Ángel Gómez, Experto Comisionado  
Ángel Gutiérrez García, Experto Comisionado

Julio César Aguilera Wilches, Jefe Oficina Técnica  
Javier Roza Vengoechea, Jefe Oficina de Regulación  
Alejandro Iván Gualy Guzmán, Asesor Oficina Técnica  
Oscar Arcos Palma, Ex asesor CRA

Consultor Externo CRA  
Alberto Nassar Moor, Investigador principal

### COMITÉ EDITORIAL

JAIME SALAMANCA LEÓN  
Director Ejecutivo  
Experto Comisionado

JORGE ENRIQUE ÁNGEL GÓMEZ  
Experto Comisionado

ISSN: 0123-370X

Edición  
Nelly Estrada López

Revisión y Estilo  
Augusto Ramírez Gómez

Diseño e impresión  
Elograf Ltda.

Hecho en Colombia  
Febrero de 2001

## COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO (CRA)

**ANDRÉS PASTRANA ARANGO**  
Presidente de la República de Colombia

### MIEMBROS DE LA COMISIÓN

#### Presidente

Augusto Ramírez Ocampo, Ministro  
Ministerio de Desarrollo Económico

Juan Carlos Echeverry Garzón, Director  
Departamento Nacional de Planeación

Juan Mayr Maldonado, Ministro  
Ministerio del Medio Ambiente

Sara Ordóñez Noriega, Ministra  
Ministerio de Salud

Jaime Salamanca León, Experto Comisionado, Director Ejecutivo

Jorge Enrique Ángel Gómez, Experto Comisionado

Ángel Gutiérrez García, Experto Comisionado

José Enrique Ramírez Yañez, Superintendente General

Hermes Huertas Huertas, Superintendente Delegado de Acueducto, Alcantarillado y Aseo  
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

### DIRECTIVOS CRA

Angélica María Velasco Solano  
Coordinadora Ejecutiva

Cecilia Morales de Forero  
Coordinadora Administrativa

Javier Rozo Vengoechea  
Jefe Oficina de Regulación

Julio César Aguilera Wilches  
Jefe Oficina Técnica

Víctor Quiroga Cárdenas  
Jefe Oficina Jurídica



# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>1. LA DESAGREGACIÓN DE PROCESOS EN ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</b> .....	13
1.1. Macroprocesos del sistema de abastecimiento de agua potable .....	14
1.2. Macroprocesos del sistema de alcantarillado .....	28
1.3. Observaciones, conclusiones y recomendaciones sobre el análisis de gestión por procesos .....	33
1.4. Definición de la estructura de costos de administración, operación y mantenimiento (AOM) por macroprocesos .....	34
1.5. Costos de transacción .....	39
<b>2. UNIDADES HOMOGÉNEAS PARA LA TIPIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO</b> .....	41
2.1. Aspectos ambientales .....	42
2.2. Aspectos urbano - regionales .....	49
<b>3. MODELO DE COSTOS POR PROCESO</b> .....	65
3.1. Diseño del modelo general de comparación de costos económicos ...	65
3.2. Indicadores de costos unitarios por proceso –por eficiencia laboral– por factores críticos .....	74
<b>4. CONSIDERACIONES INSTITUCIONALES Y FINANCIERAS DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN LA EVALUACIÓN COMPARATIVA</b> .....	87
4.1. Aspectos organizacionales: problemática de integración y de escala ...	88
4.2. Aspectos financieros: los diversos costos de capital en la gestión de la ESP .....	90

<b>5. MODELO TEÓRICO PARA LA COMPARACIÓN DE COSTOS DE LAS EMPRESAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO</b> .....	95
5.1. Unidades homogéneas de agua potable .....	95
5.2. Tipificación por criterios de talla .....	97
5.3. Tipificación por criterios ambientales .....	98
5.4. Tipificación por criterios urbano-regionales .....	102
5.5. Tipificación por criterios técnicos e institucionales .....	105
5.6. Síntesis de la tipificación .....	109
5.7. Conceptualización general de la selección de bandas .....	109
<b>6. DESARROLLO Y RESULTADOS DEL MODELO</b> .....	117
6.1. Comentarios generales .....	117
6.2. Tipificación por unidades homogéneas de agua potable .....	118
6.3. Desarrollo del modelo .....	122
<b>ANEXO A. Análisis de la información disponible para la aplicación de la metodología</b> .....	157
<b>ANEXO B. Formato de la encuesta aplicada a las empresas</b> .....	177
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	191

## INTRODUCCIÓN

El presente número de la revista lo hemos dedicado a presentar los resultados del estudio, realizado por la CRA con el apoyo de consultores externos, sobre la comparación de las empresas de acueducto y alcantarillado en Colombia mediante la desagregación de sus procesos y costos de administración, operación y mantenimiento. Este trabajo fue iniciado bajo la dirección del ex experto Fabio Giraldo Isaza y posteriormente fue revisado y analizado por los actuales comisionados y funcionarios de la Comisión.

Nuestro propósito al presentar esta documentación, es dar a conocer el primer análisis hecho a las empresas con el fin de comparar los resultados y el nivel de competitividad de cada una. Por lo tanto, esta evaluación preliminar pretende generar en el sector un primer punto de referencia del comportamiento de las empresas, en este caso, basado en los datos presentados por las empresas en el año 1997. Es importante precisar que la información inicial enviada por algunas de éstas presentaron inconsistencias que fueron ajustadas; no obstante lo anterior estamos atentos en recibir los comentarios de las empresas sobre la metodología utilizada y la información procesada para mejorar las futuras evaluaciones. Es posible que varios de los indicadores de las empresas evaluadas hayan cambiado en la actualidad, éstos se reflejarán en la próximas evaluaciones. Se pretende entonces buscar el aumento de productividad de las empresas realizando monitoreos y análisis periódicos comparativos y un seguimiento histórico de su comportamiento.

Por esta razón, hemos considerado que para las empresas esta información es de vital importancia ya que permite ubicar el estado de las mismas con

relación a las demás. Será un ejercicio importante el que cada empresa emule lo positivo de los mejores indicadores de sus homólogas. Por ahora se han analizado 27 empresas y se espera próximamente tener la información de la totalidad de las empresas reguladas en Colombia. La CRA espera revisar el estado de las empresas que presentan los indicadores mas críticos para buscar un equilibrio de alto nivel con tecnologías competitivas que permitan trasladar a los usuarios los beneficios correspondientes con tarifas competitivas de conformidad con la ley 142 de 1994. En consecuencia para los usuarios estos análisis serán de gran utilidad como un instrumento de control.

En esta revista se presentan seis artículos secuenciales que deben ser leídos en el mismo orden para una mayor comprensión de la metodología aplicada. El primer artículo presenta la desagregación por componentes o macroprocesos de los servicios de acueducto y alcantarillado. Estos macroprocesos para el sistema de acueducto son los de captación o producción de agua cruda, tratamiento o potabilización de agua, distribución y comercialización. En el sistema de alcantarillado sus macroprocesos son los de recolección, tratamiento de efluentes disposición final y comercialización. En el segundo artículo se presenta la manera de clasificar a las empresas de las diferentes ciudades del país, en unidades homogéneas para la tipificación de los servicios de agua potable y saneamiento básico, con el fin de compararlas entre si. El tercero, muestra la desagregación de los costos unitarios de cada macroproceso mediante la elaboración de indicadores a partir de la creación de numerarios técnicos en cada uno de estos componentes. El cuarto corresponde a las consideraciones institucionales y financieras de los servicios de agua potable y saneamiento básico en la evaluación comparativa, características y particularidades organizacionales que se presentan en este tipo de empresas. El artículo quinto describe el modelo teórico para la comparación de las empresas de acueducto y alcantarillado, las dos etapas de su aplicación y las ponderaciones que se emplearon. Finalmente, el artículo sexto presenta el modelo aplicado a una muestra de 27 empresas de servicios públicos del país. Los resultados de la aplicación de los modelos comparativos se realizó en dos fases: en la fase uno se desarrolla los criterios de eficiencia de agua potable por grupos de ciudades donde se realizan comparaciones de acuerdo

con aspectos comerciales, técnicos y financieros de las 27 ciudades distribuidas en tres grupos de empresas establecidas por la metodología. En la fase dos se presentan los modelos comparativos de costos por procesos al primer grupo de empresas correspondientes a las principales ciudades del país, teniendo en cuenta el tratamiento, captación y demás procesos de suministro de agua.

Adicionalmente la revista, presenta dos anexos: el Anexo A hace referencia al análisis de las estadísticas técnico-económicas realizadas por la CRA con datos del Inventario Sanitario Nacional realizado por la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo Económico y datos registrados en los Planes de Gestión y Resultados entregados por las propias empresas. El Anexo B presenta los formatos de las encuestas hechas a las empresas de servicios públicos por la Comisión.

Para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico este trabajo constituye un moderno instrumento para la evaluación y el seguimiento de la eficiencia de las empresas. Esta metodología ha sido utilizada por varios países, con buenos resultados, con el fin de promover la competencia, llegando a comparar inicialmente las actividades más elementales de las empresas.

Consideramos como un verdadero avance para la regulación en el país la documentación presentada en esta revista. La información aquí analizada ha contribuido, con otros estudios, en la formulación del Nuevo Marco Regulatorio que adelanta la Comisión. El propósito de la CRA es continuar publicando informes con el fin de mantener actualizados a empresas y usuarios sobre los resultados de los mismos.

JAIME SALAMANCA LEÓN  
Director Ejecutivo  
Experto Comisionado



# 1.

## LA DESAGREGACIÓN DE PROCESOS EN ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

La regulación de las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios de agua potable y alcantarillado sanitario tiene, entre otros propósitos, la finalidad de promover un mejoramiento continuo de la calidad y la eficiencia del servicio mediante la comparación objetiva de los parámetros de gestión de los diferentes agentes, en localidades que presentan características biofísicas, socioeconómicas y técnico-institucionales comparables.

Las posibilidades de desagregación de los servicios en diferentes procesos, actividades y operaciones unitarias, provee al regulador y a los usuarios, de mayores elementos de comparación de la gestión técnica y económica desarrollada, y por consiguiente, establece mecanismos nuevos que permiten verificar su calidad, costo y desempeño técnico.

La restricción más fuerte en el desarrollo metodológico de la evaluación comparativa a través de la discriminación de procesos, actividades y operaciones, está en función de la organización y calidad de la información de que dispone el agente público o privado que está encargado de la prestación de los servicios. Lo

ideal es desarrollar el ejercicio de comparación al mayor nivel de desagregación posible, lo que genera mayor confiabilidad en el proceso.

La situación óptima de comparación de los costos económicos de los agentes prestadores, puede hacerse a través de condiciones homogéneas de los operadores con respecto a operaciones y actividades básicas de cada proceso. Esto permite ajustar procedimientos de las empresas donde se generan grandes ineficiencias y por lo tanto obtener beneficios para los usuarios a través de menores costos y menores precios por los servicios.

En Colombia son muy pocas las empresas que hoy en día cuentan con sistemas de información apropiados, capaces de proveer de datos confiables sobre su gestión en operaciones y actividades básicas, y con auditoría y condiciones de aseguramiento de la calidad que dan garantía de la información que generan. Tal circunstancia limita en forma considerable el nivel de desagregación para realizar ejercicios de evaluación comparativa de costos de la empresas. No obstante, esta situación se puede subsanar en los próximos años con



la aplicación obligatoria del Plan Único de Cuentas (PUC), siempre y cuando las empresas dediquen recursos y esfuerzos a mejorar sus sistemas de información.

Con la salvedad de las limitaciones de información, en este capítulo se presenta un primer nivel de desagregación de los servicios domiciliarios de acueducto y alcantarillado, cuyo resultado son los macroprocesos de cada servicio. Se busca obtener para cada uno de ellos los costos económicos en los que incurren los agentes prestadores y analizar los factores que los determinan.

La desagregación por macroprocesos de los sistemas de acueducto y alcantarillado sanitario se ha realizado a la luz de las principales características que determinan sus condiciones de operación técnica y económica y sus posibilidades de optimización por componentes del sistema (Tabla 1.1).

Cada Macroproceso está conformado por un conjunto de procesos, actividades y operaciones unitarias claramente diferenciables y sus productos pueden ser establecidos de manera específica, como también los insumos que requieren para su administración, operación, y mantenimiento. Debe ser un objetivo fundamental de

futuras investigaciones y análisis de evaluación comparativa de agentes prestadores, la obtención de costos económicos en niveles cada vez más detallados hasta llegar en lo posible a las operaciones y actividades más elementales de cada macroproceso.

### **1.1 Macroprocesos del sistema de abastecimiento de agua potable**

El sistema de acueducto se ha segmentado en cuatro macroprocesos, cuya administración, operación y mantenimiento pueden ser claramente diferenciada desde el punto de vista técnico y de comparación de sus costos. El Gráfico 1.1 muestra una aproximación conceptual de la desagregación por procesos del servicio de abastecimiento de agua potable.

#### **1.1.1 Macroproceso I: Producción de agua cruda**

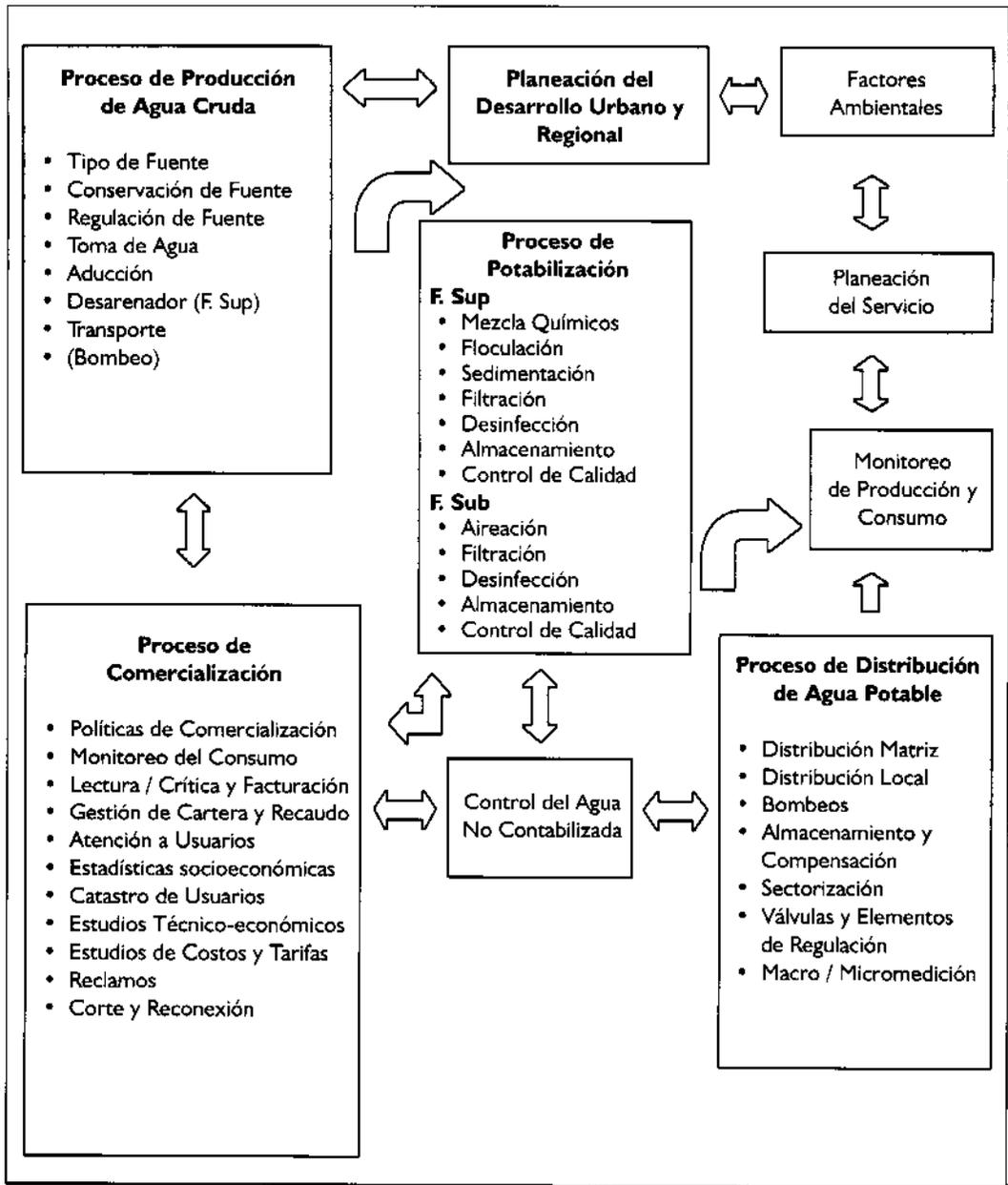
La producción de agua cruda comprende desde la conservación y manejo ambiental apropiado de la fuente de agua, la captación —de fuente superficial o subterránea—, la aducción, el desarenador y el

**Tabla 1.1**  
**Macroprocesos**

<b>En el caso de agua potable:</b>	<b>En el caso de alcantarillado:</b>
I. Producción de Agua Cruda,	V. Recolección
II. Tratamiento o Potabilización	VI. Tratamiento de Efluentes y Disposición Final
III. Distribución	VII. Comercialización
IV. Comercialización	



**Gráfico 1.1**  
**Esquema general de macroprocesos de abastecimiento de agua potable para la gestión de una entidad de servicios públicos domiciliarios – ESP**



F. Sup = Fuentes Superficiales; F. Sub = Fuentes Subterráneas



transporte hasta la entrega en la planta de tratamiento o al comienzo de la red de distribución, cuando no exista tratamiento del agua cruda.

Este macroproceso se define por el tipo, localización, accesibilidad, rendimiento, características de la fuente de agua, –incluidos los requerimientos técnicos para su aprovechamiento–, y la interferencia con otras demandas y otros derechos existentes sobre las fuentes. En general, los costos de operación y mantenimiento son proporcionales al caudal requerido por la demanda, a la distancia entre los sitios de captación y los puntos de demanda, al grado de deterioro ambiental o sobreexplotación del recurso, a la calidad del agua cruda y a la complejidad tecnológica de los dispositivos de abastecimiento requeridos. Factores como el relieve y la geomorfología determinan las condiciones de abastecimiento por gravedad o por bombeo, aspectos esenciales de caracterización tecnológica para la instalación del sistema de captación o abastecimiento pero, sobre todo, para la operación y mantenimiento y los costos asociados.

La mayor parte de la producción de agua cruda para los sistemas de agua pota-

ble en Colombia proviene de fuentes superficiales. Las cantidades que pueden captarse varían directamente con el tamaño del área colectora, o cuenca hidrográfica y el balance hídrico generado entre la oferta y la demanda. En este tipo de fuentes la continuidad en la disponibilidad del agua a lo largo del año o de varios años, está determinada por los ciclos hidrológicos, divididos estos en periodos de menor o mayor pluviosidad, caracterizados regionalmente por ciclos bimodales o monomodales, definidos de manera general por el clima, el relieve, su localización geográfica y por los efectos de los vientos alisios. Esta caracterización determina las necesidades de regulación mensual, anual o multianual de la fuente de abastecimiento, mediante embalses u otros dispositivos.

El balance hídrico de la cuenca hidrográfica es la función esencial que permite determinar la disponibilidad neta del recurso para ser utilizada al confrontar la oferta y la demanda actual y futura en esa unidad espacial. La cuantificación de la oferta se puede sintetizar teóricamente en la siguiente expresión:

La cantidad de agua disponible para ser usada en la cuenca  $i$  se define como<sup>1</sup> /:

$$Q_i = P_i - ET_i + \sum_{j \in I_i} Q_j^s - S_i$$

donde,

$Q_i$  = Cantidad de agua disponible para la cuenca  $i$

$P_i$  = Precipitación total sobre la cuenca

$ET_i$  = Evapotranspiración total en la cuenca

$I_i$  = Conjunto de cuencas cuya disponibilidad sobrante descarga en la cuenca  $i$

$Q_j^s$  = Disponibilidad sobrante de agua de la cuenca  $j$

$S_i$  = Cambio en el almacenamiento de agua en la cuenca  $i$



Aspectos que caracterizan la oferta:

1. Las cantidades que aparecen en esta ecuación son todas variables aleatorias
2. La disponibilidad de agua subterránea no se presenta de manera explícita. Lo anterior se debe a que el rendimiento de la cuenca calculado como:

$$Q_i = P - ET$$

Incluye la infiltración anual de la cuenca la cual podrá tener uno de los siguientes tres destinos finales:

- a) Se puede manifestar como escorrentía superficial en algunos de los cauces de la cuenca.
- b) Para un año determinado podrá haber un incremento en el almacenamiento subterráneo de agua en la cuenca.
- c) Podrían presentarse transferencias subterráneas de agua entre cuencas.

La otra parte fundamental del balance hídrico lo constituye la estimación apropiada de las diferentes demandas consuntivas y no consuntivas del recurso hídrico tanto actuales como futuras. Usualmente la mayor demanda consuntiva se genera en actividades de tipo agropecuario cuando las condiciones de oferta y su distribución intranual presentan un déficit que obliga a la utilización de sistemas de riego. Se requiere por consiguiente una

caracterización detallada de los diferentes usos del recurso y sus potencialidades futuras a fin de prever y planificar su aprovechamiento.

En cuencas con un alto índice de utilización del recurso, aspectos como la demanda agropecuaria están estrechamente ligados al comportamiento de la producción y a la modelación de las variables económicas correspondientes, igual acontece con la generación de energía; otras cuencas poco intervenidas seguramente estarán sujetas a la utilización del recurso en usos agropecuarios de subsistencia pero con una alta sensibilidad social por parte de las comunidades a que terceros, caso acueductos urbanos, hagan uso de sus fuentes y limiten su disponibilidad, situación que requiere ser analizada a fin de minimizar los potenciales conflictos que pudieran generarse.

En Colombia, las autoridades ambientales y los principales usuarios del recurso, entre ellos las empresas de acueducto, disponen de limitaciones de información o no cuentan con los estudios apropiados sobre balance hídrico y disponibilidad neta del recurso en las cuencas hidrográficas que son o pretenden ser utilizadas como fuentes de suministro de los diferentes usos. Cada vez son mayores los conflictos entre usuarios, producto del mal manejo de las cuencas y de la desorganización en su aprovechamiento colectivo.

En un sistema de producción de agua superficial, las obras de captación toman el recurso de una fuente cuyo volumen es siempre adecuado para las demandas presente y futura, o bien convierten



una fuente intermitente insuficiente en un abastecimiento continuamente apropiado. Para asegurar un suministro suficiente, durante épocas de demanda elevada, deben almacenarse los excedentes anuales, para usarlos en tiempos de escasez. Los dispositivos de captación pueden variar de estructuras muy simples a gravedad, captaciones de fondo con rejillas en corrientes pequeñas, hasta megaproyectos conformados por grandes presas y conducciones por túneles con sofisticados sistemas de control.

Las fuentes subterráneas de abastecimiento son utilizadas en menor cuantía en Colombia, debido en gran parte al incipiente estado de investigación sobre su disponibilidad, a pesar de ser una opción muy favorable en términos de la calidad del agua cruda la cual normalmente requiere de tratamientos muy simples y de bajo costo.

Las fuentes subterráneas, también tienen un área de toma o captación, pero la alimentación o recarga se produce por infiltración a las aberturas del suelo, en lugar de por escurrimiento sobre su superficie. El área de alimentación puede encontrarse cercana o a una distancia considerable, especialmente cuando el flujo está confinado dentro de un estrato freático yacente bajo un estrato impermeable.

El aprovechamiento de las aguas subterráneas inconfiadas, semiinconfiadas y confiadas en acuíferos, se realiza a través de dispositivos como pozos y galerías filtrantes, existiendo también la posibilidad de captación natural a través de manantiales. La alternativa más utilizada en el país es la exploración y perforación de

pozos. Dependiendo de las formaciones geológicas a través de las que pasan y de su profundidad, estos son excavados, perforados o barrenados en el suelo. Los pozos excavados están restringidos comúnmente a suelo suave, arena y grava, a profundidades no superiores a los 30 m; los suelos duros y la roca requieren generalmente pozos perforados o barrenados que pueden llegar a grandes profundidades dependiendo de las condiciones del acuífero.

### **1.1.1.1 Abastecimiento por gravedad o por bombeo -Caso EAAB-**

En el caso típico de fuentes superficiales, el abastecimiento por gravedad permite regularmente unos requerimientos tecnológicos bajos y costos inferiores, tanto en operación como en mantenimiento, al comparar con sistemas superficiales por bombeo, los cuales, además de la atención que requiere el equipo electromecánico, exigen una logística más compleja de abastecimiento de energía.

Un ejemplo de comparación lo ofrece el "Estudio de Costos y Tarifas de los Servicios de Acueducto y Alcantarillado, EAAB"<sup>2/</sup>, donde la diferencia entre el costo operacional por metro cúbico de agua cruda en el sistema Tibitoc (bombeo) es significativamente mayor que en el sistema Chingaza (gravedad) tal como se aprecia en el Cuadro 1.1 al comparar los costos incurridos en energía por cada millón de metros cúbicos de agua tratada.

La complejidad de la regulación y el abastecimiento combinado pueden apre-



ciarse en el caso del Distrito Capital, que cuenta con tres sistemas bien diferenciados debido a la expansión progresiva de la ciudad y de los municipios vecinos que abastece.

Desde el punto de vista operativo el sistema del Distrito Capital busca minimizar la utilización del sistema Tibitoc (a bombeo), por las implicaciones en incremento de costos de operación y mantenimiento que genera. Este sistema no sólo demanda una considerable mayor cantidad de energía consumida por m<sup>3</sup> de agua tratada, sino que además trata aguas superficiales provenientes de fuentes con un mayor deterioro ambiental y nivel de intervención antrópico, originando costos de tratamiento significativamente mayores a fuentes protegidas. En el Cuadro 1.1 se puede observar la gran diferencia de costos por m<sup>3</sup> de agua tratada en comparación con el Sistema Chingaza.

En condiciones como las que se presentan en algunas zonas del país (región Andina, por ejemplo), donde se tiene la mayor densidad de población y la mayor demanda de agua, en muchos casos ya se han explotado las fuentes hídricas más cer-

canas, de más fácil acceso y por consiguiente de menor costo por m<sup>3</sup> producido; sin embargo, el crecimiento de la demanda o el deterioro ambiental de la fuente actual, generan la búsqueda de nuevas alternativas de suministro situadas en lugares normalmente de más difícil aprovechamiento, dando lugar a que los costos de los nuevos proyectos sean mucho más altos.

En el caso del Distrito Capital el crecimiento de la demanda ha llevado a identificar y estudiar alternativas de suministro seguro de la ciudad a partir de la segunda década del siglo XXI. Se han evaluado alternativas como el proyecto Sumapaz Medio con un costo unitario medio del agua de 0.30 US\$/m<sup>3</sup>, superior 2.1 veces al costo de expansión del actual Sistema Chingaza, que es la alternativa prevista de expansión del sistema de abastecimiento en la primera década del próximo siglo. El proyecto Sumapaz implicaría la captación de aguas (caudal regulado 18.37 m<sup>3</sup>/Seg.) en la parte alta de las cuencas de los ríos Blanco y Ariari y su conducción mediante la construcción de cinco túneles a flujo libre con longitud aproximada de 79 km, la construcción de dos presas, un embalse de

<b>Cuadro 1.1</b>		
<b>Valor de los consumos de energía y químicos en las plantas Wiesner y Tibitoc</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Consumos Químicos 94 \$/ mm<sup>3</sup></b>	<b>Consumo de Energía 94 \$/ mm<sup>3</sup></b>
Wiesner	1.127.422	433.417
Tibitoc	7.473.072	30.076.224

Fuente: *Estudio de Costos y Tarifas de los Servicios de Acueducto y Alcantarillado*, EAAB, 1996



373 millones de m<sup>3</sup> (es decir 5 veces el embalse de San Rafael), una planta de tratamiento, conducciones y tanques de almacenamiento, además de un ajuste general en el sistema de distribución del Distrito. Su complejidad es sustancialmente mayor a la del actual sistema Chingaza, e implica como ya se anotó mayores costos de inversión, operación y mantenimiento.

### **1.1.1.2 Vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento. Casos Santa Marta y Florencia**

En Santa Marta, el abastecimiento actual combina la utilización de aguas subterráneas con fuentes superficiales como las de los ríos Gaira y Piedras, cuyas cuencas han sido fuertemente intervenidas afectando la capacidad natural de autoregulación y producción segura. Para garantizar el abastecimiento futuro de la ciudad, se ha propuesto la utilización del Río Guachacas, que implicaría la construcción

de embalses, estaciones de bombeo y el transporte a través de túneles y conducciones de 60 km, con costos unitarios superiores a los 0.50 US\$/ m<sup>3</sup> y un efecto ambiental considerable.

La vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento ante amenazas naturales es un tema en extremo complejo. Por las características biofísicas y geográficas del país, fenómenos tales como alta sismicidad, fallas geológicas, movimientos en masa, subsidencia del suelo, inundaciones y deslizamientos, obligan necesariamente a una adecuada planificación del desarrollo de estos sistemas, a fin de evitar riesgos que generen daños irreparables sobre la población y la economía local.

Entre los múltiples casos para referenciar sobre inadecuado planeamiento de los sistemas de producción de agua por localización inapropiada debido al alto nivel de riesgo por fenómenos naturales, cabe citar el de Florencia (Caquetá). Recientes estudios<sup>3/</sup> identificaron mediante imágenes satelitales la presencia de dos fallas geológicas, una de las cuales sigue aproximadamente el cauce del río Hacha, principal

**Cuadro 1.2**  
**Distribución de la captación y tratamiento en los sistemas Tibitoc, Wiesner y Vitelma-La Laguna y San Diego**

<b>Sistema 1 Tibitoc</b>	<b>Sistema 2 Wiesner</b>	<b>Sistema 3 Vitelma y Otros</b>
21%	72%	7%
Bombeo	Gravedad	Gravedad

Fuente: EAAB – Condiciones Operacionales del Sistema de Acueducto 1994.



fuelle de abastecimiento (llegando hasta la misma ciudad de Florencia) y la otra se intercepta con la primera en cercanía del sitio de localización de la captación de la Planta el Diviso, la más importante de la ciudad. Esta situación genera un alto nivel de riesgo al abastecimiento de la población; de hecho, el sitio de la bocatoma ya ha evidenciado inestabilidad geotécnica en sus cercanías, específicamente en el sitio de explotación de materiales denominado Jericó. El riesgo en las condiciones identificadas en Florencia sería no sólo de restricción al abastecimiento sino de avalancha del río Hacha, en cuyo caso las consecuencias sobre el casco urbano podrían llegar a ser desastrosas. Situaciones como ésta requiere de estudios profundos y detallados de vulnerabilidad de abastecimiento, riesgo sísmico y riesgo de avalancha.

La vulnerabilidad a fenómenos que causen afectación de la disponibilidad del recurso inciden de manera general en requerimientos de mayor capacidad de regulación o de disponibilidad de fuentes alternas, —las que eventualmente conlleven mayores costos operacionales—, lo que también implica el mantenimiento de una capacidad de producción redundante. La vulnerabilidad al tránsito de avenidas en las obras de captación o por desplazamientos del cauce de agua generalmente conlleva mayores costos de instalación, así como considerables costos de mantenimiento de los dispositivos de toma, aducción y los desarenadores.

Un común denominador en Colombia es la alteración progresiva de las cuencas hidrográficas en las que están ubicados

los sistemas de captación de los acueductos. Presiones de orden social, pobreza y búsqueda de nuevas tierras para actividades agropecuarias aguas arriba de las captaciones de acueductos municipales, generan cambios en el uso del suelo, destrucción de la cobertura vegetal, erosión, praderización, afectación del régimen hídrico, contaminación, inestabilidad inducida de los terrenos y otros problemas derivados del mal manejo ambiental de los recursos naturales. Un ejemplo particularmente negativo y devastador son las progresivas intervenciones en las zonas de páramo, donde se ha perdido en alto grado la capacidad de retención natural y autorregulación de la escorrentía superficial, afectando una de las alternativas más apropiadas en términos de calidad, costos de inversión y de operación que se puede lograr en la provisión de agua potable.

### **1.1.2 Macroproceso II: Tratamiento o potabilización de agua cruda**

Este proceso comprende la eliminación o reducción, a niveles aceptables para la salud humana, de todos aquellos elementos que pueden alterar la calidad del agua cruda, producto de procesos naturales o de actividades inducidas por el hombre. El agua potable debe encontrarse libre de organismos patógenos, de sustancias fisiológicamente indeseables y ser atractiva a los sentidos. La complejidad del proceso de tratamiento está en función de la calidad del tipo de fuente superficial o subte-



rránea. Normalmente, las fuentes de agua subterránea requieren procesos simples de tratamiento para la eliminación de sustancias como hierro y manganeso, lo que hace que se requieran solamente subprocesos de aireación, filtración lenta y desinfección.

Las aguas superficiales implican normalmente dispositivos que involucran cinco subprocesos convencionales básicos: mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, en los cuales se requiere menor o mayor utilización de productos químicos en función de la calidad del agua a tratar. La calidad está asociada al estado de conservación ambiental de la cuenca hidrográfica, cuyas condiciones pueden ser preservadas, deterioradas o mejoradas, tanto por los ciclos hidrológicos como por las intervenciones que realiza el hombre. Dada la creciente contaminación de las aguas superficiales y la detección de nuevas sustancias potencialmente peligrosas para la salud, como los trihalometanos, pesticidas, elementos radioactivos y otras sustancias de interés sanitario, la práctica corriente en el planeamiento de los sistemas de tratamiento conlleva el diseño de los dispositivos con fundamento en la "experimentación" en lugar de utilizar mecánicamente manuales, normas y catálogos para seleccionar los subprocesos de tratamiento que debe tener una fuente determinada. Por consiguiente, es fundamental que las empresas de agua potable adopten procedimientos apropiados en el diseño de sus expansiones de tratamiento, fundamentadas en estudios de tratabilidad, que permitan establecer los subprocesos

apropiados para cada caso, que no sólo optimice la eficiencia del sistema, sino los costos de inversión y operación.

En general, el Macroproceso de Tratamiento comprende el concepto de producción en bloque y entrega "City Gate"/, similar a los procesos de entrega de combustibles líquidos o gaseosos.

Además de la calidad del agua cruda, existen otros aspectos de orden técnico que inciden en las condiciones generales de operación de un proceso de tratamiento y por consiguiente en sus costos, tal es el caso de la altura dinámica de entrega del agua cruda a la planta y/o la necesidad de generar una cabeza hidráulica para entrega al sistema de distribución, lo cual dependiendo de las condiciones del relieve y la topografía requiere de dispositivos de bombeo o puede sencillamente aprovecharse de la gravedad.

En fuentes superficiales la calidad del agua cruda no es estable a lo largo del ciclo hidrológico anual, situación que requiere de un proceso continuo de monitoreo tanto del agua cruda como la tratada. Cuando existan dispositivos de regulación por embalsamiento se requiere también de un monitoreo limnológico.

La conservación de las zonas de producción de agua incide notoriamente en la complejidad y costos de los dispositivos de tratamiento. Esta incidencia en los costos se refleja, no sólo en las condiciones de corto plazo, sino en la factibilidad de operación segura, confiable y económica en el largo plazo.

Un caso ilustrativo de esta situación lo representa la planta de tratamiento



Wiesner del sistema de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. La planta empezó a operar en 1985 para tratar aguas de excelente calidad provenientes del Páramo de Chingaza, lo que explica la selección de la tecnología denominada de Filtración Directa, que elimina la necesidad de algunas operaciones unitarias (sedimentación) y disminuye costos de inversión, operación y mantenimiento. Con el tiempo algunos de los afluentes de agua cruda del sistema, tal es el caso de los ríos Blanco y Teusacá, sufrieron un deterioro importante de la calidad por el fuerte nivel de intervención de las cuencas, incrementándose la turbiedad en algunas épocas del año a niveles inadmisibles para la planta Wiesner, llevando a la empresa a tomar la decisión de modificar las características iniciales de la planta por un sistema convencional y más costoso de operar que se encuentra en proceso de desarrollo.

Significativas economías pueden resultar de implantar apropiados programas de prevención del deterioro ambiental de la cuenca. Implica una fuerte interrelación entre los macroprocesos de producción y tratamiento, medidas que muchas veces son de una tecnología y costos modestos en relación con las dificultades que pueden resultar de tener que modificar o desarrollar nuevos dispositivos de tratamiento que se ajusten a las condiciones de las fuentes, al ser estas altamente susceptibles a los cambios de tipo antrópico.

En general, mayor intervención del ecosistema conlleva mayor erosión, pérdida de cobertura vegetal e incremento de dos parámetros fundamentales que inciden

en los costos de tratamiento del agua: color y turbiedad. El arrastre de material vegetal que aporta contenidos de ácido húmico a las aguas crudas se refleja en el aumento significativo del parámetro color. Su tratamiento es un proceso muy complejo y costoso que podría mitigarse o reducirse en forma significativa con la conservación ambiental de las cuencas. En este mismo orden de ideas debe considerarse el arrastre de sedimentos y material en suspensión que incrementan la turbiedad del agua cruda.

### **1.1.3 Macroproceso III: Distribución de agua potable**

Este proceso consiste en redes de tuberías que conducen el agua potable a los sitios de consumo de los diferentes usuarios. El sistema de distribución depende del trazado del tejido urbano, la topografía y la localización de los dispositivos de abastecimiento, tratamiento y almacenamiento. En un sistema de distribución se diferencian tres tipos de redes: las redes matrices que constituyen la columna vertebral del sistema, espacialmente distribuidas en función de la concentración de la demanda actual y proyectada, conectadas a los tanques de almacenamiento de los diferentes sectores a fin de optimizar las variaciones horarias de la demanda; las redes secundarias, de menor diámetro, conducen el caudal en los diferentes circuitos en que ha sido sectorizado el sistema; y las redes locales, normalmente a cargo del urbanizador que conectan las viviendas y demás usuarios al servicio.



La entrega del agua potable a cada uno de los usuarios constituye una operación compleja, determinada por el relieve y la trama urbana. A ella se asocian los requerimientos técnicos que imponen las condiciones de sectorización, presión y caudal (*City Gate*) de cada uno de los subsistemas que abastecen la ciudad, como también los requerimientos de presión mínima en la calle, que aseguren un suministro continuo.

La tecnología de distribución puede ser técnicamente optimizada mediante un apropiado esquema de sectorización de la ciudad, lo que asegura un mejor control técnico de presiones y flujo, un mejor manejo de pérdidas de agua, mayor comodidad al usuario y economía en el mantenimiento, mejor control de macro y micromedición. Además, la optimización depende también de la racionalización del consumo y de la aplicación de tarifas económicas y socialmente aceptables. La sectorización de un sistema de distribución de agua se entiende como la instalación y operación de dispositivos de control o regulación del flujo y presiones en las redes matrices, secundarias y locales, de modo que sea posible asegurar un servicio homogéneo en cada unidad y de manera independiente y permita administrar situaciones como racionamientos y reparaciones con un mínimo de afectación de la comunidad en la continuidad del abastecimiento domiciliario.

En el sistema de distribución un factor fundamental de referencia está determinado por la densidad global de la demanda, en términos de habitantes por

hectárea como también en términos de número de conexiones por kilómetro o hectómetro de red de distribución. Estos factores pueden ser regulados en procesos planificados de crecimiento; renovación y reordenamiento urbano, en función del uso del suelo permitido, aspecto que incluye factores como tamaño y tipo de predios, espacio público y densidad de vías.

Las características topográficas son de la mayor importancia para la operación y el mantenimiento de un rango de presiones adecuado de la red de distribución en cada sector o unidad en que se ha dividido la ciudad. Conlleva, de acuerdo a cada caso, a la necesidad de sistemas de bombeo, tanques de compensación, aspectos de orden técnico que influyen de manera importante en los costos de operación y mantenimiento de los sistemas. Estos dispositivos, de manejo cuidadoso, elevan el perfil tecnológico del personal operativo y la logística de mantenimiento.

El sistema de distribución y la racionalización del consumo de agua debe ser optimizado con el apoyo de sistemas de medición en las redes matrices, secundarias y locales. La importancia de la sectorización radica en una buena macromedición o medición sectorial que permita al agente distribuidor saber dónde se concentra la demanda, dónde se generan pérdidas económicas o técnicas y dónde fortalecer, de acuerdo a reglas de operación, el manejo del flujo y las presiones para lograr un mejor nivel de servicio. Esta práctica aún es muy pobre en Colombia, en particular en localidades intermedias y menores, que han concentrado los esfuerzos más en



aspectos como la micromedición, con resultados discutibles en términos de lograr una mayor eficiencia económica de los sistemas.

#### **1.1.4 Macroproceso IV: Comercialización de agua potable**

Consiste en la venta del producto “agua potable” en condiciones apropiadas de cantidad y calidad; y suministrada de manera continua al usuario de acuerdo a los patrones que caracterizan su demanda. La comercialización implica una serie de subprocesos que incluyen la promoción de las políticas de comercialización y satisfacción del cliente, la caracterización de los diferentes tipos de usuarios, la facturación del servicio, las labores de corte y reconexión, la atención al usuario sobre necesidades del servicio y reclamaciones, la medición del consumo y la gestión de cobro y cartera (Gráfico 1.2).

La comercialización del agua potable parte de acuerdo a la normatividad colombiana, del marco económico y social del municipio, caracterizado por su estratificación socioeconómica. Un problema generalizado, para la conformación de la estructura del mercado de cada entidad prestadora de servicios públicos, está en la estratificación socioeconómica de la clientela residencial. De un lado, la formación catastral se encuentra desactualizada en la mayor parte de los municipios, y está sujeta financieramente en su actualización a la disponibilidad de recursos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), enti-

dad de orden nacional responsable del proceso y, de otro lado, la estratificación socioeconómica sigue políticas, criterios y premisas establecidos en forma general por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), aunque sean los municipios los responsables del proceso y su adaptación.

El problema de la estratificación socioeconómica de la clientela resulta uno de los limitantes a la gestión de los entes prestadores de servicios públicos domiciliarios, no sólo por la generalización metodológica, sino también por el rezago y las restricciones de orden técnico y financiero en los procesos de formulación y actualización catastral.

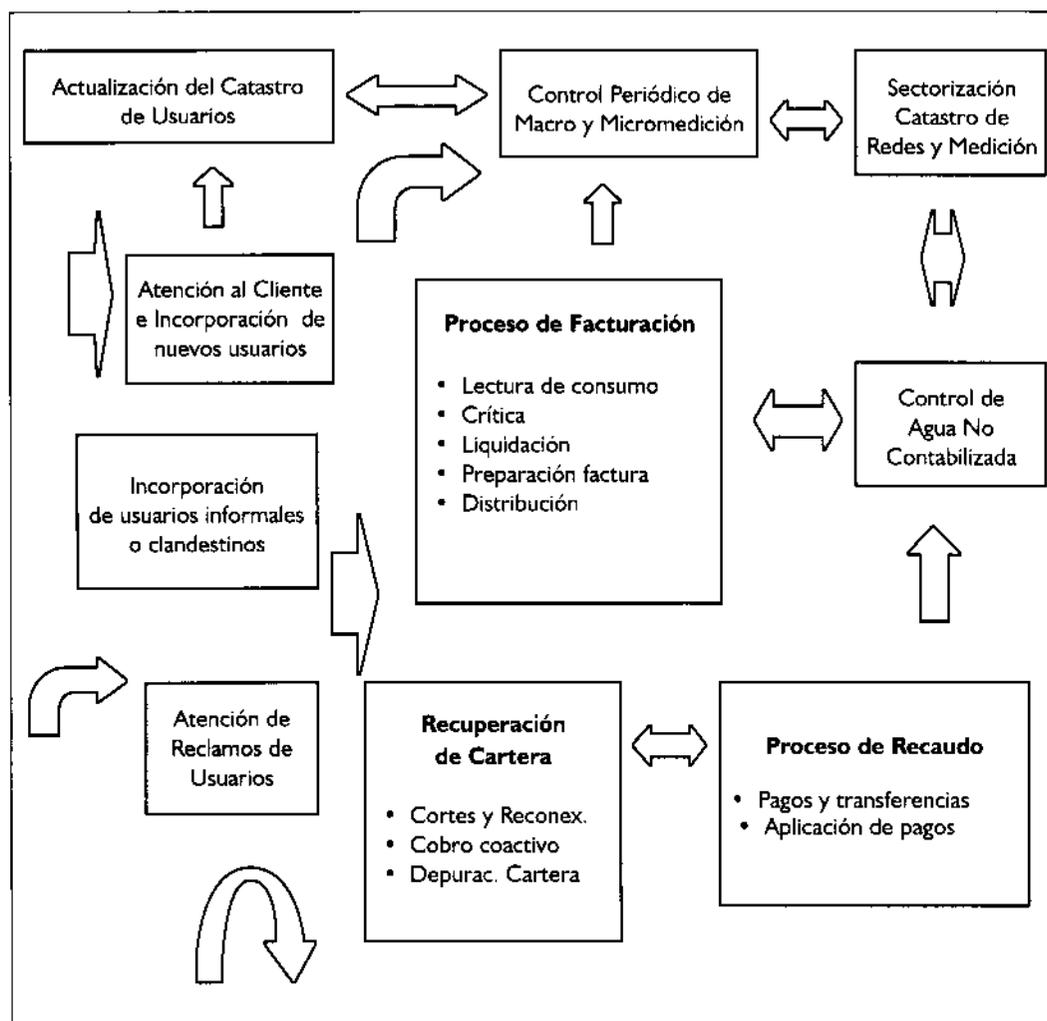
Una de las limitaciones de la estratificación socioeconómica es la denominación de los estratos residenciales: en las grandes ciudades va de uno a seis, mientras en las ciudades intermedias y menores generalmente no pasan del estrato cuatro o tres. A partir de esta segregación de la clientela, independiente de la calidad del servicio que recibe, se generan diversos problemas que inciden en la estructura de la comercialización, el manejo eficiente de contribuciones y subsidios y la asignación de transferencias de los fondos de solidaridad.

El Gráfico 1.3 muestra una comparación de la distribución porcentual de los estratos socioeconómicos de los usuarios de cuatro ciudades. En el cuadro 1.3 se aprecian las diferencias de composición y los efectos de comercializar un servicio bajo estas condiciones de mercado.

Un problema estructural de la estratificación residencial es la generalización



**Gráfico 1. 2**  
**Desagregación de Procesos Comerciales**



para cualquier municipio del estrato cuatro como segmento "neutro" de la clientela en términos de equilibrio entre las tarifas aplicables y los costos del servicio. Para las grandes ciudades, con amplios segmentos de ingresos bajos esta restricción resulta en una exigencia fuerte para los estratos cinco y seis y para los usuarios industriales

y comerciales, en orden de generar los subsidios de los estratos uno a tres que normalmente por las condiciones de subnormalidad y crecimiento urbano, acarrearán los mayores costos de expansión por longitudes de transporte y presentan los menores patrones de racionalización del consumo. En las ciudades de menor escala



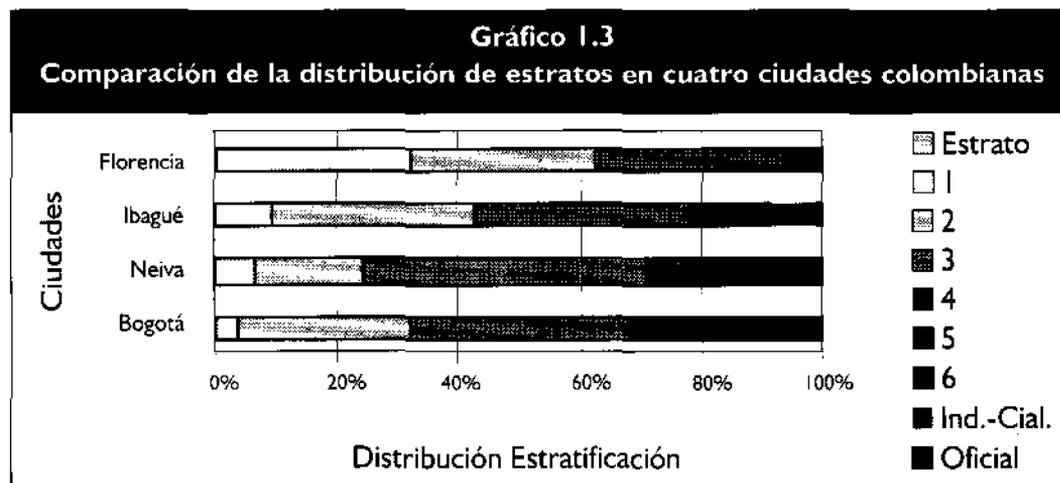
poblacional, con solo cuatro estratos y sin sectores comerciales e industriales importantes, se hace muy restrictivo comercialmente el servicio, a menos que se adopten mecanismos de compensación vía transferencias fiscales, dadas las limitaciones que en la práctica ha tenido la operación de los fondos de solidaridad.

Además de los aspectos ya señalados de estratificación; ocurre en los ciclos del mismo proceso comercial, un amplio conjunto de operaciones como la periodicidad y forma de entrega de la facturación, los procesos de crítica y reclamo, la integración de facturas con otros servicios, la discriminación de cargos fijos o variables, el comportamiento de la cartera, las actividades de corte y reconexión, que inciden en su estructura y niveles de costo.

Por lo general, la comercialización es determinada por la sectorización de la ciudad, según trama urbana, densidades prediales y estratificación socioeconómica. Dado su manejo tradicional en Colombia,

estrictamente individual (derivado de la micromedición), el proceso de comercialización es extremadamente sensible a economías de escala, aglomeración y alcance que puedan generarse. Por tal razón se procura asociar su gestión con otros servicios públicos y/o con la cobertura de grandes sectores urbanos en cada ciclo.

El proceso comercial requiere diferentes ajustes en las condiciones generales que lo regulan. De una parte el esquema rígido de atar el cobro del servicio a una tarifa, en función de una normatividad demasiado centralizada; en segundo lugar, la necesidad de medir el consumo de manera individualizada y en forma periódica (mensual o bimensual), aspectos que incrementan los costos, vuelven mucho más compleja la operación del sistema comercial, sobre todo en zonas con alta marginalidad social; en tercer lugar, la inequidad de cobrar por un servicio sólo en función de una estratificación, normalmente mal lograda y desactualizada, e independiente del



Fuente: Cálculos propios con base en informes varios de las empresas. 1997.



nivel real de calidad del servicio que se le presta al usuario.

El agua es un bien económico. Dada esta connotación, su comercialización debe basarse en la medida de lo posible en los precios y en los mercados cuando se trate de su asignación, siempre y cuando se cumplan los postulados de una calidad mínima admisible del servicio. Un ejemplo de esta situación es la presión mínima en la calle. Viviendas en sectores de cualquier estrato en Bogotá, Barranquilla, Cali y otras grandes ciudades del país, padecen problemas de bajas presiones y no continuidad del servicio, asumiendo una tarifa que no corresponde a la calidad esperada.

### 1.2 Macroprocesos del sistema de alcantarillado

De manera análoga al sistema de acueducto, la caracterización tecnológica del servicio público domiciliario de alcan-

tarillado sanitario puede ser desagregada en tres macroprocesos: recolección, tratamiento de aguas servidas y comercialización de los servicios (Gráfico 1.4).

Surgen interrogantes de orden técnico para poder incorporar el drenaje de aguas lluvias y el manejo de la escorrentía urbana como un servicio público domiciliario. El drenaje urbano no es estrictamente domiciliario: está incorporado a la infraestructura vial del tejido urbano y a su durabilidad, es un factor fundamental en su diseño y funcionamiento, así como el manejo de los sistemas hidrográficos y su paso por las ciudades hace parte del ordenamiento territorial ambiental general, cuya función es de la municipalidad y de la autoridad ambiental.

Casos como el del Distrito Capital, permiten cuestionar que el drenaje de aguas lluvias sea asignado con toda su complejidad a una empresa sectorial de servicios, cuando por diferentes razones existen

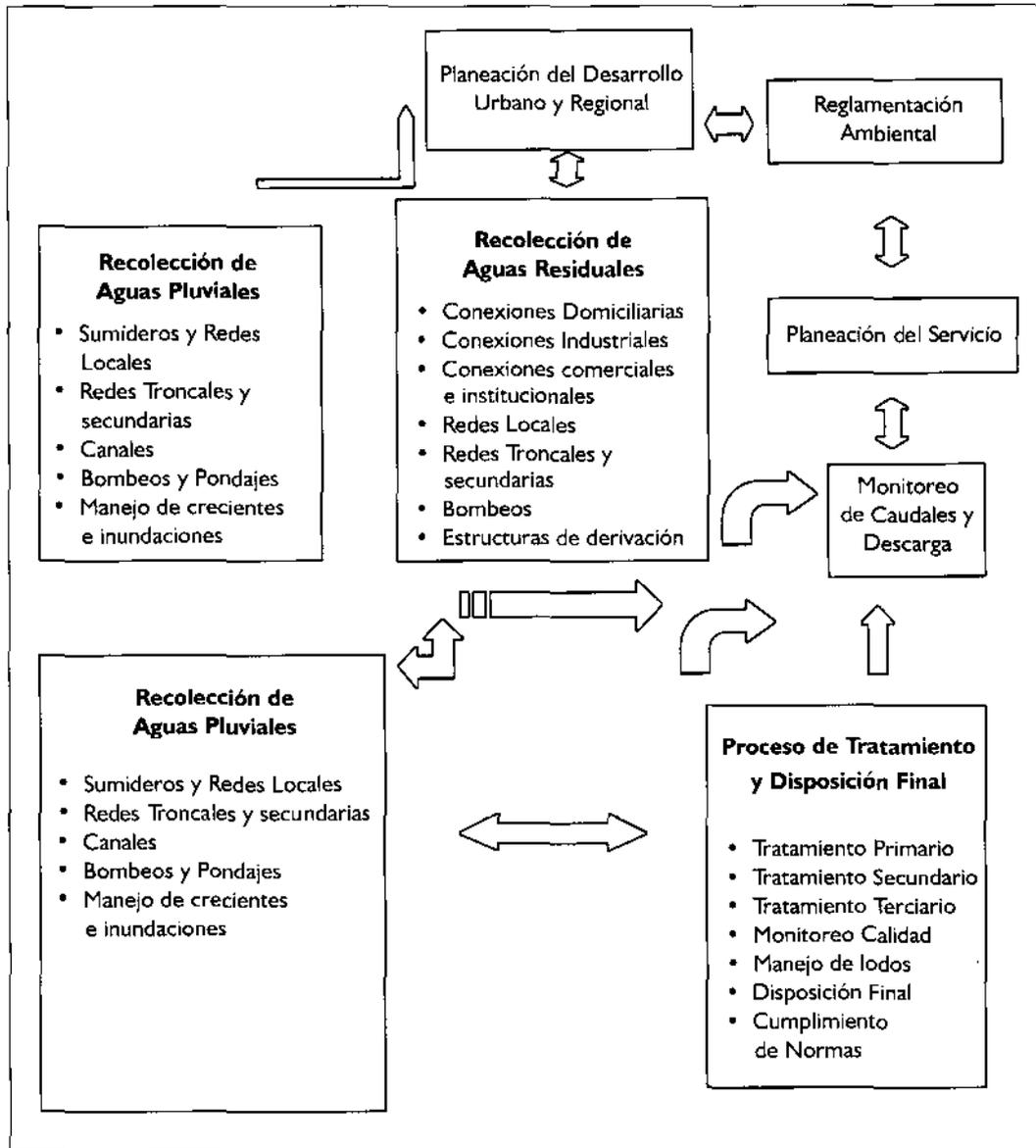
**Cuadro 1.3**  
**Distribución de estratos en cuatro ciudades colombianas**

Estrato	Bogotá	Neiva	Ibagué	Florencia
	%	%	%	%
1	3.50	6.44	9.45	31.80
2	28.10	17.75	32.83	30.40
3	36.50	46.42	35.85	31.75
4	15.20	14.48	9.45	2.80
5	6.70	4.20	2.84	0.00
6	2.80	4.11	1.38	0.00
Industrial y comercial	5.40	5.60	7.40	2.86
Oficial	1.80	1.00	0.90	0.39
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Cálculos propios con base en informes varios de las empresas.



**Gráfico 1.4**  
**Esquema general del macroproceso de alcantarillado**



instancias como el Instituto de Desarrollo Urbano y la Oficina de Atención de Emergencias, que presentan una importante

interrelación con esta problemática, en especial en lo que atiene al desarrollo y conservación de la malla vial.



En Bogotá, el alcantarillado pluvial fue competencia de la Secretaría de Obras Públicas hasta los años sesenta. Luego fue asignado a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, que ya llevaba más de sesenta años de funcionamiento. En la actualidad, las inversiones en alcantarillado pluvial de la ciudad representan el mayor porcentaje del plan plurianual de inversiones y tiene por lo tanto una primordial importancia en la composición de costos de la estructura tarifaria de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y alcantarillado de esta empresa, situación económicamente no muy justificable al ligar el cobro de una tarifa a una actividad asociada más a la infraestructura vial que al saneamiento básico.

De otra parte, es necesario recabar en que no existe consenso general ni normatividad específica sobre la condición de servicio público domiciliario del alcantarillado pluvial urbano. En efecto, en las definiciones del Título II de la Ley 142 de 1994, la que define el Régimen Legal de los Servicios Públicos Domiciliarios, no se establece expresamente que el alcantarillado pluvial sea un servicio público domiciliario, por lo cual su manejo bien podría considerarse parte de la gestión municipal general.

Entre las razones de conveniencia técnica de separar el alcantarillado sanitario del pluvial se mencionan las diferencias sustanciales de caudales manejados, las características de calidad físico-química y bacteriológica, las consideraciones de planeación y diseño urbano y la forma de disposición final.

### **1.2.1 Macroproceso V: Recolección de aguas servidas**

Este proceso consiste en la utilización de redes de tuberías para recolectar los efluentes domésticos, institucionales, comerciales e industriales generados por los diferentes usuarios conectados a los sistemas de abastecimiento municipales o a abastecimientos particulares. La recolección se efectúa a través de tres diferentes conjuntos de redes: las locales, que reciben los efluentes directamente de los usuarios; las secundarias, que de conformidad con la sectorización y las características físicas de la ciudad reciben los flujos de las redes locales; y finalmente las redes matrices que recolectan los flujos de las redes secundarias y conducen los efluentes a las plantas de tratamiento o a los sistemas de disposición final que autoricen las autoridades ambientales. Existen tres tipos de sistemas de redes de alcantarillado: combinados, separados y separados sin arrastre de sólidos.

En el contexto urbano en Colombia, los sistemas de alcantarillado combinado se presentaban en los centros históricos de las ciudades. Los desarrollos urbanos recientes y la normatividad propia de las entidades operadoras exigen al urbanizador o constructor el establecimiento de alcantarillados sanitarios separados.

La tecnología de recolección de aguas servidas puede ser optimizada mediante un apropiado esquema de sectorización de la ciudad, que asegure un mejor control técnico de flujo, la obtención de economías en la operación y el manteni-



miento, en función de la topografía y la conformación del tejido urbano, y una mejor predisposición para facilitar el tratamiento de efluentes mediante homogenización de la calidad y regulación de los caudales, aprovechando los conceptos implícitos de almacenamiento y septicidad.

Un aspecto común en Colombia por falta de control, que incide en las condiciones locales de la recolección de aguas pluviales y afecta el régimen del alcantarillado sanitario, es el manejo de aguas lluvias de cubiertas y patios pavimentados en los hogares. En efecto, las economías que se generan por parte de los urbanizadores de manera irregular en las conexiones domiciliarias combinadas a las redes de alcantarillado sanitario, distorsionan tanto los caudales reales como los costos del servicio del alcantarillado sanitario. Este problema es particularmente crítico en las zonas de expansión progresiva no-planificada de las ciudades, cuyas redes van siendo legalizadas e incorporadas a las existentes, generando cuellos de botella y diversos problemas asociados. Naturalmente, los costos de reposición o ampliación para mantener las condiciones mínimas necesarias de operación del sistema hidráulico, como los costos de mantenimiento hasta que estas modernizaciones son posibles, deben incorporarse a la totalidad de la estructura tarifaria del servicio, con lo cual se les transfiere a los usuarios los costos del crecimiento urbano desordenado.

En los sistemas de alcantarillado sanitario el factor fundamental de referencia está determinado por la densidad de la demanda, en términos de habitantes por

hectárea como también en términos de número de conexiones por kilómetro o hectómetro de red de recolección. La trama y el relieve urbanos son aspectos importantes para la operación y el mantenimiento del sistema de alcantarillado: determinan un sistema de perfiles hidráulicos de flujo para cada tramo de la ciudad, lo cual conlleva eventuales sistemas de rebombeo. Los dispositivos deben ser manipulados diariamente, aunque pueden ser automatizados.

Los problemas de pendiente y velocidades mínimas de autolimpieza resultan críticos en ciertas zonas bajas planas de las ciudades, sujetas a restricciones hidráulicas. Tal es el caso en amplios sectores urbanos de ciudades como Barranquilla, Cartagena o Santa Marta. Naturalmente esto también afecta las zonas bajas de algunas ciudades andinas o de valles interandinos como los amplios sectores de Bosa y Kennedy en Bogotá y Aguablanca en Cali.

Así mismo, el sistema de alcantarillado está sujeto a amenazas que afectan la vida útil del sistema dependiendo de los materiales utilizados, como son los problemas de inestabilidad del terreno, la presencia de suelos ácidos o arcillas expansivas, la sismicidad de la zona asociada a estratos arcillosos de alta plasticidad, entre otros fenómenos locales, que determinan tanto condiciones especiales de instalación como mayores costos de mantenimiento.

Las aguas residuales sin tratar pueden ser comercializadas como venta de agua en bloque para ser tratados y reusados por las industrias y agroindustrias.



### **1.2.2 Macroproceso VI: Tratamiento de aguas servidas y su disposición final**

Este proceso consiste en la depuración de las aguas residuales provenientes de los sistemas de alcantarillado que de conformidad con sus condiciones de calidad físico-química y biológica requieren una reducción en su potencial contaminante que sea compatible con los objetivos de calidad para los sistemas receptores finales: cuerpos de agua, disposición en el suelo o reutilización de efluentes que disponga la autoridad ambiental.

Existen tres tipos básicos de procesos de tratamiento: (i) los procesos físicos como el cribado, la sedimentación, la filtración y la transferencia de gases, los cuales permiten eliminar las partículas flotantes y los sólidos suspendidos (normalmente se le conoce como tratamiento primario); (ii) los procesos químicos, que dependen de las propiedades químicas de las impurezas o de las sustancias reactivas adicionadas; algunos ejemplos son la coagulación, precipitación, intercambio iónico y ósmosis inversa; (iii) los procesos biológicos, que utilizan reacciones bioquímicas para remover impurezas orgánicas solubles y coloidales; estos procesos pueden ser desarrollados en condiciones aeróbicas (lodos activados) o anaeróbicas (reactores de flujo ascendente tipo UASB). Los procesos químicos y biológicos permiten niveles de tratamiento secundario (eliminación de coloides y materia orgánica disuelta); para llegar a niveles de tratamiento terciario y a la eliminación de

materia inorgánica disuelta se requieren combinaciones de procesos avanzados químicos y biológicos.

La carga orgánica generada por un sistema de alcantarillado sanitario que recoge efluentes de origen doméstico e industrial debe cumplir con la normatividad establecida por la autoridad ambiental, con unos estándares mínimos de vertimiento. Para tal efecto la autoridad ambiental debe tener unos objetivos de calidad claramente definidos para la cuenca de la que hace parte el cuerpo de agua receptor, a fin de hacer compatible técnica, económica y ambientalmente los requerimientos de tratamiento con los usos actuales y futuros del recurso hídrico.

En Colombia, si bien existe una estricta normatividad ambiental en términos de normas de control de vertimientos de efluentes de aguas residuales domésticas e industriales, son muy pocas las municipalidades que de manera ordenada y planificada han desarrollado sistemas de tratamiento compatibles con los objetivos de calidad establecidos para el recurso hídrico. Los mayores avances en este tema se han logrado en la cuenca superior del río Bogotá por la CAR, en la cuenca alta del río Cauca por la CVC y en la cuenca superior del río Lebrija por la CDMB.

Desde el punto de vista tecnológico existe multiplicidad de opciones para el tratamiento de las aguas residuales, dependiendo de factores como la característica del agua a tratar, las condiciones ambientales locales, la disponibilidad y costo de los terrenos, el costo de la energía, y la existencia de personal técnico calificado.



Unas buenas condiciones ambientales, de temperatura y presión, sumadas a bajos costos de la tierra, darían lugar en primera instancia a la utilización de lagunas de estabilización o sistemas de tratamiento anaeróbico de alta tasa, o su combinación, caracterizadas por muy bajos costos de operación y mantenimiento. De otro lado, altos costos de la tierra sumados a pisos térmicos altos con bajas temperaturas del agua, presupondrían la utilización de sistemas intensivos en el uso de energía, como los lodos activados con mayor complejidad técnico-operativa.

El tratamiento de los efluentes de aguas residuales no solo demanda el manejo de la línea de flujo líquido, sino que los procesos requieren de acuerdo a las condiciones locales y la tecnología, el manejo, tratamiento y disposición de los sólidos generados por las diferentes operaciones y subprocesos físico-químicos y biológicos. Este aspecto tiene singular importancia desde el punto de vista ambiental y económico con gran incidencia en la estructura de costos.

Los residuos líquidos tratados son dispuestos en las fuentes receptoras o comercializadas como venta de agua en bloque para reusos industriales o agroindustriales según el caso.

### **1.2.3 Macroproceso VII: Comercialización de alcantarillado**

El servicio de alcantarillado sanitario opera en Colombia con base en los mismos parámetros socioeconómicos de

estratificación que se aplican al servicio domiciliario de agua potable que, en general y según la legislación, deben ser iguales en todos los servicios públicos domiciliarios. Las diferencias con agua potable radican en la conformación de la base de suscriptores que demanda procesos adicionales de facturación, crítica y reclamo que deben ser cuidadosamente desarrollados, en especial por las diferencias de cobertura entre ambos servicios.

En el pasado, el establecimiento de los cargos del servicio de alcantarillado se realizaba con base en un porcentaje fijo del valor facturado de acueducto, independiente de la estructura de costos. En la actualidad el procedimiento de cobro ha sido reglamentado de tal forma que el porcentaje sea establecido en función de los costos reales de administración, operación y mantenimiento del servicio de alcantarillado, porcentaje que puede ser eventualmente superior a la tasa de 40% tradicionalmente utilizada.

En el macroproceso debe incluirse las actividades comerciales de venta al por mayor de agua residual cruda o tratada para los industriales o agroindustriales.

### **1.3 Observaciones, conclusiones y recomendaciones sobre el análisis de gestión por procesos**

La desagregación de los servicios de acueducto y alcantarillado por macroprocesos permite apreciar las características e interrelaciones de cada uno de ellos. La razón fundamental de llevar a cabo el análisis comparativo de costos de las entidades



operadoras de los servicios es propender por una mayor eficiencia económica, aspecto que en la medida que se presenta a un mayor nivel de desagregación permitirá eliminar distorsiones y depurar el manejo de procedimientos en cada proceso de producción del servicio.

Debe destacarse que tal desagregación no debe dejar perder de vista las ventajas de considerar integralmente el sistema y la prestación misma del servicio por uno o varios agentes. Es necesario analizar la generación de economías de escala, por alcance o por aglomeración y la creación de condiciones de competencia para la prestación de un macroproceso en particular como para la desagregación, vía subcontratación especializada de algunos subprocesos.

Es importante notar interrelaciones funcionales que inciden en la tecnología y costos asociados a cada macroproceso. Un ejemplo inicial es la interrelación resultante del enlace entre la producción de agua cruda y la potabilización de esta. Al respecto, inversiones o gastos tradicionalmente ignorados en el manejo ambiental de las cuencas hidrográficas, la recarga de acuíferos y otras medidas de potenciación o preservación ambiental, pueden verse ampliamente compensados o generar significativas economías en la instalación y operación de los dispositivos de captación o de potabilización del agua.

Por último, es importante tener esquemas de gestión comercial integrada de los servicios públicos domiciliarios para la generación de economías de escala, por aglomeración o por alcance.

### **1.4 Definición de la estructura de costos de administración, operación y mantenimiento (AOM) por macroprocesos**

La formulación de una estructura de costos de administración, operación y mantenimiento (AOM) de los dispositivos para los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, plantea una aproximación metodológica general, consistente en la desagregación por macroprocesos, y un análisis puntual de los diferentes componentes o factores que contribuyen a generar los costos AOM de cada servicio.

También es necesario analizar los factores que son comunes a todos los sistemas, diferenciándolos de aquellos que son específicos a un macroproceso en particular. Así mismo, establecer unas definiciones que hagan posible discriminar entre los costos en que incurre el ente prestador con su equipo propio (su planta de personal interna y su planta física propia), de aquellos costos resultantes de la desagregación o subcontratación a todo costo con terceros que tienen autonomía administrativa y capacidad técnica independiente.

#### **1.4.1 Generalidades**

La determinación de la estructura de costos parte de la segregación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en los macroprocesos señalados en la Tabla 1.2. Para cada macroproceso se busca determinar la estructura de costos



de operación, administración y mantenimiento (AOM) según la utilización de los siguientes recursos básicos:

- Servicios personales
- Insumos operacionales
- Otros insumos y costos de transacción

#### **1.4.2 Estructura de costos AOM por macroprocesos**

El primer paso es identificar los rubros para con una incidencia importante en la composición de costos de cada macroproceso en la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado. Con base en ello se definen las variables principales que conforman la estructura general de costos.

Dicha estructura contempla la existencia de una planta física que periódicamente requiere labores de mantenimiento, sin que constituyan procesos de ampliación de la capacidad instalada ni de reposición de la planta actual. Se contempla el alcance que tienen las labores de reparación nor-

males de dispositivos averiados, reemplazo ocasional de válvulas y accesorios, reparación o mantenimiento de motobombas, limpieza de tuberías y canales, labores de protección anticorrosiva y pintura etc.

En concordancia con lo anterior, los costos de capital y los costos financieros asociados a la instalación y puesta en marcha de los bienes inmuebles o de la planta física fija están incorporados a los costos de inversión o de reposición a nuevo.

Se ha considerado necesario diferenciar en el análisis, para efectos de claridad en los costos económicos, los costos en que se incurre por la utilización de los recursos disponibles en la propia planta con los costos que corresponden a servicios subcontratados para un subproceso o actividad en particular. Por ejemplo, el mantenimiento de edificaciones y otros bienes inmuebles con el personal e insumos de almacén (pintura, herramientas, etc.) frente a la subcontratación de estos trabajos. De manera análoga ocurre con otras tareas como el mantenimiento de tuberías y canales, aseo y vigilancia de la

**Tabla 1.2**  
**Macroprocesos en los servicios de acueducto y alcantarillado**

<b>Macroproceso</b>
I. Producción de Agua Cruda
II. Tratamiento o Potabilización del Agua Cruda
III. Distribución del Agua Potable
IV. Comercialización del Servicio de Agua Potable
V. Recolección de las Aguas Servidas
VI. Tratamiento y disposición de efluentes
VII. Comercialización del Servicio de Alcantarillado



**Tabla 1.3**  
**Costos del servicio de agua potable**

	<b>Producción de agua cruda</b>	<b>Tratamiento o potabilización de agua cruda</b>	<b>Distribución de agua</b>	<b>Comercia- lización</b>
Servicios Personales	P	P	P	P
Energía Eléctrica	P	P	P	P
Mantenimiento de obras civiles de producción (Presas, túneles, captaciones, aducciones)	P			
Equipos y Vehículos	P	P	P	P
Combustibles y Lubricantes	P	P	P	P
Materiales y Repuestos Varios	P	P	P	P
Telemática, Telemetría y Comunicaciones	P	P	P	P
Conservación de Cuencas Hidrográficas	P			
Mantenimiento de obras civiles de Tratamiento (Plantas y tanques anexos a las plantas)		P		
Sustancias Químicas		P		
Mantenimiento de las redes, estaciones de bombeo y tanques	p	p	P	
Mantenimiento de válvulas, accesorios y macro medidores	p	P	P	
Lectura y Crítica de Mediciones				P
Facturación y Distribución				P
Recaudo de Facturación				P
Manejo de Cartera				P
Corte y Reconexión				P
Reclamos				P

Presencia = P

planta física, mantenimiento del parque automotor, lectura de medidores, preparación y/o distribución de facturas, cargos bancarios por el procesamiento del recaudo comercial y otros servicios especializados de similar alcance. En las Tablas 1.3 y 1.4 se presenta la estructura general de costos de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y alcantarillado.

### **1.4.3 Análisis de factores de costo comunes**

De la relación de factores de costos que se presentan de manera general para cada proceso, se hizo necesario precisar el alcance y desglose de algunos de ellos para evitar confusión en el desarrollo del modelo.



**Tabla 1.4**  
**Costos del servicio de alcantarillado**

	Recolección de aguas residuales	Tratamiento de efluentes	Comercialización
Servicios Personales	P	P	P
Energía Eléctrica	P	P	P
Equipos y Vehículos	P	P	P
Combustibles y Lubricantes	P	P	P
Materiales y Repuestos Varios	P	P	P
Telemática, Telemetría y Comunicaciones	P	P	P
Mantenimiento de aireadores, equipos de bombeo, accesorios		P	
Mantenimiento de las redes y estaciones de bombeo	P		
Mantenimiento de plantas y estaciones de bombeo	P	P	
Facturación y Distribución			P
Recaudo de Facturación			P
Manejo de Cartera			P
Reclamos			P

Presencia = P

### Servicios personales

Comprende salarios y prestaciones legales, prestaciones extralegales y costos de convención colectiva de trabajo vigente, inherentes a la prestación del servicio, tanto en turnos normales como en tiempo extra laborado. Se consideran para cada proceso los costos del personal profesional, técnico, operativo y administrativo con dedicación específica a las labores de operación y mantenimiento del respectivo proceso, contratado a término indefinido, y los costos de trabajadores contratados por prestación de servicios personales a término fijo y asignados expresamente a este proceso, o a prorrata de su asignación entre dos o más procesos. Se incluyen los costos por cobertura en seguridad social.

### Energía eléctrica

Comprende los costos del servicio de energía eléctrica así como los costos de autogeneración de energía para las labores de operación y mantenimiento del respectivo proceso. Incluye, si es posible discriminarlo, los costos de iluminación.

### Maquinaria y equipo

Comprende los costos de operación y mantenimiento de los elementos de la planta física propia como también los costos de alquiler a destajo o por tiempo de estos instrumentos. En lo posible, debe procurarse su distribución a los respectivos procesos, a prorrata de los tiempos de asignación o de las labores realizadas. Esta definición incluye los costos de depreciación de aquellos equipos móviles de corta



vida útil, como son los computadores, los vehículos de servicio general o parque automotor menor, las motobombas móviles y herramientas manuales en general.

### **Combustibles y lubricantes**

Se estima de manera análoga al anterior, tanto para el equipo propio como para aquellos insumos que deban proveerse por separado del valor de alquiler del equipo arrendado.

### **Materiales y repuestos varios**

Comprende los consumos específicos de todos aquellos elementos que se adquieren y manejan como recursos del inventario de insumos varios, diferentes de los ya especificados como combustibles o lubricantes, para asegurar la apropiada operación y mantenimiento de los elementos de cada proceso. A modo de ejemplo, incluye, entre otros, elementos de limpieza, material de cantera, cementos y pegantes, ladrillos, rodamientos y repuestos similares, siempre que sean utilizados por el personal de planta o por contrato de servicios personales; es decir, insumos diferentes de aquellos elementos suministrados por los subcontratistas, incorporados dentro del costo de los servicios que les son específicamente remunerados.

### **Telemática, telemetría y comunicaciones**

Comprende las comunicaciones telefónicas respectivas a cada proceso y las labores de seguimiento y control operativo o de mantenimiento por dispositivos telemétricos o de telecontrol.

### **1.4.4 Análisis de factores de costos específicos a cada proceso**

Se describen a continuación algunos factores de costo que se requieren específicamente para un proceso en particular.

#### **Conservación de cuencas hidrográficas**

Lo constituyen en general todas las actividades desarrolladas por el operador para la conservación, protección y recuperación de los sistemas naturales o artificiales que estratégicamente utiliza para la producción de agua. Este concepto no debe confundirse con las responsabilidades y recursos asignados para el cumplimiento de sus funciones establecidas por ley y reguladas por la autoridad ambiental.

#### **Sustancias químicas**

Conjunto de sustancias, gaseosas, líquidas o sólidas que se aplican y procesan con el agua cruda, según las necesidades de potabilización. Igualmente las sustancias utilizadas en los procesos químicos y biológicos de tratamiento de aguas residuales.

#### **Lectura y crítica de medidores domiciliarios**

Proceso de seguimiento, registro, análisis y control periódico del consumo individual de los usuarios del servicio público de acueducto.

#### **Facturación y distribución de la factura**

Proceso comercial de generación de las cuentas de cobro periódicas e indivi-



duales a los usuarios del servicio y su entrega domiciliaria.

#### **Recaudo de la facturación**

Operación financiera de recibir, verificar y confrontar el pago del usuario por concepto del servicio prestado, según los términos o condiciones establecidos en las correspondientes facturas. Por lo general se efectúa a través de entidades del sistema financiero o bancario, cuyos agentes cobran en dinero o en contraprestaciones financieras por realizar esta gestión.

#### **Manejo de cartera**

Lo constituye todas las acciones administrativas y jurídicas para la recuperación del debido pagar de los usuarios que incurren en mora. Por lo general se establece como un porcentaje promedio del valor de la facturación en mora de pago, dentro de un cierto rango de tiempo. A partir de este vencimiento puede darse el tratamiento de cuentas incobrables.

#### **1.4.5 Análisis de costos generales de administración**

Una vez establecidos los factores específicamente asignados a la operación y mantenimiento de los macroprocesos, se procede al análisis de los costos de administración de la entidad prestadora de servicios públicos. De conformidad con los lineamientos del marco regulatorio vigente, el análisis se adelanta en términos de clientela, esto es, en términos del costo por usuario atendido.

Algunos de los costos en que incurre el ente prestador del servicio corresponden típicamente a la desagregación de costos de los procesos antes definidos. Se consideran los servicios personales, la energía eléctrica, la telemática y telecomunicaciones, el equipo automotor, los materiales y repuestos varios, el mantenimiento de bienes inmuebles y muebles, incluidos los terrenos para uso futuro o situaciones asimilables a ello, así como los servicios subcontratados.

#### **1.5 Costos de transacción**

Los costos de transacción son los recursos destinados a establecer, operar e imponer un sistema de mercado. Pueden asumir una de dos formas: los servicios que los compradores o vendedores tienen que proveer con cargo a sus propios recursos o las diferencias o márgenes entre el precio de compra y el precio de venta de un producto o servicio. Estos costos son sufragados no sólo por las partes negociadoras sino también por el sector público.

Podrían identificarse tres fuentes potenciales de costos de transacción en un sistema de servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico:

1. Costos de información. Incluye la obtención y valoración en general de información para el desarrollo del negocio.
2. Costos en materia de negociación, contratación y decisión. Incluye los referentes a la obtención de financiamiento, la contratación, los aspectos de seguros, el



corretaje, la transferencia de títulos, los costos sindicales, etc.

3. Costos en materia de vigilancia, seguimiento y ejecución. Incluye los referentes al marco legal, los aspectos institucionales y de regulación.

Los costos de transacción impiden que los mercados operen con eficiencia y reducen los beneficios económicos globales de la comercialización de un bien como el agua: en forma directa, pues absorben los recursos asignados a las transacciones, afectan el nivel de actividad del mercado y

debilitan los incentivos de la comercialización; en forma indirecta, suprimiendo las transacciones y afectando los niveles globales de producción. Estos costos tienden a aumentar rápidamente a medida que aumenta la complejidad, heterogeneidad y especialización de los bienes y servicios negociados. De igual modo pueden influir en la concentración espacial de la actividad del mercado.

Algunas experiencias de medición de estos costos en sistemas económicos, como en los Estados Unidos, llegaron a representar hasta el 5% del total del precio de transacción.

### Notas

<sup>1</sup> Estudio Nacional de Aguas, Mejía, Millán y Perry, DNP-FONADE 1984

<sup>2</sup> Consultoría Colombiana. S.A, Septiembre 1996

<sup>3</sup> Plan de Ordenamiento Territorial de Florencia, Consorcio NAM Ltda – Velzea Ltda, 1999.

<sup>4</sup> Por "City Gate" se entiende la entrega de agua en la cabecera del sistema matriz de distribución domiciliaria.



## 2. UNIDADES HOMOGÉNEAS PARA LA TIPIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

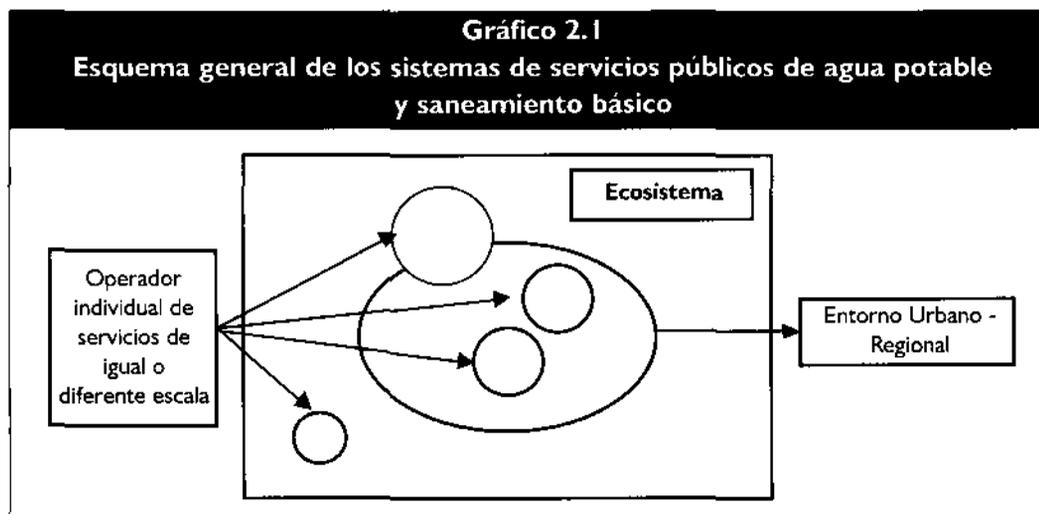
### Consideraciones generales

**E**l enfoque metodológico del estudio hace referencia al establecimiento de unidades homogéneas de comparación de los diferentes agentes prestadores del servicio, articuladas no solamente en criterios de escala en función del número de suscriptores como tradicionalmente se ha hecho, sino también involucrando criterios de orden ambiental, urbano-regional y técnico-institucional.

La lógica de las unidades homogéneas se sintetiza en el esquema del Grá-

fico 2.1. Se identifica la importancia de los diferentes factores externos e internos en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico.

El orden de jerarquía principal lo constituye el ecosistema. De él dependen las condiciones generales de oferta y demanda. El ecosistema puede ser visualizado con unidades espaciales ambientales claramente definidas, tal es el caso de la cuenca hidrográfica o, en un nivel de mayor complejidad, a través del establecimiento de unidades de paisaje como delimitadoras del entorno ambiental.



El segundo nivel corresponde a las interrelaciones de los agentes económicos en el entorno urbano-regional, determinando la distribución de los asentamientos y de los factores de producción y generando las condiciones de demanda espacial y temporal de recursos ambientales, entre ellos el agua.

El tercer nivel lo conforman los agentes operadores de diferentes escalas, sujetos a las condiciones técnicas e institucionales particulares de localidad y de cada sistema de abastecimiento y disposición de aguas residuales.

### **2.1 Aspectos ambientales**

El tamaño y la concentración de la población en Colombia ha cambiado a lo largo del Siglo XX. Entre 1905 y 1993 el país octuplicó su número de habitantes, pasó de ser predominante en lo rural a tener alrededor del 72% de la población asentada en los centros urbanos. De más de 1.070 municipios en la actualidad, 34 tienen población superior a 100 mil habitantes en cabecera y aglutinan el 49.9% de la población total del país. En el período señalado la densidad media territorial pasó de 3.8 a 32.7 habitantes/km<sup>2</sup>.

Colombia pasó de ser un espacio territorial vacío a uno cada vez más saturado/, en el cual es probable que a comienzos del próximo milenio se esté utilizando más del 50% de la capacidad de carga<sup>2/</sup> del ecosistema por parte de la población (excluyendo a la región de la Amazonía). Esto significa cambios importantes en la concepción del sistema económico, en el

que el capital tecnológico y humano ya no es el factor limitante, sino el capital natural complementario.

El agua como recurso natural participa de manera intensa en los procesos de producción del país y es elemento vital para garantizar la subsistencia de la población. Su disponibilidad, de acuerdo a los planteamientos hechos, es factor limitante no sólo de muchos procesos productivos del sistema económico, sino de la probabilidad de supervivencia del hombre y en general de su calidad de vida.

Factores alteradores de la disponibilidad natural de agua, como el grado de presión de la población por el proceso de urbanización, la expansión incontrolada y no planificada de la frontera agrícola y la afectación de los bosques primarios, y los niveles de deterioro ambiental por erosión y pérdida de cobertura vegetal, han llevado a que un alto porcentaje de los municipios colombianos en diferentes regiones geográficas presenten conflictos importantes por el uso del agua entre los diferentes usuarios. En la actualidad, muchas regiones presentan sobrecarga en la capacidad natural de respuesta del ecosistema, desarrollando problemas complejos de disponibilidad natural del recurso agua para poder satisfacer las demandas consuntivas y no consuntivas de la población.

A todas luces esta situación entrevé la importancia global del tema ambiental, dada la connotación del agua como materia prima fundamental de las empresas de acueducto y alcantarillado, y a su vez como recurso natural con oferta limitada. Por tal razón se consideró conveniente desarro-



llar, con fundamento en el concepto de unidades homogéneas, una tipificación de los municipios de conformidad con el comportamiento de las variables ambientales como primer nivel de segregación, combinada luego con criterios urbano-regionales, técnico-institucionales y de escala.

### 2.1.1 Tipificación ambiental

La información utilizada para la tipificación ambiental de los municipios colombianos proviene de estudios realizados por el IDEAM y la Fundación Social<sup>2/</sup>, de los que se extrajeron las variables directamente relacionadas con los problemas de escasez, disponibilidad y relación demanda/oferta del recurso hídrico.

La principal fuente de referencia para el proceso de tipificación ambiental fue el Estudio Nacional del Agua, Balance

Hídrico y Relaciones Oferta-Demanda en Colombia<sup>1/</sup>, realizado por el IDEAM. En dicha fuente se establecen indicadores de oferta y demanda del recurso hídrico y se calculan índices comparativos para evaluar la disponibilidad y vulnerabilidad del recurso hídrico en los diferentes municipios del país. Estos indicadores incorporan factores tales como deterioro de la cobertura vegetal, erosión, desertificación, gestión en las cuencas, y carencia de tratamiento de las aguas residuales. La Tabla 2.1 presenta los principales indicadores utilizados.

De la otra fuente de referencia, la Fundación Social, se tuvo en cuenta la caracterización y análisis de los aspectos ambientales, culturales, políticos, administrativos y socio-económicos de las entidades territoriales municipales. El criterio general para la selección de las variables fue el mayor grado de relación con la afec-

Tabla 2.1 Indicadores de oferta y demanda del recurso hídrico	
Variable	Descripción
Índice de Escasez	Representa la demanda como porcentaje de la oferta. Este índice fue calculado cada mes para los años con condiciones media y secas. En el caso de este proyecto, se utilizó únicamente el índice más crítico mes seco para el año seco. Demanda sobre oferta en porcentaje agrupado de la siguiente forma: No significativa < 1%, Mínimo 1-10%, Medio 11-20%, Medio Alto 21-50%, Alto > 50% <sup>3/</sup>
Índice de Vulnerabilidad <sup>4/</sup>	Capacidad de regulación hídrica del conjunto suelo – cobertura vegetal. Para índices de escasez > 21%, y capacidad de regulación muy baja y baja, la vulnerabilidad es mayor.

Fuente: IDEAM



tación de la disponibilidad y la calidad del recurso hídrico. La Tabla 2.2 contiene las principales variables seleccionadas como nivel de referencia.

El ejercicio de tipificación ambiental consiste en identificar, con base en los atributos ambientales mencionados, grupos de municipios con características homogéneas en términos de disponibilidad y calidad del recurso hídrico, bajo condiciones geográficas y climáticas similares. Esto permite comparar costos de empresas de servicios sujetas a condiciones semejantes en términos de la oferta. Un ejemplo de ello es la comparación de sistemas de captación y tratamiento alimentados por fuentes sujetas a presión ambiental alta o muy alta. La comparación de costos de procesos con condiciones ambientales disímiles conlleva grandes desviaciones que reducen sustancialmente la objetividad del ejercicio.

Además de que la situación ambiental de la ciudad determina aspectos tecnológicos y económicos del abastecimiento de agua cruda y de la disposición final de las aguas residuales, los diversos aspectos urbanísticos locales y los patrones de desarrollo regional tienen diversas implicaciones en la prestación de estos servicios públicos, de modo que la escala de la población atendida no se constituye en un factor determinante del predominio de la tecnología o la economía del servicio.

Del conjunto de indicadores ambientales relacionados con el recurso hídrico (Tablas 2.1 y 2.2), el que representa mejor la tipificación ambiental de su disponibilidad para cada entidad territorial es el índice de escasez en cabeceras para el mes

seco en año seco, INDSECO (Año 1996). De conformidad con este índice las regiones Andina y Costa Atlántica presentan las condiciones más críticas, en particular los departamentos de Boyacá, Santander, Valle del Cauca, Guajira, Magdalena y Cesar.

En esta clasificación se obtienen cinco categorías de municipios con índices de escasez que varían de alto a no significativo. El Cuadro 2.1 presenta la distribución para las cabeceras municipales con más de 20.000 habitantes.

<b>Cuadro 2.1 Cabeceras con más de 20.000 Habitantes</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Municipios</b>
I. Alto	9
II. Medio Alto	17
III. Medio	23
IV. Mínimo	26
V. No Significativo	17
Sin Información	16

De conformidad con la información del IDEAM, el 53% del total de las cabeceras municipales del país con más de 20.000 habitantes<sup>7/</sup>, presenta índices de escasez en las tres categorías más críticas.

El Estudio de la Fundación Social señala que el deterioro de la oferta ambiental en Colombia es cada vez más crítico: 74 municipios muestran una problemática ambiental de una magnitud tal, que más del 70% de su extensión territorial registra conflictos ambientales que afectan directamente el suelo o el agua y se encuentran en proceso de desertización. Los municipios con una situación alarman-



**Tabla 2.2**  
**VARIABLES AMBIENTALES**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Conflicto Total Suelo	Indica si el uso del suelo es adecuado en función de sus características intrínsecas.
Conflicto total agua	Mide la demanda de agua a causa de fenómenos como sequías temporales.
Conflicto total por la degradación	Indicador de la degradación y destrucción de recursos únicos e irrepetibles como bosques, corrientes de agua, biodiversidad, vegetación, fauna y flora
Fragilidad total	Mide la susceptibilidad de los recursos hídricos y de biodiversidad a los ataques humanos. Se establece si el manejo de los recursos es el apropiado en relación con el ecosistema al que pertenece.
Alta importancia Ambiental	Establece el grado de servicio ecológico prestado en la zona si existen mecanismos de estabilización dinámica de los ecosistemas, bosques que cumplen funciones de regulación hídrica, páramos etc.
Aptitud para el desarrollo con restricciones	Caracteriza sectores topográfica y edafológicamente según actividades agrarias, dependiendo de restricciones que se presenten, como acidez, pendiente, presencia de cenizas volcánicas, fertilidad, humedad etc.
Conflictos ambientales por contaminación de agua	Erosión y sedimentación.
Conflictos ambientales por deforestación y uso inadecuado del suelo	Quemas, sobrepastoreo, consumo de leña.
Conflictos ambientales por contaminación de aguas y pérdida de biodiversidad	Vertimiento de contaminantes (metales, radioactivos, contaminación bacteriológica, etc.)
Conflictos ambientales por aprovechamiento inadecuado de recursos naturales, contaminación y pérdida de biodiversidad	Aprovechamiento inadecuado de recursos naturales, contaminación y pérdida de biodiversidad.
Conflictos ambientales por artificialización de páramos y pérdida de la capacidad de regulación hídrica. Quemas	Artificialización de páramos y pérdida de la capacidad de regulación hídrica, quemas.

Fuente: Fundación Social



te son Barranquilla, Ciénaga, Valledupar, Aquitania y Saboyá. De igual modo, 401 municipios afrontan conflictos ambientales, originados en el uso de tecnologías inapropiadas en la producción agropecuaria y de la utilización de terrenos de vocación ambiental en actividades que generan grandes costos ambientales, en proporciones que van del 35% al 70% de su extensión territorial.

Los Cuadros 2.2 a 2.4 presentan los resultados de la tipología municipal según el grado de intensidad de conflictos ambientales desarrollada por la Fundación Social en su investigación. El 46.2% de los municipios (Cuadro 2.2) presenta conflictos medios, altos o muy altos; otros municipios como Barranquilla a pesar de contar en su cabecera con una alta disponibilidad del recurso agua (río Magdalena), en términos de un análisis integrado agua-suelo presenta condiciones muy críticas.

El siguiente paso en el proceso de tipificación ambiental es incorporar en las diferentes categorías aspectos de tipo cli-

mático y geográfico que permitan hacer más reales las condiciones de comparación de costos entre las empresas. Para tal efecto, se correlacionó la variable INDSECO con un descriptor general que representara los aspectos mencionados. El descriptor seleccionado fue la variable ALTURA tomada de la base de datos proporcionada por el DANE, en razón a que por lo menos el 70.0% de la población urbana nacional está asentada en la zona andina, entre los mil y tres mil metros sobre el nivel de mar, lo cual establece unas condiciones hidroclimáticas y de tecnología del servicio que obligan a hacer diferenciación con otras regiones. En general, en la zona andina se encuentra un alto número de centros poblados relativamente más cercanos que en las más extensas zonas de llanuras bajas de menor densidad poblacional.

Los análisis estadísticos de correlación las variables INDSECO y ALTURA muestran parcialmente niveles adecuados de correlación. Por ejemplo, al seleccionar la banda entre 2.000 y 3.000 metros de

<b>Cuadro 2.2</b>		
<b>Tipología municipal por conflictos ambientales</b>		
(Afectación de los recursos agua y suelo, desertización, densidad y crecimiento de la población)		
<b>Categoría</b>	<b>No. de municipios</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
1 Conflictos Bajos	553	53.8
2 Conflictos Medios	401	39.0
3 Conflictos Altos	69	6.7
4 Conflictos Muy Altos	5	0.5
<b>Total</b>	<b>1.028</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Fundación Social 1997



<b>Cuadro 2.3</b>			
<b>Municipios con conflictos ambientales muy altos</b>			
(Más de 90% de su territorio)			
<b>Departamento</b>	<b>Municipios</b>	<b>Total municipios</b>	<b>% departamental</b>
Atlántico	Barranquilla	1	4.3
Boyacá	Saboyá - Aquitania	2	1.6
Cesar	Valledupar	1	4.2
Magdalena	Ciénaga	1	4.8
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>0.5</b>

Fuente: Fundación Social 1997

<b>Cuadro 2.4</b>			
<b>Municipios con conflictos ambientales altos</b>			
(Más de 70% de su territorio)			
<b>Departamento</b>	<b>Municipios</b>	<b>Total</b>	<b>%<sup>8/</sup></b>
Antioquia	Jericó - Santa Barbara - San Carlos - Medellín Abejorral - San Andrés - Turbo - Fredonia	8	6.3
Atlántico	Sabanalarga	1	4.3
Bolívar	Magangué - Morales - Cartagena	3	9.4
Boyacá	Jericó - Socha - Moniquirá - Pesca - Tota - La Uvita Soatá	7	5.7
Caldas	Salamina	1	4.0
Cauca	Morles - Bolívar - El Tambo	3	8.1
Cesar	Manaure - La Paz - Chimichagua	3	12.5
Córdoba	Lorica - Montería - Sahagún - Chima - San Carlos - Tierra Alta	6	23.1
Cundinamarca	Ubaté - Chocontá - Pacho - Cabrera - Gachalá Yacopí - Ubalá Caparrapí	8	7.0
La Guajira	Uribe - Rioacha - Manaure	3	30.0
Huila	Gigante - Neiva - Algerias	3	8.1
Magdalena	Santa Marta - Aracata - Fundación - Plato	4	19.0
N. de Santander	Toledo	1	2.6
Nariño	Tumaco - Pasto - Santa Barbara	3	5.4
San Andrés	San Andrés	1	50.0
Santander	Lebrija - Enciso - La paz - Cabrera - Sucre - San Andrés		
Sucre	Sucre	1	4.2
Tolima	Ortega - Coyaima - Chaparral	3	6.5
Valle del Cauca	La Victoria - Buenaventura - Palmira - Candelaria	4	9.5
<b>Total</b>		<b>69</b>	<b>6.7%</b>

Fuente: Fundación Social 1997



altitud, estos inconvenientes llevaron a incluir en un primer análisis un indicador más general, el de las Unidades Ecológicas, establecidas en el estudio de la Fundación Social. Trabajos posteriores deberán afinar este aspecto.

Los diversos escenarios de escasez absoluta o relativa del recurso hídrico tienen particular relevancia a escala regional, según los patrones de densidad poblacional y distribución de los centros urbanos en una cuenca hidrográfica como unidad fundamental de clasificación ambiental. El siguiente paso en el proceso es la consideración de este aspecto y su interacción con el concepto de cabecera municipal.

La disponibilidad y la calidad dependen de la posición relativa de los centros urbanos aguas arriba o abajo de las principales demandas de agua en la cuenca. En efecto, se considera que aquellas poblaciones situadas aguas abajo de las descargas sanitarias de centros poblados o industriales con grandes demandas de agua en proporción al caudal medio de la fuente, necesariamente tendrán que asumir mayores costos de instalación, operación y mantenimiento del sistema de acueducto y, eventualmente, de alcantarillado.

Este aspecto de distribución interna en la cuenca de los demandantes es de enorme importancia e incidencia en su estructura de costos. No obstante, su incorporación en la tipificación ambiental era extremadamente compleja para el alcance del estudio, generando un nivel de segregación demasiado alto.

Un ejemplo de esta situación en Colombia lo constituye el Distrito Capital y

la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. La EAAB tiene localizada la Planta de Tibitoc, segunda en importancia de producción para la ciudad, aguas abajo de las descargas del complejo de industrias de curtiembres de Villapinzón que genera un fuerte impacto en contaminación industrial. Igualmente se ve afectada por el grado de intervención de subcuencas oferentes de los ríos Chequa y Sisga que generan grandes cambios en la calidad del agua cruda. Por otro lado, el Distrito descarga sus aguas residuales sin tratamiento al Río Bogotá, generando condiciones anóxicas, que limitan el aprovechamiento aguas abajo para múltiples acueductos de las provincias del Alto y Bajo Tequendama, así como para usos agropecuarios.

El tema de cuenca hidrográfica y su interrelación con la oferta y demanda de agua potable en Colombia requiere un extenso tratamiento por parte de las autoridades nacionales que planifican y regulan el tema. Para entender la magnitud y complejidad del mismo, cabe recordar que el sistema hidrográfico colombiano<sup>10/</sup> distingue cinco grandes regiones correspondientes a las vertientes Caribe, Magdalena-Cauca, Orinoco, Amazonas y Pacífico. Estas a su vez se subdividen en 47 zonas hidrográficas y, subsecuentemente en más de 400 subzonas hidrográficas hasta llegar a la denominación de microcuenca, que se considera todas aquellas unidades con una extensión inferior a 10 km<sup>2</sup>, y que se convierten en el espacio geográfico objetivo en términos de producción de agua potable de no menos del 80% de la demanda total del país. Se estima que en Colombia



existen alrededor de 700.000 microcuencas, lo que señala la enorme responsabilidad en términos de identificar, caracterizar y conservar estas unidades naturales de producción.

El rendimiento de una cuenca hidrográfica, en cuanto a disponibilidad física se refiere, es altamente complejo y está en función de un conjunto de variables ambientales físicas, bioclimáticas, de cobertura vegetal, de protección de los suelos que inciden en la sostenibilidad del recurso. A esto hay que agregar la incidencia de la intervención humana y las consecuentes alteraciones del rendimiento hídrico. La Tabla 2.3 presenta el índice de vulnerabilidad ambiental de 45 de las cuencas más representativas del país. Los valores por debajo de 4.5 representan aquellas unidades más vulnerables por sus características biofísicas y la presión de orden antrópico que se ejerce sobre ellas.

## **2.2 Aspectos urbano - regionales**

Según el enfoque clásico de análisis de gestión de las entidades prestadoras de servicios públicos, el parámetro más generalizado de tipificación es el tamaño de la población atendida. No obstante la importancia de este parámetro para diversos efectos, se requiere analizar y evaluar comparativamente un conjunto de variables adicionales que singularizan tanto el casco urbano municipal como su *hinterland*<sup>11/</sup> o región próxima. Estas variables están en función de diversas características no sólo ambientales, tecnológicas e institucionales del entorno, sino de diferentes aspectos

que definen y delimitan la región y el tejido urbano.

Los aspectos urbanos inciden de manera particular en los procesos de distribución domiciliaria de agua potable y de recolección de aguas residuales. Los regionales inciden particularmente en los procesos de captación y tratamiento de acueducto, así como en el tratamiento y disposición de aguas residuales. En la gestión logística y comercial de estos servicios tienen incidencia las economías que resultan por el tamaño y distribución de los centros urbanos dentro de una región dada y su comunicación con los centros funcionales principales.

En el caso colombiano, la observación de estos aspectos se ha traducido en la experiencia de entidades como Acuanzioquia, Acuavalle o Esaquin, para citar de momento estos ejemplos, las cuales, como algunas otras entidades regionales prestadoras de servicios públicos domiciliarios, han podido desplegar sus servicios aprovechando o generando economías de escala y otros beneficios de carácter social o político para las regiones que atienden.

### **2.2.1 Criterios de tipificación urbano - regional**

Para la adecuada planificación y prestación del macroproceso de distribución es necesario tener en cuenta algunos criterios urbanos como la extensión superficial, la densidad poblacional del área atendida, la conformación predial y la trama urbana o patrón de urbanización de la ciudad. Los aspectos señalados hacen parte



**Tabla 2.3**  
**Vulnerabilidad del medio natural en 45 cuencas representativas**

<b>Código</b>	<b>Cuenca</b>	<b>Valor</b>	<b>Vulnerabilidad natural</b>
01	Alto Magdalena	4.4	
02	Sabana de Bogotá	4.0	
03	Medio Magdalena	4.0	
04	Río Sogamoso	3.6	
05	Bajo Magdalena	4.3	
06	Río Cesar	4.2	
07	Alto Cauca	4.2	
08	Medio Cauca	3.8	
09	Bajo Cauca	5.0	Ligeramente Baja
10	Río Nechí	4.5	
11	Occidente Sierra Nevada de Santa Marta	4.4	
12	Río Tolo	6.4	Muy Baja
13	Río Atrato	6.2	
14	Sinú Caribe	4.4	
15	Norte Sierra Nevada de Santa Marta	4.6	
16	Alta Guajira	2.0	Alta
17	Baja Guajira	3.8	
18	Río Catatumbo	3.9	
19	San Andrés y Providencia	3.3	Moderada
20	Río Arauca	3.1	
21	Alto Meta	4.6	
22	Bajo Meta	3.1	
23	Río Vita	4.3	
24	Río Tomo Tuparro	4.5	
25	Río Vichada	5.1	
26	Alto Guaviare	5.6	
27	Medio Guaviare	6.2	
28	Bajo Guaviare	6.8	
29	Río Inírida	6.7	
30	Río Atabapo	5.5	
31	Río Guainía	6.6	
32	Río Vaupés	6.8	
33	Río Apaporis	6.8	
34	Alto Caquetá	5.1	
35	Bajo Caquetá	6.6	
36	Río Puré	6.9	
37	Río Putumayo	6.6	
38	Río Mira-Guiza	5.6	
39	Alto Patía	3.2	
40	Bajo Patía	5.4	
41	Río Sanquianga-Patía Norte	6.3	
42	Río Micay	6.1	
43	Río Coyanero-Dagua	5.7	
44	Río San Juan	6.3	
45	Río Baudó-Directos	6.8	

Fuente Ideam



de la dinámica urbana que responde a procesos históricos, determinados por factores culturales y socioeconómicos muy complejos, así como condicionados por factores ambientales diversos, entre otros la topografía y el clima.

Los servicios públicos domiciliarios, en particular el agua potable y el alcantarillado, juegan un rol fundamental en el ordenamiento territorial urbano.<sup>12/</sup> Características como el tipo de expansión del tejido están directamente condicionadas a la disponibilidad de estos servicios, los que a su vez dependen en su estructura de costos y en sus requerimientos de orden institucional y técnico de la presión que la dinámica urbana ejerce en la renovación y extensión de su cubrimiento, y en aspectos como su eficiente operación y mantenimiento.

Además de las consideraciones urbanas, el contexto regional tiene una enorme incidencia en los servicios de acueducto y alcantarillado. Aspectos, como la relación biofísica y socioeconómica entre la región, conjunto histórico y cultural que une varios centros poblados, y la cuenca hidrográfica que los abastece, o los trasvases de otras cuencas y por consiguiente la interrelación entre regiones motivada por el uso del agua, o la agregación entre diferentes centros urbanos para la provisión conjunta de los servicios o de algunos macroprocesos, o la influencia ejercida por un centro urbano mayor sobre centros periféricos; son determinantes en la caracterización de los mismos.

Son múltiples los criterios urbano-regionales que se podrían definir para un proceso de tipificación de los municipios

asociado al tema de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado. Como ocurre en la mayor parte de los trabajos de investigación, la cantidad y calidad de la información es importante para la definición de los instrumentos de decisión. Ya hemos señalado que la disponibilidad de información es limitada en nuestro medio y en muchos de los municipios podría decirse que ésta no corresponde a su actual situación urbano-regional, o simplemente no se tiene.

Con base en la selección de los estudios más actualizados y representativos sobre el tema, en la información suministrada por entidades como el DANE, el IGAC y el Ministerio de Desarrollo Económico, y en la información obtenida por el proyecto a través del mecanismo de encuesta directa a los agentes prestadores, se seleccionó los potenciales indicadores para la tipificación (Tabla 2.4).

### **2.2.1.1 Tamaño funcional**

Uno de los indicadores más importantes por sus características estructurales y ampliamente estudiado<sup>13/</sup> es el Índice de Tamaño Funcional relacionado con la magnitud de las funciones urbanas de cada municipio. Este indicador establece la existencia de un primer nivel de tamaño funcional compuesto sólo por Bogotá como centro metropolitano nacional y por un grupo de ciudades que contiene cuatro centros metropolitanos regionales: Cali, Medellín, Barranquilla y Bucaramanga. Bogotá sigue manteniendo su predominio, con un índice de tamaño funcional equiva-



**Tabla 2.4**  
**Indicadores Propuestos de Tipificación Urbano – Regional**

<b>Indicador</b>	<b>Definición</b>
1. Tamaño de la Población Urbana	Rangos de población definidos con base en la población proyectada por el DANE de los municipios colombianos.
2. Área Urbana	Superficie determinada por el perímetro urbano, el cual establece el área geográfica que debe ser atendida por la ESP en apropiadas y equitativas condiciones de servicio.
3. Longitud del Perímetro Sanitario	Longitud de la envolvente del área de servicio de la ESP. Su relación con el área de servicio define condiciones teóricas de optimalidad.
4. Densidad de Población Urbana	Ocupación promedio del espacio geográfico que conforma el casco urbano por el total de los habitantes de la ciudad.
5. Relieve Urbano	Es una de las más notables características generales del paisaje urbano, determinado por las diversas elevaciones y pendientes de las diversas zonas que conforman geográficamente la ciudad.
6. Longitud Total de las Vías	Suma total de los espacios dedicados al tránsito de vehículos dentro del espacio geográfico de la ciudad.
7. Número Total de Predios Urbanizados	Suma de los lotes o globos de terreno con infraestructura básica de servicios públicos, dedicados, o disponibles para ser construidos con unidades para vivienda o para otras actividades industriales, comerciales, institucionales o culturales de la ciudad.
8. Índice de Construcción promedio	Proporción total entre el área de la ciudad y el área de ocupación de las construcciones permanentes en edificios, vías y demás obras sólidas de urbanismo.
9. Grado de Centralidad Urbano-Regional	Predominancia de un centro urbano sobre otros centros en la vecindad regional de la influencia social, económica o cultural que entre estos centros se genera. Según la teoría de W. Cristaller, este grado de centralidad se establece a partir de un conjunto de indicadores comunes a todos los centros y al conjunto de ellos.
10. Grado de Agregación Urbano-Regional	Proximidad relativa entre la localización y la población de los centros urbanos dentro de una región, de tal modo que sea posible potenciar economías de alcance o de aglomeración entre ellas. Una forma de medir esta agregación, para los propósitos de esta evaluación, toma en cuenta el tamaño del área municipal de una provincia o grupo de municipios para un determinado rango de tamaños de población nucleada en un área o región.
11. Tamaño Funcional	Magnitud de las funciones urbanas de cada municipio.
12. Desarrollo y Sostenibilidad	Indicador que conjuga cuatro factores fundamentales: La forma de presencia del estado, la economía, la organización de la sociedad civil y el ambiente.



lente al de las 9 ciudades que le siguen en la escala y al de las noventa que se encuentran por debajo de ellas.

En el siguiente nivel se encuentran 7 centros regionales mayores. Dentro de ellos Manizales y Pereira, con puntaje casi equivalente, pueden ser considerados en su conjunto como otro polo regional bicéfalo en la zona cafetera del antiguo departamento de Caldas. Junto a ellas está Cartagena, que adquiere un papel de centro regional alterno; y como ciudades centro de subregiones, con mayor autonomía relativa, se destacan Cúcuta, Ibagué, Pasto y Villavicencio, que constituyen eslabonamientos intermedios en la jerarquía regional.

En la escala siguiente se ubican 30 municipios. Una parte la constituye los *Centros Regionales Intermedios* y otra los municipios que forman parte de áreas metropolitanas de las principales ciudades. El primer subgrupo lo conforman Armenia y la Dorada, en la región del Viejo Caldas, Santa Marta, Valledupar, Sincelejo y Rioacha en la Atlántica, Popayán, Cartago, Buenaventura, Buga, Tuluá e Ipiales en la de Cali; Tunja, Neiva, Girardot, Florencia, Sogamoso y Duitama en la que tiene como centro a Bogotá; Barrancabermeja en la que abarca los dos Santanderes y Montería en la de Medellín. En un nivel semejante se encuentran el municipio de San Andrés en el archipiélago de San Andrés y Providencia. Dentro del segundo grupo están Palmira, Itaguí, Soacha, Bello, Envigado, Soledad, Floridablanca, Yumbo y Dosquebradas que, dependiendo de las metrópolis, complementan sus funciones y potencian su influencia.

Los 83 *Centros Subregionales Mayores* constituyen el nivel posterior dentro de la gradación funcional municipal primaria. Recogen buena parte de los municipios que podrían considerarse como eslabones intermedios en la jerarquía regional, o constituyendo cabezas de regiones relativamente autónomas. Estos 83 centros, junto con las 42 ciudades mencionadas y los que, con menor influencia, no están en estos grupos siendo capitales departamentales (Puerto Inírida, Puerto Carreño, Mitú), constituyen las piezas estructurales básicas del sistema urbano colombiano y los nodos de articulación de los más de 900 municipios restantes.

Los grupos de ciudades presentan diferencias notables en distintas variables. El grado de concentración de población urbana manifiesta un rasgo diferenciador del grado de urbanización: mientras Bogotá y las cuatro metrópolis regionales agrupan la casi totalidad de la población en cabecera, los cuatro centros regionales mayores e intermedios reúnen el 90% de ella, en los centros subregionales mayores dos terceras partes, los menores el 50% y los 761 centros locales sólo el 30%.

Esta situación es producto de dinámicas demográficas diferenciadas. Las tasas de crecimiento de la población están asociadas con el tamaño funcional de los municipios: Bogotá tiene 2.5%, las metrópolis regionales y centros regionales 2%, los centros subregionales mayores 1.7%, los menores 1.2% y los centros locales 0.6%. Sin embargo, la distancia entre estas tasas del conjunto de los municipios y las de las cabeceras muestra una tendencia



aparentemente opuesta, ya que son las localidades menores las que tienen mayores tasas de crecimiento demográfico.

Las distancias en otros indicadores expresan desigualdades en la calidad de vida, que se encuentran asociadas a los niveles de urbanización. Así el índice de calidad de vida es superior a 80 para Bogotá y las metrópolis Regionales, 76 para los centros regionales, 64 para los centros subregionales mayores, 55 para los menores y 44 para centros locales (Cuadro 2.5). Este índice expresa una gradación en algunos componentes de la calidad de vida que tienden a estar asociados con los niveles de urbanización: vivienda, servicios públicos domiciliarios, educación, factores laborales y demográficos.

Entre los indicadores simples, que incluye el índice de NBI, las más protuberantes diferencias se encuentran en la cobertura de los servicios domiciliarios básicos (agua y eliminación de excretas). Mientras en Bogotá el porcentaje de hogares afectados es de 1.8%, en los centros locales es 11 veces mayor (20.2%). En cabeceras municipales las diferencias se ajustan a las tendencias anotadas.

Llaman la atención dos hechos. El primero se refiere a las grandes desigualdades en la cobertura de servicios domiciliarios, sin considerar la población dispersa. La talla urbana aparece como un factor que introduce economías de escala para este componente del bienestar. El segundo se refiere al indicador de hacinamiento crítico en el cual las distancias son menores entre los grupos urbanos. Bogotá tiene un índice mayor que los centros metropolitanos

regionales intermedios, de esta forma se expresa que la urbanización, al implicar una mayor densificación territorial, no tiene ventajas equivalentes en la oferta de espacio disponible para la habitación y que en algún nivel ha introducido efectos adversos para la satisfacción de las necesidades en ese campo. Los Cuadros 2.5 a 2.7 presentan los aspectos referentes a Tamaño Funcional y las variables Urbano-Regionales.

### **2.2.1.2 Grado de centralidad y de agregación urbano-regional**

A priori se afirma que en Colombia los patrones de centralidad están definidos por la conformación político-administrativa. En realidad es necesario analizar con mayor detenimiento este complejo tema de la centralidad desde el punto de vista funcional, dado que el abastecimiento de insumos industriales, la prestación de servicios financieros y otra serie de factores que determinan esta centralidad urbano-regional no responden simplemente a los arreglos político-administrativos.

### **2.2.1.3 Tamaño, distribución y densidad poblacional**

Las economías de escala del servicio están determinadas de manera importante por el tamaño, la distribución y la densidad de la población atendida. Esta premisa debe ser observada tanto a escala local como regional. Además del tamaño de la población atendida en un núcleo urbano, es necesario evaluar otros aspectos como los patrones de asentamientos humanos, con-



diciones ambientales de su entorno, dinámica demográfica, diferenciación socioeconómica, condicionantes políticos, etc. Estos conducen a determinar unas características que, traducidas en indicadores, contribuyen a tipificar y luego a modelar las entidades de referencia, con las cuales es posible establecer las premisas y parámetros para evaluar en términos particulares y comparativos la cobertura, calidad y eficiencia de un servicio público domiciliario.

También establecen las condiciones propicias para adoptar una tecnología de servicio y unas calidades genéricas del operador del servicio, es decir, unas características propias de su organización empresarial, privada o pública, de agencia municipal o de asociación de usuarios, entre otras modalidades, a las cuales está dirigida la función reguladora de manera específica.

Además de los aspectos primordialmente locales y del *hinterland* urbano, es necesario observar las condiciones de aglomeración de centros urbanos en un espacio regional, sus condiciones de integración funcional y las condiciones de infraestructura física e institucional para tal cooperación. Estas resultan de importancia crítica tanto para la conformación y logística de las entidades prestadoras de los servicios públicos, como para sus proveedores y para los agentes reguladores.

Durante los últimos veinte años se han ensayado diferentes tipificaciones poblacionales de los municipios en Colombia en relación con los servicios de acueducto y alcantarillado. Durante los años setenta la diferenciación entre más y menos de 2.500 habitantes para clasificar

como urbano o rural; posteriormente en el Plan de Ajuste Sectorial (PAS) en 1987, se estableció una tipificación más compleja diferenciando entre grandes ciudades (más de 500 mil habitantes), capitales de departamento (100 mil a 500 mil habitantes), ciudades intermedias y menores (30 mil a 100 mil habitantes), municipios pequeños (12 mil a 30 habitantes) y zonas rurales (menos de 12 mil habitantes). En la actualidad, tanto el Ministerio de Desarrollo como la CRA diferencian aquellos agentes operadores con más y menos de 8.000 suscriptores para efectos de regulación tarifaria. La realidad es que todas estas segmentaciones son demasiado subjetivas y no poseen una lógica fundamentada en el comportamiento de la variable población, tanto desde el punto de vista espacial como temporal.

Para efectos de este trabajo, el mejor ejercicio de tipificación poblacional es el adelantado por Fundación Social. La primera etapa de la metodología utiliza el método de componentes principales (Lebrart et al., 1995) a los datos de tamaños de la población. El producto final de este procesamiento es la consecución de factores en los que cada uno de ellos describe la información inicial desde otra perspectiva. El primer factor representa una dimensión del tamaño de la población municipal en los últimos cinco censos. El segundo factor representa un resumen de la distribución urbano-rural que ha transcurrido en el mismo periodo.

La segunda etapa de la metodología consiste en tomar los valores de los factores de cada municipio, calcularlos y someterlos a un análisis de clasificación después



**Cuadro 2.5**  
**Municipios de cuatro primeros grupos ordenados por Índice de Tamaño Funcional (ITF)**

Número de orden itf	Ciudad	Grupo itf	Itf Normalizado	Número de orden población cabecera	Población cabecera	Tamaño Cabecera normalizado	Número de orden itf (1)	Icf (1) normalizado
Metrópolis nacional								
1.	Bogotá	1	100.00	1	5.988206	100.00	1	100.00
Metrópolis regionales								
2.	Cali	2	27.81	2	1.947.797	32.53	3	27.66
3.	Medellín	2	25.36	3	1.867.003	31.18	2	27.91
4.	Barranquilla	2	12.97	4	1.155.561	19.30	4	15.60
5.	Bucaramanga	2	8.74	7	504.452	8.42	5	10.22
Centros regionales mayores								
6.	Cúcuta	3	6.33	6	566.875	9.47	7	6.89
7.	Cartagena	3	6.21	5	760.880	12.71	6	6.89
8.	Manizales	3	5.34	10	337.138	5.693	10	5.06
9.	Pereira	3	5.14	9	365.228	6.10	8	5.24
10.	Ibagué	3	4.92	8	392.083	6.55	9	5.22
11.	Pasto	3	4.75	12	321.639	5.37	11	4.51
12.	Villavicencio	3	4.05	18	259.861	4.34	12	3.66
Centros regionales intermedios								
13.	Armenia	4	3.85	17	276.195	4.61	14	3.27
14.	Neiva	4	3.65	16	284.001	4.74	13	3.43
15.	Santa Marta	4	3.25	11	328.790	5.49	17	2.68
16.	Montería	4	3.06	19	252.745	4.22	19	2.31
17.	Palmira	4	2.75	23	214.781	3.59	16	2.93
18.	Popayán	4	2.74	26	199.208	3.33	18	2.45
19.	Valledupar	4	2.71	20	245.428	4.10	20	2.07

Cuadro 2. 5 (Continuación)

## Municipios de cuatro primeros grupos ordenados por Índice de Tamaño Funcional (ITF)

Número de orden itf	Ciudad	Grupo itf	Itf Normalizado	Número de orden población cabecera	Población cabecera	Tamaño Cabecera normalizado	Número de orden icf (1)	Icf (1) normalizado
20.	Sincelejo	4	2.36	25	207.790	3.47	24	1.92
21.	Buenaventura	4	2.29	21	221.634	3.70	22	1.99
22.	Barran/meja	4	2.27	27	177.507	2.96	28	1.64
23.	Itagüi	4	2.23	24	208.619	3.48	15	3.21
24.	Tunja	4	2.06	32	111.513	1.86	25	1.91
25.	Soacha	4	2.01	14	300.537	5.02	23	1.97
26.	Tuluá	4	1.95	29	155.239	2.59	26	1.87
27.	Bello	4	1.88	13	316.239	5.28	21	1.99
28.	Girardot	4	1.66	35	100.091	1.67	29	1.60
29.	Florencia	4	1.50	36	99.911	1.67	34	1.23
30.	Cartago	4	1.49	31	123.231	2.06	31	1.46
31.	Sogamoso	4	1.49	34	108.551	1.81	27	1.70
32.	Buga	4	1.44	33	110.329	1.84	30	1.48
33.	Duitama	4	1.35	40	86.647	1.45	33	1.35
34.	Envigado	4	1.28	30	125.368	2.09	32	1.42
35.	Soledad	4	1.21	15	292.195	4.88	37	1.13
36.	La Dorada	4	1.17	48	73.902	1.23	40	1.00
37.	Riohacha	4	1.15	38	90.966	1.52	49	0.77
38.	Floridablanca	4	1.09	22	216.469	3.61	43	0.98
39.	Ipiales	4	1.08	51	70.044	1.17	35	1.22
40.	Yumbo	4	1.06	54	66.063	1.10	38	1.03
41.	San Andrés	4	1.04	78	44.983	0.75	46	0.88
42.	Dosquebradas	4	1.03	28	160.550	2.68	42	0.99

Fuente: Fundación Social, Municipios y Regiones de Colombia, Bogotá, 1998

**Cuadro 2.6**  
**Grupo de municipios según Índice de Tamaño Funcional (ITF)**

	Total	Metrópoli Nacional	Metrópolis Regionales	Centro Regional Mayor	Centro Regional Intermedio	Centro Subregional Mayor	Centro Subregional Intermedio	Centro Local
Número de municipios	1058	1	4	7	30	83	172	761
Población en cabeceras 1997	28.508.280	5.988.206	5.474.813	3.00.704	5.269.508	3.462.706	2.570.883	2.738.460
Población total 1997	40.193.903	6.004.782	5.622.663	3.275.658	5.808.818	5.206.052	5.089.619	9.186.311
% de población municipal en cabeceras	70.9	99.7	97.4	91.7	90.7	66.5	50.5	29.8
Tasa anual de crecimiento poblacional (por mil)	8.6	24.7	19.4	24.3	25.2	27.6	29.4	38.4
Índice promedio de complejidad funcional	840.6	283.673,3	57.571,2	15.004,7	4.913,6	1.139,1	275.6	-48.3
Comercio trabajadores por establecimiento	1.5	2.8	2.6	2.2	2.3	1.9	1.6	1.4
Industria, trabajadores por establecimiento	3.7	1.1	10.8	7.1	8.9	5.6	5.4	2.7
Servicios, trabajadores por establecimiento	2.9	6.6	5.7	4.9	4.3	3.2	3.1	2.7
Otras ramas, trabajadores por establecimiento	2.9	10.5	10.2	7.3	8.6	5.7	3	2.2
Total ramas, trabajadores por establecimiento	2.2	5.3	4.6	3.7	3.9	2.7	2.6	2
Índice de calidad de vida 1993-ICV								
Total municipio	49.0	84.2	81.5	76.9	75.4	64.5	54.6	44.4
Cabecera municipal	68.5	84.2	82.0	79.2	78.5	73.2	69.9	67.0

Fuente: Fundación Social, Municipios y Regiones de Colombia, Bogotá, 1998

**Cuadro 2.7**  
**Resumen variables urbano - regionales**  
**Distribución de Áreas en Ciudades Capitales entre 1990-1995**

Superficie en M<sup>2</sup>)

Ciudad	Año	Residencial	%	Industrial	%	Total desarrollado	%	Total de área dentro del perímetro	%
Medellín		78.545.705		6.938.148		93.713.115			
**Barranquilla	1993	44.555.700	58,0	1.841.100	2,4	76.810.700	50,7	151.582.300	100,0
Bogotá		130.310.000		14.100.000		176.329.600		341.130.000	
Cartagena		23.896.333	41,4	28.953.185	49,7	58.202.220	79,7	73.000.000	100,0
Tunja		6.678.950	78,7	300.500	3,5	8.483.650	49,1	17.266.570	100,0
Manizales	1994	8.785.990	64,4	1.733.400	12,7	13.649.620	36,6	37.261.426	100,0
Florencia	1995	3.292.307	56,6	527.060	9,1	5.814.740	53,1	10.959.207	100,0
Popayán	1989	8.489.658	82,4	78.082	0,8	10.305.983	37,9	27.190.653	100,0
Valledupar	1995	14.623.000	72,3	1.029.000	5,1	20.236.000	53,4	37.912.000	100,0
Montería	1990	12.201.800	87,4			13.964.600	70,7	19.739.700	100,0
Quibdó	1991	2.432.375	85,5	-		2.844.875	64,1	4.435.000	100,0
Neiva	1993	12.240.000	705,0	1.050.000	6,0	17.356.250	41,9	41.472.500	100,0
Riohacha	1994	8.545.500	91,3	-		9.358.500	91,6	10.216.500	100,0
Santa Marta	1994	15.661.600	73,8	552.000	2,6	21.232.100	50,3	42.218.900	100,0
V/cencio	1995	14.710.475	76,1	976.500	5,1	19.320.750	35,5	54.474.250	100,0
Pasto	1996	8.957.200	60,8	239.900	1,6	14.730.800	59,9	24.599.700	100,0
Cúcuta	1995	36.995.000	82,7	1.435.000	3,2	44.752.000	67,9	65.890.000	100,0
Armenia	1995	7.774.405	69,3	369.302	3,3	11.214.165	50,2	22.346.658	100,0
Pereira	1994	10.084.520	63,9	507.150	3,2	15.775.140	63,1	24.984.140	100,0

**Cuadro 2.7 (Continuación)**  
**Resumen variables urbano - regionales**  
**Distribución de Áreas en Ciudades Capitales entre 1990-1995**

(Superficie en M<sup>2</sup>)

Ciudad	Año	Residencial	%	Industrial	%	Total desarrollado	%	Total de área dentro del perímetro	%
Bucaramanga	1991	15.142.000	68,8	1.464.000	6,6	22.197.000	44,4	50.036.000	100,0
Sinclair	1994	10.026.624	77,3	943.593	7,3	12.973.416	75,4	17.217.473	100,0
Ibagué	1991	16.239.300	73,5	1.475.000	6,7	22.106.300	50,9	43.406.550	100,0
Cali		86.900.000		5.331.630		107.021.949		119.596.446	
Arauca	1991	3.197.000	75,5	-		4.237.000	68,3	6.203.000	100,0
Yopal	1993	4.119.650	55,0	475.500	6,4	7.486.250	61,8	12.117.750	100,0
Mocoa	1995	1.258.199	82,0	-		1.533.607	47,7	3.216.613	100,0
San Andrés	1992	1.838.125	57,8	70.250	2,2	3.182.375	81,7	3.893.000	100,0
Leticia	1994	990.714	46,0	-		2.153.306	22,1	9.739.433	100,0
Pto Inirida	1990	1.656.712	66,6	-		1.749.065	26,1	6.699.123	100,0
S.J. Guaviare	1990	1.628.321	64,8	-		2.512.628	47,5	5.286.952	100,0
Mitú	1994	576.659	51,2	-		1.125.258	64,5	1.745.126	100,0
Pto. Carreño	1990	2.097.466	59,5	-		3.526.444	38,9	9.056.884	100,0

\*Población ajustada

\*\* Fuente: Planeación municipal

\*\*\* El perímetro municipal se define según acuerdo del concejo municipal

Fuente: DANE-IDEAM

de varios ensayos, variando el número de clases. Se concluye que el número de grupos que mejor se acomoda es seis.

La tercera parte de la metodología consiste en caracterizar las clases de la tipología obtenida. De esta manera se obtienen los perfiles de cada clase cuando se retornan las variables originales del estudio. Con esta técnica se calculan los promedios de las variables poblacionales del total, urbano y rural, la distribución urbano-rural y las tasas de crecimiento intercensales en cada uno de los censos. Los Cuadros 2.8 y 2.9 muestran los resultados para cada una de las variables estudiadas y las clases de la tipología obtenida.

De las cifras registradas se concluye que la tipología poblacional de los municipios de Colombia esta constituida por seis tipos: los primeros grupos los conforman municipios de tamaños de población muy pequeños pero que en realidad representan mas del 70% del total de municipios en el país. El crecimiento de estos municipios a través de 50 años ha sido muy lento, aunque presentan un cambio de la estructura urbano-rural, con un aumento de población urbana hasta 1.8 veces la que tenían a mediados del siglo y por ende la disminución apreciable en el sector rural: las tasas de crecimiento intercensal rural se han mantenido en niveles inferiores al 1% en este siglo, mientras que las de cabecera han disminuido del 4% en 1951 al 2% a finales del siglo. En total las tasas de decrecimiento están por debajo del 2% (1.2% en 1993 muy por debajo del promedio nacional de 2.7%). En conclusión, estos dos grupos están conformados por una

gran cantidad de municipios deprimidos, netamente rurales, y con una tendencia nula en el crecimiento poblacional durante los últimos decenios de este siglo.

El tercer grupo esta conformado por 186 municipios con un promedio de 40 mil habitantes en total para el año de 1993, con mínimos de 25 mil y máximos de 75 mil habitantes. Su crecimiento urbano llega en 1993 alrededor de dos veces de lo que tenia en 1951 con tasas superiores al 3.5 %. En el sector rural las tasas de crecimiento se han mantenido constantes durante los últimos 50 años (1.5%). Se podrían considerar como municipios grandes urbano-rurales que van el alza y que, al proyectarlos al siglo XXI, se le sumaran al grupo de ciudades intermedias de la siguiente categoría.

Los tres últimos grupos lo constituyen en su orden las ciudades intermedias, ciudades subregionales y la cuatro grandes ciudades centro regionales, con niveles entre 80 mil y 6 millones de habitantes. La población rural de estos municipios es menor al 25% para el cuarto grupo, 12% para el quinto y tan solo de 1.5% para el sexto. Las tasas de crecimiento intercensal del total han bajado de niveles entre 4% y 6% en 1951 hasta un promedio de 3.5% en 1993. Son municipios netamente urbanos con los mayores crecimientos en cabecera en los últimos años.

#### **2.2.1.4 Relieve urbano**

Las características topográficas de una determinada localidad son uno de los atributos de mayor incidencia en la estruc-



**Cuadro 2.8**  
**Colombia. Tipología municipal**

Tipología	Promedios de población (Miles)					
	Municipios	No.	Tot 51	Tot 64	Tot 73	Tot 85
I. Municipios rurales	406	6,105	6,243	6,550	6,827	7,039
II. Pequeños	281	10,942	11,886	13,338	15,530	17,694
III. Grandes	186	17,620	20,956	25,825	31,886	39,585
IV. Ciudades Intermedias	21	24,280	34,732	45,586	68,367	91,059
V. Ciudades Subregionales	33	56,349	96,918	134,906	196,531	260,095
VI. Áreas Metropolitanas	4	409,313	901,607	1,430,205	2,018,283	2,564,230

Fuente: Fundación Social. 1997.

**Cuadro 2.9**  
**Promedios de población en cabecera y resto**

Municipios	No.	Cab 51	Cab 64	Cab 73	Cab 85	Cab 93	Res 51	Res 64	Res 73	Res 85	Res 93
I. Municipios rurales	406	956	1,282	1,526	1,684	1,913	5,149	4,960	5,024	5,144	5,126
II. Pequeños	281	2,170	3,194	3,917	5,007	6,111	8,773	8,673	9,421	10,523	11,583
III. Grandes	186	4,863	7,797	10,738	14,649	19,904	12,714	13,133	15,087	17,236	19,682
IV. Ciudades Intermed.	21	11,428	20,491	29,066	46,016	67,708	12,853	14,241	16,519	22,352	23,351
V. Ciudades Sub region.	33	35,068	74,174	108,081	166,604	227,694	21,281	22,744	26,825	29,927	32,401
VI. Áreas Metropolita.	4	376,533	872,762	1,410,324	1,996,462	2,524,849	32,781	28,845	19,881	21,821	39,381
	931	5,648	9,934	14,539	20,693	27,101	8,733	8,656	9,458	10,521	11,508

Fuente: Fundación Social. 1997.

tura de costos de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado. Las diferencias entre una localidad con un relieve plano a una con relieve fuertemente ondulado son claves en la forma como se planea la extensión de redes, los requerimientos de bombeo, el manejo de presiones, la localización de sistemas de almacenamiento y compensación, la conducción de las aguas residuales, el drenaje de aguas lluvias; es decir, determinan la expansión, operación y mantenimiento de los servicios. Este indicador, a pesar de las restricciones de información que puedan tener las empresas, es necesario incorporarlo desde el primer momento en un análisis de tipificación.

#### **2.2.1.5 Desarrollo y sostenibilidad**

Este indicador busca incorporar en la dimensión urbano–regional un planteamiento más globalizado, con los principales factores que inciden en su desenvolvimiento de largo plazo; se aproxima al combinar aspectos como la forma de presencia del Estado y las condiciones económicas locales o regionales, con temas nuevos como la dimensión ambiental y las formas de organización de la sociedad civil.

La evolución de un indicador de esta naturaleza en el tiempo, podría dar señales de la forma en que la evolución de la economía regional es consistente con las potencialidades ambientales locales y regionales, de cómo la sociedad civil se involucra más o menos en su desarrollo y mejoramiento del nivel de vida y de la forma en que el Estado participa en este proceso.

#### **2.2.1.6 Número de predios urbanizados, índice de construcción promedio y longitud de vías**

Estos indicadores conforman un grupo de parámetros que permiten caracterizar el tejido urbano y que son importantes para determinar la estructura de costos de inversión, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento básico. La información sobre los mismos se puede obtener en un número muy limitado de localidades, lo que condicionó su inclusión en los análisis. Es posible que con la implementación de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), los municipios lleguen a obtener un mejor conocimiento de estos indicadores y se facilite posteriormente su aplicación en el modelo.



### Notas

- <sup>1</sup> De la Economía de un Mundo Vacío a un Mundo Lleno, Desarrollo Económico Sostenible, TM Editores 1994.
- <sup>2</sup> Capacidad de carga referida en términos del indicador de utilización de la producción neta primaria de la fotosíntesis por parte de los seres humanos.
- <sup>3</sup> Bajo la dirección de Libardo Sarmiento Anzola, realizó el estudio titulado Municipios y Regiones de Colombia, Una Mirada desde la Sociedad Civil, 1997.
- <sup>4</sup> El análisis para todos los municipios, plantea a partir de una muestra representativa, un escenario proyectado al año 2016.
- <sup>5</sup> No significativa, la demanda no significativa con relación a la oferta.  
Mínimo, demanda es muy baja en relación con la oferta  
Medio, Demanda baja en relación con la oferta  
Medio alta, demanda apreciable  
Alta, es alta con respecto a la oferta.
- <sup>6</sup> IDEAM. *Estudio Nacional del Agua. Balance Hídrico y Relaciones de oferta y demanda en Colombia*. Santafé de Bogotá, 1998
- <sup>7</sup> Se excluye las que no han sido clasificadas por deficiencias de información.
- <sup>8</sup> El porcentaje corresponde al número de municipios sobre el total en cada departamento
- <sup>9</sup> El porcentaje corresponde a los 69 municipios sobre el total nacional
- <sup>10</sup> Ideam 1998, *OP. Ct.*
- <sup>11</sup> El concepto de *Hinterland* involucra el ámbito geográfico de influencia social, económica, cultural y política de la ciudad, independientemente de los límites político-administrativos. En el caso colombiano, para la mayoría de los municipios, esto involucra los corregimientos más próximos y eventualmente no cubre la totalidad del área municipal; para las capitales departamentales, los distritos especiales y las grandes ciudades de mayor importancia nacional, este ámbito cubre extensas zonas que comprenden muchos municipios. Este concepto incluye eventualmente la prestación de algunos servicios públicos domiciliarios, como es el caso de la venta de agua en bloque de una ciudad a otra, situación que genera una fuerte interacción entre centros urbanos distantes.
- <sup>12</sup> Ley 388 de 1997 sobre el Ordenamiento Territorial de los municipios colombianos.
- <sup>13</sup> Estudio de la Fundación Social y trabajos realizados por el Ministerio de Desarrollo.



### 3.

## MODELO DE COSTOS POR PROCESO

#### Aspectos Generales

**E**l Modelo propuesto para la estimación y comparación de costos económicos de los agentes prestadores de servicios públicos domiciliarios de agua potable y alcantarillado siguió el esquema metodológico planteado anteriormente. Se incluyó también la metodología para la estimación de los indicadores de costos unitarios, desagregando progresivamente este proceso de análisis por servicios, por macroprocesos, por grandes rubros de costos o gastos y por factores críticos del proceso productivo. Con ellos fue posible establecer conjuntos de indicadores para cada tipología municipal y análisis comparativos con el fin de establecer el catálogo de indicadores que ofreciera parámetros de referencia sobre la eficiencia económica de las empresas.

#### 3.1 Diseño del modelo general de comparación de costos económicos

La metodología permitió generar en un primer análisis una tipología comparable que combina aspectos de talla, medio ambiente, características urbano-regionales y

técnico-institucionales. El resultado de este primer proceso fue la generación de Unidades Homogéneas de Agua Potable que permitieron la comparación de sus costos de administración, operación y mantenimiento segregados por macroprocesos.

El siguiente paso fue establecer el concepto de numerario técnico, como aquella unidad normalizada que se puede asimilar a una unidad común de referencia para cualquier operador en el desempeño de un proceso técnico asociado a la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado. La tabla 3.1 presenta los numerarios seleccionados preliminarmente para la aplicación del modelo. Definidos los numerarios, se inició el proceso de comparación y análisis de costos y la generación de las bandas de eficiencia.

La concepción del modelo requirió el desarrollo de una encuesta con el propósito de obtener información técnica y de costos por macroprocesos. La encuesta diseñada y aplicada a una muestra de empresas de Servicios Públicos Domiciliarios, que fue realizada con un cubrimiento importante de la población urbana del país en ciudades capitales e intermedias, permitió la conformación de una base de datos



de indicadores de costos unitarios para cada uno de los procesos que constituyen los servicios de acueducto y alcantarillado en cerca de 30 empresas.

### **3.1.1 Aspectos tecnológicos por procesos – definición de numerarios**

El aprovechamiento de los recursos hídricos para el suministro de agua potable a la población, involucra numerosas actuaciones del hombre dentro de procesos naturales e interacciones con otros aprovechamientos de la comunidad, en especial la generación de energía, el riego y el aprovechamiento y recuperación de tierras.

Esta interacción ha venido desarrollando toda una tecnología especializada del agua y del saneamiento. Los procesos del aprovechamiento del ciclo hidrológico para el suministro de agua y saneamiento de los núcleos urbanos involucran la regulación de fuentes, mediante la construcción de embalses, diques y trasvases entre diferentes cuencas hidrográficas; la captación de fuentes subterráneas y superficiales; el transporte mediante la construcción de túneles y canales y la instalación de tuberías; la superación de obstáculos topográficos mediante bombeos, viaductos y sifones; el aprovechamiento de caídas para generación de energía; el tratamiento de las aguas para su potabilización mediante numerosas tecnologías; su almacenamiento en tanques; la utilización de tanques y estaciones de bombeo para garantizar adecuadas condiciones en la distribución domiciliaria; la instalación de múltiples con-

troles al caudal, a las presiones y a las velocidades mediante válvulas, medidores y almenaras; las tecnologías relacionadas con el control del estado de las redes de distribución; los desarrollos técnicos, organizacionales y comerciales para el manejo del consumo y las ventas de agua, que involucra tecnologías de sistemas de información, control de calidad, control de las pérdidas de agua en el sistema, atención al público e ingeniería tarifaria y financiera.

Los procesos relacionados con los sistemas de alcantarillado involucran también múltiples procesos tecnológicos que interactúan con ciclos naturales; estos incluyen su recolección y transporte mediante tuberías, múltiples estructuras cerradas, canales y túneles, complementadas con estaciones de bombeo, pondajes y otros elementos; el tratamiento de las aguas residuales recolectadas, dispone actualmente de múltiples tecnologías alternativas, mediante las cuales se obtienen recuperaciones parciales de la calidad original del agua. Estos tratamientos interactúan con procesos naturales de dilución y autodepuración de las aguas en los ríos.

Los procesos descritos pueden tener ciclos similares repetidos cuando las aguas de una fuente son parcialmente reutilizadas aguas abajo por otra población. Por esta razón, y teniendo en cuenta que la población y la demanda de agua continúan creciendo, los ciclos del hombre para el abastecimiento de agua potable y saneamiento cada vez tienden a ser más restrictivos, por lo cual las entidades reguladoras de los aspectos ambientales y de los servicios de acueducto y saneamiento tienden a



exigir mayores niveles de tratamiento de las aguas residuales. Esto conlleva el perfeccionamiento de los procesos involucrados y el desarrollo continuo de nuevas tecnologías.

La tecnología básica del agua potable y el saneamiento está fundamentada en la aplicación de las ciencias de la química, la biología, la hidráulica y la hidrología. Los principios químicos tienen su principal aplicación en los procesamientos del agua cruda, mientras que el tratamiento de las aguas residuales está basado en la aplicación de procesos biológicos, aunque múltiples tecnologías hacen aplicación de ambas ramas. La hidrología y la hidráulica son la base fundamental en los procesos de regulación de las fuentes y la captación de las aguas crudas; nuevamente la hidráulica es el fundamento de las tecnologías para el transporte y la distribución de las aguas, así como en la recolección de las aguas residuales, su transporte hasta las plantas de tratamiento y su disposición final. Como en la mayor parte de los campos tecnológicos, la variada tecnología disponible actualmente en el campo del agua potable y el saneamiento es el resultado de la aplicación de las ciencias básicas mencionadas con múltiples otros campos de la ciencia y la tecnología como son la ciencia de los materiales, la tecnología de la construcción, la ingeniería mecánica, la informática, las comunicaciones y la administración de recursos.

La tecnología del agua potable y saneamiento básico se encuentra en permanente desarrollo, pero existe una tecnología de tipo "convencional" que ha teni-

do maduración mundial por múltiples aplicaciones, seguimiento e investigación, ampliamente conocida en Colombia. Quizás los desarrollos tecnológicos más recientes se están dando en el campo del tratamiento de las aguas residuales, donde todavía faltan mucha investigación y experiencia. En Colombia el campo del tratamiento de las aguas residuales está hasta ahora en proceso de iniciación y existen pocas experiencias en las ciudades mayores e intermedias, donde el panorama de los recursos requeridos no está resuelto.

En este campo, la regulación de la calidad de agua vertida es analizada por la CRA a través del tema de las plantas de tratamiento (Ptar) y de las tasas retributivas, cuyos resultados se esperan entregar a más tardar en el primer semestre del 2001.

Otros campos tecnológicos con mucho desarrollo e incidencias son los de materiales (tuberías, filtros, válvulas), las técnicas constructivas y de mantenimiento (equipos Vactor, equipos de inspección de alcantarillas con cámaras, equipos de detección de fugas), los elementos de control con telemetría y control remoto (válvulas, compuertas, bombas) y las aplicaciones informáticas en control operacional (para manejo de embalses, tanques, control de flujo en tuberías). Otro campo de múltiples innovaciones recientes es el de la administración gerencial y la ingeniería financiera con concesiones y contrataciones por procesos.

La aplicación de tecnologías convencionales del agua potable y el saneamiento pueden llevar a grandes diferencias en requerimientos de inversión y en los costos



requeridos para su administración, operación y mantenimiento. Algunas de tales diferencias pueden tener su explicación en variantes tecnológicas aplicadas, que se relacionan directamente con variaciones existentes en las condiciones locales, como es el caso de las diferencias en altitud que pueden requerir de bombeos, o pueden permitir el suministro por gravedad o aún permitir la generación de energía. Las condiciones naturales de la fuente pueden llevar a diferencias en las tecnologías de tratamiento y por ende en los costos AOM. Las densidades de la población en el casco urbano también pueden llevar a diferencias importantes en las tecnologías de distribución y sus costos de inversión y de administración, operación y mantenimiento. Las diferencias topográficas y de distancias entre la fuente de agua y el casco urbano también pueden conllevar a diferencias tecnológicas como la construcción de un túnel en lugar de una tubería. En otras palabras, diferencias en las condiciones físico-ambientales y urbano-regionales muchas veces pueden requerir modificaciones en la tecnología, lo cual puede llevar a producir cambios importantes en la magnitud de las inversiones y en los costos AOM.

Otras diferencias pueden estar relacionadas con aspectos tecnológicos, como es el caso de diferencias en las características de los procesos de tratamiento de aguas residuales, donde, a pesar de que existan condiciones físico-ambientales y urbano-regionales similares, la escogencia de tecnologías diversas puede presentar diferencias importantes en los requerimientos del área de terrenos, en el con-

sumo unitario de energía eléctrica, en el consumo de diversos insumos químicos, en las características, volumen y requerimientos de manejo de los lodos residuales y donde se presentan diferencias también en diversos impactos ambientales y, por lo tanto, se presentan variaciones importantes en los requerimientos de la inversión inicial y en los costos de AOM. Otro aspecto que incide en las diferencias de costos AOM tiene que ver con las implicaciones tecnológicas de las diferencias en escala de los sistemas, como lo es el caso de la dificultad para una empresa pequeña de mantener un buen taller de mantenimiento local de micromedidores, dado que el volumen de operaciones no justifica su montaje adecuado.

Las diferencias en costos AOM entre diversos sistemas similares de acueducto y alcantarillado también pueden estar relacionadas con diferencias en las eficiencias internas con que se acometen los procesos. Aspectos de organización institucional y de las tecnologías organizativas para la solución de problemas también tienen un efecto cierto sobre la eficiencia y sobre las diferencias en los costos correspondientes. Un buen ejemplo lo constituye el tema de la organización interna para acometer el control del agua no contabilizada, el cual puede conducir a la organización de círculos de calidad con capacitación del personal y la participación de obreros, profesionales y administradores en los diferentes campos de este problema que abarca campos tan diversos como la organización del catastro de usuarios, la optimización de los procesos de lectura, crítica y facturación, el man-



tenimiento de macro y micromedidores, la investigación permanente del estado de la red mediante circuitos controlados y la adecuación de redes locales para facilitar este proceso permanente, el mantenimiento preventivo de tuberías, el desarrollo de políticas comerciales y otros temas relacionados. Las ineficiencias pueden estar causadas por dimensionamientos excesivos, por operación inadecuada, por deficiencias en el mantenimiento, por exceso de personal y por falta de políticas y procedimientos que hagan más eficiente el trabajo de cada trabajador y del equipo global. Otras diferencias pueden estar relacionadas con factores institucionales, como es el caso de diferencias en las cargas prestacionales debido a las sucesivas negociaciones de pliegos entre los trabajadores y la empresa.

Mediante la revisión de las investigaciones previas relacionadas y la aplicación de la experiencia del equipo de trabajo, se realizó una selección de Numerarios Tecnológicos que se considera son los factores más representativos que inciden sobre las características tecnológicas y, a su vez, sobre la magnitud de los costos. Por lo anterior, se tuvieron en cuenta no sólo factores tecnológicos que inciden directamente en la composición de los costos AOM, sino también aspectos físico-ambientales, urbano-regionales e institucionales, con implicaciones tecnológicas que a su vez influyen en tales costos.

La selección de los numerarios tecnológicos ha tenido en cuenta algunos criterios básicos, para cada macroproceso involucrado. Se seleccionaron algunos numerarios que describen la magnitud de los

sistemas, como los caudales captados, tratados, distribuidos y facturados, la población atendida, las áreas del perímetro sanitario, las longitudes de tuberías y la magnitud de la facturación. También se seleccionaron numerarios indicativos de características tecnológicas o de características físico-ambientales, urbano-regionales y organizacionales que inciden en las características tecnológicas, como las diferencias de altitud para establecer los requerimientos del bombeo, características de la fuente para establecer diferencias en requerimientos de tratamiento, características de la densidad urbana para establecer diferencias en costos de distribución. Finalmente se seleccionaron algunos numerarios más relacionados con la eficiencia de los procesos involucrados, como el consumo unitario de energía para cada macroproceso, el consumo unitario de insumos químicos para el tratamiento, densidades de elementos de control en las redes de distribución e índices de eficiencia en procesos de comercialización.

La Tabla 3.1 presenta el listado de numerarios técnicos seleccionados para llevar a cabo los análisis de las empresas de la muestra seleccionada. La base de datos conformada con la información proveniente de la encuesta, complementada con la información de los Planes de Gestión y Resultados, del ISN y la información extraída del DANE, IDEAM y la Fundación Social, fue sometida a análisis según la metodología establecida para la selección de los numerarios, y combinaciones de estos, de mejor explicación de los costos AOM por procesos.



**Tabla 3.1**  
**Numerarios técnicos por macroprocesos para análisis**  
**de costos AOM en sistemas de acueducto y alcantarillado**

<b>Macroproceso I. Captación – Acueducto</b>	
1	$Q_c$ = CAUDAL PROMEDIO CAPTADO (l/s)
2	$H_c$ = DIFERENCIA DE ALTURA DINÁMICA ENTRE CAPTACIÓN (PRINCIPAL) Y PLANTA DE TRATAMIENTO (m) (En caso de bombeo, HC debe incluir la diferencia en altitud más las pérdidas de energía del transporte, con el caudal promedio)
3	$E_c$ = CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL PROCESO DE CAPTACIÓN Y TRANSPORTE HASTA LA PLANTA DE TRATAMIENTO, POR UNIDAD DE AGUA TRATADA (KwH/m <sup>3</sup> )
4	$L_{ct}$ = DISTANCIA DE LA CONDUCCIÓN ENTRE LA FUENTE (PRINCIPAL) Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO (m)
5	$D_c$ = DIÁMETRO (EQUIVALENTE) DE LA(S) CONDUCCIÓN(ES) ENTRE LA FUENTE (PRINCIPAL) Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO (PARA $Q_c$ y $H_c$ )
6	$I_{of}$ = ÍNDICE BÁSICO DE VARIACIÓN DE CAUDAL EN LA FUENTE = (CAUDAL DE ESTIAJE) / (CAUDAL MEDIO)

<b>Macroproceso II. Tratamiento – Acueducto</b>	
1	$Q_T$ = CAUDAL PROMEDIO DE AGUA TRATADA (l/s)
2	$I_{\alpha}$ = ÍNDICE DE AGUA PARA LAVADO = (VOLUMEN DE AGUA TRATADA UTILIZADA PARA LAVADO) / (VOLUMEN TOTAL DE AGUA TRATADA) (%)
3	$I_{\alpha T}$ = $Q_T / Q_C$ = ÍNDICE DE PÉRDIDAS DE AGUA TRATADA VS AGUA CAPTADA (%)
4	$E_T$ = CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA TRATAMIENTO, POR UNIDAD DE AGUA TRATADA (KwH/m <sup>3</sup> )
5	$K_i$ = ÍNDICE DE CALIDAD (i) DEL AGUA CRUDA (1: TURBIEDAD; 2: COLIFORMES; 3: COLOR)
6	$P_i$ = CONSUMO DEL PRODUCTO QUÍMICO (i), POR UNIDAD DE AGUA TRATADA (Kg/m <sup>3</sup> )
7	$L_{TD}$ = LONGITUD DE LA CONDUCCIÓN ENTRE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y EL INICIO DE LA DISTRIBUCIÓN
8	$H_{TD}$ = DIFERENCIA DE ALTURA DINÁMICA ENTRE PLANTA DE TRATAMIENTO Y ALTITUD MEDIA DE LA ZONA DE DISTRIBUCIÓN (m) (En caso de bombeos, HC debe incluir la diferencia en altitud más las pérdidas de energía del transporte, con el caudal promedio $Q_T$ )
9	$D_{TD}$ = DIÁMETRO (EQUIVALENTE) DE LA(S) CONDUCCIÓN(ES) ENTRE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y EL INICIO DE LA DISTRIBUCIÓN (para $Q_{TD}$ y $H_{TD}$ )



Continuación Tabla 3.1

<b>Macroproceso III. Distribución – Acueducto</b>	
1	$Q_D$ = CAUDAL PROMEDIO DE AGUA DISTRIBUIDA (l/s)
2	$A$ = VOLUMEN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y COMPENSACIÓN EN EL SISTEMA MATRIZ ( $m^3$ )
3	$L_M$ = LONGITUD TOTAL DE REDES MATRICES (Km)
4	$L_L$ = LONGITUD TOTAL DE REDES LOCALES (Km)
5	$E_D$ = CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA DISTRIBUCIÓN, POR UNIDAD DE AGUA TRATADA ( $Kwh/m^3$ )
6	$a$ = VOLUMEN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y COMPENSACIÓN EN EL SISTEMA MATRIZ POR SUScriptor ( $m^3/Susc$ )
7	$r$ = DENSIDAD DE REDES DE DISTRIBUCIÓN, POR UNIDAD DE ÁREA DEL PERÍMETRO URBANO (Km/Ha)
8	$m$ = DENSIDAD DE MICROMEDIDORES, POR LONGITUD DE REDES (l/m)
9	$e$ = ÍNDICE DE EDAD MEDIA PONDERADA DE LAS TUBERÍAS (años)

<b>Macroproceso IV. Comercialización – Acueducto</b>	
1	$S_A$ = NÚMERO TOTAL DE SUSCRITORES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO
2	$\square_s$ = DENSIDAD DE SUSCRITORES POR UNIDAD DE ÁREA DENTRO DEL PERÍMETRO URBANO (l/Ha)
3	$C_1$ = PROPORCIÓN DEL TOTAL DE LA POBLACIÓN URBANA QUE NO ESTA SUSCRITA AL SISTEMA (%)
4	$C_2$ = PROPORCIÓN DEL TOTAL DE SUSCRITORES CON MICROMEDIDOR (%)
5	$Q_F$ = VOLUMEN TOTAL DE AGUA FACTURADA ( $m^3$ )
6	$C_3$ = PROPORCIÓN DEL VOLUMEN TOTAL DE AGUA FACTURADA POR EL SECTOR RESIDENCIAL (%)
7	$q_s$ = VOLUMEN MENSUAL FACTURADO PROMEDIO, POR SUScriptor (promedio total) ( $m^3$ )
8	$q_R$ = VOLUMEN MENSUAL FACTURADO PROMEDIO, POR SUScriptor RESIDENCIAL ( $m^3$ )
9	$C_4$ = ÍNDICE (I) DE AGUA NO FACTURADA = $1 - (VOLUMEN\ TOTAL\ DE\ AGUA\ FACTURADA) / (VOLUMEN\ TOTAL\ DE\ AGUA\ SUMINISTRADA\ AL\ SISTEMA\ DE\ DISTRIBUCIÓN)$
10	$C_5$ = PROPORCIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE SUSCRITORES CON PRESIONES ADECUADAS Y SERVICIO CONTINUO
11	$C_6$ = NÚMERO ANUAL DE ROTURAS DE TUBOS, POR UNIDAD DE LONGITUD DE TUBERÍAS
12	$C_7$ = PROMEDIO DEL No. MÍNIMO DE MANZANAS INVOLUCRADAS PARA LA REALIZACIÓN DE UN CIERRE COMPLETO DEL FLUJO



## MODELO DE COSTOS

Continuación Tabla 3.1

13	$F_T$ = VALOR TOTAL FACTURADO ANUALMENTE POR VENTAS DE AGUA (\$)
14	$F_R$ = PORCENTAJE TOTAL FACTURADO ANUALMENTE POR VENTAS DE AGUA AL SECTOR RESIDENCIAL (%)
15	$T_T$ = TARIFA MEDIA TOTAL, POR SUScriptor (\$/m <sup>3</sup> )
16	$T_R$ = TARIFA MEDIA RESIDENCIAL, POR SUScriptor (\$/m <sup>3</sup> )
17	$C_B$ = PROPORCIÓN DE LA TARIFA MEDIA TOTAL, CORRESPONDIENTE AL SECTOR RESIDENCIAL
18	$C_S$ = VALOR PROMEDIO DE FACTURACION MENSUAL EN RESIDENCIAS (\$)= $T_R * q_R$
19	$C_{10}$ = PERÍODO DE FACTURACIÓN PARA EL SECTOR RESIDENCIAL (meses)
20	$C_{11}$ = ÍNDICE DE EFICIENCIA EN EL RECAUDO DE LA FACTURACIÓN
21	$C_{12}$ = PROPORCIÓN SOBRE EL TOTAL DE USUARIOS DEL NÚMERO ANUAL DE RECLAMOS

### Macroproceso V. Recolección de aguas residuales - Alcantarillado

1	$Q_R$ = CAUDAL PROMEDIO DE AGUAS RESIDUALES RECOLECTADAS (l/s)
2	$R_1$ = PROPORCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO (%)
3	$L_{TR}$ = LONGITUD TOTAL DE REDES TRONCALES DE ALCANTARILLADO (Km)
4	$L_{LR}$ = LONGITUD TOTAL DE REDES SECUNDARIAS DE ALCANTARILLADO (Km)
5	$R_2$ = DENSIDAD DE REDES DE DISTRIBUCIÓN, POR UNIDAD DE ÁREA DEL PERÍMETRO URBANO (Km/Ha)
6	$E_R$ = CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES, POR UNIDAD DE AGUA RECOLECTADA (KwH/m <sup>3</sup> )
7	$R_3$ = PROPORCIÓN DEL TOTAL DE AGUAS RECOLECTADAS QUE REQUIEREN BOMBEO
8	$R_4$ = ÁREA TOTAL COMPRENDIDA DENTRO DEL PERÍMETRO SANITARIO (Ha)
9	$R_5$ = LONGITUD TOTAL DE VÍAS URBANAS (Km)
10	$R_6$ = NÚMERO TOTAL DE POZOS DE INSPECCIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

### Macroproceso VI. Tratamiento de aguas residuales - Alcantarillado

1	$Q_{TR}$ = CAUDAL TOTAL SOMETIDO AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
2	$ETR$ = CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, POR UNIDAD DE AGUA TRATADA (KwH/m <sup>3</sup> )
3	NIVEL DEL TRATAMIENTO Y PROCESOS INVOLUCRADOS (PRIMARIO, SECUNDARIO, TERCARIO)
4	$e_i$ = EFICIENCIA DEL PROCESO (i)



Continuación Tabla 3.1

Macroproceso VII. Comercialización - Alcantarillado	
1	$S_{AS}$ = NÚMERO TOTAL DE SUSCRIPTORES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
2	$\square_{SS}$ = DENSIDAD DE SUSCRIPTORES ALCANTARILLADO POR UNIDAD DE ÁREA DENTRO DEL PERÍMETRO URBANO (1/Ha)
3	$S_1$ = PROPORCIÓN DEL TOTAL DE LA POBLACIÓN URBANA QUE NO ESTA SUSCRITA AL SISTEMA (%)
4	$S_2$ = PROPORCIÓN DEL TOTAL DE SUSCRIPTORES INDUSTRIALES DEL ALCANTARILLADO (%)
5	$S_3$ = PROPORCIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE SUSCRIPTORES CON VERTIMIENTOS CONTROLADOS
6	$F_{TS}$ = VALOR TOTAL FACTURADO ANUALMENTE POR ALCANTARILLADO SANITARIO (\$)
7	$F_{RS}$ = PROPORCIÓN DEL TOTAL FACTURADO ANUALMENTE POR ALCANTARILLADO SANITARIO POR EL SECTOR RESIDENCIAL(%)
8	$T_{TS}$ = TARIFA MEDIA TOTAL DEL ALCANTARILLADO, POR SUSCRIPTOR (\$/m <sup>3</sup> )
9	$T_{RS}$ = TARIFA MEDIA RESIDENCIAL, POR SUSCRIPTOR (\$/m <sup>3</sup> )
10	$S_4$ = PROPORCIÓN DE LA TARIFA MEDIA TOTAL, CORRESPONDIENTE AL SECTOR RESIDENCIAL
11	$S_5$ = VALOR PROMEDIO DE FACTURACIÓN MENSUAL EN RESIDENCIAS (\$)= $T_r * q_r$
12	$S_6$ = PERÍODO DE FACTURACIÓN PARA EL SECTOR RESIDENCIAL (meses)

### 3.1.2 Comparación de Costos por Bandas

La hipótesis general del modelo buscó establecer que la evaluación comparativa de la eficiencia de las ESPD, para un grupo de entidades típicamente comparables, se explicara a través de las diferencias relativas entre los costos de producción y los gastos de administración en que se incurre para cada uno de los procesos que componen el servicio público domiciliario que presta la entidad y, a su vez, que tales diferencias de costos se explicarán por las diferencias de costo unitario de algunos factores críticos de producción o por las diferencias o efectos de escala-

miento de aspectos como los costos de transacción.

La estructura de costos de las ESPD se discrimina de manera general entre los costos de operación y mantenimiento y los gastos generales en que se incurre durante un ejercicio anual, correspondiente a 1997, para cada proceso de cada servicio público. Esta estructura es concordante con la filosofía de desagregación de costos por actividad establecida para el Plan Único de Cuentas (PUC) y se correlaciona en alto grado con la codificación establecida por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). En el último artículo de esta edición ilustraremos de manera más amplia sobre este tema.



### **3.2 Indicadores de costos unitarios por proceso – por eficiencia laboral– por factores críticos**

Adicional a la formulación de las bandas de eficiencia y la clasificación de las empresas por numerario, por macroproceso, y su ponderación general, fue posible con base en la encuesta, realizar otros análisis de costos unitarios por proceso, de eficiencia laboral y de eficiencia de factores críticos, tal es el caso de energía o sustancias químicas. Con este marco de referencia general se propuso un catálogo de indicadores para tres niveles de referencia:

1. Análisis de costos unitarios por procesos
2. Análisis de eficiencia laboral.
3. Análisis de eficiencia por factores críticos.

Los análisis de eficiencia laboral y por factores críticos corresponden a una desagregación estimada para cada macroproceso, teniendo como marco de referencia el análisis por servicios y macroprocesos. De este modo fue posible identificar y explicar las diferencias más significativas entre los costos de cada servicio y, con base en la evaluación de las condiciones ambientales, urbanísticas o de tecnología del macroproceso en cuestión, considerar la situación de la ESPD, así como sus posibilidades de ajuste hacia el logro de una mayor eficiencia.

La estructura de costos de las ESPD se discriminó de manera general entre los costos de operación y mantenimiento y los gastos generales durante un ejercicio

anual, correspondiente a 1997, para cada proceso de cada servicio público. Dentro de esta desagregación, como parte de los gastos administrativos, se incluyeron los costos de transacción más significativos para la prestación de estos servicios. De ellos se destacan, dentro de los denominados costos asociados al costo laboral, los aportes sindicales y las transferencias por mesadas pensionales. Estas erogaciones varían entre entidades públicas y privadas, entre las de larga tradición y las más recientemente fundadas. De manera similar se discriminan otros costos de transacción como las contribuciones a los organismos de control y regulación, los cuales, por ser generalmente un porcentaje del total de los costos de producción y de los gastos administrativos, reflejan un escalamiento en los indicadores de costo unitario por usuario o por metro cúbico producido, cuando se presentan significativas diferencias entre los parámetros unitarios de las diversas entidades.

La caracterización tecnológica ha procurado tomar en cuenta los factores ambientales, demográficos, urbanísticos y regionales más significativos por su efecto en el comportamiento de los costos y gastos de cada ESPD. Esto se traduce necesariamente en la adopción de tecnologías de toma, regulación, transporte, tratamiento y distribución de agua potable, como también en la recolección, transporte, tratamiento y disposición de las aguas residuales o de alcantarillado. Esta caracterización tecnológica establecida en las encuestas permitió adelantar un análisis de caso sobre aspectos más específicos dentro de



un marco homologado de información técnico-económica para todas las ESPD involucradas en esta investigación.

La encuesta (Anexo B) dirigida a las ESPD seleccionadas por la CRA fue codificada con variables alfanuméricas con el fin de establecer una base de datos de indicadores de costos para asegurar la comparación entre estas entidades según las tipologías ambientales municipales definidas. Los Cuadros incluidos en este numeral muestran la codificación sobre el formato mismo de la encuesta.

Las tablas de los indicadores unitarios de costo por macroproceso, por metro cúbico o por usuario, presentan las variables a utilizar y las fórmulas de cálculo, separados por macroprocesos para cada servicio. Con ellas se conformó el catálogo de indicadores con base en los cuales se estimaron los valores mínimos y máximos de costo unitario que son el marco de evaluación comparativa, para cada grupo homogéneo de entidades según tipologías municipales previamente establecidas.

En la desagregación de la evaluación comparativa por macroprocesos fue necesario discriminar algunos de los factores de costo por grandes rubros que pudieron afectar significativamente la estructura de costos de empresas públicas frente a las privadas, así como a las empresas antiguas frente a aquellas de más reciente creación. Tal fue el propósito de analizar por separado los costos de personal, de equipos, materiales e insumos varios que no se pudieron tratar de manera genérica para todas las ESPD, dadas las importantes dife-

rencias en la naturaleza y tradición de cada entidad y por lo tanto fue necesario generar una posibilidad adicional de análisis de manera discriminada.

Para la evaluación desagregada, en el formato IA de la encuesta, a la derecha de las columnas de la matriz que presentan los costos discriminados por servicios y por grandes rubros, se establecieron unos porcentajes de prorrateo de estos costos para los respectivos macroprocesos de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Las unidades básicas de medida para los tres niveles de análisis, para efectos de costos unitarios operativos y de mantenimiento de los respectivos procesos para cada servicio fueron, de una parte, el metro cúbico o el metro cúbico por segundo, según correspondiera a un determinado componente del sistema. De otra parte, para los respectivos componentes de gasto por la administración o gestión de la prestación del servicio, la unidad de costo unitario fue, según el caso, las anteriores o por usuario.

### **3.2.1 Análisis de eficiencia de la ESPD por servicios y por procesos agregados**

Se estableció un marco general de referencia de los indicadores y los rangos de costos unitarios por la operación y mantenimiento y los gastos de administración por macroprocesos de acueducto y alcantarillado, para cada conjunto homogéneo de las ESPD, según la caracterización tecnológica y la tipología municipal previamente establecidas.



La evaluación de costos por procesos se estimó por metro cúbico de agua potable facturado y por usuario atendido. Aunque para el caso del alcantarillado no existe un sistema de micromedición similar al del acueducto, se asumió una misma unidad de medida, dada la general asociación de estos dos servicios bajo una misma ESPD. El catálogo de indicadores de costos unitarios, determinado a partir de la referida codificación de las variables establecidas, aparece en las Tablas 3.2, 3.3 y 3.4.

**3.2.2 Análisis de eficiencia laboral por procesos**

La eficiencia laboral por procesos en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y alcantarillado se apoya en los indicadores de asignación de personal y en los costos laborales

para cada uno de estos servicios y sus correspondientes procesos.

Dos aspectos que diferencian significativamente el comportamiento actual de la estructura de costos de las ESPD lo constituyen los denominados costos laborales asociados o extralegales, establecidos, de una parte como prestaciones sociales extralegales y, de otra parte, las transferencias o aportes sindicales que progresivamente van generándose en las entidades más antiguas.

De otra parte, subsiste un muy importante factor de costo laboral en las entidades asociado a la carga pensional que durante muchos años no ha sido reconocida en el pasivo de las ESPD, cuyos cálculos actuariales están sometidos por reglamentación contable a un proceso de amortización anual, con reflejo en el estado de resultados. Los recursos para el pago futu-

**Tabla 3.2**  
**Análisis de costos unitarios total por procesos: operación y mantenimiento**

Núm.	Descripción	Fórmula /
1.	<b>Producción y Mantenimiento</b>	CPTPM
1.1.	Producción y Mantenimiento <b>Acueducto</b>	CPTPMac
1.1.1	Producción y Mantenimiento Acueducto/M <sup>3</sup> facturado	COP / CVLFP
	Producción	COPC / CVLFP
	Tratamiento	COPT / CVLFP
	Distribución	COPD / CVLFP
1.1.2	Producción y Mantenimiento Acueducto/Usuario	COP / NU
1.2.	Producción y Mantenimiento <b>Alcantarillado</b>	
1.2.1	Producción y Mantenimiento Alcantarillado/M <sup>3</sup> facturado	COR
	Recolección aguas sanitarias	CORS / CVLFP
	Recolección aguas lluvias	CORL / CVLFP
	Tratamiento	CORT / CVLFP



Tabla 3.3		
Análisis de costos unitarios total por procesos: comercialización		
Núm.	Descripción	Fórmula
2.	<b>Comercialización</b>	CMTE
2.1.	Comercialización <b>Acueducto</b>	CMP
2.1.1	Comercialización Acueducto/M <sup>3</sup> facturado	CMP
	Producción	CMPC / CVLFP
	Tratamiento	CMPT / CVLFP
	Distribución	CMPD / CVLFP
2.1.2	Comercialización Acueducto/Usuario	CMP / NU
2.2.	Comercialización <b>Alcantarillado</b>	CMR
2.2.1	Comercialización Alcantarillado/M <sup>3</sup> facturado	CMR / CVLFP
	Recolección aguas sanitarias	CMRS / CVLFP
	Recolección aguas lluvias	CMRL / CVLFP
	Tratamiento	CMRT / CVLFP

Tabla 3.4		
Análisis de costos unitarios total por procesos: administración		
Núm.	Descripción	Fórmula
3.	<b>Administración</b>	GATE
3.1.	Administración <b>Acueducto</b>	GAP
3.1.1	Administración Acueducto/M <sup>3</sup> facturado	GAP / CVLFP
	Producción	GAPC / CVLFP
	Tratamiento	GAPT / CVLFP
	Distribución	GAPD / CVLFP
3.1.2	Administración Acueducto/Usuario	GAP / NU
3.2.	Administración <b>Alcantarillado</b>	GAR
3.2.1	Administración Alcantarillado/M <sup>3</sup> facturado	GAR
	Recolección aguas sanitarias	GARS / CVLFP
	Recolección aguas lluvias	GARL / CVLFP
	Tratamiento	GART / CVLFP



ro de estas obligaciones necesitan ser conformados, por lo que se deben adoptar diversas acciones, vía la capitalización de fondos internos de pensiones, el reconocimiento de bonos pensionales, el pago de cuotas partes pensionales o las transferencias a las Administradoras de Fondos de Pensiones.

En este sentido se evaluaron los indicadores de asignación de personal y costos laborales por servicios y sus correspondientes procesos y la incidencia de los costos asociados por entidad o por servicio, de acuerdo a como dicha información fue discriminada en la encuestas.

Es necesario advertir que la evaluación de asignación de personal y de costos laborales unitarios promedio debió ser ajustada con base en el valor de los contratos de operación, mantenimiento, comercialización y otros servicios específicamente aplicables a cada proceso, según se deduce del reporte de costos, entre otros, en el Formato 1.A de la Encuesta a las ESPD, en los Numerales 3.4.2.5 y 6.4.2.5. Contratos de Mantenimiento y Reparaciones con Terceros, así como en el Numeral 6.4.2.3 Contratos de Seguridad y Mantenimiento de Instalaciones.

Una alternativa de ajuste no satisfactoria en los indicadores de asignación de personal consistió en deducir el promedio de personal equivalente según el costo unitario promedio de personal; sin embargo, este método tenía el riesgo de incorporar las eventuales ineficiencias laborales en los parámetros reales de asignación de personal en los subcontratos (Tablas 3.5 a 3.8).

### **3.2.3 Análisis de eficiencia por factores críticos**

La caracterización tecnológica de los sistemas de acueducto y alcantarillado, en conjunto con la definición de tipologías municipales, constituye la base de referencia para determinar la incidencia de algunos factores específicos en la estructura de costos de prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y alcantarillado.

Entre los factores típicamente más significativos en la determinación de costos se encuentran, entre otros:

- El costo de energía eléctrica o de combustibles y lubricantes en sistemas con altas necesidades de bombeo en captación, tratamiento o distribución de agua potable; también para la emisión final de aguas de alcantarillado.
- El costo de sustancias químicas para potabilización de aguas, especialmente en cuencas con problemas complejos de contaminación.
- El costo de equipos en los anteriores casos.
- El costo de reposición de tuberías en sistemas de distribución con suelos ácidos o redes muy antiguas.
- Los costos ambientales, derivados tanto de condiciones estructurales de las fuentes de abastecimiento, como también de procesos de deterioro.

El análisis del comportamiento de costos de estos factores debe correlacionarse con la determinación de tipologías



**Tabla 3.5**  
**Asignación de personal en servicio de agua potable**

Núm.	Descripción	Fórmula
1.	Asignación de Personal/M <sup>3</sup> facturados	
1.1	Operación y Mantenimiento	$(PTPP + POMP) / CVLFP$
	• Captación	$(PTPPC + POMPC) / CVLFP$
	• Tratamiento	$(PTPPT + POMPT) / CVLFP$
	• Distribución	$(PTPPD + POMPD) / CVLFP$
1.2	Comercialización	$(PCP + PFP) / CVLFP$
1.3	Administración	$(PGP + POP) / CVLFP$
2.	Asignación de Personal/Usuario	
2.1	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(PTPP + POMP) / NU$
	• Captación	$(PTPPC + POMPC) / NU$
	• Tratamiento	$(PTPPT + POMPT) / NU$
	• Distribución	$(PTPPD + POMPD) / NU$
2.2	Comercialización	$(PCP + PFP) / NU$
2.3	Administración	$(PGP + POP) / NU$

**Tabla 3.6**  
**Asignación de personal en servicio de alcantarillado**

Núm.	Descripción	Fórmula
1.	Asignación de Personal/M <sup>3</sup> facturados	
1.1	Operación y Mantenimiento	$(PTPR + POMR) / CVFR$
	• Recolección Sanitaria	$(PTPRS + POMRS) / CVFR$
	• Recolección Lluvias	$(PTPRL + POMRL) / CVFR$
	• Tratamiento	$(PTPRT + POMRT) / CVFR$
1.2	Comercialización	$(PCR + PFR) / CVFR$
1.3	Administración	$(PGR + POR) / CVFR$
2.	Asignación de Personal/Usuario	
2.1	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(PTPR + POMR) / NU$
	• Recolección sanitaria	$(PTPRS + POMRS) / NU$
	• Recolección lluvias	$(PTPRL + POMRL) / NU$
	• Tratamiento	$(PTPRT + POMRT) / NU$
2.2	Comercialización	$(PCR + PFR) / NU$
2.3	Administración	$(PGR + POR) / NU$



<b>Tabla 3.7</b> <b>Análisis de costos laborales en servicio de agua potable</b>		
Núm.	Descripción	Fórmula
1.	Costos de Personal / M <sup>3</sup> facturados	
1.1	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$COLP / (PTPP + POMP) / CVLFP$
	• Captación	$COLPC / (PTPPC + POMPC) / CVLFP$
	• Tratamiento	$COLPT / (PTPPT + POMPT) / CVLFP$
	• Distribución	$COLPD / (PTPPD + POMPD) / CVLFP$
1.2	Comercialización	$COLPCC / (PCP + PFP) / CVLFP$
1.3	Administración	$GALP / (PGP + POP) / CVLFP$
2.	Costos de Personal / Usuario	
2.1	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$COLP / (PTPP + POMP) / NU$
	• Captación	$COLPC / (PTPPC + POMPC) / NU$
	• Tratamiento	$COLPT / (PTPPT + POMPT) / NU$
	• Distribución	$COLPD / (PTPPD + POMPD) / NU$
2.2	Comercialización	$COLPCC / (PCP + PFP) / NU$
2.3	Administración	$GALP / (PGP + POP) / NU$

<b>Tabla 3.8</b> <b>Análisis de costos laborales en servicio de alcantarillado</b>		
Núm.	Descripción	Fórmula
1.	Costos de Personal / M <sup>3</sup> facturados	
1.1	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(PTPR + POMR) / CVFR$
	• Recolección Sanitaria	$(PTPRS + POMRS) / CVFR$
	• Recolección Lluvias	$(PTPRL + POMRL) / CVFR$
	• Tratamiento	$(PTPRT + POMRT) / CVFR$
1.2	Comercialización	$(PCR + PFR) / CVFR$
1.3	Administración	$(PGR + POR) / CVFR$
2.	Costos de Personal / Usuario	
2.1	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(PTPR + POMR) / NU$
	• Recolección Sanitaria	$(PTPRS + POMRS) / NU$
	• Recolección Lluvias	$(PTPRL + POMRL) / NU$
	• Tratamiento	$(PTPRT + POMRT) / NU$
2.2	Comercialización	$(PCR + PFR) / NU$
2.3	Administración	$(PGR + POR) / NU$



municipales, de modo que sea posible establecer pautas de evaluación o factores de ponderación para el análisis del comportamiento del costo de servicio en los diferentes ESPD municipales.

No obstante la facilidad que establece el marco general de las tipologías de municipios y la correspondiente caracterización tecnológica, la encuesta mantiene un nivel de generalidad que hace extremadamente difícil establecer un nivel óptimo de costos unitarios al cual deba aproximarse el conjunto de ESPD. Un ejemplo de ello se plantea en el análisis de costos por consumo de energía eléctrica, dadas las características de trama y relieve urbano que afecta un factor general como es el tamaño del área o de la población atendidas.

En este mismo orden de ideas, el análisis de costos por fuentes alternativas de energía, por ejemplo, entre operación con electricidad o con combustibles fósiles no es simple ni puede ser generalizado, dado que no siempre es tecnológicamente posible en un municipio o región dada, acometer la sustitución de estas fuentes energéticas.

De otra parte, se procura establecer un nivel general de referencia entre el costo de depreciación, generalmente asociado de manera considerable a instalaciones o equipos de reciente puesta en servicio, frente al costo general de reparación y mantenimiento de equipos viejos o con alto grado de obsolescencia. Al respecto, una alternativa de financiación de cualquiera de estas dos alternativas es el arrendamiento de equipos, por lo cual deben integrarse estos tres factores de costo

junto con el de combustibles y lubricantes para establecer un sistema general de referencia de costos por concepto de maquinaria y equipos.

Con estas salvedades, a modo de ejemplo, sobre el alcance real de esta evaluación de costos unitarios promedio se presenta una selección de los principales indicadores a establecer para el análisis de costos de factores críticos por procesos para los siguientes rubros generales (Tablas 3.9 a 3.14)

- Energía Eléctrica
- Combustibles y Lubricantes
- Sustancias Químicas
- Insumos Varios
- Depreciación
- Reparaciones y Mantenimiento

#### **3.2.4 Análisis de costos laborales asociados**

El análisis de otros factores inerciales de costos, generalmente asociados a entidades prestadoras antiguas o a entidades expuestas a presiones externas, se analiza algunos factores administrativos de costo laboral, los que generalmente se reflejan en su carga laboral con personal supernumerario u otros servicios personales no siempre asociados de manera directa con las operaciones propias de la prestación de los servicios públicos domiciliarios a su cargo.

Una vez más, la incidencia real de estos costos se refleja en su impacto en la estructura de costos unitarios, bien sea por metro cúbico facturado o por usuario atendido. Por su naturaleza, estos costos que



<b>Tabla 3.9</b> <b>Costos Unitarios de Factores Críticos por Procesos: Energía Eléctrica</b>		
Núm.	Descripción	Fórmula
1.	<b>Energía Eléctrica</b>	
1.1.	Costo energía eléctrica en Agua Potable / M <sup>3</sup>	$(COEEP + GAIEEP) / CVLFP$
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(COEEP - COEPM) / CVLFP$
	• Captación	$COEEPC / CVLFP$
	• Tratamiento	$COEPT / CVLFP$
	• Distribución	$COEPCD / CVLFP$
	Comercialización	$COEPM / CVLFP$
	Administración	$GAIEEP / CVLFP$
1.2.	Costos energía eléctrica en Alcantarillado / M <sup>3</sup>	$(COEER - GAIEER) / CVFR$
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(COEER - COERM) / CVFR$
	• Recolección Sanitaria	$COEERS / CVFR$
	• Recolección Lluvias	$COEERL / CVFR$
	• Tratamiento	$COEERT / CVFR$
	Comercialización	$COEERC / CVFR$
	Administración	$GAIEER / CVFR$

<b>Tabla 3.10</b> <b>Costos Unitarios de Factores Críticos por Procesos: Combustibles y Lubricantes</b>		
Núm.	Descripción	Fórmula
1.	<b>Combustibles y Lubricantes</b>	
1.1.	Costo combustibles y lubricantes en Agua Potable / M <sup>3</sup>	$(COBLP + GAIBLP) / CVLFP$
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(COBLP - COBLPM) / CVLFP$
	• Captación	$COBLPC / CVLFP$
	• Tratamiento	$COBLPT / CVLFP$
	• Distribución	$COBLPD / CVLFP$
	Comercialización	$COBLPM / CVLFP$
	Administración	$GAIBLP / CVLFP$
1.2.	Costos BL Alcantarillado / M <sup>3</sup>	$(COBLR + GAIBLR) / CVFR$
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(COBLR - COBLRC) / CVFR$
	• Recolección Sanitaria	$COBLRS / CVFR$
	• Recolección Lluvias	$COBLRL / CVFR$
	• Tratamiento	$COBLRT / CVFR$
	Comercialización	$COBLRC / CVFR$
	Administración	$GAIBLR / CVFR$



**Tabla 3.11**  
**Costos Unitarios de Factores Críticos por Procesos: Sustancias Químicas**

Núm.	Descripción	Fórmula
I.	<b>Sustancias Químicas</b>	
I.1.	Costo SQ Agua Potable / M <sup>3</sup>	COQP / CVLFP
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	(COQP) / CVLFP
	• Tratamiento	COQPT / CVLFP
I.2.	Costos SQ Alcantarillado / M <sup>3</sup>	COQRT / CVFR
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	(COQR) / CVFR
	• Tratamiento	COQRT / CVFR

**Tabla 3.12**  
**Costos Unitarios de Factores Críticos por Procesos: Insumos Varios**

Núm.	Descripción	Fórmula
I.	<b>Insumos Varios</b>	
I.1.	Costo IV Agua Potable / M <sup>3</sup>	(COIVP + GAIVP) / CVLFP
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	(COIVP - COIVPM) / CVLFP
	• Captación	COIVPC / CVLFP
	• Tratamiento	COIVPT / CVLFP
	• Distribución	COIVPD / CVLFP
	Comercialización	COIVPM / CVLFP
	Administración	(GAIVP-GAIEEP-GAIBLP) / CVLFP
I.2.	Costos IV Alcantarillado / M <sup>3</sup>	(COIVP + GAIR) / CVFE
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	(COIVR - COEERM) / CVFR
	• Recolección Sanitaria	COIVRS / CVFR
	• Recolección Lluvias	COIVRL / CVFR
	• Tratamiento	COIVRT / CVFR
	Comercialización	COIVRC / CVFR
	Administración	(GAIR-GAIEER-GAIBLR) / CVFR



**Tabla 3.13**  
**Costos Unitarios de Factores Críticos por Procesos:**  
**Depreciación Maquinaria y Equipo**

Núm.	Descripción	Fórmula
1.	<b>Depreciación Maq. &amp; Eq. Móvil</b>	
1.1.	Costo MEMD Agua Potable / M <sup>3</sup>	$(\text{COMEMDP} + \text{GAMEMDP}) / \text{CVLFP}$
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(\text{COMEMDP} - \text{COMEMDPM}) / \text{VLFP}$
	• Captación	$\text{COMEMDPC} / \text{CVLFP}$
	• Tratamiento	$\text{COMEMDPT} / \text{CVLFP}$
	• Distribución	$\text{COMEMDPD} / \text{CVLFP}$
	Comercialización	$\text{COMEMDPM} / \text{CVLFP}$
	Administración	$\text{GAMEMDP} / \text{CVLFP}$
1.2.	Costos MEMD Alcantarilla / M <sup>3</sup>	$(\text{COMEMDR} + \text{GAMEMDR}) / \text{CVFR}$
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(\text{COMEMDR} - \text{COMEMDRM}) / \text{VFR}$
	• Recolección Sanitaria	$\text{COMEMDRS} / \text{CVFR}$
	• Recolección Lluvias	$\text{COMEMDRL} / \text{CVFR}$
	• Tratamiento	$\text{COMEMDRT} / \text{CVFR}$
	Comercialización	$\text{COMEMDRC} / \text{CVFR}$
	Administración	$\text{GAMEMDR} / \text{CVFR}$

**Tabla 3.14**  
**Costos Unitarios de Factores Críticos por Procesos:**  
**Reparación y Mantenimiento**

Núm.	Descripción	Fórmula
1.	<b>Reparación y Mantenimiento</b>	
1.1.	Costo MR Agua Potable / M <sup>3</sup>	$\text{COMRP} / \text{CVLFP}$
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(\text{COMRP} - \text{COMRPM}) / \text{CVLFP}$
	• Captación	$\text{COMRPC} / \text{CVLFP}$
	• Tratamiento	$\text{COMRPT} / \text{CVLFP}$
	• Distribución	$\text{COMRPD} / \text{CVLFP}$
	Comercialización	$\text{COMRPM} / \text{CVLFP}$
	Administración	$\text{GAMRP} / \text{CVLFP}$
1.2.	Costos MR Alcantarillado / M <sup>3</sup>	
	<b>Operación y Mantenimiento</b>	$(\text{COMRR} - \text{COEERM}) / \text{CVFR}$
	• Recolección Sanitaria	$\text{COMRRS} / \text{CVFR}$
	• Recolección Lluvias	$\text{COMRRL} / \text{CVFR}$
	• Tratamiento	$\text{COMRRT} / \text{CVFR}$
	Comercialización	$\text{COEERC} / \text{CVFR}$
	Administración	$\text{GAMRR} / \text{CVFR}$



son prácticamente estables en el ejercicio, independiente del volumen de producción o de la calidad del sistema comercial de la entidad, se asocian mejor con los costos fijos de la entidad y deberían en este sentido hacer parte del cargo fijo del servicio.

Estos factores se asocian a la carga administrativa de los aportes sindicales y de servicios personales temporales. Resultan ser muy significativos en entidades de larga antigüedad los costos asociados a las cargas pensionales, bien como resultado de la amortización del pasivo pensional por reconocer (lo cual no afecta en el corto plazo su flujo de efectivo pero consolida un pasivo pensional que debe ser capitalizado en cuenta especial), como también por la porción corriente de la

carga pensional, en el pago de mesadas y de cuotas partes pensionales.

Estos valores no suelen estar discriminados por servicio en cada ESPD, sino como gasto corporativo. No obstante, se procuró establecer el costo por servicio o efectuar prorrata de los gastos corporativos reportados por estos conceptos, para efectos del análisis por separación de servicios. En síntesis, los factores de costo laboral que se estimaron necesarios evaluar fueron (Tablas 3.15 a 3.19):

- Aportes Sindicales
- Servicios Personales Temporales
- Otros Servicios Temporales
- Porción corriente de la carga pensional
- Valor amortizado del pasivo pensional en 1997

Tabla 3.15 Costos Unitarios de Carga Laboral por Servicios: Aportes Sindicales		
Núm.	Descripción	Fórmula
I.	<b>Aportes Sindicales</b>	
I.1.	Costo AS Agua Potable / Usuar	GALASLP / NU
I.2.	Costo AS Alcantarillado / Usuar	GALASLR / NU

Tabla 3.16 Costos Unitarios de Carga Laboral por Servicios: Servicios Personales Temporales		
Núm.	Descripción	Fórmula
I.	<b>Servicios Personales temp</b>	
I.1.	Costo PT Agua Potable / Usuario	GALPTLP / NU
I.2.	Costo PT Alcantarillado / Usuario	GALPTLR / NU



<b>Tabla 3.17</b>		
<b>Costos Unitarios de Carga Laboral por Servicios: Otros Serv. Personales</b>		
<b>Núm.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fórmula</b>
<b>1.</b>	<b>Otros Servicios Personales</b>	
1.1.	Costo OS Agua Potable / Usuario	GALOSLP / NU
1.2.	Costo OS Alcantarillado / Usuario	GALOSLR / NU

<b>Tabla 3.18</b>		
<b>Costos Unitarios de Carga Laboral por Servicios: P/Cte. Carga Pensional</b>		
<b>Núm.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fórmula</b>
<b>1.</b>	<b>Porción Cte. Carga Pensional</b>	
1.1.	Costo MP Agua Potable / Usuario	GALMPLP / NU
1.2.	Costo MP Alcantarillado / Usuario	GALMPLR / NU

<b>Tabla 3.19</b>		
<b>Costos Unitarios de Carga Laboral por Servicios: Amortización Deuda</b>		
<b>Núm.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fórmula</b>
<b>1.</b>	<b>Amortización Deuda Pensión</b>	
1.1.	Costo AP Agua Potable / Usuario	GALAPLP / NU
1.2.	Costo AP Alcantarillado / Usuario	GALAPLR / NU

**Notas**

<sup>1</sup> Las fórmulas de esta tabla y las siguientes se obtienen de la codificación asignada a cada variable en la encuesta que diligenciaron las empresas. Véase el Anexo B.



## 4.

# CONSIDERACIONES INSTITUCIONALES Y FINANCIERAS DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN LA EVALUACIÓN COMPARATIVA

**A**demás de las consideraciones ambientales y urbano-regionales que constituyen factores determinantes de los requerimientos organizacionales o la naturaleza institucional de las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios, deben tenerse en cuenta otros aspectos inherentes a la tecnología aplicada y a la comercialización y/o financiación de los mismos, fundamentales también en la definición del tipo y forma de organización que se debe aplicar en la prestación de estos servicios esenciales.

Deben observarse diversos y complejos asuntos técnico-económicos, como son la necesidad de establecer un marco de planificación de largo plazo, la instalación progresiva de infraestructura física costosa y con largos periodos de explotación, con amortizaciones muy largas o, lo que resulta contablemente equivalente, con depreciaciones muy bajas. Al mismo tiempo, la instalación de equipos electromecánicos que exigen un apropiado abastecimiento de energía y mantenimiento especializado, así

como el suministro de sustancias químicas para potabilización de agua y otros menesteres de la tecnología aplicada.

Esto redundará en procesos de capacitación, entrenamiento y actualización tecnológica del personal que atiende los dispositivos de operación y mantenimiento de la infraestructura física instalada, como también de aquellos funcionarios que prestan un soporte logístico a los procesos operativos.

El tipo de organización que se formule debe ser consecuente con la naturaleza e importancia de los servicios. Implica una gestión ininterrumpida de 24 horas diarias, siete días semanales, cincuenta y dos semanas cada año, que requiere del manejo programado de rotaciones de personal y rutinas de operación o mantenimiento que deben contar con unos ciertos dispositivos redundantes o en *stand-by* para casos de emergencias, altas variaciones de demanda por estacionalidades, ciclos de mantenimiento preventivo y otras necesidades del servicio.



En la adecuada operación de la organización es fundamental un buen planeamiento financiero; éste debe buscar que los ingresos operacionales cubran los requerimientos de administración, operación y mantenimiento, así como la depreciación de los sistemas. Se debe disponer de sistemas contables apropiados para establecer la estructura de costos de la organización por actividades básicas, lo que permitirá optimizar procesos y procedimientos, y por consiguiente los costos globales de la organización.

Los requerimientos financieros de los programas de expansión deben obedecer a procesos de planeamiento debidamente fundamentados, ajenos a coyunturas políticas o de cualquier otro orden diferente a la prestación eficiente del servicio, y sujetos a programas de mejoramiento continuo de la calidad del servicio con la infraestructura disponible.

#### **4.1 Aspectos organizacionales: problemática de integración y de escala**

La conformación de un esquema organizacional para prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado resulta de los beneficios netos económicos y sociales esperados de integrar o desagregar el manejo de los procesos que componen cada servicio.

La conveniencia de la integración o desagregación está directamente relacionada con aspectos tales como la posibilidad de generar economías de escala o la po-

tencialidad de obtener una mayor eficiencia como resultado de la especialización por procesos. Naturalmente las condiciones políticas y socioeconómicas locales, el tamaño, y la distribución espacial de la población a servir son factores que inciden en la definición del tipo de organización que se debe tener.

Por otra parte está el tipo de agente prestatario de los servicios. Para un operador privado cuyo objetivo es obtener beneficios financieros del negocio, será prioritario establecer la potencialidad del mercado, en función de la talla de la localidad o localidades a servir. El concepto talla conjuga el tamaño poblacional y las condiciones socioeconómicas de la población que será atendida. Un operador público buscará el máximo beneficio económico y social para la sociedad en la operación del servicio, pero no deberá dejar de lado la necesidad de que la organización sea viable financieramente.

#### **4.1.1 La integración vertical u horizontal en la organización de una ESP**

Entre los dilemas propios del desarrollo organizacional de cualquier esquema de prestación de un servicio están las cuestiones relativas a qué tanto de cada proceso es técnica y económicamente justificable de hacer con la planta propia y cuánto debe adquirirse a un proveedor especializado. Por consiguiente, qué bienes y servicios deben integrarse verticalmente y cuáles convienen desagregar o adquirir por subcontratación.



En el caso específico de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado se obtienen generalmente economías de escala, tanto en la gestión técnico-operacional como comercial de los dos servicios. Dentro de la evaluación de la desagregación vertical por procesos de acueducto y alcantarillado, es necesario precisar los beneficios generados por la especialización de los procesos, los beneficios que la competitividad puede generar con costos más eficientes que se trasladen a los usuarios con tarifas competitivas.

De otra parte, las características locales o regionales de una ciudad en particular, determinan las condiciones de integración horizontal de los servicios de acueducto y alcantarillado entre sí, o con otros servicios públicos domiciliarios.

Un campo donde pueden generarse importantes economías de escala por aglomeración o por alcance, es la gestión comercial de acueducto y alcantarillado, al combinarse con otros servicios como energía o recolección de basuras. Aunque este sistema requiere del manejo de bases de datos independientes, dadas las especificidades de cada servicio público, en general se trata de procesos comerciales que pueden complementarse muy bien y funcionar adecuadamente bajo ciclos paralelos de facturación y recaudo.

No obstante lo anterior, se requiere contar con un desarrollo de aplicaciones informáticas que aseguren tanto la agilidad de los subprocesos como también la realización de apropiadas pruebas de auditoría de sistemas. Experiencias recientes en el Distrito Capital, entre los servicios de agua

potable y de aseo urbano que durante mucho tiempo fueron altamente integradas en los procesos de facturación y recaudo, pero que recientemente han sido separados<sup>1</sup>, han demostrado que la aplicación de sistemas con alto grado de independencia redundante en la detección recíproca de fallas e incluso en la detección de inconsistencias y problemas de corrupción.

### **4.1.2 Incidencia de la escala y la distribución poblacional en el esquema organizacional**

El tamaño y la distribución geográfica de la población de una región tiene incidencia en la conformación de un esquema organizacional eficiente y efectivo para la gestión de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico.

Poblaciones de tamaño intermedio y menor con mercados limitados, tendrán menores posibilidades de segregar la operación de los servicios, debido por una parte a las economías de escala y de otro lado a las limitaciones naturales para generar competencia. En la medida en que la talla mejora, las economías de escala tienden a ser menores y las posibilidades de competencia aumentan.

La desagregación vertical por procesos presenta el espacio para mejorar la competitividad de las empresas siempre y cuando se traduzca en costos eficientes que puedan trasladarse a los usuarios.

Adicionalmente surgen alternativas técnico-operativas que normalizan los efectos de los monopolios naturales<sup>2</sup>, tal es



el caso del concepto de “tubería matriz común” entre varios operadores, generando la posibilidad de competencia por sectores en materia de distribución.

En los municipios más pequeños y zonas rurales, el tamaño de la clientela no justifica la creación de esquemas organizacionales independientes de tipo empresarial, con una burocracia especializada. En estos municipios se adoptan una gran variedad de arreglos de participación comunitaria y de intervención directa del ente municipal en la gestión técnica, comercial y financiera de los servicios públicos.

Existen regiones en las que, por su capacidad de integración, y la disponibilidad de recursos técnicos, administrativos y financieros, un grupo de municipios facilita la gestión empresarial de una sola entidad para todos los núcleos urbanos. Es el caso de Acuantioquia, Acuavalle o de Esaquín, para citar estos ejemplos, donde incluso se encuentran incorporados a la gestión de un ente regional municipios que tienen un tamaño mayor que el de algunas poblaciones en otras regiones cuyos servicios públicos son manejados por organizaciones comunitarias.

### **4.2 Aspectos financieros: los diversos costos de capital en la gestión de la ESP**

Entre los diversos requerimientos de recursos financieros para la prestación del servicio se destacan los costos de capital de inversión para la instalación de la infraestructura física del servicio y, de otra parte, los costos de capital de trabajo para

la operación, mantenimiento y administración del servicio.

#### **4.2.1 Financiación de expansión de los servicios.**

La financiación de la expansión de los servicios en Colombia distingue tres grupos: las empresas de las ciudades de mayor talla, en las que se ha dado por la vía del crédito de fomento internacional Banco Mundial y BID, con efectos importantes en el endeudamiento global de estas entidades, lo que ha generado refinanciamientos del gobierno nacional; en segundo lugar la mayor parte de municipios, que dependiendo de la capacidad de la región o eventualmente del mismo municipio, puede acceder a créditos de redescuento, o simplemente dependen de las disponibilidades del presupuesto nacional (mecanismos de cofinanciación) y de las transferencias de la Ley 60 de 1993; finalmente están aquellos casos en los que se ha dado la participación privada, que dependiendo del tipo de contrato, inversionistas particulares aportan recursos para la expansión, normalmente a través del crédito.

En los créditos de largo plazo, el efecto vía depreciación por largos periodos genera unos impactos importantes en las empresas, pese a estar compensados, en principio, por los ajustes por inflación. Al respecto, es importante señalar que el efecto de estos ajustes, sobre activos que en muy alta proporción no son transables en el mercado, genera unos ingresos contables ingentes que no son compensados proporcionalmente por las deducciones



por depreciación, en especial para dispositivos de muy larga vida útil, digamos más de veinte años. Por esta razón, además de los costos directos de *stand-by* de dispositivos sobredimensionados o de necesidades técnicas de redundancia, deben agregarse los costos financieros implícitos en el manejo contable bajo condiciones de inflación.

Podría esperarse hacia el futuro un incremento de la inversión privada en los planes de expansión en los municipios con condiciones apropiadas de talla, siempre y cuando exista absoluta transparencia en los procesos de concesión o de alianzas estratégicas que se están dando en muchas regiones del país. Queda de todos modos un rango de localidades, las más pequeñas incluyendo las zonas rurales, que requieren, por parte de los municipios y con el apoyo de la nación, de la estructuración de un plan de financiación de la expansión serio y de largo plazo.

#### **4.2.2 Financiación de la operación, mantenimiento y comercialización del sistema**

El manejo de los recursos financieros que constituyen el capital de trabajo de la entidad prestadora del servicio conllevan un costo financiero de oportunidad, por lo general desestimado por la gerencia de este servicio. El monto de este costo está íntimamente ligado, entre otros factores, a las condiciones de comercialización, las estacionalidades de la gestión financiera de la entidad, la escala de las operaciones y las facilidades de operación en el mercado financiero local o regional.

En condiciones de alta inflación o de alto costo financiero del dinero, el manejo rentable de la liquidez de las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios, adquiere una sensibilidad tanto más alta que el control de pérdidas técnicas de agua, que la reducción del agua no contabilizada o que el control de horas extras del personal, temas que recurrentemente traspasan a la gerencia convencional. A modo de ejemplo, baste considerar que, en un sistema de comercialización por ciclos bimestrales bajo las condiciones del mercado financiero nacional, el costo de oportunidad del capital de trabajo puede ascender hasta un siete o un diez por ciento del valor de la facturación.

En este orden de magnitud es claro que los esfuerzos por reducción marginal de costos explícitos o implícitos deben abandonar las concepciones de manejo convencional de los recursos financieros y procurar unas condiciones mínimas de manejo rentable de liquidez y de gestión de cartera que, de una parte aseguren al menos una rentabilidad real mínima (sea por ejemplo, un par de puntos por encima del índice de inflación, según las facilidades del mercado financiero local) y, de otra parte, el costo de mora en pago por parte de los usuarios debe tener una tasa cercana a la del sobregiro bancario.

Esta situación lleva a cada ente prestador de servicios a evaluar la conveniencia de reducir drásticamente el tiempo de facturación de aquellos ciclos que generen una rentabilidad operacional, a pesar de incurrir en mayores costos de clientela (facturación y recaudo), mientras que se



mantienen relativamente largos los ciclos de facturación que corresponden a estratos subsidiados.

En este mismo orden de ideas deben considerarse ordinariamente todo un conjunto de políticas de gestión financiera que abarquen también la subcontratación de servicios, tanto en el manejo de anticipos como de pagos periódicos y liquidación de contratos, donde por lo general se establecen condiciones de indexación equitativas al IPC anual para el contratista, pero no se evalúa con igual sentido de equidad los costos financieros implícitos en la gestión financiera convencional de los contratos.

Otro aspecto de especial relevancia es el manejo de transacciones bancarias por pagos, donde la modernización y la proliferación de servicios de multibanca ofrece un amplio conjunto de oportunidades para reducir costos financieros, agilizar los procesos convencionales de conciliación de causación y pagos por servicios personales, subcontratación de servicios y ejecución de obras. Por ejemplo, la EAAB-esp implantó desde 1994 la posibilidad de recaudo por la denominada Red Multicolor. Aunque este servicio aún no ha tenido una amplia respuesta, esta iniciativa ha generado la ampliación de la oferta de facilidades de pago por parte de las mismas agentes bancarios contribuyendo con ello a la eficiencia general del sistema financiero.

Aunque no existe una regla general que permita establecer parámetros, máxime cuando la cobertura del sistema financiero colombiano no es homogénea y es generalmente deficiente en los poblados

más pequeños, lo que conviene ante todo verificar es la gestión proactiva de la gerencia en reducir progresivamente sus costos financieros explícitos o implícitos, así como en asegurar la optimización financiera de sus ciclos comerciales.

### **4.2.3 Otros costos históricos de las ESP**

Un conjunto apreciable de entidades prestadoras de servicios públicos han desplegado una amplia gama de prestaciones sociales extralegales o asumido una serie de compromisos que generan distorsiones coyunturales o estructurales en la conformación de los costos de administración, operación y mantenimiento de los dispositivos.

Algunos de ellos tienen efectos retroactivos de muy alto impacto, como en el caso de empleados muy antiguos bajo el régimen prestacional anterior a Ley 50 de 1990 y los efectos de las primas plurianuales (primas quinquenales). Aunque algunos de estos sobrecostos están siendo desmontados progresivamente por la rotación del personal vía jubilación o por negociación directa, estas sobrecargas laborales generan significativas diferencias en el análisis de eficiencia comparativa entre diversos entes con situaciones relativamente comparables en otros aspectos; más aún cuando se trata de operadores privados o subcontratistas de conformación más reciente.

Un asunto de alta sensibilidad e impacto es el relacionado con la carga pensional que no ha sido contablemente amor-



tizada (reconocida) como una deuda en su valor real en los estados financieros. Las empresas aún disponen hasta el año 2002 para completar ese ajuste gradual en sus balances financieros, con efecto en el estado de resultados. Este complejo problema se complica aún más cuando las empresas o entidades públicas deben capitalizar o generar los recursos financieros para pagar esa deuda de muy largo plazo y actualmente deben hacerlo por reconocimiento de cuotas partes pensionales con otras entidades, por bonos pensionales y por capitalización directa de su propia carga pensional

interna, cuando mantienen a su cargo a los pensionados.

En no pocos casos, por ejemplo la situación de la EAAB-ESP, el valor del cálculo actuarial del pasivo pensional, supera con creces el valor de la deuda financiera y su amortización anual puede corresponder a varios meses de ingresos operacionales corrientes. En consecuencia, su fondeo o la constitución de reservas financieras durante varios años para atender apropiadamente esa deuda, representa también un alto porcentaje del manejo de liquidez de la empresa. El Cuadro 4.1 detalla algu-

Cuadro 4.1								
Efecto de la carga pensional en el comportamiento financiero de una ESP - El caso de la EAAB (Millones de pesos)								
Concepto	1994	%	1996	%	1997	%	1998	%
<b>Del Balance General</b>								
Activo Total	766,109	100.0	1,358,225	100.0	1,759,390	100.0	2,069,647	100.0
Pasivo Total	506,191	66.1	754,069	55.5	947,000	53.8	1,002,926	48.5
Patrimonio	259,918	33.9	604,156	44.5	812,390	46.2	1,066,721	51.5
Pasivo Financiero	213,397	27.9	277,411	20.4	375,858	21.4	349,374	16.9
Pasivo Pensional	201,444	26.3	379,927	28.0	431,000	24.5	481,844	23.3
<b>Vr. Calc. Actuarial</b>	<b>359,721</b>	<b>47.0</b>	<b>595,253</b>	<b>43.8</b>	<b>570,000</b>	<b>32.4</b>	<b>647,727</b>	<b>31.3</b>
<b>Del Estado de Resultados</b>								
Ingresos Operac.	152,280	100.0	253,241	100.0	210,119	100.0	339,696	100.0
Costos Operac.	30,733	20.2	56,817	22.4	76,359	36.3	161,933	47.7
Gastos Adm.	123,548	81.1	118,467	46.8	126,079	60.0	167,973	49.4
• Salarios	16,170	10.6	21,584	8.5	20,638	9.8	24,000	7.1
• Pensiones de Jubilación	<b>91,541</b>	<b>60.1</b>	<b>80,897</b>	<b>31.9</b>	<b>81,891</b>	<b>39.0</b>	<b>87,435</b>	<b>25.7</b>
• Depreciaciones	3,084	2.0	1,311	0.5	1,327	0.6	22,163	6.5
• Gastos Generales	12,753	8.4	14,675	5.8	22,223	10.6	N.E.	N.E.

Fuente: Estados Financieros de la EAAB-esp.



## CONSIDERACIONES INSTITUCIONALES

nos de los rubros que ilustran el impacto de la carga pensional en las finanzas corporativas de esta empresa.

Se encuentran otra serie de costos como el alto mantenimiento de inventarios especializados, de terrenos o inmue-

bles improductivos, de maquinaria obsoleta y otros similares cuya realización no suele ser fácil en entidades públicas y que eventualmente resultan de un impacto significativo en el perfil financiero de las empresas.

### Notas

- <sup>1</sup> Esta separación resultó de la privatización del servicio de aseo urbano en el Distrito Capital mediante cinco grandes operadores y la constitución de una entidad especializada, denominada ECSA y cuyos propietarios son los cuatro operadores de recolección de basuras, dedicada exclusivamente a la comercialización del servicio de aseo urbano, la cual ha debido desarrollar e implantar sus propias herramientas para operar efectivamente bajo el nuevo esquema, aunque la facturación y recaudo se mantiene ligada a la del servicio de acueducto y alcantarillado.
- <sup>2</sup> Siempre y cuando los costos medios sean mayores a los costos marginales. Si cambia este orden se cambiaría el concepto de economías de escala y por consiguiente la sustentación de monopolio natural. Esta circunstancia puede variar en los diferentes sistemas según su estructura de costos.



## 5.

# MODELO TEÓRICO PARA LA COMPARACIÓN DE COSTOS DE LAS EMPRESAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

### Aspectos generales

El modelo teórico para la comparación de costos económicos de prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico ha sido concebido con la suficiente flexibilidad de modo que permita su recurrente adaptación de conformidad con la necesaria concertación que hay que realizar con los diferentes agentes que intervienen en un proceso de regulación participativo. Su diseño permite que los diferentes reguladores en los aspectos técnico-económicos, legales, ambientales, de calidad, así como los gremios, las empresas, los proveedores de bienes y servicios etc., puedan realizar los ajustes que consideren convenientes, de tal forma que el instrumento desarrollado permita la mejor comparación económica dentro de las posibilidades y restricciones que las condiciones de mercado permiten.

El modelo se presta a aplicaciones generales, es decir sin discriminar por procesos los costos de los servicios de agua potable y saneamiento, y también de manera detallada por macroproceso según

las definiciones presentadas anteriormente. Igualmente se pueden realizar análisis regionalizados o con cobertura nacional, así como, en un futuro y con los ajustes correspondientes, aplicable a desagregaciones por subprocesos, operaciones y actividades dentro de cada macroproceso.

### 5.1 Unidades homogéneas de agua potable

El primer paso en la aplicación del modelo comparativo de costos de las empresas de servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico es la obtención de grupos homogéneos de empresas que permitan ser comparados entre sí. Por lo general se han agrupado con base en criterios de tamaño poblacional, pero esta variable por sí sola no es suficiente. Es necesario tener en cuenta aspectos como la diversidad biogeográfica del territorio nacional, los desequilibrios socioeconómicos entre las regiones y las diferencias en términos de capacidad tecnológica, institucional y de recursos humanos entre las diferentes entidades territoriales y los agentes económicos que las conforman.



Una de las técnicas más reconocidas de valoración cuantitativa y ponderación de variables es la metodología *Environmental Evaluation System* desarrollada por Whitman y Dee<sup>1/</sup>, combinada con el sistema de listas de chequeo y calificación del método Adkins-Burke<sup>2/</sup>, el cual permite medir los impactos en variables, convirtiendo los valores observados en unidades comunes (usando escalares) y ponderando su importancia. El procedimiento utilizado para la tipificación de las variables y la obtención de las Unidades Homogéneas de Agua Potable, se fundamentó en estas metodologías. El sistema de calificación establece un rango para evaluar la magnitud de las variables entre 1 y 5, correspondiendo estos límites a las condiciones de menor y mayor afectación posible de la respectiva variable en análisis (Tabla 5.1).

<b>Afectación</b>	<b>Ponderación</b>
Extenso	+5
Significativo	+4
Moderado	+3
Bajo	+2
Muy bajo	+1

La metodología adaptada sugiere estudiar inicialmente 17 criterios de tipificación agrupados en cuatro categorías principales: Talla, Ambiental, Urbano-Regional y Técnico-Institucional. Los criterios seleccionados son indicativos, pueden incorporarse nuevas variables de análisis o suprimirse algunas para efectos de estudiar

algunos procesos en particular. Los componentes utilizados en esta versión inicial del modelo se presentan en la Tabla 5.2.

El procedimiento de trabajo en este tipo de modelos debe ser multidisciplinario, fundamentado en técnicas de escalapeso, para mayor objetividad. En casos en los cuales sea necesario establecer juicios de valor, ellos deben obedecer a un proceso de evaluación en el que participen los especialistas que representan los diferentes agentes que tienen relación con el sector. Las principales consideraciones relativas al procedimiento de trabajo que debe seguirse en la definición de cada calificación son:

- Revisión de las variables seleccionadas en cada categoría de conformidad con el propósito del análisis.
- Análisis de cada una de las variables y de los rangos de valoración y ponderación.
- Análisis de la información disponible de cada municipio o empresa sujeto a valoración.
- Calificación de cada uno de los elementos considerados.
- Afectación de los valores estimados en cada caso para obtener las respectivas magnitudes de los elementos. Para tal efecto se utiliza el cálculo de la magnitud en la forma antes mencionada.

La metodología asigna a cada categoría un peso relativo que permite establecer en forma comparativa su importancia dentro de la evaluación comparativa de costos que plantea el modelo. Para cuantificar la importancia relativa se utiliza la técnica de pares ordenados.



**Tabla 5.2**  
**Tipificación de las Unidades Homogéneas de Agua Potable**

<b>Categoría</b>	<b>Componentes</b>	<b>Subcomponentes</b>
1. Talla	a) Tamaño Poblacional Cabecera b) Condiciones de Vida	
2. Ambiental	a) Unidades Ecológicas b) Índice de Presión de Cuenca c) Escasez y Vulnerabilidad d) Conflictos por Asentamientos	c. 1) Índice de escasez c. 2) Índice de vulnerabilidad
3. Urbano - Regional	a) Tamaño Funcional b) Densidad de Población c) Fisiografía y Relieve Urbano d) Desarrollo y Sostenibilidad	
4. Técnico - Institucional	a) Uso de Energía b) Coberturas c) Complejidad Institucional	a. 1) Captación a. 2) Tratamiento b. 1) Acueducto b. 2) Alcantarillado b. 1) Situación Laboral b. 2) Agua No Contabilizada

Para el planteamiento inicial del modelo se parte de las cuatro categorías y los 17 componentes ya mencionados, en los que se distribuyen 1.000 puntos que equivale al 100% del puntaje. Para la valoración inicial de las variables de conformidad con la metodología señalada, se asignaron pesos relativos similares por categoría. El modelo permite sensibilizar estos pesos de conformidad con las características particulares de cada análisis. Tabla 5.3.

### **5.2 Tipificación por criterios de talla**

El concepto de talla está asociado al tamaño y características del mercado de

un bien o servicio en el sistema económico. En el caso particular de los servicios de agua potable y saneamiento básico, la talla hace referencia al número de suscriptores potenciales y a su capacidad económica de pago del servicio.

Si bien existen señales sobre la talla del mercado en agua potable; tal es el caso de la resolución 15 de 1995 de la CRA que separa entre más y menos de 8.000 suscriptores para efectos de la regulación tarifaria, o la Resolución 12 de 1995 del Ministerio de Desarrollo que establece para los Planes de Gestión y Resultados tres grupos de prestadores: los de más de 70.000 suscriptores, entre 70.000 y 30.000, y menos de 30.000; no existe un trabajo



investigativo fundamentado en los conceptos de tamaño poblacional y capacidad económica que establezca líneas de acción claras en relación con el criterio “Talla” como factor de tipificación del servicio.

Como una aproximación real al concepto se propuso adoptar la combinación de dos criterios trabajados en el estudio de la Fundación Social: de una parte el trabajo de *tipificación poblacional* que establece seis grandes grupos de municipios en Colombia<sup>3/</sup>, y de otro lado el correspondiente a condiciones de vida que establece cinco categorías, y que busca generar una medida para establecer la condición de acceso de la población en una localidad a bienes físicos incluyendo la vivienda y los servicios públicos domiciliarios.

De la clasificación obtenida en el estudio de la Fundación Social se obtiene la ponderación para cada variable. Estas se combinan con el peso relativo que el grupo evaluador adopte. En la construcción de este modelo se definió una distribución de 50% para cada una de las variables (Tablas 5.4 y 5.5).

### 5.3 Tipificación por criterios ambientales

Por primera vez se introduce en el sector de agua potable y saneamiento básico el concepto de tipificación por criterios ambientales para caracterizar a los agentes prestadores de estos servicios. Ya se ha señalado en artículos anteriores la importancia de la variable ambiental en la estructura de costos, y su incidencia en la viabilidad de largo plazo de la provisión de agua

**Tabla 5.3**  
**Categorías y valoraciones**

Categoría	Valoración básica	%
Talla	250	25
Ambiental	250	25
Urbano – regional	250	25
Técnico - institucional	250	25
<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>

potable y la conservación de la calidad de las fuentes de agua. Las particularidades de los espacios físico-geográficos y las condiciones bióticas y abióticas de un determinado ecosistema, dan lugar a diferenciaciones de orden técnico en los procesos y operaciones requeridas para desarrollar, operar y mantener la infraestructura de agua y alcantarillado. Las posibilidades tecnológicas para atender los requerimientos de la demanda a través de embalses, túneles, bombes, almacenamientos y demás infraestructura depende en primera medida de lo que en términos coloquiales la naturaleza permite (en síntesis, es el factor limitante).

**Tabla 5.4**  
**Tamaño Poblacional**

Municipios	Ponderación
Areas Metropolitanas	1
Ciudades Subregionales	2
Ciudades Intermedias	3
Municipios Grandes	4
Municipios Pequeños y Rurales <sup>4/</sup>	5
Peso Relativo de la variable	
<b>TAMAÑO POBLACIONAL: 50%</b>	



**Tabla 5.5**  
**Condiciones de Vida**

Municipios	Ponderación
Condiciones de Vida Bajas	5
Condiciones de Vida Media Baja	4
Condiciones de Vida Media	3
Condiciones de Vida Media Alta	2
Condiciones de Vida Alta	1
Peso Relativo de la variable	
CALIDAD DE VIDA: 50%	

Los primeros tres criterios de la tipificación ambiental establecen: (i) la diferenciación natural a un nivel agregado del medio físico por factores histórico-geológicos; (ii) a un mayor nivel de desagregación, la afectación de la unidad básica de cuenca hidrográfica por actividades antropogénicas y su ámbito de acción regional; y (iii) la escasez-disponibilidad del recurso en el nivel de cabecera municipal como unidad socio-económica más pequeña de análisis. El cuarto criterio involucra directamente los efectos de la dinámica poblacional sobre el medio natural.

### 5.3.1 Criterio I: Selección por unidades ecológicas

Colombia se caracteriza por una gran diversidad biogeográfica, condición que genera características climáticas, geológicas, fisiográficas, florísticas, faunísticas y de suelos que establecen diferencias sustanciales entre una y otra región en materia de la oferta de recursos naturales. Esta diferenciación tiene incidencia en la distri-

bución espacial y temporal del recurso agua, situación que a su vez genera efectos en su aprovechamiento.

La selección por este criterio permite establecer condiciones homogéneas de comparación de potenciales ofertantes del recurso agua, fundamentado en similitudes biogeográficas. A manera de ejemplo, un municipio como Quibdó, caracterizado ecológicamente por estar ubicado en la región Pacífico, en la selva aluvial, sometido a condiciones climáticas con precipitaciones entre 3.000 y 5.000 mm/año, con régimen monomodal, en un valle aluvial con amplias llanuras de desborde, inundaciones y suelos mal drenados; presenta condiciones de oferta ambiental muy diferentes a otro municipio de similar tamaño como Sogamoso, ubicado en la región andina, en la cordillera oriental, con precipitaciones menores a 1.000 mm/año, régimen bimodal, suelos relativamente bien drenados y en zonas de sabana pirofilas.

Las diferencias sustanciales entre estos dos municipios en términos de sus características biogeográficas permiten concluir que los procesos técnicos asociados a la prestación de los servicios de agua y alcantarillado tendrán igualmente condiciones imposibles de comparar, por consiguiente su estructura de costos será muy diferente e imposible de homogenizar. Sin embargo, procedimientos convencionales de comparación por tamaño (número de suscriptores) hubieran ubicado ambos municipios en el mismo grupo.

Para esta investigación se tomó como referencia general las cinco grandes unidades ecológicas en que está dividido el



país de acuerdo con criterios físico-geográficos ampliamente estudiados por el IGAC y adoptados en sus diferentes investigaciones.

### **Procedimiento**

Cada municipio está asociado a una de las cinco Unidades Ecológicas en que está dividido el territorio nacional, y a las cuales se les ha asignado un nivel de intervención por acción humana sobre la oferta natural, que a su vez tiene asignada una ponderación que de conformidad con la consistencia metodológica del modelo, siempre tendrá el menor valor para la condición más favorable de la variable que se analiza y el mayor valor para la condición más crítica (Tabla 5.6).

#### **5.3.2 Criterio 2: Selección por nivel de afectación de cuenca**

La regionalización por cuencas hidrográficas en Colombia<sup>5/</sup> parte de las 5 grandes vertientes: Atlántico, Pacífico, Magdalena-Cauca, Orinoquía y Amazonía. Un segundo nivel de regionalización subdi-

vide las vertientes anteriores en treinta y nueve unidades (39) de segundo orden; éstas, a su vez, se subdividen en trescientos cuarenta y seis (346) cuencas de tercer orden. Las subdivisiones llegan al nivel de *microcuenca* (unidad con área inferior a 10 km<sup>2</sup>), de las cuales, según estimaciones de IDEAM, existen 700 mil en el territorio nacional y cerca del 80% de la población del país se abastece en sus fuentes.

El modelo teórico de comparación de costos económicos de eficiencia debería manejar el mayor nivel de desagregación posible en términos de la unidad de cuenca hidrográfica, a fin de poder tener información precisa sobre la alteración del rendimiento hídrico, la capacidad natural para la recuperación sucesional vegetal y el balance hídrico de la unidad, que permitan establecer el grado de afectación.

El procedimiento para hacer viable este criterio chequea la información suministrada por el indicador de presión de las cuencas más representativas del país, su respectiva ponderación y posteriormente la ubicación del municipio en la cuenca correspondiente. La valoración final se efectúa con base en el indicador deman-

**Tabla 5. 6**  
**Unidades Ecológicas**

<b>Unidades Ecológicas</b>	<b>Nivel de Intervención</b>	<b>Ponderación</b>
Andina	Extenso	5
Caribe	Significativo	4
Orinoco	Moderado	3
Pacífico o Chocuana	Bajo	2
Amazonas	Muy bajo	1



da/disponibilidad a nivel de fuente de abastecimiento para cada cabecera municipal estimado por el IDEAM (Tablas 5.7 y 5.7a).

**Tabla 5.7**  
**Índice de Presión de Cuenca para las 45 más representativas**

Índice de Presión de Cuenca	Ponderación
Alto	5
Moderado	4
Medio	3
Ligeramente Bajo	2
Bajo	1

**Tabla 5.7 a**  
**Índice de Presión de Cuenca con base en el estimador de demanda / disponibilidad**

Relación Demanda/ Disponibilidad* 1000	Índice de Presión de Cuenca
< 120	1
> o = 120 y < 250	2
> o = 250 y < 500	3
> o = 500 y < 1000	4
> 1000	5

Análisis futuros deberán involucrar una sectorización detallada por lo menos a nivel de cuenca de tercer orden de cada cabecera municipal y su fuente o fuentes principales de abastecimiento, que contemple la categorización de la cuenca de conformidad con su grado de intervención antrópica y los resultados esperados de esta afectación sobre su balance hídrico. Igualmente se deben valorar los cambios

en la calidad por efectos de contaminación o descontaminación, y los efectos sobre los objetivos fijados por la autoridad ambiental.

**5.3.3 Criterio 3:  
Selección por condiciones de escasez y vulnerabilidad**

Este criterio permite identificar grupos de municipios con características homogéneas en términos de escasez y vulnerabilidad del recurso hídrico. El agrupamiento facilita a su vez la comparación de costos de las empresas sujetas a condiciones similares en términos de la oferta.

Según las definiciones dadas por el IDEAM<sup>6/</sup>, el “Índice de Escasez” representa la demanda como porcentaje de la oferta. Este índice fue calculado para cada mes en diferentes años con condiciones media y secas. En el caso del proyecto, se utilizó el índice más crítico para el mes más seco del año más seco. La demanda sobre la oferta, en porcentaje, agrupa las siguientes categorías: No significativa <1%, Mínimo 1-10%, Medio 11-20%, Medio Alto 21-50%, Alto >50%<sup>7/</sup>.

El “Índice de Vulnerabilidad<sup>8/</sup>” es la capacidad de regulación hídrica del conjunto suelo-cobertura vegetal. Para índices de escasez > 21%, y capacidad de regulación muy baja y baja, la vulnerabilidad es mayor.

A los índices de escasez y vulnerabilidad de los municipios estimados por el IDEAM se les asigna su respectiva ponderación. La ponderación final se obtiene de la combinación de los pesos relativos de cada variable (Tabla 5.8).



**Tabla 5.8**  
**Índices de Escasez y Vulnerabilidad**

Índice de escasez y vulnerabilidad	Ponderación
I. Alto	5
II. Medio Alto	4
III. Medio	3
IV. Mínimo	2
V. No ignificativo	1
Peso relativo del Índice de Escasez: 50%	
Peso relativo del Índice de Vulnerabilidad: 50%	

**5.3.4 Criterio 4:**  
**Selección por conflictos ambientales por asentamientos humanos**

La medición del conflicto ambiental municipal en términos de la presión por densidad y crecimiento de la población se basa en las categorías ponderadas de conflictos ambientales por asentamientos desarrolladas en el estudio de la Fundación Social (Tabla 5.9).

**Tabla 5.9**  
**Conflictos Ambientales por Asentamientos**

Indicador	Ponderación
Muy Bajos	1
Bajos	2
Medios	3
Altos	4
Muy Altos	5

**5.4 Tipificación por criterios urbano – regionales**

Se puede tipificar en diversos grados la incidencia de los aspectos urbanos regionales en los macroprocesos señalados atrás. Dichos aspectos inciden en los procesos de captación y tratamiento del servicio de acueducto, así como en la distribución domiciliaria de agua potable; también inciden en la recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales. En la gestión logística y comercial de estos servicios tienen incidencia las economías de escala que resultan por el tamaño y distribución de los centros urbanos a su interior y dentro de una región dada, condiciones que determinan la posibilidad de generar economías de alcance o de aglomeración.

Las principales variables consideradas, procuran la descripción sintética de aquellos aspectos de mayor incidencia directa en la determinación de la tecnología y de los costos de instalación, operación, mantenimiento y administración de los respectivos servicios públicos. Sin embargo, como ya se ha señalado, la inclusión y exclusión de variables para afinar el modelo no tiene restricciones.

La selección de los cuatro factores urbano – regionales enunciados en la Tabla 5.2, corresponde a cuatro criterios que cumplen las siguientes condiciones: se dispone de información confiable, son respaldados por estudios serios o corresponden a atributos específicos locales que se pueden obtener sin mayor dificultad en las empresas, y permiten jerarquizar y esta-



blecer unidades homogéneas según el grado de desarrollo urbano – regional.

El primer criterio aporta una categorización según las funciones urbanas, que llevan intrínseca una mayor o menor diversidad del mercado de servicios públicos; el segundo criterio refleja el grado de concentración espacial y su incidencia en el costo de los servicios; el tercer criterio especifica las características físicas como factor exógeno en las cuales se debe prestar el servicio; y el último introduce el concepto de desarrollo económico sostenible (Tabla 5.10).

**5.4.1 Criterio I:  
Tipificación por tamaño  
funcional**

El “Índice de tamaño funcional<sup>9/</sup>” es un indicador compuesto que toma en cuenta a la población como representativa de la magnitud de las actividades inferiores no básicas, y las variables representativas del tamaño productivo y funcional de los centros urbanos (Tabla 5.11).

Tabla 5.10 Indicadores de Tipificación Urbano – Regional	
Indicador	Definición
1. Tamaño Funcional	Se adopta el indicador elaborado por el estudio de la Fundación Social que se apoya en el SIU del Ministerio de Desarrollo. El indicador establece la magnitud de las funciones urbanas de cada municipio. Incorpora población, actividad económica, actividad bancaria y financiera, instituciones de salud, educación secundaria y fiscales.
2. Densidad de población Urbana	Es la ocupación promedio del espacio geográfico que conforma el casco urbano por el total de los habitantes de la ciudad.
3. Fisiografía y Relieve Urbano	Es la más importante característica del paisaje urbano, determinada por las diversas elevaciones y pendientes de las diversas zonas que conforman geográficamente la ciudad.
4. Desarrollo y Sostenibilidad	Indicador sintético elaborado en el estudio de la Fundación Social. Este indicador combina los conceptos desarrollo y sostenibilidad, a través del análisis de cuatro factores: ambiente, economía, sociedad civil y estado.



<b>Tabla 5.11 Tamaño Funcional</b>	
<b>Municipio</b>	<b>Ponderación</b>
Metropolis Nacional y Regionales	1
Centro Regional Mayor	2
Centro Regional Intermedio	3
Centro Subregional Mayor a Intermedio	4
Centro Local	5

**5.4.2 Criterio 2:  
Tipificación por densidad de población**

El criterio de tipificación por densidad tiene relación con la eficiencia de uso del espacio urbano. Un territorio con baja densidad implica un mayor esfuerzo por habitante en la prestación del servicio y por consiguiente mayores costos de prestación. La información de población en la cabecera y del área urbana de los municipios se obtuvo de la encuesta aplicada por la CRA a las empresas seleccionadas y del IGAC (Diccionario Geográfico de Colombia). Se estimó el valor de la densidad y se confrontó con los rangos de referencia, obteniéndose la ponderación respectiva (Tabla 5.12).

Rangos sugeridos de densidades:

	<b>Hab./Ha.</b>
• Muy Baja	Menor de 25
• Baja	Entre 25 y 50
• Media	Entre 50 y 100
• Alta	Entre 100 y 200
• Muy Alta	Superior a 200

<b>Tabla 5.12 Densidad de Población</b>	
<b>Densidad</b>	<b>Ponderación</b>
Muy Baja	5
Baja	4
Media	3
Alta	2
Muy Alta	1

**5.4.3 Criterio 3:  
Tipificación por fisiografía y relieve urbano**

El relieve urbano es uno de los factores físicos de mayor incidencia en la estructura de costos de prestación de los servicios de agua y saneamiento. La diferencia entre un relieve altamente complejo a uno simple, está asociado a un mayor o menor costo de operación y mantenimiento de los servicios. La complejidad del relieve urbano se refleja en los requerimientos energéticos, en las características de resistencia de materiales, la sectorización de los sistemas, su vejez etc.

El menor grado de complejidad del relieve se asocia a la facilidad de atender la mayor cantidad de área urbana por gravedad en un rango de presiones que no alteren las condiciones de operación de las redes. No se considera en esta clasificación bombos de líneas de transmisión, ni líneas consideradas de alta presión. Bajo esta premisa se establece:

- Simple: al menos el 80% del área urbana se atiende por gravedad y las presiones en la calle están en el rango 10 a 50 m de columna de agua.



- Medianamente Moderado: no menos del 60% del área urbana se atiende por gravedad y las presiones en la calle están en el rango 10 a 50 m de columna de agua.
- Moderado: del 40% al 60% del área urbana se atiende por gravedad y las presiones en la calle están en el rango 10 a 50 m de columna de agua.
- Medianamente Complejo: entre el 20% y el 40% del área urbana se atiende por gravedad y las presiones en la calle están en el rango 5 a 60 m de columna de agua.
- Complejo: menos del 20% del área urbana se atiende por gravedad y las presiones en la calle están en el rango 5 a 60 m de columna de agua.

Una mayor precisión de las condiciones señaladas demanda un intercambio de conceptos con las empresas para analizar su pertinencia y establecer ajustes en la metodología y, validar o modificar los criterios inicialmente seleccionados referentes al grado de prestación del servicio por gravedad y al rango de presiones que se maneja en la red. Para fines prácticos se seleccionaron estos dos criterios. No obstante, análisis posteriores deberán involucrar otros conceptos como clasificación del relieve urbano, características de operación de la red matriz en relación con la clasificación del relieve, cobertura de las estaciones de bombeo sobre el sistema matriz y los sistemas de almacenamiento principales, y sectorización operativa del sistema de distribución (Tabla 5.13).

**Tabla 5.13**  
**Relieve Urbano**

Relieve Urbano	Ponderación
Complejo	5
Medianamente Complejo	4
Moderado	3
Medianamente Moderado	2
Simple	1

#### 5.4.4 Criterio 4: Tipificación por desarrollo y sostenibilidad

Este criterio se genera en el índice sintético desarrollado en el Estudio de la Fundación Social, el cual establece una clasificación de los municipios colombianos con base en cuatro factores estandarizados que representan las formas de presencia del Estado, la economía, la organización de la sociedad civil y el ambiente. (Tabla 5.14)

#### 5.5 Tipificación por criterios técnicos e institucionales

Esta categoría considera los siguientes criterios: el primer grupo contempla el

**Tabla 5.14**  
**Índice Sintético de Desarrollo  
y Sostenibilidad**

Índice Sintético	Ponderación
Ciudad Región	1
Consolidado	2
Potencial	3
Incipiente	4
Frágil y Precario	5



uso de energía, en captación y tratamiento, lo que permite comparar a los diferentes agentes prestadores<sup>10</sup>; el segundo grupo involucra las coberturas oficiales reportadas por las empresas a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios; el tercer grupo mide la funcionalidad y grado de modernidad de la organización que presta los servicios, independiente de su naturaleza pública o privada, a través de la situación laboral y el índice de agua no contabilizada.

### 5.5.1 Criterio 1: Predominancia del sistema en uso de energía

En agua potable y alcantarillado el consumo de energía es una variable con alto peso relativo en la estructura de costos. El consumo de energía por unidad producida está asociado a la complejidad de operación (Tabla 5.15). Se establecieron rangos de consumo de energía en Kwh por m<sup>3</sup> de agua producida, asignando la ponderación correspondiente a cada municipio.

Consumo de Energía/Unidad	Ponderación
Muy Alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy Bajo	1

La información se obtuvo de las encuestas diligenciadas en la muestra de empresas seleccionadas por la CRA. A nivel indicativo se establecieron rangos para los procesos de captación y tratamiento <sup>11</sup> (Tabla 5.15a). Se espera en un posterior ejercicio de afinamiento del modelo, que estos criterios de valoración del consumo de energía en cada macroproceso (producción, tratamiento y distribución) se ajusten en función de rangos más precisos que sean acordados con las empresas.

### 5.5.2 Criterio 2: Selección por coberturas de los servicios de agua potable y alcantarillado

Se tomó las cifras de coberturas reportadas por las empresas a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Análisis posteriores deberán orientarse a definir criterios para la determinación de esta variable dentro del proceso de evaluación comparativa, en los que tengan cabida, por ejemplo, conceptos de calidad de los servicios. Se estimó la media geo-

Kwh/m <sup>3</sup>	Ponderación
Muy Alto: 0.5 Kwh/M <sup>3</sup>	5
Alto: 0.25 – 0.5 Kwh/M <sup>3</sup>	4
Medio: 0.10 – 0.25 Kwh/M <sup>3</sup>	3
Bajo: 0.05 – 0.10 Kwh/Año	2
Muy Bajo: Menos de 0.05 Kwh/M <sup>3</sup>	1



métrica y la desviación estándar para establecer rangos máximos y mínimos de valoración (Tabla 5.16). Luego, se estableció para cada servicio, dentro del rango máximo y mínimo, cinco segmentos proporcionales a la diferencia entre los extremos y la media (Tablas 5.17 y 5.17a).

**5.5.3 Criterio 3:  
Selección por complejidad  
institucional**

El criterio de selección por complejidad institucional involucra procedimientos de valoración de la funcionalidad de la organización para clasificar a las empresas del sector que presentan condiciones similares. Se seleccionó, de la información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, dos indicadores: número de trabajadores (incluidos pensionados y contratistas permanentes) por cada mil suscriptores e índice de agua no contabilizada (IANC). Se plantea, para futuros análisis, una metodología general sobre grado de complejidad institucional, la cual deberá ser depurada en forma conjunta por los organismos de regulación y vigilancia y las empresas. La definición del tipo de organización corresponde a la facilidad que ésta posee de manejar los procedimientos esenciales para la prestación de cada uno de los procesos que implican los servicios de agua y saneamiento. Se presenta las siguientes definiciones sobre el tipo de organización (Tabla 5.18):

- **Muy Compleja.** Carencia, deficiencia o lentitud en procedimientos que se apli-

**Tabla 5.16  
Media Geométrica y Desviación  
Estándar de la Muestra en Análisis**

Carácter	Acueducto	Alcantarillado
	(%)	(%)
Promedio	93.4	85.7
d estándar (1)	6.6	13.3
Media (2) geométrica	93.1	84.5
(2) - (1)	86.5	71.2
(2) + (1)	99.7	97.8

Ref. Tamaño de la muestra 30 empresas

**Tabla 5.17  
Rangos Acueducto**

Rangos (%)	Incr/2	Ponderación
99.7		1
96.7		2
93.1	0.071	3
90.3		4
86.5	0.076	5

**Tabla 5.17a  
Rangos Alcantarillado**

Rangos (%)	Incr/2	Ponderación
97.8		1
92.4		2
84.5	0.158	3
80.5		4
71.2	0.187	5



## MODELO TEÓRICO

can en forma parcial; alta centralización funcional, ausencia o deficiencia de sistemas de información, manejo laboral complejo, muy alto número de empleados y/o pensionados, y contratistas permanentes.

Número empleados + pensionados +  
contratistas permanentes / 1.000  
suscriptores > 10  
Agua no contabilizada > 50%

- **Compleja.** Con procedimientos deficientes y lentos parcialmente aplicados (50% o menos), alta centralización funcional, deficiencia de sistemas de información, manejo laboral complejo, alto número de empleados y/o pensionados, y contratistas permanentes.

Número empleados + pensionados +  
contratistas permanentes / 1.000  
suscriptores 8 – 10  
Agua no contabilizada 45 – 50%

- **Intermedia.** Procedimientos establecidos pero de aplicación parcial (50% o

menos), medianamente descentralizada, alto número de empleados y/o pensionados, y contratistas permanentes.

Número empleados + pensionados +  
contratistas permanentes / 1.000  
suscriptores 4 – 8  
Agua no contabilizada 35 – 45%

- **Funcional.** Procedimientos establecidos en la mayoría (80% de la empresa) de los negocios estratégicos, de apoyo y básicos de la organización, sistema de información en proceso de implantación en la mayoría de negocios, bajo número de empleados y/o pensionados directos de la empresa.

Número empleados + pensionados +  
contratistas permanentes / 1.000  
suscriptores 3 – 4  
Agua no contabilizada 30 – 35%

- **Muy Funcional.** Procedimientos sencillos y ágiles, descentralizada, excelente sistema de información, bajo número de empleados (ningún pensionado directo

**Tabla 5.18**  
**Complejidad Institucional**

Tipo de Organización	Ponderación	Laboral	ANC
Muy Compleja	5	> 10	> 50
Compleja	4	> 8 y < = 10	> 45 y < = 50
Intermedia	3	> 4 y < = 8	> 35 y < = 45
Funcional	2	> 3 y < = 4	> 30 y < = 35
Muy Funcional	1	< = 3	< = 30



de la empresa), contabilidad de costos por procesos.

Número empleados + pensionados +  
contratistas permanentes / 1.000  
suscriptores < 3  
Agua no contabilizada < 30%

### **5.6 Síntesis de la Tipificación**

El Gráfico 5.1 resume los diferentes criterios propuestos con su respectivo peso para cada una de las categorías establecidas en el procedimiento de obtención de las Unidades Homogéneas de Agua Potable. Un análisis a los criterios, los rangos establecidos para las variables y los resultados de la clasificación que genera el modelo, incluyendo ejercicios de sensibilidad, se hace necesario realizar con participación de las empresas de servicios, los gremios y las autoridades reguladoras a fin de analizar los criterios seleccionados.

### **5.7 Conceptualización general de la selección de bandas**

El Gráfico 5.2 presenta el esquema de comparación de costos y la generación de las bandas de eficiencia. Resume el principio conceptual del modelo de comparación de costos por procesos para los diferentes tipos de operadores que pertenecen a una categoría determinada de Unidades Homogéneas de Agua Potable, las cuales han sido obtenidas con base en el procedimiento explicado previamente.

En el esquema se establece un numerario técnico para el macroproceso en estudio, y para el grupo o categoría de empresas que se desea comparar en términos de costos económicos de eficiencia "i". Se establece un plano de comparación entre los costos normalizados AOM obtenidos de la encuesta procesada para las condiciones seleccionadas versus el numerario técnico especificado (valor normalizado).

El resultado debe ser un conjunto de valores dispersos que se analizan, y se procede a generar unas bandas de referencia que permitan clasificar el desempeño del agente operador para ese proceso y el numerario seleccionado por categorías. Cada banda obtenida corresponde a una categoría de prestatario en la cual serán clasificadas las empresas.

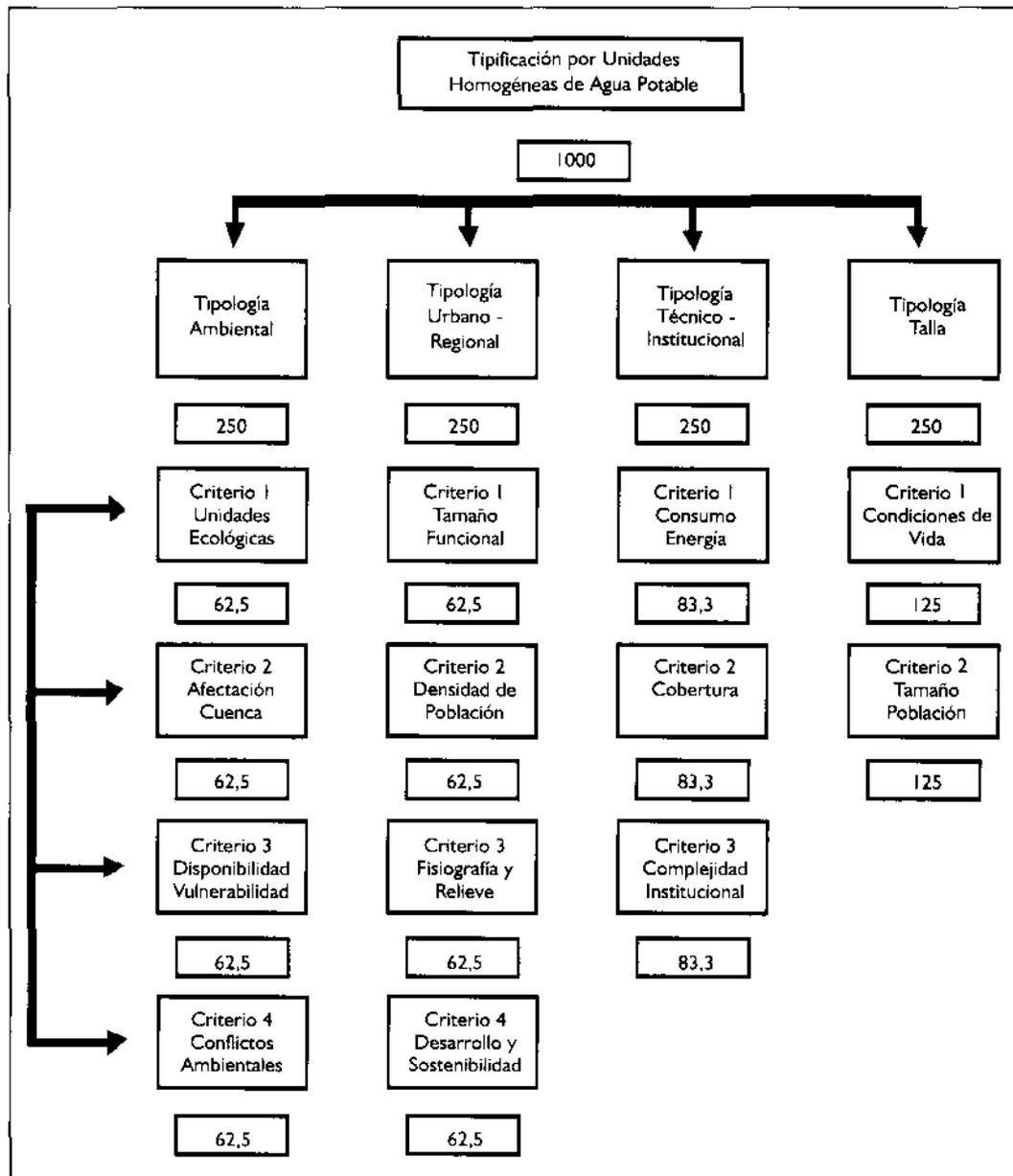
Dependiendo de la cantidad de numerarios seleccionados por macroproceso, se generarán diferentes clasificaciones del desempeño del agente operador. Es decir para cada macroproceso, se obtendrá una clasificación por numerario seleccionado, los cuales se podrán ponderar siguiendo la misma metodología empleada en la obtención de las unidades homogéneas de agua potable, hasta obtener una clasificación general para cada servicio.

El diagrama de flujo del Gráfico 5.3 esquematiza la potencial aplicación del modelo en la clasificación de las empresas y su interrelación con el sistema de regulación.

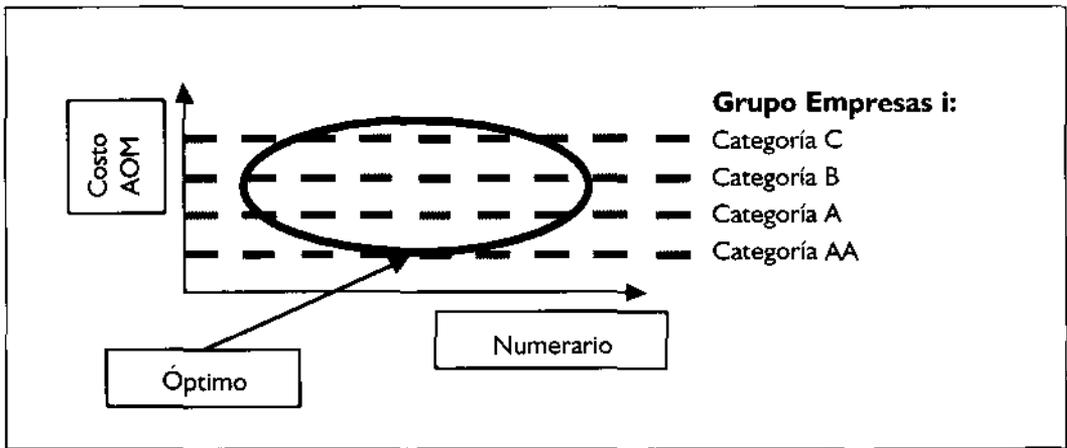
Se simula la categorización de agentes operadores en cuatro categorías o bandas:



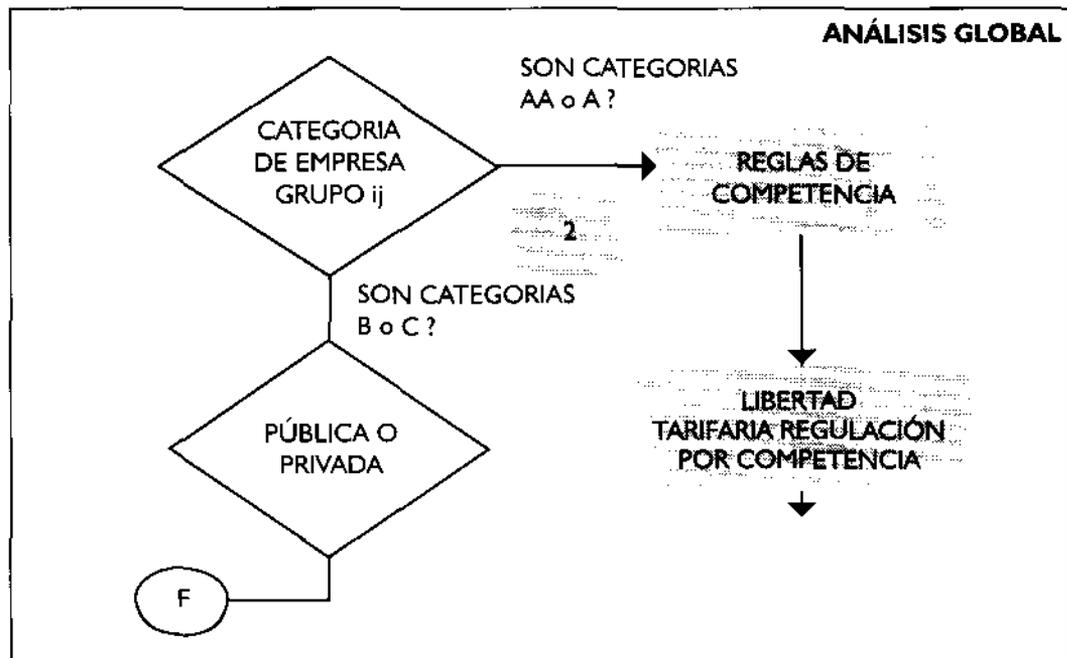
**Gráfico 5.1**  
**Variables y ponderaciones de tipificación**  
**por unidades homogéneas de agua potable**



**Gráfico 5.2**  
Modelo de comparación de costos



**Gráfico 5.3**  
Diagrama de flujo del modelo de comparación de costos



## MODELO TEÓRICO

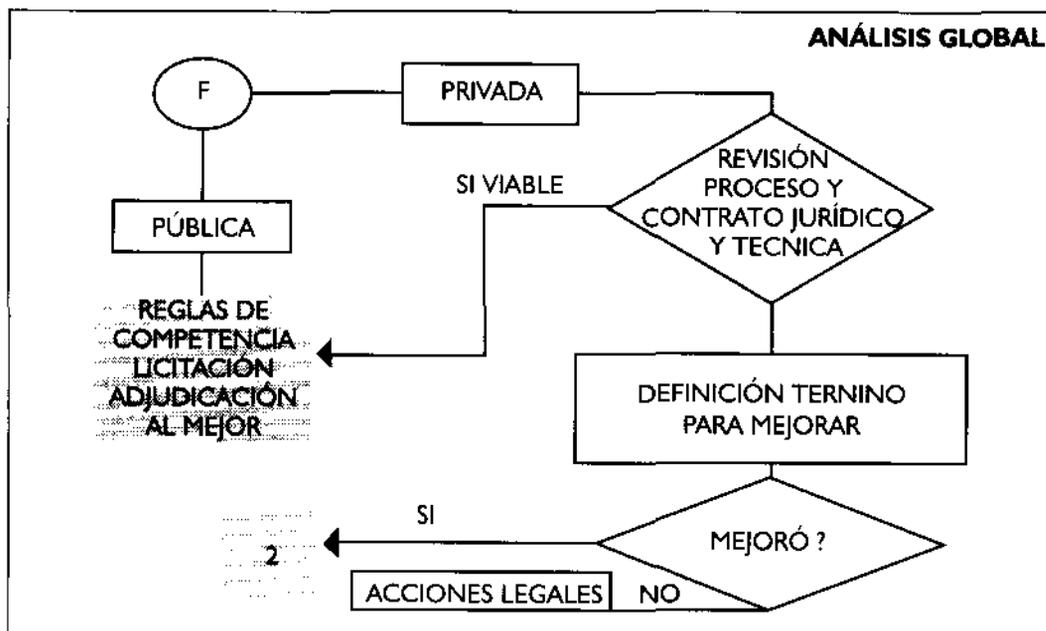
Bandas	Rangos
Cat. AA	Costo Mínimo
Cat. A	110% Costo Mínimo
Cat. B	120% Costo Mínimo
Cat. C	> 120% Costo Mínimo

Para las dos primeras categorías se podría seguir un sistema abierto de regulación por competencia, en el que se establecen reglas de contrato claras por parte del organismo regulador central. Las dos siguientes categorías o bandas recogen aquellas empresas con señales de alarma en relación con sus costos AOM que ameritan un procedimiento de recuperación o de intervención según el caso. El organismo regulador, de conformidad con la natu-

raleza del agente operador, establece dos vías (Gráfico 5.4):

- Si el agente es público, con reglas de contrato claras, se abre un proceso de licitación supervisado por la CRA y se adjudica dentro de un esquema de competencia abierta.
- Si el agente es privado, la entidad territorial en conjunto con la CRA y la Superintendencia de Servicios Públicos, revisan técnica y jurídicamente el contrato y formulan Plan de Acción de Corto Plazo. En caso de no lograrse mejoramiento en los indicadores de costos, se procede a las acciones legales previstas en la Ley 142 de 1994.

**Gráfico 5.4**  
Diagrama de flujo del modelo de comparación de costos



### 5.7.1 Procedimiento

De conformidad con la metodología general del proyecto, el análisis parte de establecer las Unidades Homogéneas de Agua Potable. La Tabla 5.22 presenta la muestra de empresas seleccionadas, en función de la calidad de la información recibida y debidamente clasificada por Unidades Homogéneas.

Se hizo una selección y normalización de los numerarios técnicos que se utilizaron en el proceso de valoración de la eficiencia económica de las empresas, para cada macroproceso, en cada uno de los grupos tipificados. Con base en la información contenida en la encuesta aplicada a las empresas, se determinaron los costos de operación y mantenimiento y sus gastos administrativos asociados por macroproceso: captación, tratamiento, distribución y comercialización. Luego se realizó un procedimiento de verificación de consistencia técnica de los diferentes numerarios, comparándolos entre sí, sin involucrar costos.

Se normalizó el costo O-M y el gasto administrativo por macroproceso, con base en los numerarios seleccionados.

Los costos obtenidos se ajustaron por las posibles distorsiones que pudieron generarse en aspectos como los laborales (distorsiones por costos sindicales) u otros costos de transacción, los cuales es posible determinar con la metodología establecida en el numeral 3.2 del artículo 3 de la presente revista.

Para el análisis de cada numerario, la eficiencia está determinada por tres ban-

das, la banda inferior se considera como el punto óptimo, la banda central es la banda normal y la banda superior es la banda considerada como "numerario a mejorar". La empresa que presente el menor costo en el numerario, determina el límite inferior de la banda de eficiencia y la de mayor costo la banda superior.

Toda la información ha sido incorporada para ser procesada en un modelo de computador de fácil manejo (macros en hoja electrónica). El modelo una vez detecta los límites superior e inferior de la banda, elabora automáticamente los rangos en donde se van a ubicar cada uno de los numerarios de las demás empresas que conforman el grupo. La metodología anterior se emplea separadamente tanto para los gastos administrativos como para los costos de operación y mantenimiento.

En cada macroproceso se generan un número determinado de bandas de eficiencia en función de la cantidad de numerarios analizados. Por consiguiente fue preciso establecer un procedimiento hacia la obtención de un valor agregado para tipificar la eficiencia por costos de administración, y de operación y mantenimiento. Para tal efecto, se procedió a utilizar la misma metodología del artículo 5 de la presente revista para las Unidades Homogéneas de Agua Potable.

### 5.7.2 Ejemplo del procedimiento

- a) Un conjunto de empresas han sido tipificadas y clasificadas en un determinado grupo, de acuerdo con la metodología de Unidades Homogéneas de Agua



## MODELO TEÓRICO

- Potable. Las empresas son: A, B, C, D, E, F.
- b) Se selecciona el Macroproceso de análisis, en este caso captación.
- c) Se selecciona el numerario y se normaliza –  $Q_c = \text{Caudal Promedio Captado por Usuario } M^3/\text{año-suscriptor}$ .
- d) Se chequea técnicamente el numerario comparándolo entre las diferentes empresas del grupo.
- e) Se calculan los costos operativos y administrativos del proceso normalizados por el correspondiente numerario.
- f) Se establecen los rangos mínimo y máximo de los costos operativos y administrativos normalizados, y se definen las tres bandas de eficiencia (Tabla 5.19).
- g) Se categorizan los gastos operativos y administrativos normalizados de cada empresa con base en la siguiente formulación (Tabla 5.20):
- Se obtiene la clasificación por bandas de eficiencia que se muestra en el Gráfico 5.5 –donde Las empresas A, D, E y F se localizan sobre la banda inferior (mayor eficiencia), B esta en la banda intermedia y C en la banda superior. La empresa C presenta la peor condición para este numerario–, y en la Tabla 5.21, en la que se simulan las categorías.
- h) Se realizan los ajustes por costos de transacción con base en la metodología del numeral 3.2 del artículo 3 de la presente revista.
- i) Se repite el procedimiento para cada numerario en el macroproceso en estudio. Luego se llega a una clasificación global del proceso siguiendo la metodología del numeral 1.

**Tabla 5.19**  
**Establecimiento de Rangos**

Detalle	Gastos operativos Rangos	Gastos Administrativos Rangos
Valor Mínimo	Min. [c11 a c16]	Min. [c21 a c26]
Valor Máximo	Max. [c11 a c16]	Max. [c21 a c26]
Diferencia	$(V_{\max} - V_{\min})_1$	$(V_{\max} - V_{\min})_2$
Fila 1	$V_{\min 1}$	$V_{\min 2}$
Fila 2	$V_{\min 1} + 1Dif$	$V_{\min 2} + 1Dif$
Fila 3	$V_{\min 1} + 2Dif$	$V_{\min 2} + 2Dif$
Fila 4	$V_{\min 1} + 3Dif$	$V_{\min 2} + 3Dif$



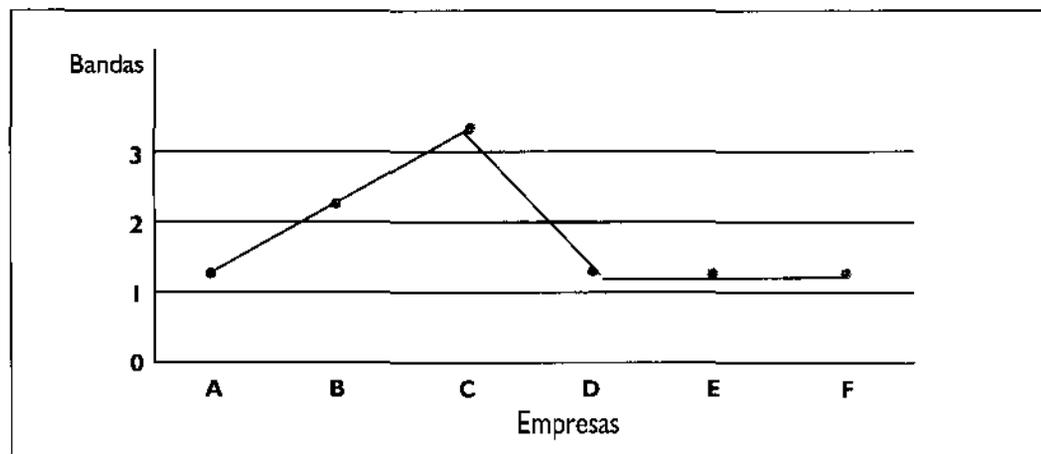
**Tabla 5.20**  
**Categorización de gastos operativos y administrativos**

Numerario	Condición	Rango Bandas
Qi	$Qi > o = Vmin$ y $o = Vmin + 1Dif$	1
Qi	$Qi > Vmin + 1Dif$ y $o = Vmin + 2Dif$	2
Qi	$Qi > o = Vmin + 3Dif$	3

**Tabla 5.21**  
**Modelo de clasificación de empresas por bandas de eficiencia**

Ciudad	Qc/Usuario	Gastos Operacionales /Qc	Gastos administrativos/Qc	Gastos Operacionales/Qc	Gastos Administrativos/Qc
	(M <sup>3</sup> /Año) usuario	(\$*M <sup>3</sup> Año)	(\$*M <sup>3</sup> Año)	Categoría	Categoría
A	Q1	C11	C21	1	2
B	Q2	C12	C22	2	3
C	Q3	C13	C23	3	3
D	Q4	C14	C24	1	1
E	Q5	C15	C25	1	1
F	Q6	C16	C26	1	1

**Gráfico 5.5**  
**Modelo de clasificación de empresas por bandas de eficiencia competitiva**



**Tabla 5.22**  
**Muestra de empresas**

No.	Grupo	Ciudad	Empresa
1	1	Barranquilla	A.A.A S.A. E.S.P.
2	1	Bucaramanga	Cía. del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga
3	1	Medellín	Empresas Públicas de Medellín E.S.P.
4	1	Bogotá, D.C.	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
5	1	Cali	EMCALI
6	1	Manizales	Aguas de Manizales
7	2	Ibagué	IBAL - Ibagué
8	2	Buga	Aguas de Buga S.A. E.S.P. - Buga
9	2	Popayán	Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P.
10	2	Valledupar	Emdupar
11	2	Girardot	Aguas de Girardot, Ricaurte y la Región S.A. E.S.P.
12	2	Pereira	Aguas y Aguas de Pereira
13	2	Florencia	SERVAF S.A. E.S.P.
14	2	Santa Rosa de Cabal	Empresa de Obras Sanitarias de Santa Rosa de Cabal
15	2	Santa Marta	Metroagua
16	2	Cartago	Empresas Municipales de Cartago S.A. E.S.P.
17	2	Tunja	SERA Q.A. S.A. E.S.P. - Tunja
18	2	Pasto	EMPOPASTO - Pasto
19	2	Tuluá	EMTULUA - Tuluá
20	2	Cartagena	Aguas de Cartagena - Cartagena
21	3	Neiva	Empresas Públicas de Neiva S.A. E.S.P.
22	3	Villavicencio	Empresa de Acued. y Alcant. De Villavicencio E.S.P.
23	3	Sogamoso	Cía. de Servicios Públicos de Sogamoso S.A. E.S.P.
24	3	Sincelejo	EMPAS E.S.P.
25	3	Zipaquirá	Empresa de Acued., Alcant. y Aseo de Zipaquirá
26	3	Montería	SAAM S.A. - Montería
27	3	Fusagasugá	Empresa de Servicios Públicos de Fusagasugá



## 6. DESARROLLO Y RESULTADOS DEL MODELO

### 6.1 Comentarios generales

**E**n los artículos anteriores se han establecido los fundamentos del modelo técnico-económico desarrollado para determinar los costos económicos de diferentes grupos de empresas que han sido relacionadas en función de las variables exógenas y endógenas más representativas de su condición de prestación del servicio. La comparación de costos económicos conlleva al establecimiento del marco fundamental para regular la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado mediante el mecanismo de eficiencia comparativa bajo condiciones homogéneas.

El presente artículo presenta los resultados obtenidos de la aplicación del modelo de evaluación comparativa de costos de las empresas de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, desarrollado para la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, durante el año 1999, el cual fue revisado durante el año 2000.

El modelo está soportado en la información directamente captada de las

empresas mediante la encuesta diseñada, aplicada y ajustada en la presente investigación, con base en datos reportados para el año 1997; complementada con información disponible en la CRA, de los informes oficiales de la Superintendencia de Servicios Públicos, el Ministerio de Desarrollo, y de las diferentes fuentes consultadas IGAC, DANE, IDEAM, Fundación Social, etc.

El modelo se ha elaborado para poder modelar múltiples condiciones de las variables que de acuerdo con el análisis del investigador se puedan simular para representar la situación más real posible. Así mismo el modelo es susceptible de poder correlacionarse con otros modelos matemáticos y estadísticos que conduzcan a mejorar la selección de las variables de entrada, por ejemplo: en materia ambiental podrían correlacionarse los requerimientos del modelo, con modelos hidroclimatológicos existentes que pudieran afinar la calidad de estas variables; igual acontece con variables del orden espacial y socio-económico que podrían alimentarse con modelos econométricos, etc.

Por otra parte, un afinamiento del modelo a condiciones locales podría utili-



zarse para establecer costos eficientes detallados por actividad, construidos a través de lo que se podría denominar un modelo de procesos eficientes.

Los resultados que aquí se presentan por consiguiente obedecen a una condición prestablecida, susceptible de ser ampliamente afinada y por lo tanto debe obligatoriamente ser analizada en primera medida como un resultado académico que debe ser sujeto de un intenso debate entre la CRA y las empresas de servicios públicos.

Es conveniente precisar que el desarrollo de esta primera evaluación obedece a escenarios que existían en el año base del estudio. Se pretende entonces crear una dinámica para actualizar los indicadores analizados de cada empresa, observando sus tendencias hacia la eficiencia de acuerdo con las comparaciones que se establezcan.

### **6.2 Tipificación por Unidades Homogéneas de Agua Potable**

Una primera tarea necesaria para el desarrollo del modelo, consiste en la tipificación por unidades homogéneas de agua potable. Esta busca modelar empresas "tipo" a través de las cuales se establecen los grupos de empresas potencialmente comparables en desarrollo de la metodología de eficiencia comparativa de costos.

Es necesario resaltar que se ha seleccionado la condición en la cual el modelo asigna igual ponderación a los cuatro grandes grupos o categorías de variables (ver Cuadro 6.1), y a su vez dentro de cada una

de estas se establece igual peso relativo para cada variable seleccionada. Esto significa, que se asigna igual importancia a la categorización por talla, aspectos ambientales, aspectos urbano regionales y de orden institucional. En comparación con tipologías anteriores se podría decir que la condición de análisis ha variado sustancialmente, en el sentido de que en el pasado se reconocía implícitamente el 100% del peso a solamente una de las variables –Tamaño de Población– en la categoría de Talla, mientras que en la actualidad concurren en la tipificación 16 variables diferentes, siendo flexible el modelo de introducir un mayor número en función de mejor calidad de la información y de la representatividad de las variables en la descripción de la condición que permita la comparación de las empresas en condiciones homogéneas.

Con base en la metodología de valoración cuantitativa utilizada, que considera cuatro categorías de clasificación que agrupan dieciséis criterios o parámetros de tipificación (Cuadro 6.1) teniendo en cuenta como se anotó, las especificidades ambientales, urbano –regionales, técnico– institucionales y de talla de los ámbitos biogeográficos en los que actúan cada una de las veintisiete (27) empresas analizadas, se obtienen tres grandes grupos de empresas en el país (ver Tabla 6.1).

Sin embargo, es necesario resaltar la sensibilidad del modelo en cuanto a una posible ponderación aislada de cada una de las tres categorías junto con la categoría talla. Es decir: Talla + Ambiental, Talla + Urbano-Regional y Talla + Técnico-Institucional.



**Cuadro No. 6.1**  
**Tabla de ponderaciones y valoraciones básicas**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	<b>COMPONENTES</b>	<b>SUBCOMPONENTES</b>	<b>Valorac. Básica</b>	<b>%</b>
<b>TALLA</b>	25%	a) Tamaño Poblacional Cabecera		125.000	12.500%
	250	b) Condiciones de Vida		125.000	12.500%
<b>AMBIENTAL</b>	25%	a) Unidades Ecológicas		62.500	6.250%
	250	b) Índice de Presión de Cuenca		62.500	6.250%
		c) Escasez y Vulnerabilidad	c.1) Índice de Escasez	31.250	3.125%
			c.2) Índice de Vulnerabilidad	31.250	3.125%
	d) Conflictos por Asentamientos		62.500	6.250%	
<b>URBANO - REGIONAL</b>	25%	a) Tamaño Funcional		62.500	6.250%
	250	b) Densidad de Población		62.500	6.250%
		c) Fisiografía y Relieve Urbano		62.500	6.250%
		d) Desarrollo y Sostenibilidad		62.500	6.250%
<b>TÉCNICO - INSTITUCIONAL</b>	25%	a) Uso de Energía	a.1) Captación	41.667	4.167%
	250		a.2) Tratamiento	41.667	4.167%
		b) Coberturas	b.1) Acueducto	41.667	4.167%
			b.2) Alcantarillado	41.667	4.167%
		c) Complejidad Institucional	b.1) Situación Laboral	41.667	4.167%
			b.2) Agua No Contabilizada	41.667	4.167%
		<b>TOTAL</b>		<b>1,000</b>	<b>100%</b>

**Tabla No.6.1**  
**Clasificación de las empresas en unidades homogéneas de agua potable**

No.	CIUDAD	EMPRESA	TALLA		AMBIENTAL				
			1	2	1	2	3		4
							3.1	3.2	
1	Barranquilla	A.A.A S.A. E.S.P.	1	1	4	1	1	3	5
2	Bucaramanga	Cía.del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga	2	1	5	5	3	4	1
3	Medellín	Empresas Públicas de Medellín E.S.P.	1	1	5	5	3	1	5
4	Bogotá	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá	1	1	5	5	4	1	5
5	Cali	EMCALI	1	1	5	5	2	3	5
6	Manizales	Aguas de Manizales	2	1	5	5	3	4	3
7	Ibagué	IBAL - Ibagué	2	1	5	5	4	5	3
8	Buga	Aguas de Buga S.A. E.S.P. - Buga	3	1	5	5	3	4	2
9	Popayán	Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P.	2	1	5	5	4	3	2
10	Valledupar	Emdupar	2	1	4	5	2	3	4
11	Girardot	Aguas de Girardot, Ricaurte y la Región S.A. E.S.P.	3	1	5	1	1	3	1
12	Pereira	Aguas y Aguas de Pereira	2	1	5	5	3	3	4
13	Florencia	SERVAF S.A. E.S.P.	3	2	1	4	1	2	2
14	Santa Rosa Cabal	Empresa de Obras Sanitarias de Santa Rosa de Cabal	4	1	5	5	2	2	3
15	Santa Marta	Metroagua	2	1	4	5	4	4	4
16	Cartago	Empresas Municipales de Cartago S.A. E.S.P.	2	1	5	5	5	5	1
17	Tunja	SERA Q.A. S.A. E.S.P. - Tunja	3	1	5	5	5	5	1
18	Pasto	EMPOPASTO - Pasto	2	1	5	5	5	5	4
19	Tuluá	EMTULUA - Tuluá	2	1	5	5	2	3	3
20	Cartagena	Aguas de Cartagena - Cartagena	2	1	4	4	1	3	4
21	Neiva	Empresas Públicas de Neiva S.A. E.S.P.	2	1	5	5	4	5	2
22	Villavicencio	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio E.S.P.	2	1	3	4	1	3	2
23	Sogamoso	Compañía de Servicios Públicos de Sogamoso S.A. E.S.P.	3	1	5	5	2	3	2
24	Sincelejo	Empas E.S.P.	2	2	4	5	3	4	1
25	Zipaquirá	Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá	4	1	5	5	2	4	1
26	Montería	SAAM S.A. - Montería	2	2	4	3	1	3	4
27	Fusagasugá	Empresa de Servicios Públicos de Fusagasugá	4	1	5	5	2	3	2



**DESARROLLO Y RESULTADOS**

URBANO - REG.				TÉCNICO - INSTIT.						Ponderac. total	Valorac. Básica	GRUPO
1	2	3	4	1		2		3				
				1,1	1,2	2,1	2,2	3,1	3,2			
1	3	5	1	2	1	4	2	3	4	2.292	458	1
1	3	5	2	1	1	1	1	2	2	2.302	460	1
1	2	5	1	4	1	1	1	2	2	2.333	467	1
1	2	2	1	4	5	2	2	1	2	2.385	477	1
1	2	5	1	2	3	2	2	2	1	2.406	481	1
2	3	5	2	1	1	1	1	1	3	2.490	498	1
2	3	3	2	1	1	2	2	2	3	2.552	510	2
3	3	2	3	1	1	2	1	2	3	2.573	515	2
3	3	3	2	1	1	2	1	3	5	2.573	515	2
3	3	2	4	1	1	2	2	3	3	2.594	519	2
3	3	3	3	3	3	5	2	3	3	2.604	521	2
2	2	5	2	1	1	2	2	3	3	2.625	525	2
3	3	5	3	1	1	2	5	3	3	2.656	531	2
4	4	2	3	1	1	2	1	2	1	2.708	542	2
3	3	5	2	1	1	2	2	1	4	2.708	542	2
3	3	2	3	4	1	2	1	4	4	2.729	546	2
3	3	4	3	1	1	1	1	1	5	2.729	546	2
2	2	5	2	5	1	1	1	2	2	2.750	550	2
3	3	3	3	1	1	1	5	3	5	2.760	552	2
2	2	2	2	5	3	5	5	2	5	2.792	558	2
3	3	5	3	1	1	3	2	3	3	2.823	565	3
2	4	3	2	5	5	5	4	2	5	2.833	567	3
3	3	5	4	1	5	3	2	1	1	2.885	577	3
3	2	4	3	4	1	4	4	3	3	2.885	577	3
4	3	4	4	3	2	1	1	2	2	2.896	579	3
3	2	4	3	3	4	5	5	1	4	2.979	596	3
4	3	4	3	1	1	5	5	1	3	3.073	615	3



En este caso, y como se mencionó anteriormente, se realizan las comparaciones con la categoría talla, por ser este el criterio tradicional predominante en las tipificaciones realizadas en el pasado, y que han sido el fundamento del modelo de regulación aplicado y de otros ejercicios.

En cada una de estas ponderaciones, el modelo nos arroja una clasificación de grupos de empresas diferente, lo cual, rompe con el criterio de clasificación por talla y se mezcla con otros parámetros de clasificación importantes, reflejados en la sensibilización del modelo que se genera por la importancia de los criterios de tipificación contenidos en cada una de las categorías.

### **6.3 Desarrollo del modelo**

A continuación se realiza una síntesis de la metodología para la determinación de las bandas de eficiencia comparativa.

#### **6.3.1 Distribuciones para el Universo o Población**

La teoría estadística en el estudio de las distribuciones de probabilidad establece que si se trabaja con el UNIVERSO o POBLACION, entonces la variable  $X$  se distribuye normalmente con valor esperado igual a media poblacional  $\mu$  y con varianza igual a  $\sigma^2$ .

Lo anterior permite establecer intervalos de confianza o de seguridad (un límite inferior y un límite superior):

$$P[\mu - (z^*\sigma) \leq \mu \leq \mu + (z^*\sigma)] = (1 - \alpha)$$

Donde:

$\mu$  = media poblacional

$Z$  = Su valor depende del nivel de confianza  $(1 - \alpha)$  que se quiera tener y que se encuentra en la tabla de la curva normal.

= 1,64 para el 90% de nivel de confianza.

= 1,96 para el 95% de nivel de confianza.

= 2,57 para el 99% de nivel de confianza.

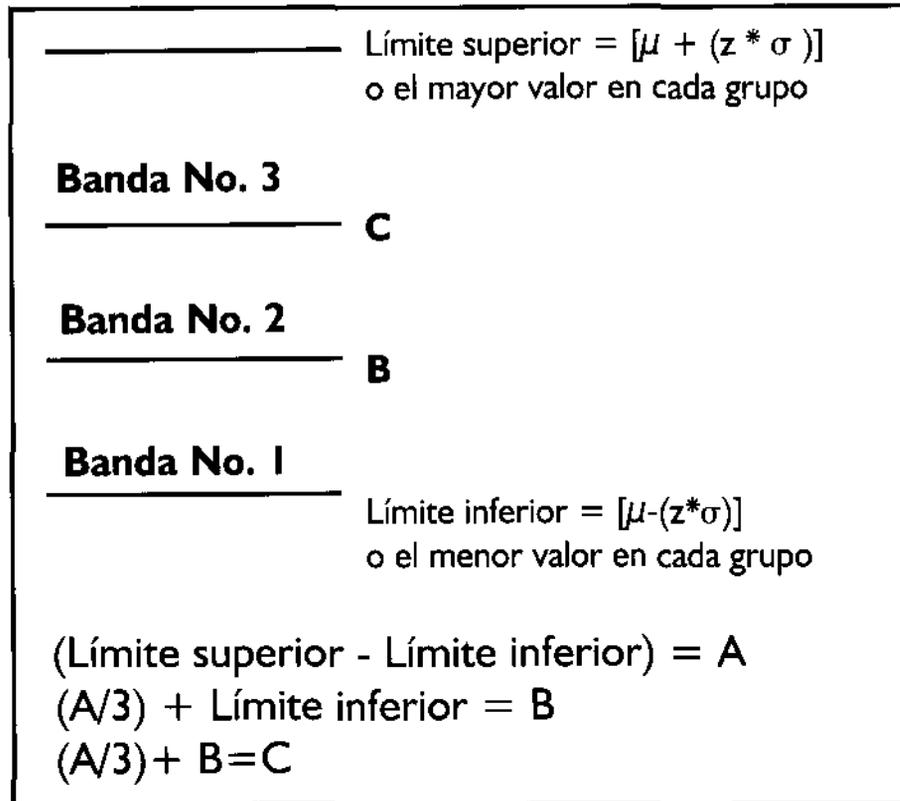
$\alpha$  = Desviación standard de población, es la raíz cuadrada de la varianza.

#### **6.3.2 Cálculo de las Bandas de Eficiencia**

Para el análisis de cada numerario, la eficiencia está determinada por tres bandas: la banda inferior se considera como el "punto óptimo", la banda central es la banda "normal" y la banda superior es la banda considerada como "numerario a mejorar".

Una vez calculados el límite inferior y el límite superior, el paso siguiente es hallar los dos límites centrales (B y C) respectivamente como se muestra en la gráfica siguiente:





El límite inferior conforma el “piso” de la banda No. 1, la cual, a partir de este límite llega hasta el punto B. Como se mencionó antes, la banda No. 1 se considera como el óptimo a alcanzar por parte de las empresas. Una vez obtenido el punto B, se calcula por el mismo procedimiento el punto C, con el fin de obtener la banda No. 2. Esta banda se denomina como el intervalo medio o banda normal de cada indicador a evaluar. Por último, el punto C y el límite superior conforman la banda No. 3. Esta es considerada como el “intervalo o numerario a mejorar” por parte de las empresas que se encuentren dentro de este rango.

En la aplicación del modelo se utilizaron dos fases para la comparación de empresas:

#### **A. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO EN LA FASE I**

En una primera fase se determinaron los grupos de empresas de acuerdo con el criterio de “Unidades Homogéneas de agua potable”, como se observa en la tabla 6.1. Dentro de cada uno de los grupos se realizaron comparaciones por indicadores agrupados en Generales y Comerciales, Técnicos y Operacionales y Financieros.



Es necesario resaltar que tanto los indicadores Generales y Comerciales como los Técnicos y Operacionales corresponden únicamente al servicio de acueducto, mientras que los Financieros pertenecen a la totalidad de la empresa.

Los resultados de esta primera fase se encuentran en las tablas 6.2, 6.3 y 6.4. Sin embargo, a manera de ejemplo, solamente se analizarán de manera general los resultados del primer grupo, los cuales se presentan en la tabla 6.2. Cabe recordar que todas las cifras corresponden al año 1997, sin embargo, a la fecha estos resultados pueden haber cambiado sustancialmente.

Como se puede apreciar en esta tabla, la triple A, en el caso de los indicadores Comerciales y Generales, presentan el mayor número de frecuencias de la banda No.3. Allí se destacan los problemas de cobertura, el índice de eficiencia en el recaudo, la proporción de reclamos por usuario, el índice de agua no contabilizada y el número de suscriptores con micromedidor. Sin embargo presenta buenos resultados de eficiencia en sus costos laborales por trabajador y por metro cúbico de agua vendido.

La ciudad de Bucaramanga, presenta altos volúmenes de energía para bombeo en el componente de distribución, pero se destaca (entre otros aspectos) en la cobertura, la proporción de reclamos por usuario, el número anual de roturas de tuberías, así como en la micromedición.

EPM de Medellín presenta altos índices de energía para bombeo por uni-

dad de agua captada, pero en general sus resultados presentan una tendencia estable dentro de este grupo. Lo mismo ocurre con la EAAB de Bogotá, salvo en los costos laborales, los cuales son exageradamente altos comparados con las otras empresas y en sus altos consumos de energía para bombeo en los procesos de captación y tratamiento.

En el caso de la ciudad de Cali, esta presenta una alta proporción de reclamos por usuario, así como unos niveles de endeudamiento muy altos.

Por último la ciudad de Manizales presenta muy buenos indicadores Comerciales, Generales, Técnicos y Operacionales, pero sus indicadores de rendimiento se encuentran muy bajos.

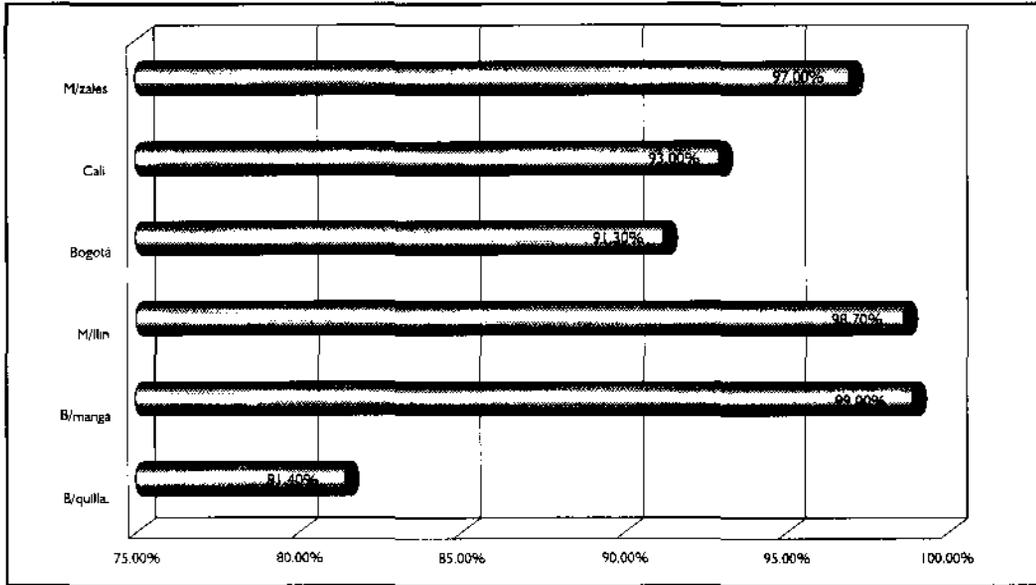
A continuación se presenta en gráficas, algunos de los indicadores dentro del sistema de acueducto. Esta información tiene como fuente las encuestas de eficiencia comparativa, las cuales fueron diligenciadas por cada una de las empresas con información para el año 1997:

El gráfico 6.1 muestra el nivel de cobertura del sistema de acueducto en las ciudades del primer grupo, se destaca la ciudad de Barranquilla por ser la empresa de menor cobertura, presenta un rezago significativo con relación a las otras empresas, las cuales se encuentran con un nivel de cobertura por encima del promedio del grupo (93,40%).

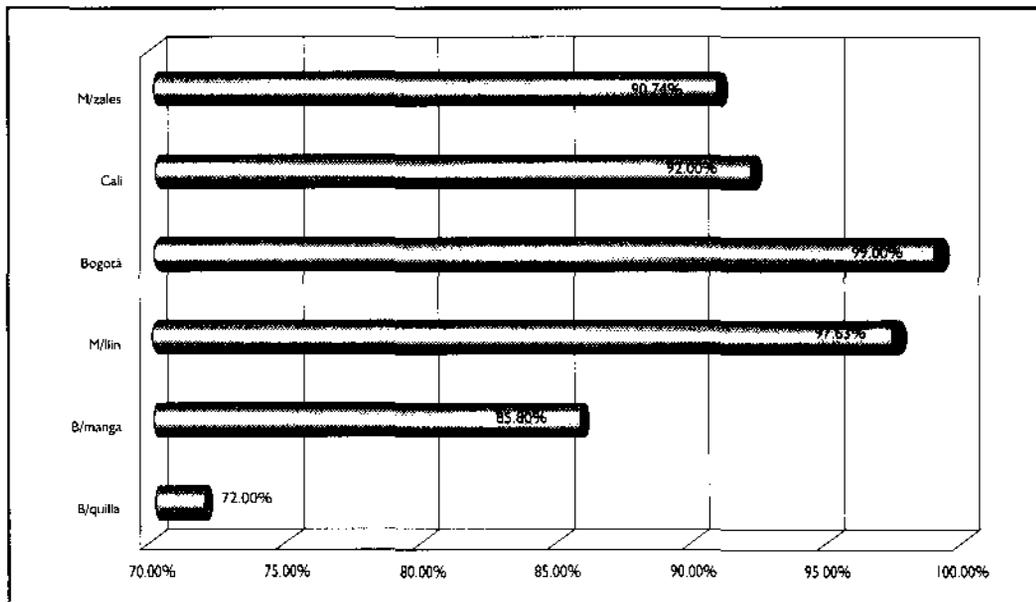
El gráfico 6.2 presenta el índice de eficiencia del recaudo en la facturación. Allí



**Gráfico 6.1**  
**Cobertura Acueducto**



**Gráfico 6.2**  
**Índice de eficiencia del recaudo en la facturación**



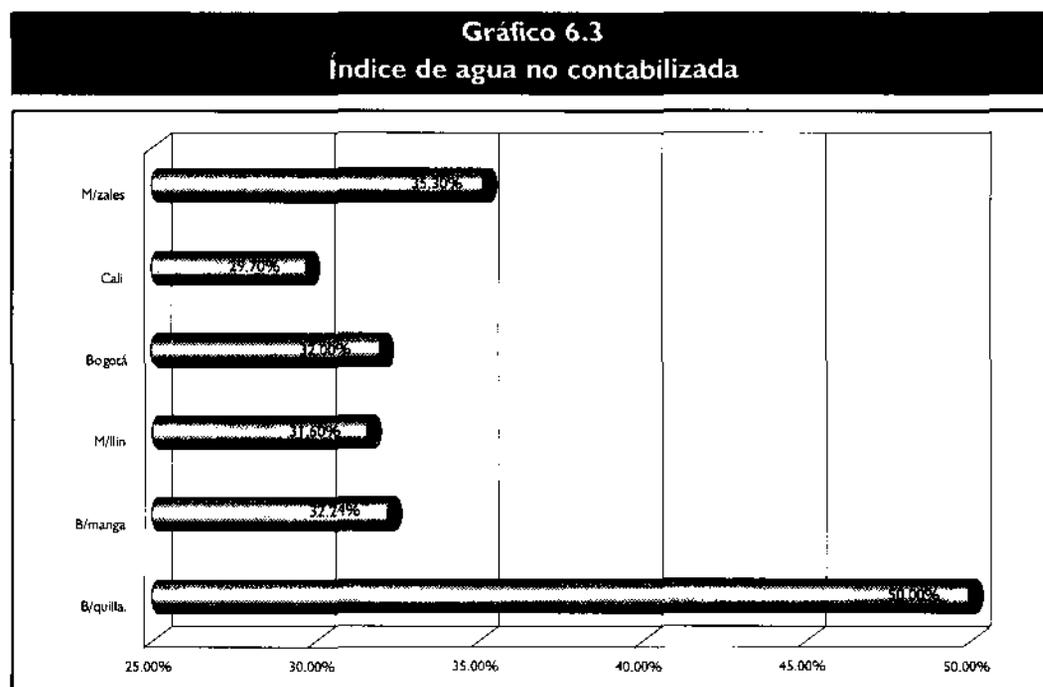
se observa que las empresas de Barranquilla y Bucaramanga se encuentran muy por debajo del promedio general de las otras empresas que conforman el grupo, el cual es 89,5%.

El gráfico 6.3 presenta el índice de agua no contabilizada de las empresas. La ciudad de Barranquilla con un nivel de pérdidas del 50%, se encuentra a 15 puntos por encima del promedio general de grupo (35%).

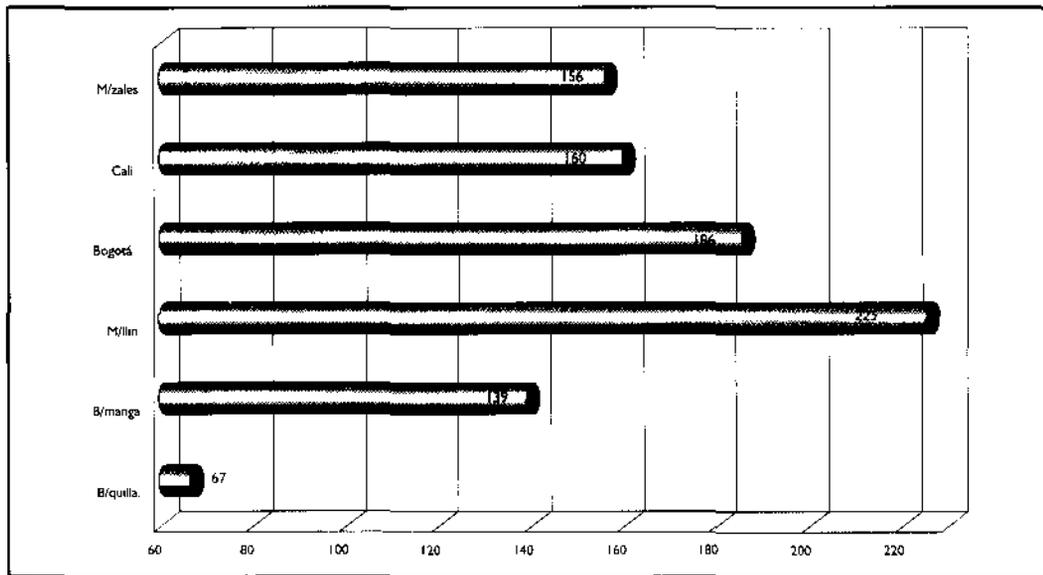
El gráfico 6.4 muestra la densidad de micromedidores por longitud de redes. EPM de Medellín se encuentra muy por encima del promedio de las demás ciudades (155,5). Barranquilla presenta el nivel más bajo del grupo.

Los gráficos 6.5 y 6.6 relacionan los costos laborales por trabajador y por metro cúbico vendido respectivamente. Se observa que la ciudad de Bogotá presenta una carga laboral elevada con respecto al promedio del grupo (29.465 y 191 para los gráficos 6.5 y 6.6 respectivamente). La triple A de Barranquilla, es la empresa que menos costos presenta dentro del grupo.

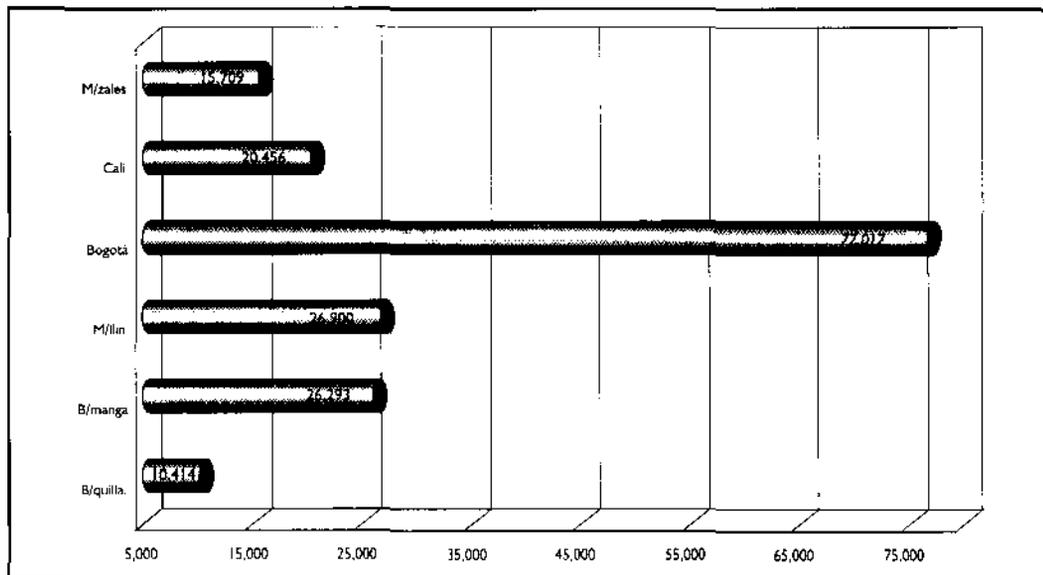
Sobre estos datos, es necesario resaltar que la EAAB de Bogotá, fue la única empresa que reportó un valor por concepto de Cálculo actuarial. Este valor representa un 45% de los costos laborales de la empresa.



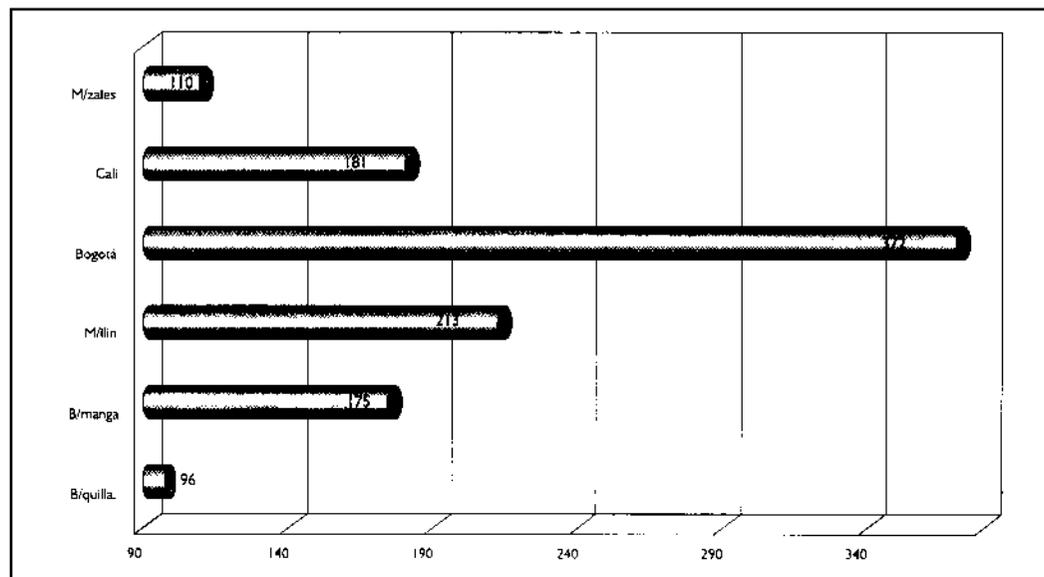
**Gráfico 6.4**  
**Densidad de micromedidores por longitud de redes**  
**(Micromedidores/kilómetro)**



**Gráfico 6.5**  
**Costo laboral por número de trabajadores al año**  
**Miles de \$ No. / trabajadores**



**Gráfico 6.6**  
**Costo laboral por m<sup>3</sup> vendidos durante el año**  
**\$/m<sup>3</sup>**



## B. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO COMPARATIVO DE COSTOS POR PROCESO

En la segunda fase se realizó un análisis comparativo de costos por procesos para el servicio de acueducto, utilizando el conjunto de empresas que se clasifican en el grupo No. 1, dado que fueron las únicas que enviaron información de costos desagregada por procesos, excepto la Triple A de Barranquilla. Estos procesos son: Captación, Tratamiento, Distribución y Comercialización.

Con base en la información contenida en las encuestas, se procedió a establecer los numerarios técnicos, los cuales a su

vez se les determinaron sus costos de operación y mantenimiento y sus Gastos administrativos por macroproceso, es decir en los procesos de captación, tratamiento, distribución y comercialización, con el fin de determinar eficiencias de acuerdo al costo mínimo por numerario en cada uno de los procesos.

Los numerarios a los cuales se les calculó inicialmente costos de eficiencia fueron los siguientes:

- Caudales en cada uno de los procesos.
- Energías para bombeo en captación, tratamiento y distribución.
- Químicos en tratamiento.
- Índice de agua no contabilizada en comercialización.



La metodología empleada para determinar los costos de eficiencia fue la misma que se empleó en el numeral 6.2 del presente artículo, mediante la elaboración de las bandas de eficiencia.

Es así como la empresa que presentaba el menor costo en el numerario, determinaba el límite inferior de la banda de eficiencia y la de mayor costo la banda superior.

La metodología anterior se emplea separadamente tanto para los Gastos administrativos como para los Costos de operación y mantenimiento.

La principal dificultad que se presentó en esta última fase fue la no desagregación de los costos del servicio de acueducto en sus cuatro macroprocesos. Lo anterior debido (según comunicación de las empresas) a que no realizaban contabilidad de costos en los procesos durante el año de 1997 ni habían implementado el PUC en la empresa. Como se mencionó anteriormente, no se incluyó a la ciudad de Barranquilla por no presentar desagregación de sus costos por procesos.

La comparación de los numerarios en cada uno de los cuatro macroprocesos se realizó de manera individual dentro de las empresas que conforman este primer grupo. Lo anterior debido a que dentro de un macroproceso una empresa puede presentar la mejor categorización en un numerario y en el siguiente se puede encontrar dentro de la banda llamada "numerario a mejorar", tal como ocurre por ejemplo en el proceso de Distribución de la ciudad de Manizales, donde los Gastos operativos por caudal distribuido se encuentran ubicados

dentro de la banda No. 3, pero sus Gastos administrativos por caudal distribuido se encuentran en la banda No. 1. Es por esto que no es conveniente comparar de manera global cada macroproceso sino de manera independiente los numerarios o indicadores que conforman cada uno de ellos.

Otro aspecto para mencionar es el caso de los gastos que se causan por concepto de energías para bombeo por componente. En esta situación no se puede argumentar que una empresa que emplea una cantidad considerable de sus gastos para bombeos (debido a que topográficamente se encuentra en desventaja), sea comparada y a la vez, considerarla ineficiente con respecto a una empresa que no incurre en estos gastos, debido a que se encuentra empleando gravedad en el proceso. Ante este tipo de situaciones, es mejor conservar prudencia y analizar más detenidamente, antes de realizar conclusiones apresuradas.

En general se encuentra que las empresas tienen un comportamiento relativamente normal en la mayoría de numerarios seleccionados. Sin embargo, se pueden concluir ciertos comportamientos al parecer "no eficientes" asociados a la ubicación en la banda No.3, de los costos de las empresas. Se encuentra que, por ejemplo, la EAAB queda ubicada en esta banda, en los numerarios relacionados con los Gastos Administrativos. De igual forma sucede con la EPM en cuanto a sus Gastos Operativos. Los resultados muestran para la mayoría de numerarios seleccionados con estos gastos que la empresa se encuentra en la banda No. 3.



## DESARROLLO Y RESULTADOS

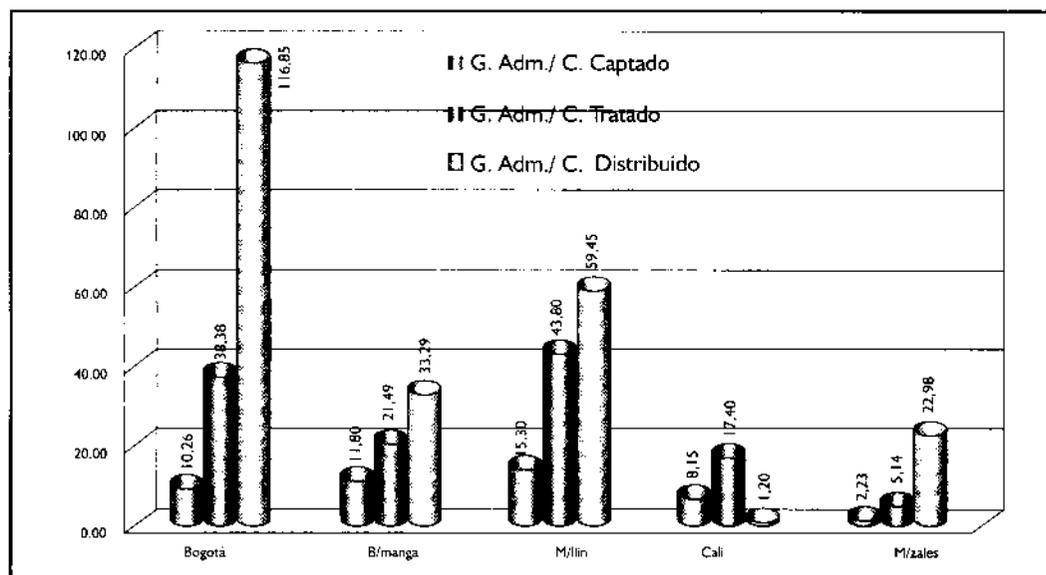
Sin embargo, tanto la EAAB como EPM presentan buenos resultados frente a algunos de los numerarios que hacen parte del proceso de comercialización. Es así, como tales empresas presentan buenos niveles de eficiencia en el recaudo, en la proporción del número total de suscriptores con presiones adecuadas y servicio continuo y en la proporción del valor facturado anualmente por ventas de agua para el sector residencial. (Ver tabla 6.5).

A continuación se presentan en gráficas, algunos indicadores por procesos del sistema de acueducto. Esta información tiene como fuente las encuestas de eficiencia comparativa, las cuales fueron diligen-

ciadas por cada una de las empresas con información para el año 1997:

Los gráficos 6.7 y 6.8 presentan los Gastos Administrativos y Operativos respectivamente por caudal dentro de los procesos de captación, tratamiento y distribución de agua potable. En el gráfico 6.7, se destacan los altos costos de la EAAB de Bogotá, especialmente en el proceso de distribución y los bajos costos que presenta la ciudad de Manizales. Sin embargo, en el gráfico 6.8 se observa que ésta última cuenta con los mayores costos operativos en el sistema de distribución. Otra empresa que presenta unos costos operativos altos es EPM de Medellín, especialmente

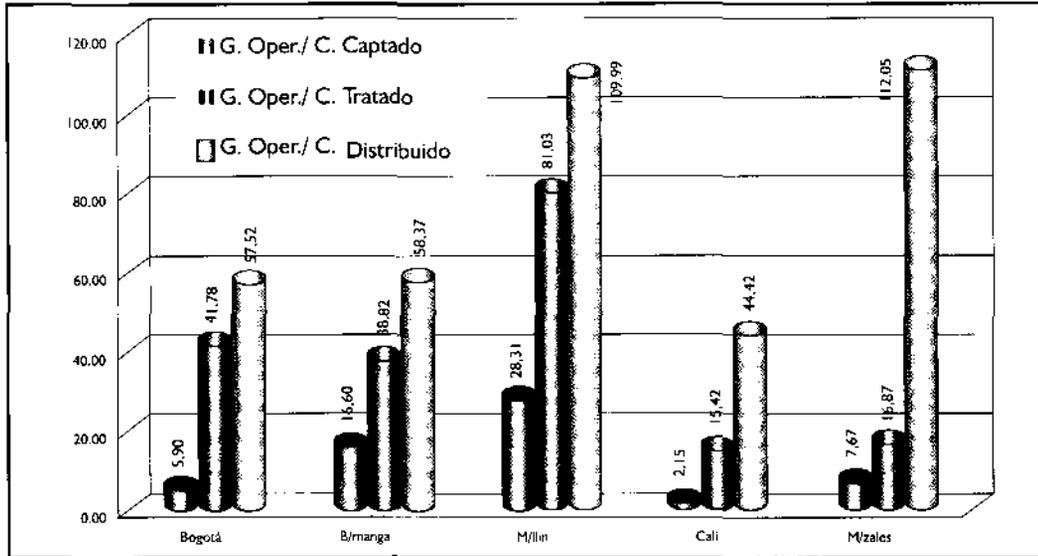
**Gráfico 6.7**  
Gastos administrativos por tipo de caudal  
(\$/m<sup>3</sup>)



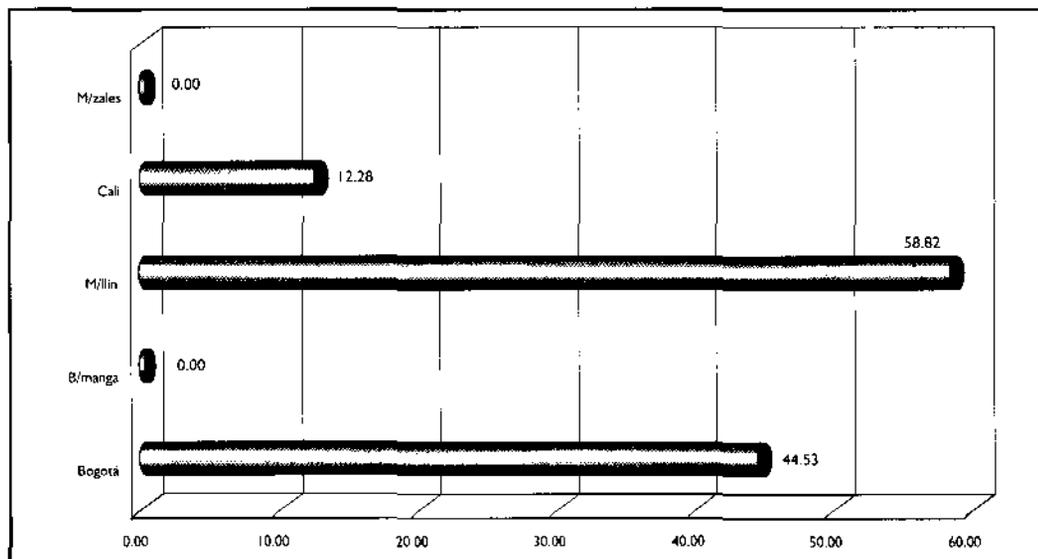
Fuente: Empresas 1997



**Gráfico 6.8**  
**Gastos operativos por tipo de caudal**  
 (\$/m<sup>3</sup>)



**Gráfico 6.9**  
**Costo de Energía para captación + tratamiento con respecto**  
**al total del costo operacional**  
 \$/kw-h



en los componentes de tratamiento y distribución.

El gráfico 6.9, muestra el costo de energía para bombeo dentro de los procesos de captación y tratamiento de agua. Las empresas de las ciudades de Manizales y Bucaramanga no presentan bombeos en estos componentes del proceso, a diferencia de EPM ciudad de Medellín, que cuenta con el costo más alto dentro del grupo.

Cabe resaltar lo mencionado anteriormente, donde una ciudad que presente el más alto costo de energía para bombeo en cualquiera de los procesos, no necesariamente se debe considerar como la más ineficiente dentro de su grupo, puesto que se puede presentar la situación de encontrarse topográficamente en desventaja. Por lo tanto, los gráficos 6.9 y 6.10 presentan los datos de manera indicativa.

El gráfico 6.10, presenta los costos de energía en el proceso de distribución de agua. La única empresa del grupo que no cuenta con bombeos en este componente es la empresa de la ciudad de Manizales. En

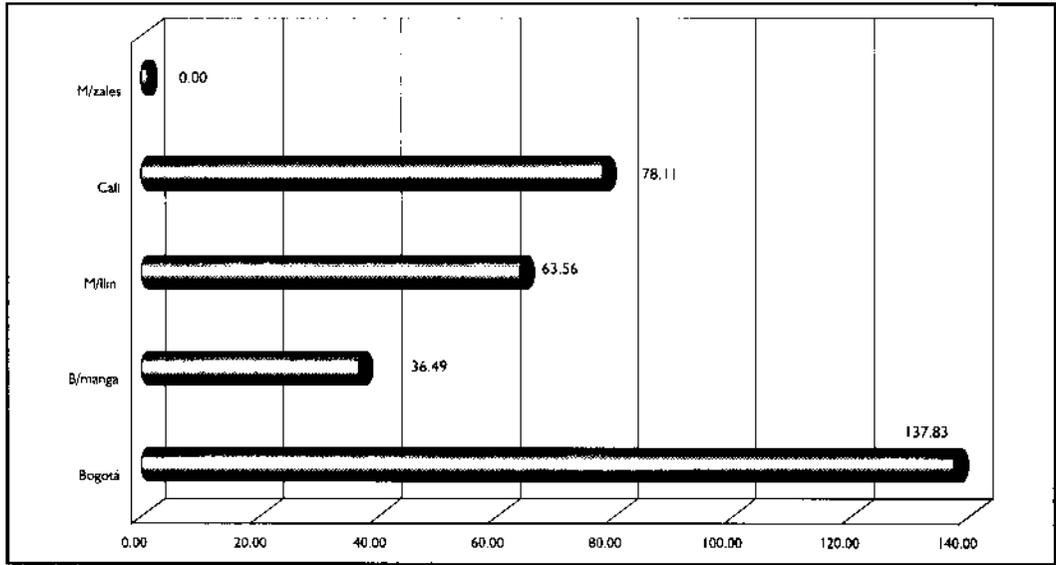
la ciudad de Bucaramanga, este es el único componente que presenta bombeos. Sobresale del grupo la EAAB de Bogotá, cuyos costos para bombeo son los más altos del grupo.

Al igual que con los costos de energía para bombeo, el costo de los químicos no necesariamente demuestra si una empresa es eficiente o no. Lo anterior debido a que existen fuentes de agua más contaminadas que otras, por lo tanto una empresa puede emplear mayor cantidad de químicos y por ende también mayores costos, pero ser eficiente en el proceso de potabilización. Por esto, el gráfico 6.11 presenta la participación de los costos de los químicos con respecto al total de los Costos Operacionales de manera indicativa.

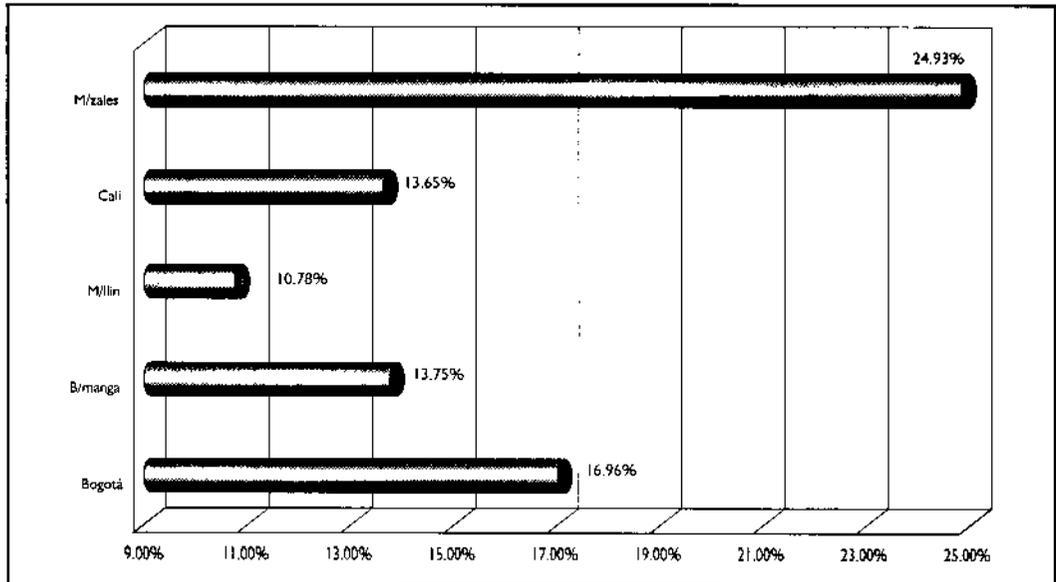
En este gráfico la empresa que cuenta con la mayor participación de los costos de los químicos Vs Costos Operacionales, es la de la ciudad de Manizales, los cuales casi duplican a la segunda del grupo. Por el contrario, EPM de Medellín, emplea muy bajos costos por este concepto.



**Gráfico 6.10**  
**Costo de energía para distribución con respecto al total del costo operacional**  
**\$/kw-h**



**Gráfico 6.11**  
**Participación del costo de los químicos con respecto**  
**al total del costo operacional**



## DESARROLLO Y RESULTADOS

**Tabla No. 6.2**

### Algunos indicadores para el análisis del sistema de acueducto GRUPO No. 1

No.	INDICADOR	Unidades	Fuente	Barranquilla AAA	Bucaramanga Cia. Acued.
<b>I.</b>	<b>COMERCIALES Y GENERALES</b>				
1	Cobertura acueducto	%	Sias	81.40%	99.00%
2	Densidad de suscriptores por área del perímetro urbano (DS)	Susc./Ha	Encuesta/IGAC	14.02	31.31
3	Facturación promedio mensual por suscriptor del sector residencial	\$/Mes	Encuesta	14,293.39	6,179.45
4	Facturación promedio mensual por suscriptor (total sectores)	\$/Mes	Encuesta	21,829.37	8,565.84
5	Índice de eficiencia de recaudo en la facturación (C11)	%	Encuesta	72.00%	85.80%
6	Proporción de reclamos por usuario (C12)	%	Encuesta	16.00%	1.36%
7	Índice de agua no contabilizada (C4)	%	Encuesta	50.00%	32.24%
8	Densidad de Micromedidores por long. De redes (m)	Microm/km	Encuesta	66.731	139.452
9	Proporción de suscriptores con micromedidor (C2)	%	Encuesta	40.81%	100.00%
10	(Costo Laboral/N.Trabajadores) anual	\$/No.Trab.	Encuesta	10,414,249	26,293,256
11	(Costo Laboral/Total m <sup>3</sup> vendidos) anual	\$/m <sup>3</sup>	Encuesta	96	175
12	Total volumen agua facturada/N.Trabajadores	m <sup>3</sup> /No.Trab.	Encuesta	107,944	150,219
13	A. Fijos/N.Trabajad.	\$/No.Trab.	Encuesta/CRA	50,728,378	114,484,062
14	Utilid. Operac/Total m <sup>3</sup> vendidos	\$/m <sup>3</sup>	Encuesta/CRA	1,136.36	1,112.03
15	No. de empleados/ 1000 suscriptores promedio	No.	Encuesta	4.18	2.48
16	No. de empleados + Pensionados / 1000 suscriptores promedio	No.	Encuesta	4.18	3.10
17	No. de empleados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	No./Millon m <sup>3</sup>	Encuesta	9.264	6.657
18	No. de empleados + Pensionados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	No./Millon m <sup>3</sup>	Encuesta	9.264	8.321
<b>II.</b>	<b>TECNICOS Y OPERACIONALES</b>				
19	Proporción total de suscriptores con presiones adecuadas y serv. Continuo (C5)	%	Encuesta	79.90%	100.00%
20	Número anual de roturas de tubos por longitud de tuberías (C6)	Rotur./Km año	Encuesta	15.90	1.20
21	Caudal promedio de agua facturada por suscriptor	m <sup>3</sup> /mes	Encuesta	37.59	31.00
22	Volumen mensual de agua facturada por suscriptor Residencial	m <sup>3</sup> /mes	Encuesta	30.87	27.45
23	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua captada (Ec)	kWh/m <sup>3</sup>	Encuesta	0.067	0.000
24	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua tratada (Et)	kWh/m <sup>3</sup>	Encuesta	0.026	0.000
25	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua distribuida (ED)	kWh/m <sup>3</sup>	Encuesta	0.530	1.092
26	Consumo anual total promedio de Energía eléctrica por unidad de agua	kWh/m <sup>3</sup>	Encuesta	0.206	1.092
27	Consumo anual de químicos por unidad de agua tratada (Pi)	Kg/m <sup>3</sup>	Sias/Encuesta	0.0871	0.0386
28	Densidad de redes por unidad de área urbana (r.)	Km/ha	Encuesta/IGAC	0.086	0.225
<b>III.</b>	<b>FINANCIEROS (Total de la Empresa)</b>				
	1. LIQUIDEZ		CRA (Contribuc.)		
29	1.1 Razón Corriente (A.Corriente)/(P.Corriente)	\$		2.82	1.78
	2. ENDEUDAMIENTO		CRA (Contribuc.)		
30	2.1 Nivel de Endeudamiento total (P.Total)/(A.Total)	%		80.46%	41.59%
31	2.2 Endeudamiento a Corto Plazo (P.Corriente)/(P.Total)	%		21.77%	30.67%
32	2.3 Leverage(Apalanc.) a Corto Plazo (P.Corriente)/(Patrimonio)	%		89.65%	21.98%
	3. ACTIVIDAD		CRA (Contribuc.)		
33	3.1 Rotación Activos Corrientes (Ing. Operación)/(A.Corriente)	Veces		1.70	1.50
34	3.2 Rotación Activos Fijos (Ing.Operación)/(A.Fijos)	Veces		2.02	0.50
35	3.3 Rotación Activos Totales (Ing.Operación)/(A.Total)	Veces		0.84	0.34
	4. RENDIMIENTO		CRA (Contribuc.)		
36	4.1 Margen Operacional de Utilidad (Result. Operac.)/(Ing.Operación)	%		17.80%	10.98%
37	4.2 Margen Nero de Utilidad (Utilidad Neta)/(Ing.Operación)	%		-4.04%	9.96%
38	4.3 Rendimiento del Patrimonio (Utilidad neta)/(Patrimonio)	%		-17.32%	5.86%
39	4.4 Rendimiento del Activo (Utilidad neta)/(A.Total)	%		-3.38%	3.42%
40	4.5 Utilid. Operac/A.fijos	%		-4.04%	9.96%
	5. OPERACIÓN FINANCIERA POR USUARIO		Encuesta/CRA		
41	5.1 Ingresos operacionales / suscriptor	\$/Suscriptor		429,187	142,196
42	5.2 Ingresos totales / suscriptor	\$/Suscriptor		458,952	160,423
43	5.3 Gastos operacionales / suscriptor	\$/Suscriptor		187,717	74,922
44	5.4 Gastos administrativos / suscriptor	\$/Suscriptor		165,095	51,667
45	5.5 Utilidad neta / Suscriptor	\$/Suscriptor		-17,342	14,167

NHD: No hay dato.



DESARROLLO Y RESULTADOS

Z= 1.64									
	Medellín EPM	Bogotá EÁAB	Cali ACUACALI	Manizales Aguas de M.	PROMEDIO (1)	D.ESTÁNDAR (2)	L.INFERIOR (1)-(2*Z) = B	L.SUPERIOR (1)+(2*Z) = A	DIFERENCIA (A - B)/3
	98.70%	91.30%	93.00%	97.00%	93.57%	6.83%	82.37%	100.00%	5.88%
	59.90	33.19	34.57	23.57	32.76	15.35	7.59	57.93	16.78
	7,685.66	8,712.21	10,632.27	4,710.59	8,702.26	3,415.18	3,101.37	14,293.39	3,730.67
	11,690.96	13,025.23	14,386.31	6,571.14	12,678.14	5,328.50	3,939.41	21,416.88	5,825.82
	97.63%	99.00%	92.00%	90.74%	89.70%	10.04%	73.23%	100.00%	8.92%
	1.40%	1.00%	11.80%	4.95%	6.09%	6.36%	1.00%	16.00%	5.00%
	31.60%	32.00%	29.70%	35.30%	35.14%	7.50%	22.84%	47.44%	8.20%
	225.473	185.684	159.865	155.672	155.479	52.847	68.811	225.473	52.221
	89.83%	98.75%	97.39%	80.84%	84.60%	22.63%	47.50%	100.00%	17.50%
	26,980,268	77,016,636	20,455,771	15,708,991	29,464,862	24,129,322	10,414,249	69,036,951	19,540,901
	213	372	181	110	191	99	29	354	108
	126,387	207,105	112,780	142,710	141,191	36,222	81,787	200,595	39,603
	1,285,712,182	789,562,697	67,596,587	27,636,396	389,286,717	526,918,061	27,636,396	1,253,432,338	408,598,647
	10,904.37	7,354.69	720.18	2,051.23	3,879.81	4,241.07	720.18	10,835.16	3,371.66
	2.25	1.38	3.19	1.87	2.56	1.00	0.92	4.18	1.09
	3.39	2.88	3.19	1.87	3.10	0.75	1.87	4.18	0.77
	7.912	4.828	8.867	7.007	7.423	1.625	4.757	9.264	1.502
	11.911	10.085	8.867	7.007	9.242	1.662	6.516	11.911	1.798
	100.00%	100.00%	99.40%	100.00%	96.55%	8.16%	83.17%	100.00%	5.61%
	1.35	NHD	NHD	8.70	6.79	7.01	1.20	15.90	4.90
	23.71	23.76	29.96	22.21	28.04	5.91	18.35	37.59	6.42
	19.47	18.96	25.61	18.16	23.42	5.29	14.75	30.87	5.37
	0.392	0.355	0.079	0.000	0.149	0.177	0.000	0.392	0.131
	0.000	0.503	0.217	0.000	0.124	0.204	0.000	0.459	0.153
	0.566	0.375	0.450	0.000	0.502	0.353	0.000	1.081	0.360
	0.449	0.265	0.162	0.000	0.362	0.386	0.000	0.995	0.332
	0.0171	0.0181	0.0223	0.0122	0.0326	0.0282	0.0122	0.0788	0.0222
	0.239	0.177	0.211	0.122	0.176	0.061	0.077	0.239	0.054
	0.54	2.62	1.42	1.79	1.83	0.83	0.47	2.82	0.78
	28.77%	39.38%	86.96%	24.21%	50.23%	26.81%	6.27%	86.96%	26.90%
	15.07%	14.44%	13.62%	37.19%	22.16%	9.85%	6.01%	37.19%	10.39%
	6.09%	9.38%	90.85%	11.88%	38.30%	40.59%	6.09%	90.85%	28.25%
	2.90	0.71	2.71	1.63	1.86	0.82	0.52	2.90	0.79
	0.07	0.20	0.55	2.79	1.02	1.11	0.07	2.79	0.91
	0.07	0.11	0.45	0.26	0.35	0.28	0.07	0.81	0.25
	13.24%	7.03%	21.79%	9.11%	13.32%	5.56%	4.21%	21.79%	5.86%
	12.95%	36.96%	28.67%	5.66%	15.03%	15.16%	-4.04%	36.96%	13.67%
	1.23%	6.43%	99.96%	1.97%	16.36%	41.88%	-17.32%	85.03%	34.12%
	0.88%	3.90%	13.03%	1.49%	3.22%	5.46%	-3.38%	12.17%	5.19%
	12.95%	1.43%	28.67%	5.66%	9.11%	11.33%	-4.04%	27.69%	10.58%
	210,509	221,220	117,697	144,056	210,811	114,570	22,916	398,705	125,263
	254,773	288,516	127,897	166,002	242,761	122,345	42,115	443,407	133,764
	115,055	88,734	59,289	85,854	101,929	45,852	26,732	177,125	50,131
	67,573	116,935	32,762	45,077	79,851	51,017	32,762	163,518	43,585
	27,269	81,772	33,743	8,149	24,626	33,160	-17,342	79,009	32,117



**Tabla No. 6.2 (Continuación)**  
**Algunos indicadores para el análisis del sistema de acueducto**  
**GRUPO No. 1**

No.	INDICADOR	FILA No. 1	FILA No. 2	FILA No.3
<b>I. COMERCIALES Y GENERALES</b>				
1	Cobertura acueducto	82.37%	88.25%	94.12%
2	Densidad de suscriptores por área del perímetro urbano (D5)	7.59	24.37	41.15
3	Facturación promedio mensual por suscriptor del sector residencial	3,101.37	6,832.04	10,562.71
4	Facturación promedio mensual por suscriptor (total sectores)	3,939.41	9,765.23	15,591.05
5	Índice de eficiencia de recaudo en la facturación (C11)	73.23%	82.15%	91.08%
6	Proporción de reclamos por usuario (C12)	1.00%	6.00%	11.00%
7	Índice de agua no contabilizada (C4)	22.84%	31.04%	39.24%
8	Densidad de Micromedidores por long. De redes (m)	68.811	121.031	173.252
9	Proporción de suscriptores con micromedidor (C2)	47.50%	65.00%	82.50%
10	(Costo Laboral/N.Trabajadores) anual	10,414,249	29,955,149	49,496,050
11	(Costo Laboral/Total m <sup>3</sup> vendidos) anual	29	137	245
12	Total volumen agua facturada/N.Trabajadores	81,787	121,389	160,992
13	A. Fijos/N.Trabajad.	27,636,396	436,235,044	844,833,691
14	Utilid. Operac./Total m <sup>3</sup> vendidos	720.18	4,091.84	7,463.50
15	No. de empleados/ 1000 suscriptores promedio	0.92	2.00	3.09
16	No. de empleados + Pensionados / 1000 suscriptores promedio	1.87	2.64	3.41
17	No. de empleados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	4.757	6.260	7.762
18	No. de empleados + Pensionados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	6.516	8.314	10.113
<b>II. TÉCNICOS Y OPERACIONALES</b>				
19	Proporción total de suscriptores con presiones adecuadas y serv. Continuo (C5)	83.17%	88.78%	94.39%
20	Número anual de rocuras de tubos por longitud de tuberías (C6)	1.20	6.10	11.00
21	Caudal promedio de agua facturada por suscriptor	18.35	24.76	31.18
22	Volumen mensual de agua facturada por suscriptor Residencial	14.75	20.12	25.50
23	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua captada (Ec)	0.000	0.131	0.261
24	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua tratada (Et)	0.000	0.153	0.306
25	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua distribuida (ED)	0.000	0.360	0.721
26	Consumo anual total promedio de Energía eléctrica por unidad de agua	0.000	0.332	0.664
27	Consumo anual de químicos por unidad de agua tratada (Pi)	0.0122	0.0344	0.0566
28	Densidad de redes por unidad de área urbana (r.)	0.077	0.131	0.185
<b>III. FINANCIEROS ( Total de la Empresa)</b>				
<b>1. LIQUIDEZ</b>				
29	1.1 Razón Corriente (A.Corriente)/(P.Corriente)	0.47	1.25	2.03
<b>2. ENDEUDAMIENTO</b>				
30	2.1 Nivel de Endeudamiento total (P.Total)/(A.Total)	6.27%	33.17%	60.06%
31	2.2 Endeudamiento a Corto Plazo (P.Corriente)/(P.Total)	6.01%	16.40%	26.80%
32	2.3 Leverage (Apalanc.) a Corto Plazo (P.Corriente)/(Patrimonio)	6.09%	34.34%	62.59%
<b>3. ACTIVIDAD</b>				
33	3.1 Rotación Activos Corrientes (Ing. Operación)/(A. Corriente)	0.52	1.31	2.11
34	3.2 Rotación Activos Fijos (Ing. Operación)/(A. Fijos)	0.07	0.98	1.88
35	3.3 Rotación Activos Totales (Ing. Operación)/(A. Total)	0.07	0.31	0.56
<b>4. RENDIMIENTO</b>				
36	4.1 Margen Operacional de Utilidad (Result. Operac.)/(Ing. Operación)	4.21%	10.07%	15.93%
37	4.2 Margen Neto de Utilidad (Utilidad Neta)/(Ing. Operación)	-4.04%	9.63%	23.30%
38	4.3 Rendimiento del Patrimonio (Utilidad neta)/(Patrimonio)	-17.32%	16.80%	50.92%
39	4.4 Rendimiento del Activo (Utilidad neta)/(A. Total)	-3.38%	1.80%	6.99%
40	4.5 Utilid. Operac./A. fijos	-4.04%	6.54%	17.11%
<b>5. OPERACIÓN FINANCIERA POR USUARIO</b>				
41	5.1 Ingresos operacionales / suscriptor	22,916	148,179	273,442
42	5.2 Ingresos totales / suscriptor	42,115	175,879	309,643
43	5.3 Gastos operacionales / suscriptor	26,732	76,863	126,994
44	5.4 Gastos administrativos / suscriptor	32,762	76,347	119,933
45	5.5 Utilidad neta / Suscriptor	-17,342	14,775	46,892

NHD: No hay dato.



**DESARROLLO Y RESULTADOS**

FILA	Barranquilla	Bucaramanga	Medellín	Bogotá	Cají	Manizales
No.4	AAA	Cia. Acued.	EPM	EAAB	ACUACALI	Aguas de M.
	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría
100.00%	3	1	1	2	2	1
57.93	3	2	1	2	2	3
14,293.39	3	1	2	2	3	1
21,416.88	3	1	2	2	2	1
100.00%	3	2	1	1	1	2
16.00%	3	1	1	1	3	1
47.44%	3	2	2	2	1	2
225.473	3	2	1	1	2	2
100.00%	3	1	1	1	1	2
69,036,951	1	1	1	3	1	1
354	1	2	2	3	2	1
200,595	3	2	2	1	3	2
253,432,338	3	3	1	2	3	3
10,835.16	3	3	1	2	3	3
4.18	3	2	2	1	3	1
4.18	3	2	2	2	2	1
9,264	3	2	3	1	3	2
(11.911)	2	2	3	2	2	1
100.00%	3	1	1	1	1	1
15.90	3	1	1			2
37.59	3	2	1	1	2	1
30.87	3	3	1	1	3	1
0.392	1	1	3	3	1	1
0.459	1	1	1	3	2	1
1.081	2	3	2	2	2	1
0.995	1	3	2	1	1	1
0.0788	3	2	1	1	1	1
0.239	3	1	1	2	1	3
2.82	1	2	3	1	2	2
86.96%	3	2	1	2	3	1
37.19%	2	3	1	1	1	3
90.85%	3	1	1	1	3	1
2.90	2	2	1	3	1	2
2.79	1	3	3	3	3	1
0.81	1	2	3	3	2	3
21.79%	1	2	2	3	1	3
36.96%	3	2	2	1	1	3
85.03%	3	3	3	3	1	3
12.17%	3	2	3	2	1	3
27.69%	3	2	2	3	1	3
398,705	1	3	2	2	3	3
443,407	1	3	2	2	3	3
177,125	3	1	2	2	1	2
163,518	3	1	1	2	1	1
79,009	3	3	2	1	2	3



**Tabla No. 6.3**  
**Algunos indicadores para el análisis del sistema del acueducto**  
**GRUPO No. 2**

No.	INDICADOR	Unidades	Fuente
<b>I. COMERCIALES Y GENERALES</b>			
1	Cobertura acueducto	%	Sias
2	Densidad de suscriptores por área del perímetro urbano (D5)	Susc./Ha	Encuesta/IGAC
3	Facturación promedio mensual por suscriptor del sector residencial	\$/Mes	Encuesta
4	Facturación promedio mensual por suscriptor (total sectores)	\$/Mes	Encuesta
5	Índice de eficiencia de recaudo en la facturación (C11)	%	Encuesta
6	Proporción de reclamos por usuario (C12)	%	Encuesta
7	Índice de agua no contabilizada (C4)	%	Encuesta
8	Densidad de Micromedidores por long. De redes (m)	Microm/km	Encuesta
9	Proporción de suscriptores con micromedidor (C2)	%	Encuesta
10	(Costo Laboral/N.Trabajadores) anual	\$/No.Trab.	Encuesta
11	(Costo Laboral/Total m <sup>3</sup> vendidos) anual	\$/m <sup>3</sup>	Encuesta
12	Total volumen agua facturada/N.Trabajadores	m <sup>3</sup> /No.Trab.	Encuesta
13	A. Fijos/N.Trabajad.	\$/No.Trab.	Encuesta/CRA
14	Utilid. Operac/Total m <sup>3</sup> vendidos	\$/m <sup>3</sup>	Encuesta/CRA
15	No. de empleados/ 1000 suscriptores promedio	No.	Encuesta
16	No. de empleados + Pensionados / 1000 suscriptores promedio	No.	Encuesta
17	No. de empleados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	No./Millón m <sup>3</sup>	Encuesta
18	No. de empleados + Pensionados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	No./Millón m <sup>3</sup>	Encuesta
<b>II. TÉCNICOS Y OPERACIONALES</b>			
19	Proporción total de suscriptores con presiones adecuadas y serv. Continuo (C5)	%	Encuesta
20	Número anual de roturas de tubos por longitud de tuberías (C6)	Rotur./Km año	Encuesta
21	Caudal promedio de agua facturada por suscriptor	m <sup>3</sup> /mes	Encuesta
22	Volumen mensual de agua facturada por suscriptor Residencial	m <sup>3</sup> /mes	Encuesta
23	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua captada (Ec)	KWh/m <sup>3</sup>	Encuesta
24	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua tratada (Et)	KWh/m <sup>3</sup>	Encuesta
25	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua distribuida (ED)	KWh/m <sup>3</sup>	Encuesta
26	Consumo anual total promedio de Energía eléctrica por unidad de agua	KWh/m <sup>3</sup>	Encuesta
27	Consumo anual de químicos por unidad de agua tratada (Pi)	Kg/m <sup>3</sup>	Sias/Encuesta
28	Densidad de redes por unidad de área urbana (r)	Km/Ha	Encuesta/IGAC
<b>III. FINANCIEROS (Total de la Empresa)</b>			
<b>1. LIQUIDEZ</b>			
29	1.1 Razón Corriente (A.Corriente)/(P.Corriente)	\$	CRA (Contribuc.)
<b>2. ENDEUDAMIENTO</b>			
30	2.1 Nivel de Endeudamiento total (PTotal)/(A.Total)	%	CRA (Contribuc.)
31	2.2 Endeudamiento a Corto Plazo (P.Corriente)/(PTotal)	%	
32	2.3 Leverage (Apalanc.) a Corto Plazo (P.Corriente)/(Patrimonio)	%	
<b>3. ACTIVIDAD</b>			
33	3.1 Rotación Activos Corrientes (Ing. Operación)/(A.Corriente)	Veces	
34	3.2 Rotación Activos Fijos (Ing.Operación)/(A.Fijos)	Veces	
35	3.3 Rotación Activos Totales (Ing.Operación)/(A.Total)	Veces	
<b>4. RENDIMIENTO</b>			
36	4.1 Margen Operacional de Utilidad (Result. Operac.)/(Ing.Operación)	%	CRA (Contribuc.)
37	4.2 Margen Neto de Utilidad (Utilidad Neta)/(Ing.Operación)	%	
38	4.3 Rendimiento del Patrimonio (Utilidad neta)/(Patrimonio)	%	
39	4.4 Rendimiento del Activo (Utilidad neta)/(A.Total)	%	
40	4.5 Utilid. Operac/A.fijos	%	
<b>5. OPERACIÓN FINANCIERA POR USUARIO</b>			
41	5.1 Ingresos operacionales / suscriptor	\$/Suscriptor	Encuesta/CRA
42	5.2 Ingresos totales / suscriptor	\$/Suscriptor	
43	5.3 Gastos operacionales / suscriptor	\$/Suscriptor	
44	5.4 Gastos administrativos / suscriptor	\$/Suscriptor	
45	5.5 Utilidad neta / suscriptor	\$/Suscriptor	

NHD: No hay dato.



## DESARROLLO Y RESULTADOS

	Ibagué IBAL	Buga Aguas de B.	Popayán Ac.y Alc.de P.	Valledupar Emdupar	Girardot ACUAGYR	Pereira Aguas y A.	Florencia SERVAF
	90.00%	95.00%	93.00%	93.00%	80.93%	94.00%	90.00%
	16.89	12.64	15.51	10.92	14.67	33.47	16.62
	7,845.06	4,536.53	5,685.00	5,112.92	14,021.15	6,260.57	3,398.38
	8,153.88	5,939.99	7,089.65	6,968.73	19,355.56	9,233.00	2,732.74
	92.60%	73.00%	83.00%	79.00%	84.78%	87.20%	71.61%
	2.50%	2.00%	93.00%	18.00%	1.51%	NHD	NHD
	44.00%	42.04%	56.00%	43.00%	42.00%	40.14%	41.00%
	106.529	163.365	110.613	43.641	NHD	121.28	42.138
	87.85%	100.00%	90.20%	63.40%	NHD	94.28%	33.54%
	5,712,450	2,963,087	12,616,208	34,836,100	13,267,638	10,124,988	4,107,493
	51	22	234	59	159	125	26
	111,260	135,987	53,936	590,767	83,580	80,806	155,027
	481,332,288	69,280,551	58,143,517	808,565,841	38,943,451	152,920,380	3,318,182
	4,505.96	3,970.17	2,055.15	1,790.71	1,260.26	6,789.96	78.13
	3.12	3.11	5.59	0.74	5.01	4.22	4.06
	3.12	3.11	7.16	5.54	7.87	5.56	4.06
	8.988	7.354	18.54	1.693	11.965	12.375	6.45
	8.988	7.354	23.725	12.695	18.772	16.302	6.45
	84.00%	100.00%	68.00%	100.00%	80.00%	80.00%	NHD
	2.37	NHD	1.5	0.24	10	18	NHD
	28.97	35.23	25.15	36.37	34.92	28.43	52.48
	23.61	30.7	21.17	32.11	28.11	24.5	53.32
	0	0	0	0	0.132	0	0
	0	0	0	0	0.183	0	0
	0.113	0.901	0.636	0	0.149	0.491	0
	0.113	0.901	0.636	0	0.155	0.491	0
	0.0335	0.0632	0.0137	0.0093	0.0612	0.005	0.0101
	0.139	0.077	0.127	0.159	0.173	0.26	0.132
	1.76	0.91	1.1	1.95	1.1	2.3	1.48
	7.50%	10.93%	28.31%	54.90%	52.43%	13.11%	51.38%
	30.17%	63.71%	27.22%	16.03%	30.36%	25.23%	87.76%
	2.45%	7.82%	10.75%	19.52%	33.47%	3.81%	92.75%
	1.71	1.66	2.93	1.7	2.87	0.47	2.87
	0.07	0.82	0.47	0.38	1.36	0.13	7.01
	0.07	0.11	0.25	0.29	0.5	0.04	1.92
	-47.03%	-16.40%	5.17%	29.61%	20.51%	-6.06%	12.05%
	-11.79%	-56.75%	10.40%	42.61%	32.63%	55.20%	3.38%
	-0.87%	-6.73%	3.59%	27.62%	34.55%	2.26%	13.33%
	-0.81%	-5.99%	2.57%	12.45%	16.43%	1.96%	6.48%
	-11.79%	-56.75%	10.40%	42.61%	32.63%	55.20%	3.38%
	107,128	177,199	153,482	228,427	265,937	82,247	94,459
	153,692	531,066	158,324	229,741	281,987	139,104	99,551
	63,086	78,520	77,156	128,482	137,094	51,523	10,761
	94,424	127,740	68,396	32,317	74,294	35,712	72,313
	-12,631	-100,553	15,962	97,327	86,782	45,398	3,189



**Tabla No. 6.3 (Continuación)**  
**Algunos indicadores para el análisis del sistema del acueducto**  
**GRUPO No. 2**

No.	INDICADOR	Santa R.Cabal Empocabal	Santa Marta Metroagua
<b>I. COMERCIALES Y GENERALES</b>			
1	Cobertura acueducto	91.60%	90.00%
2	Densidad de suscriptores por área del perímetro urbano (D5)	7.94	11.88
3	Facturación promedio mensual por suscriptor del sector residencial	3,115.47	5,073.62
4	Facturación promedio mensual por suscriptor (total sectores)	9,709.70	6,193.88
5	Índice de eficiencia de recaudo en la facturación (C11)	90.48%	70.00%
6	Proporción de reclamos por usuario (C12) NHD	NHD	NHD
7	Índice de agua no contabilizada (C4)	8.65%	48.00%
8	Densidad de Micromedidores por long. De redes (m)	NHD	33.105
9	Proporción de suscriptores con micromedidor (C2)	100.00%	34.52%
10	(Costo Laboral/N.Trabajadores) anual	15,430,500	14,585,409
11	(Costo Laboral/Total m <sup>3</sup> vendidos) anual	40	56
12	Total volumen agua facturada/N.Trabajadores	389,356	262,175
13	A. Fijos/N.Trabajad.	68,399,302	112,266,702
14	Utilid. Operac/Total m <sup>3</sup> vendidos	227.26	1,376.71
15	No. de empleados/ 1000 suscriptores promedio	3.36	1.14
16	No. de empleados + Pensionados / 1000 suscriptores promedio	3.67	1.14
17	No. de empleados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	2.568	3.814
18	No. de empleados + Pensionados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	2.809	3.814
<b>II. TÉCNICOS Y OPERACIONALES</b>			
19	Proporción total de suscriptores con presiones adecuadas y serv. Continuo (C5)	NHD	59.89%
20	Número anual de roturas de tubos por longitud de tuberías (C6)	NHD	2.54
21	Caudal promedio de agua facturada por suscriptor	1098.97	24.83
22	Volumen mensual de agua facturada por suscriptor Residencial	25.59	21.76
23	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua captada (Ec)	0	0
24	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua tratada (Et)	0	0
25	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua distribuida (ED)	0	0.214
26	Consumo anual total promedio de Energía eléctrica por unidad de agua	0	0.214
27	Consumo anual de químicos por unidad de agua tratada (Pi)	0.0094	0.0137
28	Densidad de redes por unidad de área urbana (r)	NHD	0.124
<b>III. FINANCIEROS (Total de la Empresa)</b>			
<b>I. LIQUIDEZ</b>			
29	1.1 Razón Corriente (A.Corriente)/(P.Corriente)	1.95	1.62
<b>2. ENDEUDAMIENTO</b>			
30	2.1 Nivel de Endeudamiento total (P.Total)/(A.Total)	38.18%	86.96%
31	2.2 Endeudamiento a Corto Plazo (P.Corriente)/(P.Total)	30.53%	31.22%
32	2.3 Leverage (Apalanc.) a Corto Plazo (P.Corriente)/(Patrimonio)	18.85%	208.19%
<b>3. ACTIVIDAD</b>			
33	3.1 Rotación Activos Corrientes (Ing. Operación)/(A. Corriente)	2.74	0.78
34	3.2 Rotación Activos Fijos (Ing. Operación)/(A. Fijos)	0.8	1.1
35	3.3 Rotación Activos Totales (Ing. Operación)/(A. Total)	0.62	0.34
<b>4. RENDIMIENTO</b>			
36	4.1 Margen Operacional de Utilidad (Result. Operac.)/(Ing. Operación)	33.69%	-31.11%
37	4.2 Margen Neto de Utilidad (Utilidad Neta)/(Ing. Operación)	36.30%	-35.71%
38	4.3 Rendimiento del Patrimonio (Utilidad neta)/(Patrimonio)	36.54%	-94.01%
39	4.4 Rendimiento del Activo (Utilidad neta)/(A. Total)	22.59%	-12.26%
40	4.5 Utilid. Operac/A. fijos	36.30%	-35.71%
<b>5. OPERACIÓN FINANCIERA POR USUARIO</b>			
41	5.1 Ingresos operacionales / suscriptor	184,924	140,822
42	5.2 Ingresos totales / suscriptor	202,720	166,840
43	5.3 Gastos operacionales / suscriptor	89,199	128,078
44	5.4 Gastos administrativos / suscriptor	33,430	56,549
45	5.5 Utilidad neta / Suscriptor	67,122	-50,289

NHD: No hay dato.



## DESARROLLO Y RESULTADOS

	Cartago Emcartago	Tunja SERA Q.A.	Pasto EMPOPASTO	Tuluá EMTULUA	Cartagena Aguas de C.
	95.00%	100.00%	98.30%	98.00%	72.00%
	19.06	13.65	18.97	18.53	12.93
	6,410.04	4,132.31	5,879.48	13,381.44	11,513.66
	7,690.32	5,381.46	7,351.27	16,178.61	18,110.33
	89.00%	69.00%	95.30%	89.20%	85.00%
	13.00%	2.90%	13.00%	2.26%	
	49.22%	56.00%	33.11%	51.48%	51.00%
	233.762	67.212	184.514	162.06	105.112
	94.38%	96.96%	96.10%	100.00%	92.51%
	16,635,535	5,913,060	19,631,720	8,000,414	14,465,665
	251	83	145	142	138
	66,330	71,088	135,467	56,433	104,918
	288,965,111	7,277,164	179,353,030	242,215,970	67,904,101
	4,656.85	695.08	1,830.96	5,041.86	1,517.01
	4.17	2.84	2.19	4.48	3.57
	8.85	2.84	3.28	6.95	3.57
	15.076	14.067	7.382	17.72	9.531
	32.004	14.067	11.073	27.497	9.531
	100.00%	30.00%	100.00%	100.00%	92.00%
	NHD	2	0.25	NHD	NHD
	23.04	16.84	24.68	21.06	31.2
	21.05	15.96	21.99	19.34	23.1
	0.271	0	2.157	0	1.055
	0	0	0	0	0.21
	0	0	3.61	1.696	0
	0.271	0	1.608	1.696	0.959
	0.041	NHD	0.0423	0.0612	0.0608
	0.077	0.197	0.099	0.114	0.114
	1.33	0.8	0.93	1.44	1.98
	10.67%	96.08%	48.47%	10.39%	75.50%
	44.89%	62.28%	57.22%	87.81%	38.28%
	5.36%	1527.47%	53.81%	10.18%	117.93%
	1.88	1.71	1.16	0.99	1.38
	0.13	5.6	0.41	0.15	1.86
	0.12	0.82	0.3	0.13	0.79
	-8.88%	-13.28%	5.38%	42.10%	12.36%
	-2.42%	-17.67%	-4.84%	36.49%	9.41%
	-0.33%	-372.05%	-2.81%	5.26%	30.43%
	-0.29%	-14.57%	-1.45%	4.72%	7.46%
	-2.42%	-17.67%	-4.84%	36.49%	9.41%
	154,612	115,841	162,307	164,687	450,316
	164,596	117,194	166,636	183,667	507,985
	111,298	77,982	75,879	58,325	222,828
	57,037	53,246	77,694	37,031	171,833
	-3,739	-20,472	-7,862	60,102	42,362



**Tabla No. 6.3 (Continuación)**  
**Cálculo estadístico para estimar las bandas de eficiencia**  
**GRUPO No. 2**

No.	INDICADOR	Z = 1.64	
		PROMEDIO -1	D. ESTÁNDAR -2
<b>I.</b>	<b>COMERCIALES Y GENERALES</b>		
1	Cobertura acueducto	91.49%	7.31%
2	Densidad de suscriptores por área del perímetro urbano (D5)	15.98	5.99
3	Facturación promedio mensual por suscriptor del sector residencial	6,883.26	3,556.37
4	Facturación promedio mensual por suscriptor (total sectores)	9,292.08	4,989.74
5	Índice de eficiencia de recaudo en la facturación (C11)	82.80%	8.81%
6	Proporción de reclamos por usuario (C12)	16.46%	29.36%
7	Índice de agua no contabilizada (C4)	43.26%	11.86%
8	Densidad de Micromedidores por long. De redes (m)	114.444	62.6
9	Proporción de suscriptores con micromedidor (C2)	83.36%	23.87%
10	(Costo Laboral/M.Trabajadores) anual	12,735,019	8,134,580
11	(Costo Laboral/Total m <sup>3</sup> vendidos) anual	109	73
12	Total volumen agua facturada/M.Trabajadores	164,081	153,360
13	A. Fijos/M.Trabajad.	184,206,114	221,843,470
14	Utilid. Operac/Total m <sup>3</sup> vendidos	2,556.86	2,054.24
15	No. de empleados/ 1000 suscriptores promedio	3.4	1.37
16	No. de empleados + Pensionados / 1000 suscriptores promedio	4.77	2.25
17	No. de empleados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	9.823	5.365
18	No. de empleados + Pensionados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	13.934	8.834
<b>II.</b>	<b>TÉCNICOS Y OPERACIONALES</b>		
19	Proporción total de suscriptores con presiones adecuadas y serv. Continuo (C5)	82.82%	21.56%
20	Número anual de roturas de tubos por longitud de tuberías (C6)	4.61	6.24
21	Caudal promedio de agua facturada por suscriptor	35.15	22.95
22	Volumen mensual de agua facturada por suscriptor Residencial	25.88	9
23	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua captada (Ec)	0.258	0.615
24	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua tratada (Et)	0.028	0.071
25	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua distribuida (ED)	0.558	1.003
26	Consumo anual total promedio de Energía eléctrica por unidad de agua	0.503	0.585
27	Consumo anual de químicos por unidad de agua tratada (Pi)	0.0327	0.0234
28	Densidad de redes por unidad de área urbana (r)	0.138	0.05
<b>III.</b>	<b>FINANCIEROS (Total de la Empresa)</b>		
	<b>1. LIQUIDEZ</b>		
29	1.1 Razón Corriente (A.Corriente)/(P.Corriente)	1.48	0.47
	<b>2. ENDEUDAMIENTO</b>		
30	2.1 Nivel de Endeudamiento total (P.Total)/(A.Total)	41.77%	29.93%
31	2.2 Endeudamiento a Corto Plazo (P.Corriente)/(P.Total)	45.19%	23.01%
32	2.3 Leverage (Apalanc.) a Corto Plazo (P.Corriente)/(Patrimonio)	150.88%	400.52%
	<b>3. ACTIVIDAD</b>		
33	3.1 Rotación Activos Corrientes (Ing. Operación)/(A.Corriente)	1.78	0.81
34	3.2 Rotación Activos Fijos (Ing.Operación)/(A.Fijos)	1.45	2.14
35	3.3 Rotación Activos Totales (Ing.Operación)/(A.Total)	0.45	0.5
	<b>4. RENDIMIENTO</b>		
36	4.1 Margen Operacional de Utilidad (Result. Operac.)/(Ing.Operación)	2.72%	25.11%
37	4.2 Margen Neto de Utilidad (Utilidad Neta)/(Ing.Operación)	6.95%	31.73%
38	4.3 Rendimiento del Patrimonio (Utilidad neta)/(Patrimonio)	-23.09%	105.35%
39	4.4 Rendimiento del Activo (Utilidad neta)/(A.Total)	2.81%	10.22%
40	4.5 Utilid. Operac/A.fijos	6.95%	31.73%
	<b>5. OPERACIÓN FINANCIERA POR USUARIO</b>		
41	5.1 Ingresos operacionales / suscriptor	177,314	93,010
42	5.2 Ingresos totales / suscriptor	221,650	134,101
43	5.3 Gastos operacionales / suscriptor	93,586	50,531
44	5.4 Gastos administrativos / suscriptor	70,858	39,248
45	5.5 Utilidad neta / Suscriptor	15,907	54,768



	L.INFERIOR (1)-(2*Z) = B	L.SUPERIOR (1)+(2*Z) = A	DIFERENCIA (A - B)/3	FILA No.1	FILA No.2	FILA No.3	FILA No.4
	79.50%	100.00%	6.83%	79.50%	86.33%	93.17%	100.00%
	6.15	25.81	6.55	6.15	12.7	19.25	25.81
	1,050.81	12,715.71	3,888.30	1,050.81	4,939.11	8,827.41	12,715.71
	1,108.91	17,475.25	5,455.45	1,108.91	6,564.36	12,019.80	17,475.25
	68.35%	95.30%	8.98%	68.35%	77.33%	86.32%	95.30%
	1.51%	64.62%	21.04%	1.51%	22.55%	43.58%	64.62%
	23.80%	56.00%	10.73%	23.80%	34.54%	45.27%	56.00%
	11.78	217.108	68.443	11.78	80.223	148.666	217.108
	44.22%	100.00%	18.59%	44.22%	62.82%	81.41%	100.00%
	2,963.087	26,075.729	7,704.214	2,963.087	10,667.301	18,371.515	26,075.729
	22	230	69	22	91	160	230
	53,936	415,591	120,551	53,936	174,488	295,039	415,591
	3,318,182	548,029,405	181,570,408	3,318,182	184,888,590	366,458,997	548,029,405
	78.13	5,925.82	1,949.23	78.13	2,027.36	3,976.59	5,925.82
	1.15	5.59	1.48	1.15	2.63	4.11	5.59
	1.08	8.45	2.46	1.08	3.54	5.99	8.45
	1.025	18.54	5.838	1.025	6.864	12.702	18.54
	2.809	28.421	8.537	2.809	11.347	19.884	28.421
	47.47%	100.00%	17.51%	47.47%	64.98%	82.49%	100.00%
	0.24	14.84	4.87	0.24	5.11	9.97	14.84
	16.84	72.79	18.65	16.84	35.49	54.14	72.79
	11.12	40.64	9.84	11.12	20.96	30.8	40.64
	0	1.267	0.422	0	0.422	0.845	1.267
	0	0.145	0.048	0	0.048	0.097	0.145
	0	2.203	0.734	0	0.734	1.469	2.203
	0	1.463	0.488	0	0.488	0.975	1.463
	0.005	0.0632	0.0194	0.005	0.0244	0.0438	0.0632
	0.055	0.221	0.055	0.055	0.11	0.165	0.221
	0.71	2.25	0.51	0.71	1.22	1.73	2.25
	7.50%	90.86%	27.79%	7.50%	35.28%	63.07%	90.86%
	7.45%	82.93%	25.16%	7.45%	32.61%	57.77%	82.93%
	2.45%	807.73%	268.43%	2.45%	270.87%	539.30%	807.73%
	0.44	2.93	0.83	0.44	1.27	2.1	2.93
	0.07	4.96	1.63	0.07	1.7	3.33	4.96
	0.04	1.26	0.41	0.04	0.44	0.85	1.26
	-47.03%	42.10%	29.71%	-47.03%	-17.32%	12.39%	42.10%
	-56.75%	55.20%	37.31%	-56.75%	-19.43%	17.88%	55.20%
	-372.05%	36.54%	136.19%	-372.05%	-235.85%	-99.66%	36.54%
	-14.57%	19.56%	11.38%	-14.57%	-3.20%	8.18%	19.56%
	-56.75%	55.20%	37.31%	-56.75%	-19.43%	17.88%	55.20%
	24,777	329,850	101,691	24,777	126,468	228,159	329,850
	1,725	441,576	146,617	1,725	148,342	294,959	441,576
	10,716	176,457	55,247	10,716	65,963	121,210	176,457
	6,491	135,225	42,911	6,491	49,402	92,314	135,225
	-100,553	97,327	65,960	-100,553	-34,593	31,367	97,327



**Tabla No. 6.3 (Continuación)**  
**Elaboración de las bandas de eficiencia**  
**GRUPO No. 2**

No.	INDICADOR	Ibagué IBAL	Buga Aguas de B.	Popayán Ac.y Alc.de P.	Valledupar Emdupar
I.	COMERCIALES Y GENERALES	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría
1	Cobertura acueducto	2	1	2	2
2	Densidad de suscriptores por área del perímetro urbano (DS)	2	3	2	3
3	Facturación promedio mensual por suscriptor del sector residencial	2	1	2	2
4	Facturación promedio mensual por suscriptor (total sectores)	2	1	2	2
5	Índice de eficiencia de recaudo en la facturación (C11)	1	3	2	2
6	Proporción de reclamos por usuario (C12)	1	1	3	1
7	Índice de agua no contabilizada (C4)	2	2	3	2
8	Densidad de Micromedidores por long. De redes (m)	2	1	2	3
9	Proporción de suscriptores con micromedidor (C2)	1	1	1	2
10	(Costo Laboral/N.Trabajadores) anual	1	1	2	3
11	(Costo Laboral/Total m <sup>3</sup> vendidos) anual	1	1	3	1
12	Total volumen agua facturada/N.Trabajadores	3	3	3	1
13	A. Fijos/N.Trabajad.	1	3	3	1
14	Utilid. Operac/Total m <sup>3</sup> vendidos	1	2	2	3
15	No. de empleados/ 1000 suscriptores promedio	2	2	3	1
16	No. de empleados + Pensionados / 1000 suscriptores promedio	1	1	3	2
17	No. de empleados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	2	2	3	1
18	No. de empleados + Pensionados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	1	1	3	2
II.	TÉCNICOS Y OPERACIONALES				
19	Proporción total de suscriptores con presiones adecuadas y serv. Continuo (C5)	1	1	2	1
20	Número anual de roturas de tubos por longitud de tuberías (C6)	1		1	1
21	Caudal promedio de agua facturada por suscriptor	1	1	1	2
22	Volumen mensual de agua facturada por suscriptor Residencial	2	2	2	3
23	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua captada (Ec)	1	1	1	1
24	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua tratada (Et)	1	1	1	1
25	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua distribuida (ED)	1	2	1	1
26	Consumo anual total promedio de Energía eléctrica por unidad de agua	1	2	2	1
27	Consumo anual de químicos por unidad de agua tratada (Pi)	2	3	1	1
28	Densidad de redes por unidad de área urbana (r)	2	3	2	2
III.	FINANCIEROS (Total de la Empresa)				
	1. LIQUIDEZ				
29	1.1 Razón Corriente (A.Corriente)/(P.Corriente)	1	3	3	1
	2. ENDEUDAMIENTO				
30	2.1 Nivel de Endeudamiento total (P.Total)/(A.Total)	1	1	1	2
31	2.2 Endeudamiento a Corto Plazo (P.Corriente)/(P.Total)	1	3	1	1
32	2.3 Leverage (Apalanc.) a Corto Plazo (P.Corriente)/(Patrimonio)	1	1	1	1
	3. ACTIVIDAD				
33	3.1 Rotación Activos Corrientes (Ing. Operación)/(A. Corriente)	2	2	1	2
34	3.2 Rotación Activos Fijos (Ing. Operación)/(A. Fijos)	3	3	3	3
35	3.3 Rotación Activos Totales (Ing. Operación)/(A. Total)	3	3	3	3
	4. RENDIMIENTO				
36	4.1 Margen Operacional de Utilidad (Result. Operac.)/(Ing. Operación)	3	2	2	1
37	4.2 Margen Neto de Utilidad (Utilidad Neta)/(Ing. Operación)	2	3	2	1
38	4.3 Rendimiento del Patrimonio (Utilidad neta)/(Patrimonio)	1	1	1	1
39	4.4 Rendimiento del Activo (Utilidad neta)/(A. Total)	2	3	2	1
40	4.5 Utilid. Operac/A.fijos	2	3	2	1
	5. OPERACIÓN FINANCIERA POR USUARIO				
41	5.1 Ingresos operacionales / suscriptor	3	2	2	1
42	5.2 Ingresos totales / suscriptor	2	1	2	2
43	5.3 Gastos operacionales / suscriptor	1	2	2	3
44	5.4 Gastos administrativos / suscriptor	3	3	2	1
45	5.5 Utilidad neta / Suscriptor	2	3	2	1



**DESARROLLO Y RESULTADOS**



	Girardot	Pereira	Florencia	Sta. R.Cabal	Santa Marta	Cartago	Tunja	Pasto	Tuluá	Cartagena
	ACUAGYR	Aguas y A.	SERYAF	Empocabal	Metroagua	Emcartago	SERA Q.A.	EMPOPASTO	EMTULUA	Aguas de C.
	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría
	3	1	2	2	2	1	1	1	1	3
	2	1	2	3	3	2	2	2	2	2
	3	2	1	1	2	2	1	2	3	3
	3	2	1	2	1	2	1	2	3	3
	2	1	3	1	3	1	3	1	1	2
	1									1
	2	2	2	1	3	3	3	1	3	3
		2	3		3	1	3	1	1	2
		1	3	1	3	1	1	1	1	1
	2	1	1	2	2	2	1	3	1	2
	2	2	1	1	1	3	1	2	2	2
	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3
	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3
	3	1	3	3	3	1	3	3	1	3
	3	3	2	2	1	3	2	1	3	2
	3	2	2	2	1	3	1	1	3	2
	2	2	1	1	1	3	3	2	3	2
	2	2	1	1	1	3	2	1	3	1
	2	2			3	1	3	1	1	1
	3	3			1		1	1		
	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1
	2	2	3	2	2	2	1	2	1	2
	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3
	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1
	1	2	1	1	1	1	1	3	3	2
	3	1	1	1	1	2		2	3	3
	1	1	2		2	3	1	3	2	2
	3	1	2	1	2	2	3	3	2	1
	2	1	2	2	3	1	3	2	1	3
	1	1	3	1	1	2	3	2	3	2
	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
	1	3	1	1	3	2	2	3	3	2
	3	3	1	3	3	3	1	3	3	2
	2	3	1	2	3	3	2	3	3	2
	1	2	2	1	3	2	2	2	1	2
	1	1	2	1	3	2	2	2	1	2
	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
	1	2	2	1	3	2	3	2	2	2
	1	1	2	1	3	2	2	2	1	2
	1	3	3	2	2	2	3	2	2	1
	2	3	3	2	2	2	3	2	2	1
	3	1	1	2	3	2	2	2	1	3
	2	1	2	1	2	2	2	2	1	3
	1	1	2	1	3	2	2	2	1	1



Tabla No. 6.4  
Algunos indicadores para el análisis del sistema de acueducto  
GRUPO No. 3

No.	INDICADOR	Unidades	Fuente
<b>I. COMERCIALES Y GENERALES</b>			
1	Cobertura acueducto	%	Sias
2	Densidad de suscriptores por área del perímetro urbano (D5)	Susc./Ha	Encuesta/IGAC
3	Facturación promedio mensual por suscriptor del sector residencial	\$/Mes	Encuesta
4	Facturación promedio mensual por suscriptor (total sectores)	\$/Mes	Encuesta
5	Índice de eficiencia de recaudo en la facturación (C11)	%	Encuesta
6	Proporción de reclamos por usuario (C12)	%	Encuesta
7	Índice de agua no contabilizada (C4)	%	Encuesta
8	Densidad de Micromedidores por long. De redes (m)	Microm./Km.	Encuesta
9	Proporción de suscriptores con micromedidor (C2)	%	Encuesta
10	(Costo Laboral/N. Trabajadores) anual	\$/No. Trab.	Encuesta
11	(Costo Laboral/Total m <sup>3</sup> vendidos) anual	\$/m <sup>3</sup>	Encuesta
12	Total volumen agua facturada/N. Trabajadores	m <sup>3</sup> /No. Trab.	Encuesta
13	A. Fijos/N. Trabajad.	\$/No. Trab.	Encuesta/IRA
14	Utilid. Operac./total m <sup>3</sup> vendidos	\$/m <sup>3</sup>	Encuesta/IRA
15	No. de empleados/1000 suscriptores promedio	No.	Encuesta
16	No. de empleados + Pensionados / 1000 suscriptores promedio	No.	Encuesta
17	No. de empleados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	No./Million m <sup>3</sup>	Encuesta
18	No. de empleados + Pensionados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	No./Million m <sup>3</sup>	Encuesta
<b>II. TÉCNICOS Y OPERACIONALES</b>			
19	Proporción total de suscriptores con presiones adecuadas y serv. Continuo (C5)	%	Encuesta
20	Número anual de roturas de tubos por longitud de tuberías (C6)	Rotur./Km año	Encuesta
21	Caudal promedio de agua facturada por suscriptor	m <sup>3</sup> /mes	Encuesta
22	Volumen mensual de agua facturada por suscriptor Residencial	m <sup>3</sup> /mes	Encuesta
23	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua captada (E1)	KWh/m <sup>3</sup>	Encuesta
24	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua tratada (E2)	KWh/m <sup>3</sup>	Encuesta
25	Consumo anual de energía eléctrica por unidad de agua distribuida (ED)	KWh/m <sup>3</sup>	Encuesta
26	Consumo anual total promedio de Energía eléctrica por unidad de agua	KWh/m <sup>3</sup>	Encuesta
27	Consumo anual de quimicos por unidad de agua tratada (F1)	Kg/m <sup>3</sup>	Sias/Encuesta
28	Densidad de redes por unidad de área urbana (F2)	Km./Ha	Encuesta/IGAC
<b>III. FINANCIEROS ( Total de la Empresa)</b>			
<b>I. LIQUIDEZ</b>			
29	1.1 Razón Corriente (A.Corriente)/(C.corriente)	\$	IRA (Contribuc.)
<b>2. ENDEUDAMIENTO</b>			
30	2.1 Nivel de Endeudamiento total (F.Total)/(A.Total)	%	IRA (Contribuc.)
31	2.2 Endeudamiento a Corto Plazo (F.Corriente)/(C.Total)	%	
32	2.3 Leverage(Apatanc) a Corto Plazo (F.Corriente)/(Patrimonio)	%	
<b>3. ACTIVIDAD</b>			
33	3.1 Rotación Activos Corrientes (Ing. Operación)/(A.Corriente)	Veces	IRA (Contribuc.)
34	3.2 Rotación Activos Fijos (Ing.Operación)/(A.Fijos)	Veces	
35	3.3 Rotación Activos Totales (Ing.Operación)/(A.Total)	Veces	
<b>4. RENDIMIENTO</b>			
36	4.1 Margen Operacional de Utilidad (Result. Operac.)/(Ing.Operación)	%	
37	4.2 Margen Neto de Utilidad (Utilidad Meta)/(Ing.Operación)	%	
38	4.3 Rendimiento del Patrimonio (Utilidad neta)/(Patrimonio)	%	
39	4.4 Rendimiento del Activo (Utilidad neta)/(A.Total)	%	
40	4.5 Utilid. Operac./A.fijos	%	
<b>5. OPERACION FINANCIERA POR USUARIO</b>			
41	5.1 Ingresos operacionales / suscriptor	\$/Suscriptor	Encuesta/IRA
42	5.2 Ingresos totales / suscriptor	\$/Suscriptor	
43	5.3 Gastos operacionales / suscriptor	\$/Suscriptor	
44	5.4 Gastos administrativos / suscriptor	\$/Suscriptor	
45	5.5 Utilidad neta / suscriptor	\$/Suscriptor	

NHD: No hay dato.



	Neiva Emp.Públic.	Villavicencio EAAV	Sogamoso Cía.Serv.Púb.	Sincelejo EMPAS	Zipaquirá EAAZ	Montería SAAM	Fusagasugá E.Serv.Púb.
	88.00%	79.00%	88.01%	82.00%	96.00%	65.00%	74.00%
	14.65	8.59	11.57	16.67	14.98	17.96	15.10
	6,382.44	4,816.49	2,759.94	6,029.58	3,114.55	7,121.55	6,888.16
	7,011.61	6,119.20	3,937.13	7,079.57	3,137.39	8,654.05	6,937.01
	NHD	80.00%	68.00%	50.00%	NHD	77.60%	70.00%
	1.15%	11.00%	NHD	NHD	NHD	6.82%	1.84%
	38.00%	61.52%	22.39%	39.37%	30.42%	50.00%	37.00%
	152.167	30.234	112.525	24.517	29.477	NHD	107.469
	75.16%	30.03%	100.00%	22.81%	52.71%	NHD	100.00%
	6,889,220	10,487,451	14,335,717	6,891,161	6,592,939	12,077,952	15,341,938
	89	55	139	98	95	29	122
	77,648	188,981	102,939	70,155	69,690	412,203	126,063
	22,960,033	41,532,980	130,013,847	31,607,364	147,668,527	80,526,655	902,803,946
	451.22	333.60	1,591.54	1,024.19	2,257.33	437.28	7,796.23
	4.41	1.56	2.80	4.11	3.40	0.59	2.05
	6.03	3.10	2.80	4.11	3.40	0.59	2.05
	12,879	5,292	9,714	14,254	14,349	2,426	7,933
	17,588	10,511	9,714	14,254	14,349	2,426	7,933
	NHD	26.00%	92.00%	NHD	90.00%	NHD	80.00%
	NHD	3.70	2.60	NHD	0.50	1.00	12.00
	28.55	24.56	23.99	24.04	19.73	20.34	21.57
	25.99	23.80	19.97	21.32	19.59	18.60	19.95
	0.000	0.702	0.000	0.421	0.126	0.207	0.000
	0.000	1.933	0.783	0.000	0.063	0.253	0.000
	0.918	0.000	0.000	0.001	0.442	0.000	0.000
	0.918	0.500	0.783	0.241	0.210	0.229	0.000
	0.0254	0.0058	0.0014	0.0012	NHD	0.0535	0.0345
	0.072	0.085	0.103	0.155	0.268	0.159	0.141
	1.90	0.16	2.45	0.62	1.30	2.04	13.18
	28.51%	212.78%	37.75%	89.57%	4.55%	41.19%	0.62%
	33.53%	96.06%	15.46%	100.00%	100.00%	61.52%	100.00%
	13.37%	-181.23%	9.38%	858.69%	4.77%	43.09%	0.62%
	4.49	3.81	2.08	0.70	2.78	2.11	1.14
	1.25	1.87	0.37	0.89	0.18	2.44	0.10
	0.82	1.23	0.30	0.39	0.17	1.09	0.09
	6.90%	38.75%	5.04%	-102.41%	18.05%	12.98%	3.03%
	10.75%	-53.58%	16.71%	-35.75%	9.39%	8.15%	17.12%
	12.28%	58.61%	7.99%	-133.54%	1.63%	15.14%	1.59%
	8.78%	-66.10%	4.97%	-13.93%	1.55%	8.90%	1.58%
	10.75%	-53.58%	16.71%	-35.75%	9.39%	8.15%	17.12%
	126,255	121,283	136,353	115,091	88,279	116,580	186,524
	139,728	126,177	156,835	179,142	93,915	121,464	213,453
	70,740	120,903	64,421	163,644	38,621	56,168	68,263
	46,798	47,382	65,058	69,310	33,727	45,277	112,603
	13,576	-64,983	22,786	-41,148	8,293	9,506	31,932



**Tabla No. 6.4 (Continuación)**  
**Elaboración de las bandas de eficiencia**  
**GRUPO No. 3**

		Z= 1,64
No.	INDICADOR	PROMEDIO (I)
I.	COMERCIALES Y GENERALES	Categoría
1	Cobertura acueducto	81.72%
2	Densidad de suscriptores por área del perímetro urbano (D5)	14.22
3	Facturación promedio mensual por suscriptor del sector residencial	5,301.82
4	Facturación promedio mensual por suscriptor (total sectores)	6,125.14
5	Índice de eficiencia de recaudo en la facturación (C11)	69.12%
6	Proporción de reclamos por usuario (C12)	5.20%
7	Índice de agua no contabilizada (C4)	39.81%
8	Densidad de Micromedidores por long. De redes (m)	76.065
9	Proporción de suscriptores con micromedidor (C2)	63.45%
10	(Costo Laboral/N.Trabajadores) anual	10,373,768
11	(Costo Laboral/Total m <sup>3</sup> vendidos) anual	90
12	Total volumen agua facturada/N.Trabajadores	149,668
13	A. Fijos/N.Trabajad.	193,873,336
14	Utilid. Operac/Total m <sup>3</sup> vendidos	1,984.48
15	No. de empleados/ 1000 suscriptores promedio	2.70
16	No. de empleados + Pensionados / 1000 suscriptores promedio	3.15
17	No. de empleados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	9.550
18	No. de empleados + Pensionados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	10.968
<b>II. TÉCNICOS Y OPERACIONALES</b>		
19	Proporción total de suscriptores con presiones adecuadas y serv. Continuo (C5)	72.00%
20	Número anual de roturas de tubos por longitud de tuberías (C6)	3.96
21	Caudal promedio de agua facturada por suscriptor	23.25
22	Volumen mensual de agua facturada por suscriptor Residencial	21.32
23	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua captada (Ec)	0.208
24	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua tratada (Et)	0.433
25	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua distribuida (ED)	0.194
26	Consumo anual total promedio de Energía eléctrica por unidad de agua	0.412
27	Consumo anual de químicos por unidad de agua tratada (Pi)	0.0203
28	Densidad de redes por unidad de área urbana (r.)	0.140
<b>III. FINANCIEROS ( Total de la Empresa)</b>		
<b>1. LIQUIDEZ</b>		
29	1.1 Razón Corriente (A.Corriente)/(P.Corriente)	3.09
<b>2. ENDEUDAMIENTO</b>		
30	2.1 Nivel de Endeudamiento total (P.Total)/(A.Total)	59.28%
31	2.2 Endeudamiento a Corto Plazo (P.Corriente)/(P.Total)	72.37%
32	2.3 Leverage(Apalanc.) a Corto Plazo (P.Corriente)/(Patrimonio)	106.96%
<b>3. ACTIVIDAD</b>		
33	3.1 Rotación Activos Corrientes (Ing. Operación)/(A.Corriente)	2.44
34	3.2 Rotación Activos Fijos (Ing.Operación)/(A.Fijos)	1.01
35	3.3 Rotación Activos Totales (Ing.Operación)/(A.Total)	0.58
<b>4. RENDIMIENTO</b>		
36	4.1 Margen Operacional de Utilidad (Result. Operac.)/(Ing.Operación)	-13.59%
37	4.2 Margen Neto de Utilidad (Utilidad Neta)/(Ing.Operación)	-3.89%
38	4.3 Rendimiento del Patrimonio (Utilidad neta)/(Patrimonio)	-5.19%
39	4.4 Rendimiento del Activo (Utilidad neta)/(A.Total)	-7.75%
40	4.5 Utilid. Operac/A.Fijos	-3.89%
<b>5. OPERACIÓN FINANCIERA POR USUARIO</b>		
41	5.1 Ingresos operacionales / suscriptor	127,195
42	5.2 Ingresos totales / suscriptor	147,245
43	5.3 Gastos operacionales / suscriptor	83,251
44	5.4 Gastos administrativos / suscriptor	60,022
45	5.5 Utilidad neta / Suscriptor	-2,863



**DESARROLLO Y RESULTADOS**

D. ESTÁNDAR (2)	L. INFERIOR (1)-(2*Z) = B	L. SUPERIOR (1)+(2*Z) = A	DIFERENCIA (A - B)/3	FILA No.1	FILA No.2	FILA No.3
Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría
10.24%	64.92%	96.00%	10.36%	64.92%	75.28%	85.64%
3.17	9.02	17.96	2.98	9.02	12.00	14.98
1,779.80	2,382.95	7,121.55	1,579.53	2,382.95	3,962.48	5,542.01
1,935.00	2,951.74	8,654.05	1,900.77	2,951.74	4,852.51	6,753.28
11.81%	49.75%	80.00%	10.08%	49.75%	59.83%	69.92%
4.62%	1.15%	11.00%	3.28%	1.15%	4.43%	7.72%
12.77%	18.87%	60.75%	13.96%	18.87%	32.83%	46.79%
54.836	24.517	152.167	42.550	24.517	67.067	109.617
33.74%	8.11%	100.00%	30.63%	8.11%	38.74%	69.37%
3,693,738	4,316,038	15,341,938	3,675,300	4,316,038	7,991,338	11,666,638
37	28	139	37	28	65	102
123,232	69,690	351,769	94,026	69,690	163,716	257,742
316,331,099	22,960,033	712,656,338	229,898,768	22,960,033	252,858,802	482,757,570
2,658.24	333.60	6,344.00	2,003.47	333.60	2,337.07	4,340.53
1.39	0.42	4.41	1.33	0.42	1.75	3.08
1.69	0.38	5.92	1.85	0.38	2.23	4.08
4.615	1.981	14.349	4.123	1.981	6.104	10.227
5.000	2.767	17.588	4.940	2.767	7.708	12.648
31.11%	20.98%	92.00%	23.67%	20.98%	44.65%	68.33%
4.67	0.50	11.62	3.71	0.50	4.21	7.91
3.02	18.31	28.20	3.30	18.31	21.61	24.90
2.65	16.97	25.66	2.90	16.97	19.87	22.76
0.266	0.000	0.645	0.215	0.000	0.215	0.430
0.719	0.000	1.613	0.538	0.000	0.538	1.075
0.359	0.000	0.783	0.261	0.000	0.261	0.522
0.335	0.000	0.918	0.306	0.000	0.306	0.612
0.0213	0.0012	0.0535	0.0174	0.0012	0.0187	0.0361
0.066	0.033	0.248	0.072	0.033	0.104	0.176
4.52	0.16	10.51	3.45	0.16	3.61	7.06
73.77%	0.62%	180.27%	59.88%	0.62%	60.50%	120.38%
35.86%	13.56%	100.00%	28.81%	13.56%	42.37%	71.19%
339.67%	-181.23%	664.02%	281.75%	-181.23%	100.52%	382.27%
1.36	0.21	4.49	1.43	0.21	1.63	3.06
0.89	0.10	2.44	0.78	0.10	0.88	1.66
0.46	0.09	1.23	0.38	0.09	0.47	0.85
43.34%	-102.41%	18.05%	40.15%	-102.41%	-62.26%	-22.11%
28.54%	-53.58%	17.12%	23.57%	-53.58%	-30.01%	-6.45%
59.90%	-133.54%	58.61%	64.05%	-133.54%	-69.49%	-5.44%
26.86%	-66.10%	8.90%	25.00%	-66.10%	-41.10%	-16.10%
28.54%	-53.58%	17.12%	23.57%	-53.58%	-30.01%	-6.45%
30,037	77,935	176,455	32,840	77,935	110,775	143,615
39,795	81,981	212,509	43,509	81,981	125,490	169,000
43,477	11,948	154,554	47,535	11,948	59,484	107,019
26,204	17,048	102,996	28,649	17,048	45,697	74,347
35,919	-64,983	31,932	32,305	-64,983	-32,678	-373

**Tabla No. 6.4 (Continuación)**  
**Elaboración de las bandas de eficiencia**  
**GRUPO No. 3**

No.	INDICADOR	FILA No.4
<b>I.</b>	<b>COMERCIALES Y GENERALES</b>	<b>Categoría</b>
1	Cobertura acueducto	96.00%
2	Densidad de suscriptores por área del perímetro urbano (D5)	17.96
3	Facturación promedio mensual por suscriptor del sector residencial	7,121.55
4	Facturación promedio mensual por suscriptor (total sectores)	8,654.05
5	Índice de eficiencia de recaudo en la facturación (C1)	80.00%
6	Proporción de reclamos por usuario (C12)	11.00%
7	Índice de agua no contabilizada (C4)	60.75%
8	Densidad de Micromedidores por long. De redes (m)	152.167
9	Proporción de suscriptores con micromedidor (C2)	100.00%
10	(Costo Laboral/N.Trabajadores) anual	15,341,938
11	(Costo Laboral/Total m <sup>3</sup> vendidos) anual	139
12	Total volumen agua facturada/N.Trabajadores	351,769
13	A. Fijos/N.Trabajad.	712,656,338
14	Utilid. Operac/Total m <sup>3</sup> vendidos	6,344.00
15	No. de empleados/ 1000 suscriptores promedio	4.41
16	No. de empleados + Pensionados / 1000 suscriptores promedio	5.92
17	No. de empleados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	14.349
18	No. de empleados + Pensionados/ millón m <sup>3</sup> vendidos	17.588
	<b>II. TÉCNICOS Y OPERACIONALES</b>	
19	Proporción total de suscriptores con presiones adecuadas y serv. Continuo (C5)	92.00%
20	Número anual de roturas de tubos por longitud de tuberías (C6)	11.62
21	Caudal promedio de agua facturada por suscriptor	28.20
22	Volumen mensual de agua facturada por suscriptor Residencial	25.66
23	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua captada (Ec)	0.645
24	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua tratada (Et)	1.613
25	Consumo anual de Energía eléctrica por unidad de agua distribuida (ED)	0.783
26	Consumo anual total promedio de Energía eléctrica por unidad de agua	0.918
27	Consumo anual de químicos por unidad de agua tratada (Pi)	0.0535
28	Densidad de redes por unidad de área urbana (r.)	0.248
	<b>III. FINANCIEROS (Total de la Empresa)</b>	
	<b>1. LIQUIDEZ</b>	
29	1.1 Razón Corriente (A.Corriente)/(P.Corriente)	10.51
	<b>2. ENDEUDAMIENTO</b>	
30	2.1 Nivel de Endeudamiento total (P.Total)/(A.Total)	180.27%
31	2.2 Endeudamiento a Corto Plazo (P.Corriente)/(P.Total)	100.00%
32	2.3 Leverage (Apalanc.) a Corto Plazo (P.Corriente)/(Patrimonio)	664.02%
	<b>3. ACTIVIDAD</b>	
33	3.1 Rotación Activos Corrientes (Ing. Operación)/(A.Corriente)	4.49
34	3.2 Rotación Activos Fijos (Ing.Operación)/(A.Fijos)	2.44
35	3.3 Rotación Activos Totales (Ing.Operación)/(A.Total)	1.23
	<b>4. RENDIMIENTO</b>	
36	4.1 Margen Operacional de Utilidad (Result. Operac.)/(Ing.Operación)	18.05%
37	4.2 Margen Neto de Utilidad (Utilidad Neta)/(Ing.Operación)	17.12%
38	4.3 Rendimiento del Patrimonio (Utilidad neta)/(Patrimonio)	58.61%
39	4.4 Rendimiento del Activo (Utilidad neta)/(A.Total)	8.90%
40	4.5 Utilid. Operac/A.fijos	17.12%
	<b>5. OPERACIÓN FINANCIERA POR USUARIO</b>	
41	5.1 Ingresos operacionales / suscriptor	176,455
42	5.2 Ingresos totales / suscriptor	212,509
43	5.3 Gastos operacionales / suscriptor	154,554
44	5.4 Gastos administrativos / suscriptor	102,996
45	5.5 Utilidad neta / suscriptor	31,932



**DESARROLLO Y RESULTADOS**

Neiva Emp. Públ. Categoría	Villavicencio EAAV Categoría	Sogamoso Cia. Serv. Públ. Categoría	Sincelejo EMPAS Categoría	Zipaquirá EAAZ Categoría	Montería SAAM Categoría	Fusagasugá E. Serv. Públ. Categoría
1	2	1	2	1	3	3
2	3	3	1	2	1	1
3	2	1	3	1	3	3
3	2	1	3	1	3	3
1	1	2	3		1	1
1	3				2	1
2	3	1	2	1	3	2
1	3	1	3	3		2
1	3	1	3	2		1
1	2	3	1	1	3	3
2	1	3	2	2	1	3
3	2	3	3	3	1	3
3	3	3	3	3	3	1
3	3	3	3	3	3	1
3	1	2	3	3	1	2
3	2	2	3	2	1	1
3	1	2	3	3	1	2
3	2	2	3	3	1	2
	3	1		1		1
	1	1		1	1	3
3	2	2	2	1	1	1
3	3	2	2	1	1	2
1	3	1	2	1	1	1
1	3	2	1	1	1	1
3	1	1	1	2	1	1
3	2	3	1	1	1	1
2	1	1	1	1	3	2
3	3	3	2	1	2	2
3	3	3	3	3	3	1
1	3	1	2	1	1	1
1	3	1	3	3	2	3
1	1	1	3	1	1	1
1	1	2	3	2	2	3
2	1	3	2	3	1	3
2	1	3	3	3	1	3
1	2	1	3	1	1	1
1	3	1	3	1	1	1
1	1	1	3	1	1	1
1	3	1	1	1	1	1
1	3	1	3	1	1	1
2	2	2	2	3	2	1
2	2	2	1	3	3	1
2	3	2	3	1	1	2
2	2	2	2	1	1	3
1	3	1	3	1	1	1



**Tabla No. 6.5**  
**Numerarios técnicos para el análisis de los costos AOM**  
**GRUPO No. 1**

	Bogotá EAAB	Bucaramanga Cia. Acued.	Medellín EPM
<b>PROCESO DE CAPTACIÓN</b>			
1. Caudal promedio captado			
m <sup>3</sup> /mes por suscriptor	53.78	45.76	37.90
Gastos administrativos/ caudal captado (\$/m <sup>3</sup> )	10.26	11.80	15.30
Gastos operativos/ caudal captado (\$/m <sup>3</sup> )	5.90	16.60	28.31
2. Consumo de energía eléctrica en el proceso de captación			
Kwh/m <sup>3</sup>	0.35	0.00	0.39
Costo de energía para captación con respecto al total del Costo operacional:			
\$/kw/h	4.34	0.00	58.82
%	0.86%	0.03%	4.35%
<b>PROCESO DE TRATAMIENTO</b>			
1. Caudal promedio de agua tratada			
m <sup>3</sup> /mes por suscriptor	48.89	45.76	36.39
Gastos administrativos/ caudal tratado (\$/m <sup>3</sup> )	38.38	21.49	43.80
Gastos operativos/ caudal tratado (\$/m <sup>3</sup> )	41.78	38.82	81.03
2. Consumo de energía eléctrica en el proceso de tratamiento			
Kwh/m <sup>3</sup>	0.50	0.00	0.00
Costo de energía para tratamiento con respecto al total del Costo operacional:			
\$/kw/h	40.19	0.00	0.00
%	5.53%	0.74%	0.54%
3. Químicos			
Consumo de producto químico por unidad de agua tratada (kg/m <sup>3</sup> )	0.018	0.039	0.017
Costo de los químicos para tratamiento con respecto al total del Costo operacional (%)	16.96%	13.75%	10.78%
<b>PROCESO DE DISTRIBUCIÓN</b>			
1. Caudal promedio de agua distribuida			
m <sup>3</sup> /mes por suscriptor	34.95	46.43	35.32
Gastos operativos/ caudal distribuido (\$/m <sup>3</sup> )	57.52	58.37	109.99
Gastos administrativos/ caudal distribuido (\$/m <sup>3</sup> )	116.85	33.29	59.45
2. Consumo de energía eléctrica en el proceso de distribución			
Kwh/m <sup>3</sup>	0.38	1.09	0.57
Costo de energía para distribución con respecto al total del Costo operacional:			
\$/kw/h	137.83	36.49	63.56
%	5.44%	9.19%	3.36%
3. Densidad de Micromedidores por longitud de redes (microm./Km).	185.68	139.45	225.47
<b>PROCESO DE COMERCIALIZACIÓN</b>			
1. Proporción del número total de suscriptores con presiones adecuadas y servicio continuo.	100.0%	100.0%	100.0%
2. Proporción del valor facturado anualmente por ventas de agua para el sector residencial. (%)	59.5%	65.7%	59.7%
3. Índice de eficiencia en el recaudo	100.0%	85.8%	97.6%
4. Proporción sobre el total de usuarios del número anual de reclamos.	1.00%	1.36%	1.40%
5. Proporción del total de la población urbana que no está suscrita al sistema (%)	8.70%	0.00%	1.30%
6. Proporción del total de suscriptores con micromedidor	98.7%	100.0%	89.8%
7. Proporción del volumen total de agua facturada por el sector residencial. (%)	70.9%	80.6%	74.5%
8. Índice de agua no facturada	32%	32%	32%
9. Densidad de suscriptores por unidad de área dentro del perímetro urbano. (1/Ha)	33.19	31.31	59.90

\* No se incluyó a la ciudad de Barranquilla por no presentar la desagregación de los costos por proceso.



## DESARROLLO Y RESULTADOS

		Z= 1,64					
	Cali ACUACALI	Manizales Aguas de M.	PROMEDIO (1)	D.ESTANDAR (2)	L.INFERIOR (1)-(2*Z) = B	L.SUPERIOR (1)+(2*Z) = A	DIFERENCIA (A - B)/3
	76.90	33.97	49.66	17.02	21.75	76.90	18.38
	8.15	2.23	9.55	4.85	1.59	15.30	4.57
	2.15	7.67	12.13	10.49	2.15	28.31	8.72
	0.08	0.00	0.17	0.19	0.00	0.39	0.13
	3.32	0.00	13.29	25.52	0.00	55.15	18.38
	0.22%	0.04%	1.10%	1.85%	0.03%	4.13%	1.37%
	76.90	33.97	48.38	17.12	20.31	76.46	18.71
	17.40	5.14	25.24	15.78	5.14	43.80	12.89
	15.42	16.87	38.79	26.55	15.42	81.03	21.87
	0.22	0.00	0.14	0.22	0.00	0.50	0.17
	8.96	0.00	9.83	17.41	0.00	38.38	12.79
	1.57%	0.10%	1.70%	2.21%	0.10%	5.32%	1.74%
	0.022	0.012	0.022	0.010	0.005	0.038	0.011
	13.65%	24.93%	16.01%	5.44%	7.09%	24.93%	5.95%
	53.49	32.62	40.56	9.00	25.81	53.49	9.23
	44.42	112.05	76.47	32.03	23.94	112.05	29.37
	1.20	22.98	46.76	44.43	1.20	116.85	38.55
	0.45	0.00	0.50	0.39	0.00	1.09	0.36
	78.11	0.00	63.20	51.23	0.00	137.83	45.94
	3.15%	0.63%	4.35%	3.20%	0.63%	9.19%	2.85%
	159.87	155.67	173.23	33.59	118.15	225.47	35.78
	99.4%	100.0%	99.9%	0.3%	99.4%	100.0%	0.2%
	67.2%	63.7%	63.2%	3.5%	57.4%	67.2%	3.3%
	92.0%	90.7%	93.2%	5.7%	84.0%	100.0%	5.3%
	11.80%	4.95%	4.10%	4.59%	1.00%	11.64%	3.55%
	7.00%	3.00%	4.00%	3.72%	0.00%	8.70%	2.90%
	97.4%	80.8%	93.4%	8.0%	80.2%	100.0%	6.6%
	77.7%	72.7%	75.3%	3.9%	68.9%	80.6%	3.9%
	30%	35%	32%	2%	29%	35%	2%
	34.57	23.57	36.51	13.75	13.95	59.06	15.04



**Tabla No. 6.5 (Continuación)**  
**Numerarios técnicos para el análisis de los costos AOM**  
**GRUPO No. 1**

	FILA No.1	FILA No.2
<b>PROCESO DE CAPTACIÓN</b>		
1. Caudal promedio captado		
m <sup>3</sup> /mes por suscriptor	21.75	40.13
Gastos administrativos/ caudal captado (\$/m <sup>3</sup> )	1.59	6.16
Gastos operativos/ caudal captado (\$/m <sup>3</sup> )	2.15	10.87
2. Consumo de energía eléctrica en el proceso de captación		
Kwh/m <sup>3</sup>	0.00	0.13
Costo de energía para captación con respecto al total del Costo operacional:		
\$/kw/h	0.00	18.38
%	0.03%	1.40%
<b>PROCESO DE TRATAMIENTO</b>		
1. Caudal promedio de agua tratada		
m <sup>3</sup> /mes por suscriptor	20.31	39.03
Gastos administrativos/ caudal tratado (\$/m <sup>3</sup> )	5.14	18.02
Gastos operativos/ caudal tratado (\$/m <sup>3</sup> )	15.42	37.29
2. Consumo de energía eléctrica en el proceso de tratamiento		
Kwh/m <sup>3</sup>	0.00	0.17
Costo de energía para tratamiento con respecto al total del Costo operacional:		
\$/kw/h	0.00	12.79
%	0.10%	1.84%
3. Químicos		
Consumo de producto químico por unidad de agua tratada (Kg/m <sup>3</sup> )	0.005	0.016
Costo de los químicos para tratamiento con respecto al total del Costo operacional (%)	7.09%	13.03%
<b>PROCESO DE DISTRIBUCIÓN</b>		
1. Caudal promedio de agua distribuida		
m <sup>3</sup> /mes por suscriptor	25.81	35.04
Gastos operativos/ caudal distribuido (\$/m <sup>3</sup> )	23.94	53.31
Gastos administrativos/ caudal distribuido (\$/m <sup>3</sup> )	1.20	39.75
2. Consumo de energía eléctrica en el proceso de distribución		
Kwh/m <sup>3</sup>	0.00	0.36
Costo de energía para distribución con respecto al total del Costo operacional:		
\$/kw/h	0.00	45.94
%	0.63%	3.48%
3. Densidad de Micromedidores por longitud de redes (microm/Km).	118.15	153.92
<b>PROCESO DE COMERCIALIZACIÓN</b>		
1. Proporción del número total de suscriptores con presiones adecuadas y servicio continuo.	99.4%	99.6%
2. Proporción del valor facturado anualmente por ventas de agua para el sector residencial. (%)	57.4%	60.7%
3. Índice de eficiencia en el recaudo	84.0%	89.3%
4. Proporción sobre el total de usuarios del número anual de reclamos.	1.00%	4.55%
5. Proporción del total de la población urbana que no está suscrita al sistema (%)	0.00%	2.90%
6. Proporción del total de suscriptores con micromedidor	80.2%	86.8%
7. Proporción del volumen total de agua facturada por el sector residencial. (%)	68.9%	72.8%
8. Índice de agua no facturada	29%	31%
9. Densidad de suscriptores por unidad de área dentro del perímetro urbano. (1/Ha)	13.95	28.99

\* No se incluyó a la ciudad de Barranquilla por no presentar la desagregación de los costos por proceso.



**DESARROLLO Y RESULTADOS**



	FILA No.3	FILA No.4	SantaFe de Bogotá EAAB Categoría	Bucaramanga Cia. Acued. Categoría	Medellín EPM Categoría	Cali ACUACALI Categoría	Manizales Aguas de M. Categoría
	58.52	76.90	2	2	1	3	1
	10.73	15.30	2	3	3	2	1
	19.59	28.31	1	2	3	1	1
	0.26	0.39	3	1	3	1	1
	36.77	55.15	1	1	3	1	1
	2.76%	4.13%	1	1	3	1	1
	57.74	76.46	2	2	1	3	1
	30.91	43.80	3	2	3	1	1
	59.16	81.03	2	2	3	1	1
	0.34	0.50	3	1	1	2	1
	25.59	38.38	3	1	1	1	1
	3.58%	5.32%	3	1	1	1	1
	0.027	0.038	2	3	2	2	1
	18.98%	24.93%	2	2	1	2	3
	44.26	53.49	1	3	2	3	1
	82.68	112.05	2	2	3	1	3
	78.30	116.85	3	1	2	1	1
	0.73	1.09	2	3	2	2	1
	91.88	137.83	3	1	2	2	1
	6.33%	9.19%	2	3	1	1	1
	189.70	225.47	2	3	1	2	2
	99.8%	100.0%	1	1	1	3	1
	63.9%	67.2%	1	3	1	3	2
	94.7%	100.0%	1	3	1	2	2
	8.09%	11.64%	1	1	1	3	2
	5.80%	8.70%	3	1	1	3	2
	93.4%	100.0%	1	1	2	1	3
	76.7%	80.6%	1	3	2	3	1
	33%	35%	2	2	2	1	3
	44.03	59.06	2	2	1	2	3





## Anexo A

### ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

**E**n el desarrollo del análisis de la evaluación comparativa de las entidades prestadoras de servicios públicos de agua potable y alcantarillado, se buscó en primera instancia aprovechar al máximo las fuentes de información existentes como el Inventario Sanitario Nacional y los Planes de Gestión y Resultados, correspondientes a los años de 1996 y 1997. También se evaluó la información disponible en la Comisión Reguladora de Agua Potable - CRA. En este Anexo se examina las diversas fuentes y valora su aplicación al modelo propuesto.

#### A.1 Información de la CRA

Se revisaron los estudios técnico-económicos tarifarios disponibles en la CRA y otras investigaciones que esta institución realiza de manera permanente. Se revisó de manera particular la base de datos<sup>1/</sup> que permite evaluar y comparar, por grandes rubros contables, la información financiera –a precios de 1994– del costo medio de Administración, Operación y

Mantenimiento (AOM) de los servicios de acueducto de 89 municipios. Un análisis general de esta información, tipificada por escala poblacional y agregada para todos los macroprocesos, muestra una enorme variabilidad de los costos medios entre empresas que podría estimarse operan en condiciones homogéneas de acuerdo con los criterios establecidos en el presente estudio. Tal es el caso de Cali, Medellín, Barranquilla y Manizales.

La investigación de la CRA sobre los costos AOM parte de la exigencia legal, en cuanto a eficiencia comparativa que deben tener las fórmulas tarifarias, contenida en el inciso 2o. del Artículo 92 de la Ley 142 de 1994, el cual estipula:

“Con ese propósito, al definir en las fórmulas los costos y gastos típicos de operación de las empresas de servicios públicos, las comisiones utilizarán no solo la información propia de la empresa, sino la de otras empresas que operen en condiciones similares, pero que sean más eficientes”

<sup>1/</sup> Estudios de Costos elaborados por Diego Fernández y otros.



Afirma el trabajo de la CRA que la preocupación por este tema no era mayor al momento de expedición de las Resoluciones 8 y 9 de 1995 sobre metodologías de costos y tarifas para los sectores de acueducto y alcantarillado, puesto que los resultados de los estudios mostraban que las tarifas, en muchos casos, apenas si alcanzaban para cubrir parcialmente los costos de inversión. En términos más ilustrativos, la tarifa media cobrada en 1995 en las principales empresas sólo representaba alrededor del 50% del costo medio de largo plazo del servicio, lo cual significa que, aun considerando correcciones importantes en el costo de administración, operación y mantenimiento (para evitar trasladar ineficiencias a los usuarios), las tarifas actuales tendrían que aumentar en forma importante para cubrir los costos de reposición y expansión. Ante este panorama se consideró que la Comisión podría revisar este tema y reglamentar su aplicación durante el período inicialmente previsto de ajuste tarifario (entre junio de 1995 y diciembre del 2001), cumpliendo de esta forma con lo ordenado en la Ley 142 de 1994.

El trabajo inicialmente desarrollado por la CRA<sup>2/</sup> presenta un análisis comparativo de los costos de AOM para 27 de las 80 empresas con más de 8.000 usuarios del país, teniendo en cuenta los factores más relevantes en sus condiciones de operación. La información utilizada proviene de los estudios realizados por las empresas en

la aplicación de las metodologías de costos y tarifas establecidas en las resoluciones tarifarias. Resalta el estudio, que una de las funciones de la Comisión es establecer los parámetros que incentiven a las empresas a ser más eficientes y evitar el traslado de ineficiencias operativas a los usuarios, por lo que resulta fundamental establecer con claridad cuáles diferencias en los costos se deben a las condiciones prácticas y particulares de prestación del servicio y cuáles se deben a la eficiencia con la cual la empresa es administrada.

Una síntesis de los aspectos más relevantes señalados en el estudio son los siguientes:

- Los costos de administración, operación y mantenimiento representan entre el 40% y el 70% de los costos totales de los servicios de acueducto y alcantarillado<sup>3/</sup>, presentando variaciones significativas entre empresas como reflejo de las diversas circunstancias en que deben prestar los servicios, así como de diferencias marcadas en sus niveles de eficiencia.
- La principal fuente de diferencia en los costos unitarios de operación entre sistemas similares proviene de las condiciones particulares de prestación del servicio en cuanto a que el sistema sea abastecido por gravedad o por bombeo. Así, mientras que en el primer caso (gravedad) los costos variables de operación,

<sup>2/</sup> Diego Fernández, *Op. Cit.*

<sup>3/</sup> El porcentaje restante corresponde a los costos de inversión y costo de oportunidad de capital.



en la parte de producción, se reducen a los relacionados con la potabilización del agua, en el segundo (bombeo) deben agregarse los costos de la energía requerida para extraer el agua. Esta diferencia suele trasladarse a la etapa de almacenamiento y distribución, siendo siempre más costosa la operación del sistema por bombeo que la del sistema por gravedad. La fuente de esta diferencia es simplemente el uso de mayor o menor cantidad de energía (y potencia) para la operación normal del sistema, la cual llega a ser el insumo más relevante en algunos sistemas de abastecimiento del país.

- Todos los intentos de agrupación (análisis de cluster) adelantados mostraron poca capacidad de la herramienta estadística para lograr resultados defendibles en la práctica. Por tanto, mientras se añade confiabilidad a algunas variables que pueden ser determinantes en la explicación de la diferencia entre empresas se adelantó un ejercicio de tipo econométrico para toda la muestra poseída.<sup>4/</sup>
- La existencia en la actual estructura tarifaria de un cargo fijo (que debe reflejar los costos administrativos o de clientela) y un cargo por unidad de consumo (que incluye todos los otros costos de operación, mantenimiento e inversión), llevó a explorar inicialmente parámetros de

eficiencia en forma independiente para los costos administrativos y para los costos operativos (sin incluir inversión). Sin embargo, las dificultades prácticas en la clasificación de algunos rubros<sup>5/</sup>, lleva a que esa división resulte en alguna medida arbitraria, siendo mucho más relevante un indicador global que recoja los dos rubros (administrativos y operativos) en forma simultánea. Por esta razón, el trabajo de la CRA se centró en la comparación del indicador de costos de administración, operación y mantenimiento, por metro cúbico.

- Se observa una relación directa y más que proporcional entre los costos y el tamaño de la empresa. En ningún momento debe existir entre los analistas conformismo con el ajuste econométrico encontrado y de allí deducir directa o indirectamente que el regulador debe reconocer dichos costos crecientes. Muy por el contrario, es necesario ir más allá del simple resultado de las ecuaciones para criticar el incremento presentado en los costos. Esta conclusión puede llevar a recomendar, de manera directa, la restricción regulatoria al tamaño permitido a las empresas, de tal manera que solo si su crecimiento muestra ganancias en economías, reflejadas en forma directa en las tarifas a los usuarios, se permita su expansión. Incluso recomendar desagregación o escisión de grandes

<sup>4</sup> También se realiza un análisis dividiendo en dos grupos (según tamaño) la muestra.

<sup>5</sup> Por ejemplo, resulta poco claro si el salario del gerente operativo hace parte de los costos administrativos o de los costos operativos.



empresas a tamaños de ganancias de escala óptima.

De conformidad con la experiencia de la CRA en la obtención y análisis de la información sobre los costos AOM de las empresas, a pesar del trabajo de depuración y crítica realizado a los datos reportados por las empresas, la ausencia de un sistema uniforme de contabilidad para la fecha en que fueron tomados los datos pudo haber condicionado, en gran medida, la calidad de los resultados. Estas señales de limitaciones en la información, y de haber realizado un análisis demasiado agregado, afirmaron la hipótesis propuesta en el modelo de la actual investigación, de promover un mayor nivel de desagregación de los costos, utilizando el concepto de macroprocesos ya definido en el Artículo 1.

### **A.2 Información consultada en la Dirección Técnica de Agua Potable del Ministerio de Desarrollo**

#### **Inventario Sanitario Nacional**

La información del Inventario Sanitario Nacional se encontraba en proceso de ajuste en el Ministerio de Desarrollo, razón por la cual en este estudio se utilizó la in-

formación de los resúmenes ejecutivos ya publicados. Estos resultaron insuficientes para la caracterización económica y técnica de los servicios. También se consultó la información de variables seleccionadas directamente de las fichas originales de la encuesta del Inventario Sanitario para las entidades y municipios seleccionados en la muestra municipal determinada por la CRA para los propósitos del modelo de eficiencia comparativa. Dicha información presentó limitaciones en la desagregación de costos.

### **Base de Datos de los Planes de gestión y Resultados de 1996 y 1997**

Los PGR no suministraron la información esperada o presentaron inconsistencias que impidieron un mejor aprovechamiento (Tablas A.1, A.2 y A.3). No fue posible obtener la caracterización técnica de los sistemas que debería aparecer en los Formatos 9A y 9B de los PGR –relación y costos de personal ocupado, operación y mantenimiento, y consumos con sus respectivos costos de energía eléctrica y sustancias químicas para potabilización del agua cruda-. La información útil se restringió a algunos parámetros tomados del Anexo 2 del PGR.



Tabla A.1 Observaciones Generales	
Barranquilla	Aparece con un consumo de energía inferior al de Magangué en el PGR de 1996. Los datos de consumo de energía en 1997 en las dos ciudades no aparecen registrados.
Medellín 1996	No se encuentran datos de costos de equipos varios y de transporte
Acuavalle 1996	Para 1996 no aparecen desagregados por municipios los costos operativos, lo cual afecta de manera general unos 38 municipios de la muestra de la CRA. No se registran valores de depreciación desde 1992. No se registran valores de inventarios ni de ingresos, costos de personal operativo o contratado a partir de 1996. Esta información tampoco está en lo correspondiente a los formatos 9 A
Medellín, Sogamoso, Armenia, Circasia, Génova, Montenegro y Quimbaya 1.997	En los costos de insumos químicos, no corresponde el cálculo de los totales utilizando los valores desagregados, con aquellos valores registrados en la base de datos
Medellín 1.997	No aparecen registrados los costos de personal de operación y mantenimiento.
Manizales, Sogamoso, Popayán, Facatativá y Armenia 1997	Para Costos de Personal de 1997, el cálculo del total no coincide con el total registrado por error en la suma de los datos, además de no tener registrado todos los valores desagregados. De las empresas que reportan información a la CRA sólo 12 presentan datos completos.
Municipios Total 1997	Los valores registrados para resumen de costos operativos para el año 1997, no coincide en ningún caso con la suma de los rubros de costos de operación correspondiente a cada municipio.
Piendamó y Popayán	Para los costos de personal de operación y mantenimiento se tienen los mismos datos.
Bucaramanga 1996 – 1997	En la base de datos suministrada no hay datos para Bucaramanga en ninguno de los dos años que esta registra. Para sustancias químicas tiene registrado sólo consumo, sin discriminar valores unitarios, razón por la cual no se puede observar el valor global.



**Tabla A.1 (Continuación)**  
**Observaciones Generales**

	<p>En energía eléctrica el producto de los valores consumidos y los valores de Kw-hora no coinciden con los subtotales registrados. Sin embargo la suma de los subtotales registrados si coincide con la suma total. Para maquinaria y equipos no hay valores registrados, igual para personal de operación y mantenimiento.</p> <p>Existe registro de costos de operación. Sin embargo no es posible establecer su composición.</p>
Esquin	<p>Se tienen datos para 1995 y 1997.</p> <p>De esta entidad se tienen datos de Buenavista, Circasia y Finlandia, se encontraron para los tres casos los siguientes inconvenientes:</p> <p>No tiene desagregados los valores para costos de personal, para costos de maquinaria y costos de energía.</p> <p>En los casos Circasia y Buenavista el total costos de operación no coincide con los resultados de las sumas de los datos parciales.</p> <p>Para Circasia, el producto de los datos para el Cloro, en las sustancias químicas, no coincide con el dato registrado.</p>
Armenia	<p>Se han detectado inconsistencias en la desagregación de registros por servicios en relación con el consolidado total. En particular, esto se relaciona con la información de los usuarios y de personal.</p>



<b>Tabla A.2</b> <b>Aspectos específicos de los PGR de 1996 y 1997</b>	
PGR de 1996	<p>De la Base de Datos de PGR de 1996 apenas se registran datos para 49 municipios de la muestra municipal de la CRA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De estos municipios se registran datos de consumo de químicos para 45 municipios, de los cuales se tienen observaciones de inconsistencias de no menos de 15 de ellos.</li> <li>• De la misma selección, apenas se tienen datos del subtotal de consumo de energía para unos 36 municipios. Esta pendiente de verificarse la consistencia de esta información con el análisis de producción y la correspondiente caracterización tecnológica.</li> <li>• La información del número de profesionales, técnicos y obreros asignados por procesos se detalla para unas 09 casos, la información de costo correspondiente solo para 08 casos.</li> <li>• La información de volúmenes de agua producida, tratada o distribuida solo se presenta para 09, 12 y 09 casos respectivamente. Esto constituye un cuello de botella de partida para el análisis general de esta información según esta base de datos, salvo que se asuman valores de otras fuentes.</li> <li>• La información de los gastos totales operativos, mantenimiento, administrativos y no operacionales del formato 9 A, que son específicos para el servicio de acueducto, solo se relacionan para 07, 04, 07 y 04 casos respectivamente. De los 11 municipios en que se registran valores de estos costos, se registran casos de reportes con valor de cero en estos gastos parciales en 04, 07, 04 y 07 casos respectivamente. Situaciones similares se registran en los casos de ingresos operacionales, no operacionales y servicio de deuda.</li> </ul>
PGR de 1997	<p>De la Base de Datos de 1997 solo se presentan datos para 39 empresas de los municipios de la muestra municipal de la CRA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Del total de los municipios, Cartago, Manizales y Cali tiene registrado mas de una valor para una misma variable y para una misma empresa, sin presentar alguna información que permita establecer casos completos y para cada una de esos municipios.</li> <li>• Para los costos de personal del Servicio de Acueducto, solo 21 municipios presentan datos, de los cuales Manizales presenta información diferente, para una misma empresa y Cali y Cartago tienen registro alguno de su personal. Teniendo así, sólo 18 casos completos.</li> </ul>



<b>Tabla A.2 (Continuación)</b> <b>Aspectos específicos de los PGR de 1996 y 1997</b>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Para Sustancia Químicas 25 Municipios de la muestra CRA registran datos. De estos 10 no tiene los datos desagregados; para 7, el valor total calculado, utilizando los datos desagregados que se encuentran registrados, no coincide con el valor registrado en las bases de datos como valor total. Para Cali, no coincide la unidad monetaria registrada con la calculada y para Sincelejo la suma de los subtotales no es igual a la suma total. Quedan entonces, 7 casos.</li><li>• Para Maquinaria y equipos, 35 presentan datos completos.</li><li>• Para Energía solo Manizales tiene datos consistentes, del resto Cali, Ibagué, Dosquebradas tienen inconsistencias en los datos totales registrados y los calculados; los otros registran 0.</li><li>• Para los datos personales de Operación y Mantenimiento hay 11 casos completos.</li></ul>

**Fuente:** Bases de Datos suministradas por el Grupo de Evaluación de Gestión Empresarial.



<b>Tabla A.3</b>	
<b>Otros datos sobre los PGR<sup>6</sup>, según base de datos de Gestión Empresarial - MDE</b>	
TariPGR.xls:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta el listado de cobertura en 1997, en porcentaje y población servida, de acueducto y alcantarillado a nivel municipal agrupado por departamentos.</li> <li>• Presenta un listado sobre la existencia (si/no) de planta de tratamiento desagregado por municipios</li> <li>• Indica si los municipios presentaron sus PGR de 1998</li> <li>• Presenta las proyecciones de población total/cabecera y resto por municipios para el periodo 1997 al 2005</li> </ul>
Principales Indicadores.xls	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta los indicadores de gestión reportados por las entidades en los PGR para 1995, 1996 y 1997 para 25 ciudades, más Acuavalle y Esaquín sin desagregar.</li> </ul>
Anexo 2.xls	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta la información tabulada en el Formato Anexo 2 de la Resolución 12 de 1995 que se remite con los PGR para cada una de 33 ciudades, mas Acuavalle, Empocaldas y Esaquín sin desagregar.</li> </ul>
ReqExpans 23.xls	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta para un conjunto de 74 ciudades un listado de situación a diciembre de 1996 de No. usuarios y variables CMA, CMO, CMI, VRA, VPI, VPD, CMLP, Vr Cuenta media y composición de la misma, Consumo Promedio en M<sup>3</sup>/mes/usuario</li> <li>• Estimación de usuarios potenciales con índice ANC del 30%.</li> <li>• Presenta un análisis para tres grupos de ciudades, 4 grandes metropolitanas, 17 capitales departamentales y 53 otras ciudades, para un total de 74 ciudades con una población total de 20.17 Mi. Hab. , de diversas variables agregadas por grupos de Usuarios '96, Relación VPI/VRA, VRA/No. de Usuarios, e Impacto % de Inversiones de expansión y reposición, Vr. Cuenta media y composición</li> <li>• Presenta una estimación de la relación entre Usuarios Potenciales y el Consumo Promedio por Usuario, en m<sup>3</sup>/mes /usuario, con el cual se analizan los escenarios del No. de UP resultantes de reducir el consumo a diversos niveles.</li> <li>• Se presenta el listado de cobertura en Alcantarillado por número de usuarios a 1996 para 80 ciudades, 31 de ellas del Valle y 10 de Esaquín, incluye indicadores de CMA y CMO, como también de CMI, VRA, VPI, y CMLP. No se presenta longitud de las calles o de las redes. Las variaciones de rango en valores de CMA van de 20 a 4.405 \$/usuario/mes y las de CMO de 5 a 159.9 \$/m<sup>3</sup>.</li> </ul>

<sup>6</sup> Datos suministrados por la Dirección de Gestión Empresarial - DTAP del Ministerio de Desarrollo.



**Análisis de algunas variables  
seleccionadas de las Bases de Datos  
de los PGR 1996 y 1997**

Se analizaron cada una de la cuentas que componen los costos de operación y se escogió para el estudio las empresas que presentaran los datos más completos y consistentes (Tabla A.4).

Para el análisis de los totales se utilizó la base de datos Masf88.dbf, que según la relación de bases de datos suministrada por el Ministerio de Desarrollo, correspondería a los costos totales de operación de cada una de las empresas. Para verificar la consistencia de los datos, se compararon los valores totales registrados para esta variable con los valores obtenidos, sumando los totales correspondientes a cada rubro que componen estos costos. Se hizo el mismo ejercicio sumando los totales obtenidos con los datos desagregados.

Los resultados de este último análisis fueron señalaron que sólo para tres municipios –Mogotes, Páramo y Villanueva–, los totales registrados corresponden con los totales calculados.

En síntesis, se cree que una de las razones para que se presentara un número grande de inconsistencias estriba en que para los referidos años fue opcional para las empresas presentar estos formatos y, por diversas razones técnicas y restricciones institucionales, no se evaluaron con mayor celeridad los pocos formatos enviados, a fin de procurar la corrección o complementación oportuna de la información.

**Análisis de costos unitarios y  
totales efectuado por el MDE**

De los análisis por grandes rubros de costos establecidos en el Formato 9A de los PGR, realizado por la dirección de Gestión Empresarial del MDE –sobre costos promedio mensuales por el consumo de sustancias químicas, energía eléctrica, costos de personal operativo, maquinaria y equipo, costos de operación– se destaca que el total de empresas que presentaron los formatos 9 A y 9 B del PGR de 1996 y 1997 no pasan de 10 entidades. De las selecciones de los parámetros de costos mencionados, resultan en muestras muy dispersas de un reducido número de municipios, varios de los cuales aún presentan problemas de inconsistencias (Tabla A.5).

La información no reflejó un conjunto uniforme o consistente para un apreciable número de municipios. Los costos promedio de producción por municipio no están soportados o no pueden discriminarse para la mayoría de los casos. Se presentan un significativo número de casos con valores registrados "cero", con cifras exorbitantes o con promedios alejados del escenario general de costos y tarifas promedio. Parte del problema se genera por errores de escala y por inconsistencias en la fuente.

También se detectaron problemas de redondeo en las estimaciones y quizás en la captura de la información reportada. Una vez descartados los casos con problemas, la muestra se redujo aún más, hasta llegar a ser no representativa del conjunto de municipios de referencia que se había considerado inicialmente con la CRA.



<b>Tabla A.4</b> <b>Selección de variables relevantes provenientes de los PGR</b>	
Sustancias químicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay datos para 67 municipios</li> <li>• 20 de estos no tiene los datos para todos los componentes (Cantidad consumida (ton/mes) y Valor/ton)</li> <li>• Para 18, los productos de los datos registrados no corresponde a la cifra registrada como el total correspondiente.</li> <li>• Quedando 30 de los cuales 9 coinciden con los municipios del estudio de CRA, 3 de estos son Manizales, 1 Cali, y 1 Cartago, dejando como conjunto completo solo 4:</li> <li>• Montería, Chía, Arauca y Florencia</li> </ul>
Energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 48 Municipios tienen datos registrados</li> <li>• 31 no tiene datos completos, falta la energía consumida o la tarifa correspondiente, dando como resultado del producto de estas dos variable 0.</li> <li>• De los 17 restante, para 3 no corresponde el producto del consumo por la tarifa.</li> <li>• Quedan 14, de los cuales 3 son del estudio de la CRA, y dos de estos son Manizales y Cartago que presentan datos doble.</li> <li>• Arauca presenta datos completos y consistentes.</li> </ul>
Personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay datos registrados para 66 municipios.</li> <li>• 25 no tiene datos desagregados registrados.</li> <li>• De los 45, 15 coinciden con los del estudio de la CRA, de los cuales 3 son de Cali, dejando 7 casos completos.</li> <li>• Sogamoso</li> <li>• Dosquebradas (que tiene dos empresas)</li> <li>• Montería</li> <li>• Pasto</li> <li>• Pamplona</li> <li>• Buenavista</li> <li>• Montenegro</li> <li>• Ibagué</li> <li>• Arauca</li> </ul>
Maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay datos para 37 municipios</li> <li>• tiene registrados 0 para todas las variables</li> <li>• 20 de estos municipios corresponden a la muestra de la CRA.</li> </ul>



Tabla A.5  
Parámetros de costos

Parámetros	Municipio con PGR de 1996	Municipios con PGR de 1997	Observaciones
Químicos	25	41	Muy alta varianza
Energía Eléctrica	12	13	Muy alta varianza
Personal	14	33	11 reg. con Vr. de 0 en '97
Maq. y Equipo	11	18	Numerosas inconsist. en '97
Costo de Producción del M <sup>3</sup>	14	35	Muy alta varianza

Para la estimación de los costos parciales y de los consumos físicos, se ha previsto partir de los subtotales por capítulos o subcapítulos de este Formato 9 A de los PGR, razón por la cual no se consideran los valores de cantidades físicas reportadas ni es posible apreciar las diferencias en costos unitarios *in situ*. Por esto, sumado a las anteriores consideraciones, no es recomendable aprovechar estas bases de datos para la estimación de funciones de costos.

#### **Análisis de la Información de los PGR de 1998**

Como resultado de la evaluación de los Planes de Gestión y Resultados - PGR reportados por las ESP al Ministerio de desarrollo en 1998, el Grupo de gestión Empresarial de ese Ministerio consolidó una base de datos con los indicadores reportados según el Anexo 2 de la Resolución 12 de 1996. Estos datos tabulados presentan un apreciable conjunto de indicadores de gestión de estas entidades y constituyen por lo tanto, la base de referencia para una evaluación comparativa más reciente, según los resultados a diciembre

de 1997. La muestra PGR 98 comprende prácticamente la totalidad de los principales centros urbanos de Colombia y, por consiguiente, resulta representativo para los propósitos de este estudio.

La muestra incluye las cuatro más grandes ciudades colombianas, lo que representa una población del orden de los 11.0 millones de habitantes, unas 17 ciudades medianas con una población total de más de 5.4 millones de habitantes y 53 ciudades pequeñas con una población total de 2.5 millones de habitantes, todo lo cual comprende 74 municipios con un total de 18.8 millones, equivalente aproximadamente al 60% de la población urbana de Colombia.

Los indicadores de gestión para cada una de las entidades comprenden, entre otros, las estadísticas de población, cobertura de los servicios, población atendida, índice de agua no contabilizada y, con base en ellos, un amplio conjunto de parámetros de gestión técnico-financiera de las entidades, eventualmente desagregadas para algunas entidades según cada servicio a su cargo.



Es necesario acotar que aún no se cuenta con una base de datos desagregada por servicios, menos aún desagregada por macroprocesos, dado que no se tienen los indicadores establecidos en la caracterización técnico-económica de cada servicio de acueducto, alcantarillado o aseo en los Formatos 9 A, 9 B y 9 C, respectivamente de los PGRs.

La compilación efectuada por el Grupo de Gestión Empresarial del Minis-

terio de Desarrollo, permite contar con un amplio conjunto de indicadores marco para cada entidad prestadora de servicios de acueducto y alcantarillado en los municipios más grandes y para la mayoría de la población urbana.

A continuación se presentan los cuadros de resumen del PGR 98 obtenidos en el Ministerio de Desarrollo.



Cuadro A.1							
Selección de ciudades para evaluación comparativa según indicadores de gestión del PGR-98							
Cobertura básica de acueducto y alcantarillado en ciudades colombianas (Dic. 1997)							
Localización empresa prestadora				Población	Factor	Cobertura	Cobertura
Nº	Ciudad	Empresa	Suscriptores 1997	Urbana 1997	Hab/susrp. 1997	ACUED. %	ALC. %
	C. Grandes	Totales	2,404,738	10,904,101	4.5	92%	
	C. Medianas	Totales	989,875	5,413,772	5.5	88%	
	C. Pequeñas	Totales	425,968	2,470,061	5.8	93%	
	<b>Total muestra</b>	<b>Totales</b>	<b>3,820,581.00</b>	<b>18,787,934</b>	<b>4.9</b>	<b>90.7%</b>	
<b>Información por ciudades según tamaño de población</b>							
<b>Ciudades grandes</b>							
1	Santafé de Bogotá	E.A.A.B	1,128,341	5,941,626	5.3	91.30%	82.00%
2	Medellín 100.00%	E.P.M.	650,419	1,814,183	2.8	98.70%	
3	Calí	Acuacali	413,504	1,975,631	4.8	93.00%	90.00%
4	Barranquilla	AAA	212,474	1,172,661	5.5	81.40%	83.14%
	<b>Totales en ciudades grandes</b>		<b>2,404,738</b>	<b>10,904,101</b>	<b>4.5</b>	<b>91.77%</b>	
<b>Ciudades medianas</b>							
1	Bucaramanga	Acued. Metropolit.	156,700	496,835	3.2	100.00%	95.00%
2	Cartagena	Aguas de Cartagena	94,757	758,958	8.0	72.00%	60.00%
3	Pereira	A y Aguas de Pereira	83,615	362,991	4.3	94.00%	89.00%
4	Ibagué	IBAL	72,682	384,440	5.3	90.00%	88.00%
5	Manizales	Aguas de Manizales	70,989	330,316	4.7	97.00%	97.00%
6	Armenia	Em. Púb. de Armenia	60,674	269,814	4.4	97.00%	93.00%
7	Neiva	Emp. Púb. de Neiva	57,020	283,797	5.0	88.00%	84.00%
8	Santa Marta	Metroagua	50,157	336,442	6.7	90.00%	80.00%
9	Villavicencio	Emp. De Ac. Y Alc.	49,435	258,178	5.2	78.00%	74.00%
10	Pasto	Empopasto	46,657	316,172	6.8	98.30%	97.23%
11	Popayán	Ac. Y Alc. de Popayán	42,185	195,113	4.6	93.00%	94.00%
12	Valledupar	Emdupar	40,610	249,559	6.1	93.00%	88.00%
13	Montería	SAAM	35,458	240,379	6.8	65.00%	26.00%
14	Florencia	SERVAF	19,144	102,073	5.3	90.00%	45.00%
15	Arauca	Emscrpa	7,829	49,994	6.4	70.00%	56.00%
16	Cúcuta		101,963	570,620	5.6	87.40%	85.00%
17	Sincelejo		0	208,091		82.00%	70.00%
	<b>Totales en ciudades medianas</b>		<b>989,875</b>	<b>5,413,772</b>	<b>5.5</b>	<b>87.62%</b>	



**Cuadro A.1.1**  
**Selección de ciudades para evaluación comparativa**  
**según indicadores de gestión del PGR-98**

Nº	Localización empresa prestadora			Población Urbana	Factor Hab/susrp.	Cobertura Acued.	Cobertura Alc.
	Ciudad	Empresa	Suscriptores				
1	Alcalá	Acuavalle	1,789	8,319		100.0%	90.0%
2	Andalucía	Acuavalle	3,399	15,270		100.0%	100.0%
3	Ansermanuevo	Acuavalle	2,307	10,313		100.0%	0.0%
4	Argelia	Acuavalle	678	3,586		100.0%	90.0%
5	Bolívar	Acuavalle	1,108	3,986		100.0%	100.0%
6	Buenaventura	Acuavalle	39,048	218,576		95.4%	35.0%
7	Buga			108,036		95.0%	92.0%
8	Bugalagrande	Acuavalle	3,031	11,632		100.0%	100.0%
9	Caicedonia (Valle)	Acuavalle	5,219	28,585		100.0%	0.0%
10	Calarcá	Emp. Públicas	12,709	52,522		65.0%	92.0%
11	Candelaria	Acuavalle	3,248	20,333		100.0%	100.0%
12	Cartago	Emp. Munic.	27,349	122,664		95.0%	92.0%
13	Ciénaga			76,624		67.0%	57.0%
14	Dagua	Acuavalle	2,574	10,536		100.0%	60.0%
15	Dosquebradas	ESPD	22,100	152,775		100.0%	91.4%
16	Duitama (Boyacá)	Empoduitama	16,695	78,968		95.0%	96.0%
17	El Águila	Acuavalle	655	2,504		100.0%	100.0%
18	El Cairo	Acuavalle	731	3,306		100.0%	98.0%
19	El Cerrito	Acuavalle	6,210	33,790		100.0%	95.0%
20	El Dovio	Acuavalle	1,327	7,486		100.0%	90.0%
21	Espinal (Tolima)	Emp. de Ac. Alc.aseo	11,165	49,953		99.0%	96.0%
22	Facacativá	E.A.A.F.	12,184	75,379		76.0%	97.0%
23	Florida	Acuavalle	7,710	41,769		100.0%	100.0%
24	Fusagasugá	E.P.de Fusa	15,274	70,127		74.0%	58.0%
25	Ginebra	Acuavalle	1,808	5,010		100.0%	100.0%
26	Girardot (Cund.)	Acuagyr	23,139	104,652		80.9%	80.9%
27	Guacarí	Acuavalle	4,825	17,665		100.0%	100.0%
28	Ipiales	Empoobando	11,608	68,637		96.0%	92.0%
29	Jamundí (Valle)	Acuavalle	12,011	40,127		100.0%	98.0%
30	La Cumbre	Acuavalle	867	2,171		100.0%	60.0%
31	La Unión	Acuavalle	4,108	20,944		100.0%	98.0%



**ANEXO A**

Cuadro A.1.1 (Continuación)							
Selección de ciudades para evaluación comparativa según indicadores de gestión del PGR-98							
N°	Localización empresa prestadora			Población Urbana	Factor Hab/susrp.	Cobertura Acued.	Cobertura Alc.
	Ciudad	Empresa	Suscriptores				
32	La Victoria	Acuavalle	2,237	11,415		100.0%	100.0%
33	Magangué	Servimag	10,396	77,343		80.0%	50.0%
34	Obando	Acuavalle	1,762	6,823		100.0%	100.0%
35	Ocaña (N. de S.)	ESPO	13,624	69,456		92.0%	15.0%
36	Palmira(Valle)	Acuaviva	43,609	219,018		96.0%	0.0%
37	Pitalito(Huila)	Empitalito	11,265	45,619		98.0%	97.0%
38	Pradera (Valle)	Acuavalle	7,124	39,564		100.0%	100.0%
39	Restrepo	Acuavalle	1,864	8,187		100.0%	0.0%
40	Ríofrío	Acuavalle	1,073	7,985		100.0%	100.0%
41	Roldanillo (Valle)	Acuavalle	5,084	23,827		100.0%	100.0%
42	San Gil		8,343	31,071		100.0%	97.0%
43	San Pedro	Acuavalle	1,417	4,934		100.0%	95.0%
44	Santa Rosa de Cabal (Risar.)	Empocabal	9,527	52,948		91.0%	97.0%
45	Sevilla	Acuavalle	7,379	38,518		100.0%	100.0%
46	Sogamoso			101,875		88.0%	88.0%
47	Toro	Acuavalle	2,259	12,899		100.0%	100.0%
48	Trujillo	Acuavalle	1,631	5,819		100.0%	100.0%
49	Tuluá (Valle)	Emp. Municipa.	33,414	148,022		98.0%	57.0%
50	Ulloa	Acuavalle	498	2,594		100.0%	0.0%
51	Viges	Acuavalle	1,349	4,348		100.0%	100.0%
52	Yotoco	Acuavalle	1,713	64,134		100.0%	98.0%
53	Zarzal	Acuavalle	5,524	27,417		100.0%	98.0%
		<b>Totales</b>	<b>425,968</b>	<b>2,470,061</b>	<b>5.8</b>	<b>92.74%</b>	

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico - Dirección de Servicios Públicos Domiciliarios - Grupo de Gestión Empresarial, febrero de 1999



**Cuadro A.1.2**  
**Selección de ciudades para evaluación comparativa según indicadores de gestión del PGR-98 contabilizada, consumo promedio, costo medio de administración y costo medio de operación para la selección de municipios con base en los PGR-98**  
**Selección de ciudades para evaluación comparativa según indicadores de gestión del PGR-98**

Información a Dic./97									
Nº	Ciudad	Empresa	Suscript 1997	IANC %	Consumo Promedio m <sup>3</sup> /usu./ mes	CMA \$/Usu/ mes 1996	CMA \$/Usu/ mes 1997	CMO \$/m <sup>3</sup> 1996	CMO \$/m <sup>3</sup> 1997
	C. Grandes	Totales	2,404,738	32%	26.5	4,755	3,215	129.68	151.31
	C. Medianas	Totales	989,875	38%	26.3	2,325	2,708	97.24	129.06
	C. Pequeñas	Totales	425,968	35%	27.4	2,298	2,798	86.15	124.30
	<b>Total de la muestra</b>	<b>Totales</b>		<b>35%</b>	<b>26.5</b>	<b>2,807</b>	<b>3,037</b>		
<b>CIUDADES GRANDES</b>									
1	Bogotá	E.A.A.B	1,128,341	33%	24.5	2,092	2,469	122.24	144.26
2	Medellín	E.P.M.	650,419	32%	24.2	3,365	3,971	115.00	135.72
3	Cali	Acuacali	413,504	30%	29.7	3,811	4,498	172.00	202.99
4	Barranquilla	AAA	212,474	50%	37.6	2,004	2,365	143.24	169.05
	<b>Totales</b>		<b>32%</b>	<b>26.5</b>	<b>4,755</b>	<b>3,215</b>			
<b>CIUDADES MEDIANAS</b>									
1	Bucaramanga	Acued. Metropoli.	156,700	31%	31.0	2,860	3,375	117.00	138.08
2	Cartagena	Aguas de Cartagena	94,757	50%	33.1	3,536	4,173	259.00	305.66
3	Pereira	A. y Aguas de Pereira	83,615	40%	30.1	1,716	2,025	93.00	109.76
4	Ibagué	IBAL	72,682	45%	29.9	905	1,068	43.00	50.75
5	Manizales	Aguas de Manizales	70,989	35%	25.9	3,766	4,445	88.49	104.43
6	Armenia	Emp. Púb. de Armenia	60,674	40%	24.5	1,847	2,180	108.00	127.46
7	Neiva	Emp. Púb. de Neiva	57,020	44%	28.8	1,012	1,195	62.89	74.22
8	Santa Marta	Metroagua	50,157	62%	24.8	1,719	2,029	185.00	218.33
9	Villavicencio	Emp. de Ac. y Alc.	49,435	62%	22.8	2,485	2,933	179.00	211.25
10	Pasto	Empopasto	46,657	33%	24.7	1,952	2,304	75.27	88.83
11	Popayán	Ac. y Alc. de Popayán	42,185	44%	25.1	2,506	2,957	127.00	149.88

Cuadro A.1.2 (Continuación)

Selección de ciudades para evaluación comparativa según indicadores de gestión del PGR-98 contabilizada, consumo promedio, costo medio de administración y costo medio de operación para la selección de municipios con base en los PGR-98 Selección de ciudades para evaluación comparativa según indicadores de gestión del PGR-98

Información a Dic./97

Nº	Ciudad	Empresa	Suscript 1997	LANC %	Consumo Promedio m <sup>3</sup> /usu./ mes	CMA \$/Usu/ mes 1996	CMA \$/Usu/ mes 1997	CMO \$/m <sup>3</sup> 1996	CMO \$/m <sup>3</sup> 1997
12	Valledupar	Emdupar	40,610	44%	36.4	2,605	3,075	48.32	57.03
13	Montería	SAAM	35,458	0%	38.1	1,595	1,883	200.14	236.20
14	Florencia	SERVAF	19,144	43%	39.5	1,762	2,079	43.00	50.75
15	Arauca	Emscrpa	7,829	47%	27.9	6,608	7,799	128.00	151.06
16	Cúcuta		101,963	56%	0.0	1,845	2,178	101.79	120.13
17	Sincelejo		0	0%	0.0	0	0	0.00	0.00
		<b>Totales</b>	<b>989,875</b>	<b>38%</b>	<b>26.3</b>	<b>2,325</b>	<b>2,708</b>	<b>97.24</b>	

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico-Grupo de Gestión Empresarial - febrero de 1999



**Cuadro A.1.3**  
**Índices según PGR-98**

Localización empresa prestadora				IANC %	Consumo Promedio m³/usu./mes	CMA \$/Usu/mes 1996	CMA \$/Usu/mes 1997	CMO \$/m³ 1996	CMO \$/m³ 1997
Nº	Ciudad	Empresa	Suscript 1997						
	<b>Ciudades pequeñas</b>								
1	Alcalá	Acuavalle	1,789	37%	22.5	2,907	3,430	160.75	189.71
2	Andalucía	Acuavalle	3,399	20%	25.7	2,245	2,650	60.61	71.53
3	Ansermanuevo	Acuavalle	2,307	17%	26.4	2,425	2,862	148.72	175.51
4	Argelia	Acuavalle	678	33%	21.1	4,964	5,858	315.74	372.63
5	Bolívar	Acuavalle	1,108	24%	22.9	3,590	4,237	289.58	341.75
6	Buenaventura	Acuavalle	39,048	77%	27.8	2,484	2,931	63.80	75.29
7	Buga				0.0	2,755	3,251	64.00	75.53
8	Bugalagrande	Acuavalle	3,031	17%	28.5	2,851	3,365	136.03	160.53
9	Caicedonia (Valle)	Acuavalle	5,219	94%	25.6	2,430	2,868	142.94	168.69
10	Calarcá	Emp. Públicas	12,709	54%	19.8	1,876	2,214	40.96	48.34
11	Candelaria	Acuavalle	3,248	21%	28.9	3,022	3,567	151.07	178.29
12	Cartago	Emp. Munic.	27,349	50%	23.0	2,303	2,718	177.00	208.89
13	Ciénaga				0.0	0	0	0.00	0.00
14	Dagua	Acuavalle	2,574	0%	25.6	2,637	3,113	113.29	133.70
15	Dosquebradas	ESPD	22,100	41%	24.5	1,753	2,069	134.00	158.14
16	Duitama (Boyacá)	Empoduitama	16,695	52%	21.5	1,273	1,502	94.00	110.94
17	El Aguila	Acuavalle	655	37%	23.1	4,383	5,173	344.12	406.12
18	El Cairo	Acuavalle	731	33%	22.2	4,037	4,765	375.88	443.60
19	El Cerrito	Acuavalle	6,210	29%	31.4	2,324	2,743	98.80	116.60
20	El Dovio	Acuavalle	1,327	14%	24.4	2,981	3,518	230.27	271.75
21	Espinal (Tolima)	Emp. de Ac. Alc.aseo	11,165	32%	35.7	4,425	5,222	108.00	127.46
22	Facacativá	E.A.A.F.	12,184	46%	18.7	996	1,175	118.28	139.59
23	Florida	Acuavalle	7,710	19%	30.8	2,436	2,875	98.94	116.76
24	Fusagasugá	E.P.de Fusa	15,274	37%	21.6	564	666	70.22	82.87
25	Ginebra	Acuavalle	1,808	26%	31.3	2,536	2,993	163.89	193.42
26	Girardot(Cund.)	Acuagyr	23,139	48%	34.9	3,199	3,775	222.00	262.00
27	Guacarí	Acuavalle	4,825	35%	29.7	2,189	2,583	99.83	117.82

**Cuadro A.1.3 (Continuación)**  
**Índices según PGR-98**

N°	Localización empresa prestadora			IANC %	Consumo Promedio m³/usu./mes	CMA \$/Usu/mes 1996	CMA \$/Usu/mes 1997	CMO \$/m³ 1996	CMO \$/m³ 1997
	Ciudad	Empresa	Suscript 1997						
28	Ipiales	Empoobando	11,608	17%	32.4	683	806	56.14	66.25
29	Jamundí(Valle)	Acuavalle	12,011	20%	26.1	2,210	2,609	98.25	115.95
30	La Cumbre	Acuavalle	867	43%	22.9	0	0	206.69	243.93
31	La Unión	Acuavalle	4,108	26%	25.1	2,625	3,098	212.94	251.30
32	La Victoria	Acuavalle	2,237	17%	23.7	2,475	2,921	239.79	282.99
33	Magangué	Servimag	10,396	59%	19.5	2,325	2,744	98.00	115.66
34	Obando	Acuavalle	1,762	15%	23.0	2,675	3,157	269.14	317.62
35	Ocaña(N. de S.)	ESPO	13,624	46%	27.8	1,155	1,363	95.21	112.37
36	Palmira(Valle)	Acuaviva	43,609	41%	21.1	3,812	4,499	98.00	115.66
37	Pitalito(Huila)	Empitalito	11,265	61%	27.6	1,282	1,513	30.39	35.87
38	Pradera(Valle)	Acuavalle	7,124	25%	27.5	2,347	2,769	102.94	121.49
39	Restrepo	Acuavalle	1,864	23%	26.3	3,149	3,717	229.01	270.27
40	Ríofrío	Acuavalle	1,073	28%	25.5	3,104	3,663	215.40	254.20
41	Roldanillo(Valle)	Acuavalle	5,084	25%	27.6	2,225	2,626	110.38	130.26
42	San Gil		8,343	44%	23.3	2,171	2,562	37.79	44.60
43	San Pedro	Acuavalle	1,417	17%	30.5	3,011	3,553	231.78	273.54
44	Santa R. de Cabal(Risar.)	Empocabal	9,527	87%	109.0	2,906	3,430	108.85	128.46
45	Sevilla	Acuavalle	7,379	32%	21.5	3,177	3,749	118.00	139.26
46	Sogamoso				0.0	0	0	0.00	0.00
47	Toro	Acuavalle	2,259	23%	23.7	2,456	2,899	179.42	211.74
48	Trujillo	Acuavalle	1,631	35%	22.6	2,681	3,164	175.32	206.90
49	Tuluá(Valle)	Empresas Munic.	33,414	42%	25.2	2,283	2,694	68.14	80.42
50	Ulloa	Acuavalle	498	20%	23.2	6,272	7,402	462.10	545.36
51	Viges	Acuavalle	1,349	24%	21.5	3,228	3,809	221.41	261.29
52	Yotoco	Acuavalle	1,713	20%	25.3	2,624	3,096	158.51	187.07
53	Zarzal	Acuavalle	5,524	23%	29.0	2,703	3,190	183.64	216.72
	<b>TOTALES</b>	<b>425,968</b>	<b>35%</b>	<b>27.4</b>	<b>2,298</b>	<b>2,798</b>	<b>86.15</b>	<b>124.30</b>	

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico-Grupo de Gestión Empresarial - febrero de 1999

## **ANEXO B**

### **FORMATO DE LA ENCUESTA APLICADA A LAS EMPRESAS**



**ANEXO - B.1**

**COMISIÓN REGULADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO  
ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS EMPRESAS  
AÑO DE 1997**

**FORMATO 1. INFORMACIÓN GENERAL**

**1.1 IDENTIFICACION Y MUNICIPIOS ATENDIDOS**

- 1.1.1 Nombre de la Entidad
- 1.1.2 Tipo de empresa Pública   
Privada   
Mixta  Porcentaje de participación del Estado
- 1.1.3 Número de Municipios a los cuales prestó servicios durante 1997, bien directamente o (en acueducto) mediante venta en bloque
- 1.1.4 Identificar en el siguiente cuadro los municipios a los cuales la empresa prestó directamente los servicios durante 1997 (incluyendo administración, operación y mantenimiento) y el Número Total de Suscriptores. (No es necesario diligenciar el código DANE)

Nombre del Municipio	1.1.4.1 Código DANE	1.1.4.2 N°T Suscrip Acueducto	1.1.4.3 N°T Suscrip Alcantarillado	1.1.4.4 N°T Suscrip Aseo y otros	1.1.4.5 Venta en bloque (m <sup>2</sup> /año)	1.1.4.6 Área Urbana (Ha)	1.1.4.7 Long perímetro urbano (Km.)	1.1.4.8 Relieve urbano(1)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
<b>TOTAL SUSCRIPTORES POR SERVICIO</b>								

(1) Escribir: 0 - Si el relieve es plano, 1- Si presenta ondulaciones suaves con diferencias de nivel de 15 metros, 2- Con ondulaciones fuertes y cambios de nivel entre barrios no superiores a 30 metros 3 - Con cambios de nivel superiores a 30 metros 4 - Con cambios de niveles entre barrios superiores a 60 metros.

**1.2 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL TOTAL DEL PERSONAL DE LA ENTIDAD DEDICADO DURANTE 1997 A LOS TRABAJOS DE PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO, PARA EL TOTAL DE LOS MUNICIPIOS EN LOS CUALES PRESTA EL SERVICIO DIRECTAMENTE.**

En el diligenciamiento del siguiente cuadro se debe discriminar el número de personas dedicadas a cada servicio, por tipo de funciones, durante 1997. Si algún servicio no aplica, dejar en blanco las casillas correspondientes.

Del total de personas dedicadas a la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado, escribir el porcentaje de tiempo del total de horas hombres utilizadas para cada subproceso.

Tipo de funciones desarrolladas	N° de personas laborando en 1997				Acueducto				Alcantarillado	
	1.2.1 Acueducto	1.2.2 Alcantarillado	1.2.3 Aseo y otros	1.2.4 TOTAL	1.2.1.1 Capacitación	1.2.1.2 Tratamiento	1.2.1.3 Distribución	1.2.1.4 Comercial	1.2.2.1 Recolección	1.2.2.2 Tratamiento
1 Gerencia										
2 Área Técnica y Planeación										
3 Área Operación y Mantenimiento										
4 Área Financiera										
5 Área Comercial										
6 Otras Áreas Administrativas										
7 <b>SUBTOTAL A (suma 1-6)</b>										
8 Personal Temporal (1)										
9 <b>SUBTOTAL B (SubtA+B)</b>										
10 Pensionados										
11 <b>TOTAL POR SERVICIO</b>										

(1) Incluir el personal vinculado en forma permanente por contrato de prestación de servicios como supernumerario.



## FORMATO I. (Continuación)

## 1.3 INFORMACIÓN PARCIAL AL BALANCE FINANCIERO A FIN DE 1997

Las cuentas catalogadas en el PUC se relacionan en la columna primera vecina a la que corresponde el concepto solicitado, con el propósito de unificar criterios y definiciones y facilitar el diligenciamiento de este formato.

Favor consultar el Manual del Plan Único de cuentas expedido por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Codificación PUC		1.3.1.0 Acueducto	1.3.2.0 Alcantarillado	1.3.3.0 Aseo y otros	1.3.4.0 TOTAL ENTIDAD
1	1	Activos Totales			
11		1.1 Efectivo y Bancos			
12		1.2 Inversiones Financieras			
14		1.3 Deudores (Cuentas por cobrar y cartera)			
15		1.4 Inventarios			
		1.5 Otras cuentas del activo corriente			
16		1.6 Propiedades planta y equipos (Activos fijos)			
		1.6.1 Maquinaria y equipo			
		1.6.2 Terrenos			
		1.6.3 Edificaciones			
		1.6.4 Plantas y ductos			
		1.6.5 Otras cuentas del activo fijo			
		1.7 Activos fijos			
2	2	Pasivo Totales			
22, 23		2.1 Deuda Pública y Pasivo Financiero			
24		2.2 Cuentas por pagar			
25		2.3 Pasivo laboral			
2505		2.3.1 Salarios y prestaciones sociales			
2510		2.3.2 Pensiones por pagar			
2720		2.3.3 Pensiones de jubilación			
2720-01		2.3.3.1 Cálculo actuarial			
2720-02		2.3.3.2 Pensiones por amortizar			
		2.4 Otros pasivos			
3	3	Patrimonio			
3110	4	Resultado del ejercicio			

(1) Si no dispone de este valor de 1997, especifique el último cálculo realizado por la empresa y el año de referencia.

## SE SOLICITA TOMAR ESTRICTAMENTE EN CUENTA QUE :

- La información se requiere con fecha de corte a 31 de Diciembre de 1997 en todos los casos.
- Información Financiera Reportar cifras en MILES de pesos de 1997
- Las unidades de medidas de cada concepto se indican en la correspondiente fila
- Cantidad de agua expresar en M\_ ó Caudal en m\_/s ó m\_/año según el caso
- Si la información requerida no es aplicable, se debe dejar la casilla en blanco.





## FORMATO IA. (Continuación)

		Porcentaje de cada rubro destinado a cada proceso											
Cualificación PUC	Concepto presupuestal	Valores en Miles de Pesos de 1997				ACUEDUCTO				ALCANTARILLADO			
		1.A.8.1 Industria	1.A.8.2 Alcantarillado	1.A.8.3 Aguas y otros	1.A.8.4 TOTAL ENTRADA	1.A.1 Captación	1.A.2 Tratamiento	1.A.3 Distribución	1.A.4 General	1.A.2.1 Recolección Sólidos	1.A.2.2 Recolección Líquida	1.A.2.3 Tratamiento Ag. Residuales	1.A.2.4 Comercial
757005(R), y	5.2 Costos de facturación y reparto												
	5.3 Costo de recaudo												
	5.4 Costo de corta y reconexión												
	5.5 Costo de mercadeo y atención al cliente												
	5.6 Otros costos												
	5.7 Costos de depreciación												
	5.8 Total Costos de Clientela												
51	6 Gastos Administrativos												
5105	6.1 Costos Laborales												
510501-09,13,14,21-25,29-32, 41-45,47-49	6.1.1 Salario + Prestaciones Legales												
510510-12, 15-20,33,40	6.1.2 Prestaciones extra legales												
510534-38	6.1.3 Aportas Parafiscales												
	6.1.4 Costos Asociados (7)												
510539 / 750539	6.1.4.1 Aportas Sindicales												
510526-28 / 750526-28	6.1.4.2 Porción cte. carga personal												
510546,	6.1.4.3 Servicios persoa. temporales												
510590,	6.1.4.4. Otros Servicios personales												
	6.1.4.5 Valor amortizado del cálculo actuaria en 1997												
	6.2 Costos Insumos Varios												
	6.2.1 Materiales y repuestos varios												
	6.2.1.1 Elementos de Oficina												
	6.2.3 Energía Eléctrica												
	6.2.4 Combustibles y Lubricantes												
	6.2.5 Otros Insumos												
	6.3 Costos Maquinaria y Equipos Móvil												
	6.3.1 Depreciación Anual Maquinaria y Equipos propios												
	6.3.2 Mantenimiento Maquinaria y Equipos propios												
	6.3.3 Mantenimiento y reparaciones												
	6.3.4 Alquiler Equipos varios												
	6.3.5 Otros costos												
	6.4 Costos Activos Fijos												
	6.4.1 Terrenos (3)												
	6.4.2 Activos diferentes a Terrenos (4)												
	6.4.2.1 Equipos Maquinaria fija												
	6.4.2.2 Edificios												
757001,02	6.4.2.3 Costos Seguridad y Mantenimiento de Instalaciones												
	6.4.2.4 Casino y cafetería												
	6.4.2.5 Contratos de Mantenimiento y reparaciones con terceros (5)												
7	7 Impuestos												
7565,	7.1 Impuestos												
7535,	7.2 Contribuciones y Regalías												
8	8 Seguros, cuotas organismos de control etc.												
7570,	8.1 Seguros												
	8.2 Contribuciones CRA, SSP												
	8.3 Contribuciones Org. Control Fiscal/ Admitivo												
9	9 Servicio de la Deuda												
	9.1 Capital												
	9.2 Intereses												
10	10 Inversiones												
11	11 Déficit o superávit del ejercicio												



**ANEXO-B.3**

**COMISIÓN REGULADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO  
ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS EMPRESAS  
DURANTE EL AÑO DE 1997**

**FORMATO 2. INFORMACIÓN SOBRE COSTOS AOM DE LA PRESTACIÓN  
DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN 1997.  
PROCESO COMERCIAL**

**2.0 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COMERCIAL**

Si no se cuenta con los datos de macromedición favor presentar un cálculo aproximado congruente con los totales producidos o tratados de agua

	2.0 Acueducto			2.1 Alcantarillado	
	2.0.1 Número de Suscriptores	2.0.2 Valor facturado 1997	2.0.3 Volumen facturado 1997	2.1.1 Número de Suscriptores	2.1.2 Valor facturado 1998
1. Número de Suscriptores					
1.1. Total Suscriptores Residenciales					
1.1.1. Residencial Estrato 1					
1.1.2. Residencial Estrato 2					
1.1.3. Residencial Estrato 3					
1.1.4. Residencial Estrato 4					
1.1.5. Residencial Estrato 5					
1.1.6. Residencial Estrato 6					
1.2. Total Suscriptores Comerciales o Industriales					
1.3. Total Suscriptores Sector Público					
1.4. Total Otros Suscriptores					
1.5. Total Suscriptores					

2.0.4	Número estimado de conexiones clandestinas	CNEC
2.0.5	Año última actualización catastro de suscriptores	CAUA

**2.1 DATOS COMERCIALES VARIOS DE ACUEDUCTO**

	1995	1996	1997
2.1.1	Número de nuevos suscriptores		
2.1.2	Consumo total facturado en m		
2.1.3	Ingresos operacionales (pesos de cada año)		
2.1.4	Eficiencia en el recaudo total (1)		
2.1.5	Total cartera con más de dos períodos de facturación vencida (pesos de cada año)		
2.1.6	Agua no contabilizada (2)		
2.1.7	Número total de micromedidores instalados		
2.1.8	Número total de micromedidores en servicio		
2.1.9	Índice de eficiencia en la medición (3)		
2.1.10	Índice de reclamación (4)		
2.1.11	Períodos de facturación (pesos)		

- (1) (recaudo promedio total 1997)/(valor facturado promedio 1997)
- (2) (1 - (volumen facturada anual/volumen de agua producida anual medida a la salida de la planta)
- (3) (número de lecturas rectificadas anualmente/ número total de puntos leídos en promedio para el año)
- (4) (Número de reclamos para el año/ número total de puntos facturados)



## FORMATO 2 (Continuación)

## 2.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA, CONSUMO Y TARIFAS DE ACUEDUCTO

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
2.2.1 Consumo Medio Residencial por suscriptor por vigencia (m <sup>3</sup> ) (1)										
2.2.2 Consumo medio total por suscriptor por vigencia (m <sup>3</sup> ) (1)										
2.2.3 Tarifa media residencial Estrato 3 por suscriptor por vigencia (\$/m <sup>3</sup> )										
2.2.4 Tarifa media residencial por suscriptor por vigencia (\$/m <sup>3</sup> )										
2.2.5 Tarifa media total por suscriptor por vigencia (\$/m <sup>3</sup> )										

(1) Se debe indicar, para cada año, la vigencia utilizada. (mensual, bimensual etc.)

## SE SOLICITA TOMAR ESTRICTAMENTE EN CUENTA QUE :

- La información se requiere con fecha de corte a 31 de Diciembre de 1997 en todos los casos.
- Información Financiera Reportar cifras en MILES de pesos de 1997
- Las unidades de medidas de cada concepto se indican en la correspondiente fila
- Cantidad de agua expresar en M\_ ó Caudal en m\_/s ó m\_/año según el caso
- Si la información requerida no es aplicable, se debe dejar la casilla en blanco.



**ANEXO - B.4**

**COMISIÓN REGULADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO  
ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS EMPRESAS**

**FORMATO 3. INFORMACIÓN SOBRE COSTOS AOM DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN 1997.  
PROCESOS DE CAPTACIÓN DE AGUA CRUDA, REGULACIÓN HÍDRICA  
Y TRANSPORTE (ADUCCIÓN) HASTA LA PLANTA DE TRATAMIENTO.**

**3.0 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE COSTOS DE AOM LOS PROCESOS DE CAPTACIÓN DE AGUA CRUDA,  
REGULACIÓN HÍDRICA, CONSERVACIÓN DE CUENCAS Y TRANSPORTE (ADUCCIÓN) HASTA LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

- Presente el resumen completo de los Sistemas de Alimentación del sistema de acueducto existente en 1997.
- En caso de que el sistema tenga embalse de regulación hídrica, favor señalar capacidad del embalse(s) en miles de M<sup>3</sup>. (3.0.2)
- En caso de que la alimentación sea de pozos de agua subterránea, escribir POZOS en la casilla de Embalse de Regulación. (3.0.2)
- En caso de que el sistema tenga bombeo(s) entre la captación y la planta de tratamiento, favor señalar la carga dinámica de bombeo (3.0.3) (sumatoria de las diferencias de altitud, más las pérdidas de carga por fricción, para el caudal de bombeo), expresada en metros equivalentes de columna de agua.
- Indicar el caudal medio de captación de agua cruda en cada sistema durante 1997, expresado en litros/segundo. (3.0.4)
- Si el embalse y/o el bombeo no aplican, dejar las casillas correspondientes en blanco.

3.0.1 Nombre del Sistema	3.0.2 Capacidad Embalse Regulación (M <sup>3</sup> = 10 <sup>3</sup> )	3.0.3 Altura Dinámica del Bombeo (m)	3.0.4 Caudal medio 1997 Captado (l/s)
1			
2			
3			
4			
5			
6	Totales de todos los sistemas		

Si la entidad realizó compra de agua en bloque durante 1997, especificar a continuación el volumen comprado y el tipo de agua.

3.0.5	
Compra de Agua en bloque	
1	Agua Cruda (M <sup>3</sup> /año)
2	Agua Tratada (M <sup>3</sup> /año)

**3.1 INFORMACIÓN SOBRE CADA UNO DE LOS SISTEMAS: IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES**

A continuación presente información más detallada acerca de cada uno de los sistemas de alimentación del servicio de acueducto. En caso de contar con más de tres sistemas, utilizar el mismo formato.

3.1.1 NOMBRE SISTEMA 1			3.1.2 NOMBRE SISTEMA 2			3.1.3 NOMBRE SISTEMA 3		
3.1.1.1 Nombre de la Fuente	3.1.1.2 Nombre Cuenca o Microcuenca	3.1.1.3 Caudal medio de captación (l/s)	3.1.2.1 Nombre de la Fuente	3.1.2.2 Nombre Cuenca o Microcuenca	3.1.2.3 Caudal medio de captación (l/s)	3.1.3.1 Nombre de la Fuente	3.1.3.2 Nombre Cuenca o Microcuenca	3.1.3.3 Caudal medio de captación (l/s)
1								
2								
3								



## FORMATO 3. (Continuación)

## 3.2 ESTACIONES DE BOMBEO

3.2.1 N° Estaciones de Bombeo	3.2.2 Total Volúmenes Bombeados en el año 1997 (M <sup>3</sup> )	3.2.3 N° de Suscriptores servidos por las bombas (1997)	3.2.4 Consumo total de energía anual 1997 (Kwh/año)

## 3.3 COSTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 1997 DE LOS SISTEMAS

- Para cada sistema señalar el porcentaje del total de los gastos de captación destinados al sistema

	3.3.1 SISTEMA 1 (%)	3.3.2 SISTEMA 2 (%)	3.3.3 SISTEMA 3 (%)
1 Costos de Personal de Planta			
2 Costos de Personal Temporal			
3 Costos ADM. Activos diferentes a terrenos (1)			
4 Costos ADM Terrenos (2)			
5 Costos de Energía por Bombeo (si aplica)			
6 Impuestos, Aportes y Contribuciones			
7 Tasas compensatorias, uso del agua, concesiones.			
8 Aportes organismos de control nacionales y regionales			
9 Costos por aportes a sindicatos			

- (1) Verificar que el valor sea congruente con el movimiento de inventarios de estos ítems.  
 (2) Costos ADM Terrenos se refiere a los gastos realizados en Administración, conservación y mantenimiento de nacimientos, microcuencas, conservación de embalses, otras actividades de reforestación y conservación ambiental

## 3.4 DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA

	3.4.1 SISTEMA 1	3.4.2 SISTEMA 2	3.4.3 SISTEMA 3
1 Área de las zonas de conservación ambiental para la fuentes (Ha)			
2 Área propiedad de la empresa (Ha)			
3 Caudal de diseño de la captación (l/s)			
4 Caudal medio operación de la captación durante 1997 (l/s)			
5 Asignación total de trabajadores asignados al sistema			
5.1 Operación y Mantenimiento			
5.2 Administrativos (1)			
6 Altura dinámica total de bombeo desde la fuente hasta la planta			
7 Longitud total aducción: Captación hasta Planta (km.)			
8 Diámetro de la aducción (m) (2)			

- (1) Establecer el número de hombres mes por año, de trabajadores del área dedicados a este sistema. SE SOLICITA TOMAR ESTRICTAMENTE EN CUENTA QUE:  
 (2) Si existen varios diámetros de conducción establecer un diámetro equivalente para el caudal.

## SE SOLICITA TOMAR ESTRICTAMENTE EN CUENTA QUE:

- La información se requiere con fecha de corte a 31 de Diciembre de 1997 en todos los casos.
- Información Financiera Reportar cifras en MILES de pesos de 1997
- Las unidades de medidas de cada concepto se indican en la correspondiente fila
- Cantidad de agua expresar en M<sup>3</sup> ó Caudal en m<sup>3</sup>/s ó m<sup>3</sup>/año según el caso
- Si la información requerida no es aplicable, se debe dejar la casilla en blanco.



**ANEXO-B.5**

**COMISIÓN REGULADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO  
ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS EMPRESAS AÑO DE 1997**

**FORMATO 4. INFORMACIÓN SOBRE COSTOS AOM DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN 1997.  
PROCESOS DE TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE HASTA LA RED MATRIZ DE DISTRIBUCIÓN.**

**4.0 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LOS COSTOS AOM DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO,  
ALMACENAMIENTO DE AGUA TRATADA Y TRANSPORTE HASTA LA RED MATRIZ DE DISTRIBUCIÓN, EN 1997.**

	4.0.1 Nombre de la Planta	4.0.2 Tipo de Planta (1)	4.0.3 La Usad del Agua Cruda Promedio anual			4.0.4 Caudal de Diseño (l/s)	4.0.5 Caudal promedio de operación	4.0.6 Volumen de Almacenamiento 1997 (l/s)	4.0.7 Placromedición en planta (2) en Planta (m <sup>2</sup> )
			Turbiedad (unidades de turbiedad)	Numero total de coififormes (NMP/100ml)	Color (Unidades de color)				
1									
2									
3									
4									
5	TOTAL								

- (1) a- Convencional con cloración, b- Convencional sin cloración, c- Filtración directa, d- Filtración lenta, e- Otros  
(2) a- Medición electromagnética, b- hidráulica, c- sin medición

**4.1 INFORMACIÓN DE CADA SISTEMA**

Datos Técnicos del Sistema de Tratamiento, Almacenamiento y Conducción

Detalle a continuación diferentes aspectos de cada uno de los sistemas de tratamiento, almacenamiento y transporte hasta la red

	4.1.1 SISTEMA 1	4.1.2 SISTEMA 2	4.1.3 SISTEMA 3
1 Caudal de diseño de la Planta			
2 Caudal promedio anual tratado en 1997			
3 Capacidad de Tanques de Almacenamiento de agua tratada (m <sup>3</sup> )			
4 Longitud conducción planta hasta red de distribución (km)			
5 Diámetro de la conducción desde Planta hasta Red (") (1)			
6 Altura dinámica de bombeo entre planta y red de distribución (m)			

- (1) Si existen varios diámetros de conducción establecer un diámetro equivalente para el caudal.

**4.2 COSTOS DE ADMINISTRACIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 1997**

- Para cada sistema señalar el porcentaje del total de los gastos de captación destinados al sistema

	4.2.1 SISTEMA 1	4.2.2 SISTEMA 2	4.2.3 SISTEMA 3
	(%)	(%)	(%)
Nombre de la Planta			
1 Costos de Personal de Planta			
2 Costos de Personal de Temporal			
3 Costos AOM Activos diferentes a terrenos			
4 Costos AOM Terrenos			
5 Costos de Energía			
6 Costos de Insumos químicos			
7 Impuestos, Aportes y Contribuciones			
8 Aportes organismos de control nacionales y territoriales			
9 Aporte a Sindicatos			



## FORMATO 4. (Continuación)

## 4.3 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

	Distrito o zona			
	4.3.0 TOTAL	4.3.1 Distrito o zona 1	4.3.2 Distrito o zona 2	4.3.3 Distrito o zona 3
1 Área total comprendida por el perímetro sanitario (ha) (1)				
2 Longitud total de vías urbanas (km.)				
3 Longitud total de redes matrices (km.)				
4 Longitud total de redes secundarias (km.)				
5 Longitud total de redes locales particulares (km.) (2)				
6 Longitud total de redes locales de la empresa (km.)				
7 Caudal de Distrito para la red de Distribución actual (l/s)				
8 Caudal Distribuido, promedio en 1997 (l/s)				
9 Proporción de suscriptores con servicio continuo				
10 Proporción de suscriptores con presiones inferiores a la presión mínima aceptada (3)				
11 Número de rupturas por kilómetros promedio anual				
12 Total anual de daños por kilómetros de tuberías				
13 Número total de reclamos del servicio sistema acueducto, Año 1997				
14 Capacidad Total de almacenamiento en la red de distribución (m <sup>3</sup> ) (4)				
15 Número total de puntos de control de calidad de agua en la red				

(1) Indicar la capacidad de los sistemas de almacenamiento en la red, diferentes a los tanques de almacenamiento después de planta, señalados en el ítem 3.1.1.3

(2) A cargo de urbanizadores o desarrolladas por la comunidad.

(3) Como presión mínima se establece 15 metros de columna de agua en la calle.

(4) En caso de no disponer de esta información señalar el área urbana estimada.

	1995	1996	1997
4.3.4 Número total de acometidas nuevas			

## 4.4 ESTACIONES DE BOMBEO

4.4.1 N° Estaciones de Bombeo	4.4.2 Total Volúmenes Bombados en el año 1997 (M <sup>3</sup> )	4.4.3 N° de Suscriptores servidos por los bombos (1997)	4.4.4 Consumo total de energía anual 1997 (kwh/año)

## 4.5 SISTEMA DE SECTORIZACION DE LA RED

	4.5.1	4.5.2 Redes Secundarias			
	Redes Matrices	4.5.2.1	4.5.2.2	4.5.2.3	4.5.2.4
	Totales	Distrito o zona 1	Distrito o zona 2	Distrito o zona 3	
1 Número total de altopíedómetros de 24 horas de duración					
2 Número de macromedidores					
3 Número de válvulas					
4 Número de hidrantes					
5 Número mínimo de manzanas de cierre (en promedio)					
6 Disponibilidad de sistema de telemetría y control remoto					
7 Última fecha de actualización de catastro de redes					

SE SOLICITA TOMAR ESTRUCTAMENTE EN CUENTA QUE :

- La información se requiere con fecha de corte a 31 de Diciembre de 1997 en todos los casos.
- Información Financiera Reportar cifras en MILES de pesos de 1997
- Las unidades de medidas de cada concepto se indican en la correspondiente fila
- Cantidad de agua expresar en M<sup>3</sup> ó Caudal en m<sup>3</sup>/s ó m<sup>3</sup>/año según el caso
- Si la información requerida no es aplicable, se debe dejar la casilla en blanco.



**ANEXO-B.6**

**COMISIÓN REGULADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO  
ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS EMPRESAS  
DURANTE EL AÑO DE 1997**

**FORMATO 5. INFORMACIÓN SOBRE COSTOS AOM DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO  
DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS EN 1997.  
PROCESO DE RECOLECCIÓN MEDIANTE REDES TRONCALES, REDES SECUNDARIAS Y SISTEMAS DE BOMBEO Y TRATAMIENTO**

**5.0 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO**

	Alcantarillado Sanitario				Alcantarillado Aguas Lluvias			
	S.O.1.1 TOTAL	S.O.1.2 Distrito o zona 1	S.O.1.3 Distrito o zona 2	S.O.1.4 Distrito o zona 3	S.O.2.1 TOTAL	S.O.2.2 Distrito o zona 1	S.O.2.3 Distrito o zona 2	S.O.2.4 Distrito o zona 3
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								

- (1) En caso de no disponer de esta información señalar el área urbana estimada.  
(2) A cargo de urbanizadores o desarrollados por la comunidad.

S.O.2	Número total de acometidas nuevas	Alcantarillado Sanitario			Alcantarillado Aguas Lluvias		
		1995	1996	1997	1995	1996	1997

**5.1 ESTACIONES DE BOMBEO**

	S.1.1 Alcantarillado Sanitario	S.1.2 Alcantarillado Aguas Lluvias
1		
2		
3		
4		



FORMATO 5. (Continuación)

5.2 OPERACIÓN DEL SISTEMA

	Alcantarillado Sanitario				Alcantarillado Aguas Lluvias			
	5.2.1	5.2.2 Redes Secundarias			5.2.1	5.2.2 Redes Secundarias		
	Redes Troncales	5.2.2.1 Distritos o zonas 1	5.2.2.2 Distritos o zonas 2	5.2.2.3 Distritos o zonas 3	Redes Troncales	5.2.2.1 Distritos o zonas 1	5.2.2.2 Distritos o zonas 2	5.2.2.3 Distritos o zonas 3
1	Sondeos redes 1997 (mes)							
2	Limpezas de pozos (numero atendido/1997)							
3	Limpezas cabrestantes 1997 (mts)							
4	Limpezas de sumideros (numero atendido/1997)							
5	Reparación de redes 1997 (ms)							
6	Número de equipos de limpieza a presión (1997)							
7	Limpieza de canales volumen (M <sup>3</sup> ) 1997							

5.3 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LOS COSTOS AOM DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO 1997

	5.3.1	5.3.2	5.3.3 Calidad del Agua Cruda Promedio anual			5.3.4	5.3.5	5.3.6
	Nombre de la Planta	Tipo de Tratamiento (t)	5.3.3.1	5.3.3.2	5.3.3.3	Caudal promedio de operación 1997 (l/s)	Caudal de Diseño (l/s)	Concepto Total de Energía Anual (Kwh/año)
			DOB5 (mg/l)	SST (mg/l)	DDO (mg/l)			
1								
2								
3								
4								
5	TOTAL							

(1) a- Tratamiento Primario, b- Tratamiento Secundario Biológico - aeróbico, c- Tratamiento secundario biológico anaeróbico, d- Tratamiento físico - químico, e- Otros

5.4 DATOS TÉCNICOS DE CADA UNO DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Detalle a continuación diferentes aspectos de cada uno de los sistemas de tratamiento

	5.4.1	5.4.1	7.3.1
	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3
1	Caudal de diseño de la Planta		
2	Caudal promedio anual tratado en 1997		
3	Diámetro del emisario de llegada a la planta (m) (1)		
4	Diámetro del emisario de salida de la planta (m) (1)		
5	Altura dinámica de bombeo entre emisario y planta (m)		
6	Altura dinámica de bombeo entre planta y disposición final (m)		

(1) Si existen varios diámetros de conducción establecer un diámetro equivalente para el caudal.

SE SOLICITA TOMAR Estrictamente EN CUENTA QUE :

- La información se requiere con fecha de corte a 31 de Diciembre de 1997 en todos los casos.
- Información Financiera Reportar cifras en MILES de pesos de 1997
- Las unidades de medidas de cada concepto se indican en la correspondiente fila
- Cantidad de agua expresar en M<sup>3</sup> ó Caudal en m<sup>3</sup>/s ó m<sup>3</sup>/año según el caso
- Si la información requerida no es aplicable, se debe dejar la casilla en blanco.





## BIBLIOGRAFÍA

- Adkins, W.G., and D. Burke, Jr., *Social, Economic and Environmental Factors in Highway Decision Making*, Res. Rept. 148-4, Texas Transportation Institute, Texas A&M University, College Station, Nov. 1974.
- Armstrong, Mark, Simon Cowan y John Vickers, *Regulatory reform: economic analysis and British experience*, MIT Press Series on the Regulation of Economic Activity, No. 20, Cambridge, Massachusetts, Institute Tecnology of Massachusetts.
- Avendaño Ruben Darío, Piraquive Gabriel y Vásquez Bibiana. *Evaluación del desempeño de las entidades del sector de agua potable*. DNP, Santafé de Bogotá, 1994.
- Baumol William, John Panzar y Robert Willig, *Contestable markets and the theory of industry structure*, New York, Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1982.
- Bejarano Jesús Antonio, "El despegue cafetero: 1920 - 1928" en *Historia Económica de Colombia*, José Antonio Ocampo (editor), Fedesarrollo - Siglo Veintiuno Editores, Santafé de Bogotá, 1987.
- Besanko, David y Daniel Spulber, *Sequential equilibrium investment by regulated firms*, The Ram Journal of economic, vol. 23, No. 2, The Ram Corporation, 1992.
- Betancourt Luis Ignacio, *Avances y perspectivas de la regulación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico*. Mimeo. Santafé de Bogotá, agosto de 1998.
- Bhagwati, Jagdish N, *Directly unproductive profit-seeking (DUP) activities*, Journal of Political Economy, vol. 90, No. 5, Chicago, Illinois, University of Chicago Press, Octubre 1982.
- Bishop Matthew, John Kay y Colin Mayer, *The Regulatory Challenge*, Oxford University Press.
- Bishop, Matthew R., John Kay y Colin Mayer (compiladores), *Introducción*, en *The Regulatory Challenge*, Oxford, Oxford University, Press.
- Braeutigam, Ronald y John Panzar. *Effects of the change from rate-of-return to price-cap regulation*", The American Economic Review, vol 83, No. 2. Nashville, Tennessee, American Economic Association, 1983.
- Centro de Estudios de Transporte e Infraestructura S.A. - Deloitte Touche Tohmatsu International, *Marco conceptual de la función reguladora en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo*. Resumen ejecutivo. En *Regulación de Agua Potable y*



## BIBLIOGRAFÍA

- Saneamiento Básico, No. 3, Febrero de 1998, Pg. 19. Santafé de Bogotá, 1997.
- Centro Interdisciplinarios de Estudios Regionales -CIDER-, Universidad de los Andes, *Análisis y caracterización de la industria del agua*, Santafé de Bogotá, julio/1998.
- CEPAL, *La administración de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, 1992.
- CEPAL, *La regulación de la prestación de servicios relacionados con el agua*, en CRA, *Revista Regulación de agua potable y saneamiento básico*, No. 2 y 3, agosto/97 – febrero/98.
- Congreso de la República de Colombia, *Constitución Política de Colombia*, Santafé de Bogotá, 1991.
- Congreso de la República de Colombia, *Ley 142 de 1994, de Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios 1994*.
- Consortio NAM Ltda – Velzea Ltda, *Plan de Ordenamiento Territorial de Florencia*, Florencia, 1999.
- Consultoría Colombiana. S.A, Septiembre 1996
- Cuervo Luis Mauricio, *El agua potable como bien mayor*, En Revista Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico No. 2 de agosto de 1997, Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.
- Deloitte Touche Tomhatsu Emerging Markets Ltda – Taboada Hoyos & Asociados Ltda. *Estudio para asignación de riesgos y manejo de garantías en proyectos de infraestructura con participación privada en el sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia*. Estudio presentado al PNUD y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Santafé de Bogotá, 1998.
- DNP-FONADE, *Estudio Nacional de Aguas*, Santafé de Bogotá, 1984.
- Devlin Robert, *Post-privatizations and social welfare*, Cepal Review (LC/G, 1757-P) No. 49, Santiago de Chile, abril 1993.
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá -E.A.A.B.- *Solicitud de modificación tarifaria*-, Santafé de Bogotá, septiembre de 1998.
- Empresa de Acueducto y alcantarillado de Bogotá -E.A.A.B.- *Proyección de Demanda - Metodología y Bases de Cálculo*, Anexo, Santafé de Bogotá, septiembre de 1998.
- Fernández Diego
- Fundación Social, *Municipios y Regiones de Colombia, Una Mirada desde la Sociedad Civil*, Santafé de Bogotá, 1997.
- Gaceta del Congreso, año 1 - No. 162, 17 de noviembre de 1992, *Exposición de motivos del Proyecto de Ley 142 de Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios*. Tomado de *Regulación de agua potable y saneamiento básico* Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, Santafé de Bogotá, 1995.
- Giraldo Isaza Fabio, *Ciudad y Crisis ¿Hacia un Nuevo Paradigma?* Tercer Mundo Editores - Cenac - Fedevivienda - Ensayo y Error - Universidad Javeriana.
- Helm Dieter. *British utility regulation: Theory, practice and reform*. Oxford Review of Economic Policy, vol. 10, No. 3, Oxford, Oxford University Press.
- Holtram Gerald y John Kay, *The assessment: institutions of policy*, vol 10, No. 3, Oxford, Oxford university Press.
- IDEAM. *Estudio Nacional del Agua. Balance Hídrico y Relaciones de oferta y demanda en Colombia*. Santafé de Bogotá, 1998.
- Iriarte Alfredo, *Historia de Bogotá*, Tomo III, Siglo XX. Villega Editores, Santafé de Bogotá, 1988.
- Jaramillo Samuel, *Ciento veinte años de servicios públicos domiciliarios en Colombia*, Cinep, Santafé de Bogotá, 1995.



- Jaramillo Uribe Jaime, *Historia de Pereira 1863-1963*. Ediciones del Club Rotario de Pereira, 1996.
- Jones Leroy, *Appropriate regulatory technology: the interplay of economic and institutional conditions*, en *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics*, Washinton, D.C., Banco Mundial, 1994.
- Joskow, Paul y Nancy Rose, *The effects of economic regulation*, Handbook of industrial organization, vol. 2, Richard Schmalensee y Robert D. Willig (compiladores), Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., 1989.
- Laffont Jean-Jacques y Jean Tirole, *The politics of government decision making: Regulation Institutions*, Journal of law, Economics and Organization, vol. 6, 1990.
- Laffont, Jean-Jacques, *Comment on public versus regulated private enterprise by Willig*, Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics, 1993, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Laffont, Jean-Jacques, *The new economic of regulation ten years after*, Econometrica, vol. 62, No. 3, Evanstons, Illinois University Northwestern, mayo, 1993.
- Lanz Klaus y Greenpeace España, *El libro del agua*. Editorial Debate S.A. Madrid, 1997.
- London Economic – Capital Web. *Promoción de la competencia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo*. Mimeo. Santafé de Bogotá, 1999.
- Lovel Laszlo y Dale Whittington, *Rent seeking in water supply*, Informe INU 85, Washington, D.C., Banco Mundial, septiembre 1991.
- Low Enrique *Estructura financiera de los servicios públicos y sus repercusiones sobre el gasto y el ingreso públicos*, Santiago de Cali, 1981.
- Lleras Restrepo Carlos, *Mensaje del Presidente de la República*, Banco de la República, Santafé de Bogotá, 1967.
- Mathios, Alan y Robert Rogers, *The impact of alternative forms of state regulation of AT & T on directdial, long-distance telephone rates*. The RAND journal of economics, vol. 20, No. 3, The RAND Corporation.
- Ministerio de Desarrollo Económico, *Ley 388 de 1997 de Desarrollo Territorial*, Santafé de Bogotá, 1997.
- Ministerio de Desarrollo Económico, *Inventario nacional del sector de agua potable y saneamiento básico: Infraestructura física de los sistemas*, Tomo I, Santafé de Bogotá, 1998.
- Ministerio de Desarrollo Económico, *Inventario nacional del sector de agua potable y saneamiento básico: Gestión de los servicios*, Tomo 2, Santafé de Bogotá, 1998.
- Ocampo José Antonio, *Crisis mundial y cambio estructural (1929-1945)*, en *Historia económica de Colombia*, Fedesarrollo - Siglo Veintiuno Editores, Santafé de Bogotá, 1987.
- Organización Panamericana de la Salud - Organización Mundial de la Salud - Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud, 1997. *Análisis del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico en Colombia*. Serie Análisis Sectoriales No. 11.
- Palacios Mejía Hugo, *Los servicios públicos domiciliarios en la Constitución*, en *Constitución económica colombiana*, FINDE-TER, Bibliotheca Millennio, El Navegante Editores, Santafé de Bogotá, 1996.
- Posada, *El caribe colombiano: una historia regional 1870-1950*, Banco de la República - Áncora Editores, Santafé de Bogotá, 1998.



## BIBLIOGRAFÍA

- Taboada Hoyos & Asociados, 1998. *Estudio y reglamentación de las reservas para inversión que deben constituir los prestadores de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado*. Informe final, mimeo. Santafé de Bogotá.
- Triche Telma, *Private participation in the delivery of Guinea's water supply services*, documentos de trabajo, sobre políticas, investigaciones y asuntos externos, agua y saneamiento, No. 477, Washington, D.C., Banco Mundial, agosto 1990.
- Sappington David, *Designing incentive regulation*, Review of Industrial Organization, vol. 9, No. 3, The Industrial Organization Society, junio de 1994.
- Segundo Encuentro de las aguas. Conclusiones técnicas de la *Declaración de Montevideo*. Junio de 1999. Mimeo.
- Stewart-Smith, Martin C., *Industry structure and regulation*, Policy Research Working Paper, No. 1419, Washinton, D.C., Banco Mundial, febrero 1995.
- Stiglitz Joseph, *La economía del sector público*, Antoni Bosch Editor, 2ª. Edición, Barcelona, 1997.
- Toro Constanza, *Los servicios públicos en Medellín 1920-1990*, en *Historia de Medellín*, Tomo II, Editor Jorge Orlando Melo, Edición de Suramericana de Seguros, Medellín, 1996.
- Vickers, John. *Concepts of competition*. Oxford Economic Papers, vol 47, No. 1, Oxford, Oxford University Press.
- Vickers, John. *Government regulatory policy*, Oxford Review of economic Policy, vol. 7 No. 3, Oxford, Oxford University Press.
- Vickers John y George Yarrow, *Privatization: An economic analysis*. MIT Press series on the Regulation of Economic CTIVITY, No. 18 Cambridge Massachusetts, Institute of Tecnology of Massachusetts, The MIT Press, 1988.
- TWUWS, *Water & wastewater utilities*, Indicadores, 2ª Edición, Abril de 1996.
- Whitman et al. 1971, Dee et al. 1973, Batelle Laboratories.
- Williamson John, *Revisión del Consenso de Whashington*, en Louis Emmerij y Nuñez del Arco José (Compiladores), *El desarrollo económico y social en los umbrales del siglo XXI*, Banco Interamericano de Desarrollo -BID-, Whashington, 1998.
- Wirl Franz, *The European power industry-characteristics and scope for deregulation*, OPEC Review, vol 16, No. 2, New York, Pergamon Press, INC., 1992.
- De la Economía de un Mundo Vacío a un Mundo Lleno, Desarrollo Económico Sostenible*, TM Editores, Santafé de Bogotá, 1994.

