

**APORTE DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTÁ EN EL
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA A
TRAVÉS DE LOS PLANES DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE
VERTIMIENTOS (PSMV)**

DIRCEU ENRIQUE VARGAS PEDROZA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2010

**APORTE DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTÁ EN EL
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA A
TRAVÉS DE LOS PLANES DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE
VERTIMIENTOS (PSMV)**

DIRCEU ENRIQUE VARGAS PEDROZA

Monografía presentada para optar al título de

Especialista en Ingeniería Ambiental

Ing. Edison Uribe

Director del Proyecto

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2010

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

A DIOS como fuente perenne de amor verdadero, como parte principal de mi vida, y como mi fuente de Adoración. Bendito seas mi Dios.

A SU HIJO JESUSCRISTO por darnos a conocer al Padre, porque siempre estas a nuestro lado mostrándonos cuan valiosas son las personas y cuán importante sus vidas.

AL ESPIRITU SANTO por mostrarnos su valioso poder y por ser el motor que impulsa mi camino hacia la vida eterna.

A MI ESPOSA por su incalculables esfuerzos, por los días sin ella, porque como bien lo dices “*..Hasta el domingo..*”. Le doy gracias a Dios por la sabiduría que puso en ti para convertir en realidad este esfuerzo y para llevar a cabo este trabajo. Dios te Guarde.

A MI GRAN AMIGO EL PADRE ALEJANDRO ALMECIGA por mostrarnos la alegría de DIOS, y cuyo reflejo se encuentra en su corazón.

A MIS PADRES, su esfuerzo y valor incansable hacen que hoy siga cumpliendo mas metas.

A NELSON OBREGON NEIRA gracias por apoyar esta idea, por su gran carisma y la importancia que usted le da a nuestra amistad

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
2 ESTADO DEL ARTE	19
3 MARCO TEORICO	22
3.1 MARCO CONCEPTUAL	22
3.1.1 Palabras claves	26
4 MARCO LEGAL	36
5 MARCO TÉCNICO	41
5.1 CONCENTRACIÓN DEL AGUA RESIDUAL	41
5.1.1 Medición de la Concentración de Contaminantes en Aguas Residuales	41
5.1.2 Demanda Teórica de Oxígeno	42
5.1.3 Demanda Química de Oxígeno	43
5.1.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno	43
5.1.5 Carbono Orgánico Total	44
5.1.6 Determinación de Sólidos	44
5.1.7 Clasificación de Rango de Tamaño de Partículas en Agua	45
6 ALCANCES	47
7 LIMITACIONES	48
8 METODOLOGÍA	49
8.1 MATRIZ DE EVALUACIÓN ASPECTOS	51
9 DIAGNOSTICO	53
9.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA.	53

9.2	POBLACIÓN ASENTADA.	54
9.3	ASPECTOS COMERCIALES	56
9.3.1	Prestación Servicio de Alcantarillado (Registro de Prestadores del Servicio Público Domiciliario de Alcantarillado).	56
9.3.2	Tarifas Aplicadas por Municipio	60
9.3.3	Distribución de Suscriptores por Municipio	62
9.4	ASPECTOS TÉCNICOS	66
9.4.1	Objetivos de Calidad Cuenca Río Bogotá	69
9.4.2	Descripción General del Sistema de Alcantarillado	71
9.4.3	Sistemas de Tratamiento de Agua Residual	75
9.4.4	Tipo de Tratamiento - Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales	77
9.4.5	Eficiencia en Remoción	79
9.4.6	Puntos de Vertimiento	82
9.5	Información Financiera	83
10	RESULTADOS	86
10.1	Indicadores Cumplimiento de Metas y Objetivos	86
	CONCLUSIONES	92
	BIBLIOGRAFIA	96

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Cuenca del Río Bogotá	53
Figura 2 Subdivisión Cuenca del Río Bogotá	67
Figura 3 Árbol de Decisión Software libre Weka	70
Figura 4 Tipo de sistemas de tratamiento de aguas residuales	78
Figura 5 Promedio eficiencia por remoción	80

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Normas Ambientales Vigentes Relacionadas con el PSMV	38
Tabla 2 Distribución de Población Cuenca Río Bogotá	55
Tabla 3 Empresas prestadoras del Servicio Público de Alcantarillado	56
Tabla 4 Tarifas aplicadas - estrato 4 año 2007 o 2008	60
Tabla 5 Suscriptores residenciales de Alcantarillado	63
Tabla 6 Suscriptores No residenciales de Alcantarillado	64
Tabla 7 Estado actual PSMV	67
Tabla 8 Proyección Generación de Residuos líquidos	71
Tabla 9 Tipos de Alcantarillado por Municipio	73
Tabla 10 Características Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales	75
Tabla 11 Eficiencia de remoción de carga contaminante	79
Tabla 12 Puntos de vertimiento	82
Tabla 13 Inversión PSMV	84

TITULO: APORTE DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DE LOS PLANES DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS (PSMV).

AUTOR: A.A DIRCEU ENRIQUE VARGAS PEDROZA

PALABRAS CLAVES: Autoridad Ambiental, Plan maestro de alcantarillado, Vertimiento, Vertimiento no puntual, Vertimiento puntual.

CONTENIDO

Los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), buscan a través de los instrumentos de planificación una disminución real del aporte de contaminación a través de programas, proyectos e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos contribuyendo así a la descontaminación de las fuentes receptoras, una vez definidos los objetivos de calidad del recurso hídrico la autoridad ambiental competente evaluara el cumplimiento.

Desde esta perspectiva, la importancia que tiene los PSMV dentro del marco de desarrollo sostenible y como parte del beneficio sobre el uso eficiente de los recursos naturales, la autoridad ambiental del Distrito Capital DAMA mediante la Resolución 2835 de 2005 del DAMA y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR bajo el Acuerdo CAR N°43 de octubre 31 de 2006 estableció los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá, igualmente definió los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá, y en consecuencia subdividió la cuenca en 5 tramos:

- Cuenca Alta-Superior: Sector comprendido entre Villapinzón y Tibitoc.
- Cuenca Alta-Inferior: Sector entre Tibitoc y la Estación Hidrometeorológica La Virgen.
- Cuenca Media: Entre la estación hidrometeorológica La Virgen y las compuertas Alicachín, en inmediaciones de El Embalse del Muña.
- Cuenca Baja-Superior: Sector desde El Embalse del Muña hasta la descarga del río Apulo.
- Cuenca Baja-Inferior: Desde la descarga del río Apulo hasta la desembocadura del río Bogotá en el Magdalena.

La elaboración de este trabajo surge como respuesta al notorio problema ambiental, a un proyecto de saneamiento del Río Bogotá avalado por la CAR, reconociendo la existencia de los PSMV, como instrumento económico, financiero y técnico para reducir la contaminación hídrica.

* Proyecto de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director Ing. Edison Uribe

TITLE: CONTRIBUTION OF THE MUNICIPALITIES OF BOGOTÁ RIVER BASIN ON THE STATUS OF WATER QUALITY OBJECTIVES THROUGH SANITATION AND MANAGEMENT PLANS FOR DUMPING (PSMV).

AUTHOR: AA DIRCEU ENRIQUE VARGAS PEDROZA

KEYWORDS: Environmental Authority, Sewerage Master Plan, Dumping, Nonpoint Dumping, Dumping point.

CONTENT

Plans Dumping Sanitation and Management (PSMV) seek through planning tools an actual decrease of the contribution of pollution through programs, projects and investments needed to advance in the treatment of sanitation and thus contributing to the dumping decontamination of the source host, once defined the objectives of quality of water resources competent environmental authority assess compliance.

From this perspective, the importance of the PSMV within the framework of sustainable development and as part of the profit on the efficient use of natural resources, the environmental authority of the Capital District by Resolution 2835 DAMA 2005 of DAMA and the Autonomous Regional Corporation Cundinamarca CAR under Agreement No. 043, October 31, 2006 established the water quality objectives for the Bogotá River Basin, also defined the water quality objectives for the Bogotá River Basin, and thus subdivided the basin in 5 sections:

- High-Superior Basin: Sector between Villapinzón and Tibitoc.
- High-Lower Basin: Sector between Hydrometeorological Station Tibitoc and La Virgen.
- Watershed Media: Between Madonna and hydrometeorological station gates Alicachín, in the vicinity of the Reservoir Muna.
- Low-Superior Basin: Sector Muna from The Dam to the river discharge Apulo.
- Lower-Lower Basin: From Apulo river discharge to the mouth of the Magdalena River in Bogotá.

The development of this work is a response to the notorious environmental problem, a River cleanup project supported by the CAR Bogotá, recognizing the existence of PSMV as an economic tool, financial and technical support for reducing water pollution.

* Grade project.

** Chemical Physique Engineering's Faculty. Chemical Engineering School. Specialization in Environmental Engineering. Director ing. Edison Uribe.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar la condición actual del cumplimiento de los objetivos de calidad del agua de la cuenca del río Bogotá, mediante los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Municipales (PSMV).

ESPECÍFICOS

- Establecer por medio de un sistema de información geográfica (SIG) los objetivos y las metas de calidad agua definidos por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) conforme con la zonificación de la cuenca del Río Bogotá, con la intención de identificar los a portantes de carga contaminante en cada uno de los municipios.
- Identificar los avances de los PSMV por parte de los municipios que pertenecen a la Cuenca del Río Bogotá.
- Construir una metodología a través de indicadores de condiciones de cumplimiento de los objetivos de calidad del agua de la cuenca del río Bogotá, mediante los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Municipales (PSMV). Se consideran los siguientes indicadores: Esquemas empresariales, técnicos financieros, económicos y contables
- Identificar y caracterizar el área física de la cuenca del Río Bogotá de acuerdo a la zonificación establecidas por la CAR

- Caracterizar la obras de infraestructura sanitaria para el manejo, tratamiento y disposición final de los vertimiento municipales localizados en la cuenca del río Bogotá

INTRODUCCIÓN

América Latina es considerada como una de las regiones del planeta más rica en recursos hídricos, dispone del veintiséis por ciento (26%) del agua dulce, colocándose en una situación privilegiada en materia hídrica, ya que tan solo representa un seis por ciento (6%) de la población mundial¹.

En Colombia, la oferta hídrica es relativamente alta dada su ubicación en la franja intertropical que favorece un promedio de precipitación cercano a 3.000 mm/año, tres veces mayor al promedio de Suramérica², contando con estos beneficios el Estado colombiano ha volcado su esfuerzo institucional orientando el énfasis de su gestión medioambiental hacia el mejoramiento y el manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos, lo cual incide en el hecho de que la política nacional ambiental (Plan de Desarrollo 1998-2000) contemple el agua como eje articulador de toda la política ambiental del país³, desarrollando el marco normativo mediante el enfoque de los servicios públicos a través de la Ley 142 de 1994, y desde el punto de vista ambiental en la Ley 99 de 1993.

Desde la perspectiva de los servicios públicos domiciliarios⁴, con la adopción de la nueva estructura tarifaria para la prestación del servicio de alcantarillado, Resolución CRA 287 de 2004, se establecen cuatro (4) grandes componentes de cálculo, así: Costo Medio de Administración (costo por disponibilidad del servicio)-CMA; Costo Medio por Operación y

¹ ¿Guerras por agua?, Idalmis Brooks Beltrán, Cubadebate, <http://www.rebellion.org/ecologia/031219beltran.htm>.

² Plan Nacional de Desarrollo, Proyecto Colectivo Ambiental. Bogotá, 2000. p 15.

³ Agua, eje articulador de vida. Cátedra Rodolfo Low Maus de la Universidad Industrial de Santander. https://www.uis.edu.co/portal/catedra_low_maus/main.html

⁴ Ley 142 de 1994

Mantenimiento-CMO; Costo Medio de las Inversiones -CMI; Costo Medio por Tasas Retributivas- CMT.

La componente CMI, se soporta con las inversiones prioritarias para el servicio o programa de inversión (obras⁵ enmarcadas en la rehabilitación, expansión, reposición), la componente CMT para el servicio de alcantarillado, corresponde a la Tasa Retributiva o compensatoria por la utilización del agua superficial como receptor de los vertimientos puntuales de las aguas residuales. Esta premisa de la Tasa Ambiental mantiene el postulado fundamental establecido por la Ley 99 de 1993 (creación de MINAMBIENTE), donde se establece *“el que contamina paga”*.

Una vez acogida la metodología tarifaria y sin dejar a un lado las ventajas con respecto a la abundancia del recurso, los atrasos en materia de saneamiento hídrico se revelan significativamente en la contaminación de las corrientes superficiales y subterráneas, pues cada vez son más los ríos que padecen un alto grado de contaminación por desechos o sustancias tóxicas ocasionado por las descargas de aguas residuales de tipo residencial, comercial e industrial que son evacuadas a las redes de alcantarillado sin ningún tratamiento y a su vez se descargan a los cuerpos de agua causando el aumento de la contaminación del recurso.

De igual forma el déficit en saneamiento hídrico ocasiona problemas como la deficiencia en la salud por la presencia de algunas enfermedades de origen hídrico (Cólera, Hepatitis A, entre otras),⁶ la actividad poblacional y la falta de

⁵ Artículo 27 Resolución CRA 287 de 2004

⁶ Saneamiento Hídrico en Colombia: Instituciones y situación actual. Ecos de Economía No 18 Medellín, abril 2004.

un desarrollo planificado de la ciudad, lo cuales conllevan una serie de condiciones que obstaculizan hoy en día el saneamiento del recurso.

Desde este enfoque ambiental el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT dentro de las políticas definidas por el documento CONPES 3177 de 2002, Acciones Prioritarias y Lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Aguas Residuales, ajustó el programa de tasas retributivas por contaminación y las incluyó como parte de la estructura tarifaria del servicio de alcantarillado.

Cabe mencionar que el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006 "Hacia un Estado Comunitario" establece que dentro del programa de manejo integral del agua deberá implementarse el Plan de Manejo de Aguas Residuales, el cual cobijará de forma prioritaria un conjunto de cuerpos de agua entre los cuales se encuentra el Río Bogotá.

Mediante Resolución 1433 de 2004, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, reglamentó los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, los cuales se definen como el conjunto de programas, proyectos y actividades, para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua.

Para la formulación del Plan y las metas de reducción, se contemplan los lineamientos establecidos por las Autoridades Ambientales competentes, de

acuerdo con la Resolución DAMA 1813 del 8 de agosto de 2006 *“Por la cual se adoptan los objetivos de calidad de los cuerpos de agua para el quinquenio 2006-2011 en el Distrito Capital”*, así como el Acuerdo CAR 043 de octubre 31 de 2006 *“Por el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del Río Bogotá en el año 2020”*.

En el presente documento se presenta la descripción de la estructura del servicio de alcantarillado, la caracterización de los parámetros DBO_5 y SST; con esta información se prosigue con el cálculo de las cargas actuales y su proyección de carga por cada tramo, asimismo la cuantificación de sus respectivos volúmenes de agua vertida y la población servida aferente, continuando con la identificación de los puntos de vertimiento, los sistemas de tratamiento de las aguas residuales, estado actual de los PSMV, los tipos de redes de alcantarillado.

Por último se presentan a través de indicadores como herramienta para evaluar el aporte de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV en el logro al cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para la descontaminación del río Bogotá.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), buscan a través de los instrumentos de planificación una disminución real del aporte de contaminación a través de programas, proyectos e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos contribuyendo así a la descontaminación de las fuentes receptoras, una vez definidos los objetivos de calidad del recurso hídrico la autoridad ambiental competente evaluará el cumplimiento.

Actualmente la autoridad ambiental CAR () realiza esfuerzos para la revisión y aprobación de los PSMV, pues en esta etapa se definen las acciones o medidas para transformar los recursos disponibles en productos dentro de un periodo de tiempo determinado, Por lo que la etapa de desarrollo en la ejecución de las inversiones de los respectivos PSMV municipales son de vital importancia para el avance en el cumplimiento de las metas definidas en los objetivos de calidad sobre la cuenca del río Bogotá, esta labor está a cargo de los gobiernos municipales.

Actualmente las herramientas empleadas en el control, seguimiento y cumplimiento de los PSMV municipales que efectúan las autoridades ambientales presentan deficiencias en la medición del grado de logro en el cumplimiento de los objetivos de calidad, ya que dicha medición involucra el monitoreo y evaluación de indicadores de impacto y efecto, dentro de los programas y proyectos que posibilitan el avance en el saneamiento y tratamiento de las aguas residuales vertidas por parte de la autoridades municipales.

2 ESTADO DEL ARTE

La cuenca del río Bogotá en la jurisdicción de la CAR ha venido en deterioro desde hace más de cincuenta años, pese a los esfuerzos de la autoridad Ambiental que parecen a veces nulos, que efectivos y prometedores, y a pesar de su estado dramático el río Bogotá genera una inmensa riqueza, ya que sus aguas son de potencial uso en las actividades agrícola, pecuaria e industrial sin excluir los usos para generación energía y muchas otras más actividades que se desarrollan en torno a este, también es importante resaltar que entorno al río no solo están estas actividades económicas sino que además se han desarrollado bastantes estudios⁷, diagnósticos, artículos, tesis, investigaciones, que sin duda esta seria serie de documentos recopila bastante información sobre la evolución histórica del río también pueden posiblemente contribuir a elaborar soluciones en materia de descontaminación.

Con todos estos argumentos, los actuales aportes que se han elaborado por entidades de control de orden Nacional y Local han permitido que la ampliación y mejora de los servicios de alcantarillado sea un proceso progresivo y que tenga como único propósito el de alcanzar los niveles de eficiencia en materia de la disposición final y el manejo de los vertimientos que se realizan sobre la cuenca del río Bogotá. Es así como solo se citara algunos de ellos.

Los documentos CONPES 3383 del 10 de octubre de 2005 - Plan de Desarrollo del Sector Acueducto y Alcantarillado establecieron los

⁷ Finales del siglo XIX. MISIÓN SIGLO XXI, Estudio Prospectivo de Acueducto y Alcantarillado, Bogotá, 1995, p. 27.

lineamientos de políticas, estrategias y metas, para el desarrollo del sector de agua potable y saneamiento básico, que permitan alcanzar niveles de cobertura y calidad acordes con las perspectiva de desarrollo del país y los lineamientos para la estructuración, la financiación y la ejecución de los Planes Departamentales de Agua y Saneamiento para el Manejo Empresarial de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, respectivamente. En resultado la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR a finales del año 2006 a través de la Acuerdo CAR N° 43 definió los objetivos de calidad sobre la cuenca del río Bogotá.

En primer lugar la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios dentro las funciones establecidas por la Ley 142 de 1994 y en el marco de los objetivos de calidad dirigidos a “ **Fortalecer la vigilancia y el control para asegurar altos estándares de cumplimiento en la provisión de servicios públicos**” ha adelantado acciones de vigilancia sobre la prestación del servicio público de alcantarillado⁸, consecuente con las políticas nacionales incorporadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 y lineamientos estratégicos del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial las cuales priorizan la intervención de cinco cuencas definidas como críticas.

Así mismo la Contraloría de Cundinamarca⁹ ha divulgado el diagnostico sobre las condiciones del Río Bogotá, revisión realizada a los municipios que hacen parte de la zona de influencia del río, dicho diagnostico señala la forma como los municipios de la cuenca, han dado cumplimiento con los requerimientos ambientales entorno al análisis de las cuencas, calidad del

⁸ Informe sectorial 2008 sobre de la prestación de servicios públicos domiciliarios, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Bogotá, 2008.

⁹Diagnóstico sobre la cuenca del Río Bogotá: Cuarenta Municipios Sujetos de Control, Contraloría de Cundinamarca, Bogotá 2008

agua potable, tasas retributivas, servicio de alcantarillado, los planes de gestión integral de residuos sólidos , plantas de beneficio animal, en donde se consideró la valoración de las condiciones actuales.

En dicho estudio la Contraloría de Cundinamarca realizó la revisión a los municipios que hacen parte de la zona de influencia del río Bogotá, en esté muestra la forma como los municipios de la cuenca del río, han dado cumplimiento con este requerimiento ambiental, donde se consideró analizar y valorar la documentación recopilada independientemente para cada una de las cuencas. Dentro de este análisis a los PSMV en esta cuenca, de los 18 municipios de la cuenca alta, solo tres de ellos no cuentan con el respectivo documento (municipios de Suesca, Tenjo y Villapinzón), De los Diez municipios que integran la cuenca media, ocho de ellos, son sujetos de control de la Contraloría de Cundinamarca y todos cuentan con su respectivo plan, mientras que en la cuenca baja los municipios que no cuentan con el PSMV son los municipios de Tena, Ricaurte y Cachipay; donde los dos primeros adelantarán sus planes en esta vigencia y el último cuenta con el trámite de un permiso de vertimientos y tiene pendiente la elaboración de su plan Los otros once municipios que hacen parte de la cuenca remitieron a la CAR sus respectivos planes para aprobación, municipios como La Mesa, Tocaima, Agua de Dios y Girardot están adelantando los ajustes sugeridos por la CAR a los planes, para su aprobación final y posterior implementación.

3 MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

Para el desarrollo del presente documento se toma como base la resolución 1433 del 27 de diciembre de 2004, del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la cual reglamentó el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV. Dicho artículo señala que los usuarios prestadores del servicio de alcantarillado sujetos al pago de la tasa retributiva deberán presentar a la autoridad ambiental competente el plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, definido como *“el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua”*. Igualmente estableció que es la autoridad ambiental competente, es quien apruebe dichos Planes.

Desde 1991, la Constitución Política de Colombia le otorgó una importancia fundamental al tema ambiental, al establecer como principio la obligación del Estado de proteger las riquezas naturales de la Nación. Asimismo determinó que el Estado colombiano debe proteger tanto la diversidad como la integridad del medio ambiente y planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, con el propósito de garantizar el desarrollo sostenible, previniendo y controlando factores de deterioro ambiental. contando con estos beneficios el Estado colombiano ha volcado su esfuerzo institucional

orientando el énfasis de su gestión medioambiental hacia el mejoramiento y el manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos, lo cual incide en el hecho de que la política nacional ambiental contemple el agua como eje articulador de toda la política ambiental del país¹⁰, desarrollando el marco normativo mediante el enfoque de los servicios públicos a través de la Ley 142 de 1994, y desde el punto de vista ambiental en la Ley 99 de 1993. En este orden de ideas a nivel local y regional los Planes de Ordenamiento Territorial definidos en la Ley 388 de 1997, tienen por objeto dar herramientas para la planeación territorial, racionalizar la intervención sobre el territorio y propiciar su desarrollo y aprovechamiento sostenible, junto con la utilización óptima de los recursos naturales, económicos y humanos.

En Colombia, la oferta hídrica es relativamente alta dada su ubicación en la franja intertropical que favorece un promedio de precipitación cercano a 3.000 mm/año, tres veces mayor al promedio de Suramérica¹¹. En materia de recursos hídricos, cuenta aún con una rica oferta, estimada en 2,1 billones de m³ anuales¹². Esta riqueza está representada por la extensa red de corrientes superficiales que drena el territorio, por los humedales, ciénagas, lagunas y por los acuíferos que almacenan las aguas subterráneas.

En este sentido, la Ley 142 de 1994 ha permitido dinamizar los programas en esta materia a nivel nacional, regional y local. Los municipios son los entes encargados de asegurar la prestación de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en su jurisdicción como estrategia fundamental para garantizar la disponibilidad del recurso en condiciones sanitarias y ambientales, asegurando la prestación eficiente.

Sin dejar a un lado las ventajas con respecto a la abundancia del recurso, los atrasos en materia de saneamiento hídrico se revelan significativamente en

¹⁰ Agua, eje articulador de vida. Cátedra Rodolfo Low Maus de la Universidad Industrial de Santander. https://www.uis.edu.co/portal/catedra_low_maus/main.html

¹¹ Plan Nacional de Desarrollo, Proyecto Colectivo Ambiental. Bogotá, 2000. p 15.

¹² Plan de desarrollo 2006 -2010, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, 2006

la contaminación de las corrientes superficiales y subterráneas, pues cada vez son más los ríos que padecen un peligroso grado de contaminación por desechos o sustancias tóxicas ocasionado por las descargas de aguas residuales de tipo residencial, comercial e industrial que son evacuadas a las redes de alcantarillado sin ningún tratamiento y a su vez se descargan a los cuerpos de agua causando el aumento de la contaminación del recurso.

El déficit en saneamiento hídrico ocasiona problemas como la deficiencia en la salud por la presencia de algunas enfermedades de origen hídrico (Cólera, Hepatitis A, entre otras),¹³ la actividad poblacional y la falta de un desarrollo planificado de las ciudades y municipios, los cuales conllevan a una serie de condiciones que obstaculizan hoy en día el saneamiento del recurso.

Por esta razón a través de la Política de Agua Potable y Saneamiento Básico, establecida en el Documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES PMAR 3177/2002, manifiesta la necesidad de elaborar un Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales, viable y sostenible económica, social y ambientalmente¹⁴. En este mismo sentido la conservación del recurso hídrico que establece la Ley 99 de 1993, considera la Tasa Retributiva como instrumento económico para el control de vertimientos (Artículo 42); dicho instrumento fue reglamentado en el Decreto 3100/2003, el cual señala que los prestadores del servicio público de alcantarillado deben presentar un Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. Los requerimientos para la formulación de los PSMV se definen por la Resolución 1433 de 2004 del MAVDT.

Bajo este panorama el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 y las políticas gubernamentales en saneamiento ambiental dirigen sus esfuerzos y recursos

¹³ Saneamiento Hídrico en Colombia: Instituciones y situación actual. Ecos de Economía No 18 Medellín, abril 2004.

¹⁴ Consejo Nacional de Política Económica Social –Conpes 3177. Acciones Prioritarias y lineamientos para la formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales, Julio de 2002, Pag 1.

a la intervención de cinco fuentes receptoras definidas como críticas (río Bogotá, río Chicamocha, río Medellín, río Cauca – cuenca alta – y río Suárez). Ya que sobre estas fuentes hídricas se concentra cerca del 46% de la población urbana del país, lo cual implica que las acciones en saneamiento por parte de los prestadores de alcantarillado en los municipios que vierten aguas residuales en estas cuencas, redundarán en importantes beneficios no solo en la reducción de la contaminación hídrica, sino en el saneamiento integral de la población asentada en las cabeceras municipales.

Desde esta perspectiva, la importancia que tiene los PSMV dentro del marco de desarrollo sostenible y como parte del beneficio sobre el uso eficiente de los recursos naturales, la autoridad ambiental del Distrito Capital DAMA¹⁵ mediante la Resolución 2835 de 2005 del DAMA¹⁶ y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR bajo el Acuerdo CAR N°43 de octubre 31 de 2006 estableció los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá, igualmente definió los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá, y en consecuencia subdividió la cuenca en 5 tramos:

- Cuenca Alta-Superior: Sector comprendido entre Villapinzón y Tibitoc.
- Cuenca Alta-Inferior: Sector entre Tibitoc y la Estación Hidrometeorológica La Virgen.
- Cuenca Media: Entre la estación hidrometeorológica La Virgen y las compuertas Alicachín, en inmediaciones de El Embalse del Muña.
- Cuenca Baja-Superior: Sector desde El Embalse del Muña hasta la descarga del río Apulo.

¹⁵ Actualmente, la Autoridad Ambiental competente en el Distrito Capital, adopta el nombre de Secretaría Distrital de Ambiente, acorde con la transformación del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA, dictada por el Artículo 101 del Acuerdo 257 de 2006, del Concejo de Bogotá. La naturaleza, objeto y funciones básicas de la Secretaría Distrital de Ambiente, SDA, se definen en el Decreto 561 de 2006, "Por el cual se establece la estructura organizacional de la Secretaría Distrital de Ambiente, se determinan las funciones de sus dependencias y se dictan otras disposiciones".

¹⁶ Resolución DAMA 1813 del 8 de agosto de 2006 "Por la cual se adoptan los objetivos de calidad de los cuerpos de agua para el quinquenio 2006-2011 en el Distrito Capital"

- Cuenca Baja-Inferior: Desde la descarga del río Apulo hasta la desembocadura del río Bogotá en el Magdalena.

Por otra parte los PSMV hará las veces del Plan de Cumplimiento requerido por las Autoridades Ambientales Competentes (SDA, CAR); el cual contempla las actividades e inversiones necesarias para el saneamiento y tratamiento de los vertimientos. Desde esta percepción se contempla actuar en función del control de la contaminación (Mejorar en el aspecto visual del cuerpo de agua, Recuperar la vida natural de los ecosistemas acuáticos, Casos de pesca y acuicultura.), ya que al ser promotores de inversión los municipios deben definir metas que sean realizables y verificables, pues si bien para el 2020 se deben cumplir con los objetivos propuestos por la Corporación Autónoma de Cundinamarca CAR.

Por último se presentan los indicadores de seguimiento como herramienta para medir el impacto de las acciones propuestas frente al logro de los objetivos de calidad del recurso y las metas de reducción individual de carga contaminante.

3.1.1 Palabras claves

A continuación se definen algunos términos utilizados en el presente documento a fin de guiar al lector.

- Afluente: Agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o algún proceso de tratamiento.¹⁷
- Agua cruda: Es aquella que no ha sido sometida a proceso de tratamiento.⁶

¹⁷ RAS 2000, Aspectos Generales de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento Básico, Título V, Definiciones.

- Agua residual doméstica: Desecho líquido proveniente de la actividad doméstica en residencias, edificios, instituciones y establecimientos comerciales.⁶
- Agua servida: Agua de desecho líquido proveniente de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descarguen materias fecales.⁶
- Aguas lluvias: Aguas provenientes de la precipitación pluvial mientras que no hayan sido sometidas a uso alguno.
- Alcantarillado de aguas combinadas: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas para la recolección y conducción, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.⁶
- Alcantarillado de aguas lluvias: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas para la recolección y conducción de aguas lluvias⁶
- Alcantarillado de aguas residuales: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas para la recolección y conducción de las aguas residuales servidas domesticas y/o industriales.⁶
- Alcantarillado separado: Sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan de manera independiente en un mismo sector.⁶
- Aliviadero: Estructura diseñada con el propósito de aliviar los caudales que exceden la capacidad del sistema para conducirlos a un sistema de drenaje⁶

- Área tributaria: Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.⁶
- Autoridad Ambiental: Es la encargada de la vigilancia, recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso, aprovechamiento y control de los recursos naturales renovables y del medio ambiente¹⁸.
- Calidad del agua: Es el conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua.
- Caracterización de las aguas residuales: Determinación de la cantidad y características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales.⁶
- Carga contaminante diaria (CC): Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de la sustancia contaminante, por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas.¹⁹
- Caudal medio diario de aguas residuales: Caudal generado por la sumatoria de los aportes de las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales; equivalente al consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un periodo de un año.
- Caudal promedio (Q): Corresponde al volumen de vertimientos por unidad de tiempo durante el período de muestreo.⁸

⁶ RAS 2000, Aspectos Generales de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento Básico, Título V, Definiciones.

⁷ Normas Técnicas de Servicio. SISTEC-E.A.A.B. Terminología Sanitaria y Ambiental.

⁸ Decreto 3100 Octubre de 2003 MAVDT.

- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, CRA: Es la encargada de señalar las políticas generales de administración y de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios.
- Concentración (C): Es el peso de un elemento, sustancia o compuesto, por unidad de volumen del líquido que lo contiene.⁸
- Conexión domiciliaria: Conducto de alcantarillado con sus correspondientes accesorios, mediante el cual se hace la conexión desde la caja domiciliaria de cada predio a la red local del alcantarillado.
- Conexión Errada: Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa.⁶
- Contaminación del agua: Es la alteración de sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, como resultado de las actividades humanas o procesos naturales, que producen o pueden producir rechazo, enfermedad o muerte al consumidor.
- Cuenca: Entiéndase por cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.
- Cuerpo receptor: Cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga de un afluente final.⁶

- Delimitación de la cuenca: Una cuenca hidrográfica se delimita por la línea de divorcio de las aguas. Se entiende por línea de divorcio la cota o altura máxima que divide dos cuencas contiguas. Cuando los límites de las aguas subterráneas de una cuenca no coincidan con la línea divisoria de aguas, sus límites serán extendidos subterráneamente más allá de la línea superficial de divorcio hasta incluir la de los acuíferos subterráneos cuyas aguas confluyen hacia la cuenca deslindada.
- Densidad de población: Valor que corresponde a número de personas por área unitaria bruta o neta.⁶
- Drenaje: El proceso de evacuación de aguas subterráneas o superficiales para evitar daños a las estructuras, terrenos o excavaciones.
- Efluente: Descarga líquida proveniente de cualquier instalación diseñada para tratar, conducir o retener aguas residuales.
- Efluente final: Líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales.⁶
- Emisario final: Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas lluvias, sanitarias o combinadas de una cuenca de drenaje hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto.⁶
- Escorrentía: Caudal generado por el agua lluvia que fluye por la superficie del terreno.
- Estación de bombeo o estación elevadora: Componente de un sistema de alcantarillado de aguas residuales, combinado o pluvial utilizado para

evacuar por bombeo o elevar las aguas de las zonas bajas de una población.⁶

- Límites permisibles de vertimiento. En los vertimientos, es el contenido permisible de un elemento, sustancia, compuesto o factor ambiental, solos o en combinación, o sus productos de metabolismo establecidos en los permisos de vertimientos y/o planes de cumplimiento de conformidad con lo establecido en el artículo 30 del decreto 3100 de 2003 del MAVDT.⁸
- Perímetro de servicios: Es la línea que enmarca el área definida para la instalación y el suministro de servicios públicos domiciliarios dentro del Distrito Capital por parte de la administración Distrital.
- Perímetro urbano: Línea que demarca el área del Distrito Capital, fijada por las autoridades competentes para regular su desarrollo.
- Persona que presta el servicio público de acueducto y/o alcantarillado: Es toda persona natural o jurídica que tiene por objeto la prestación del servicio público de acueducto y/o alcantarillado con las actividades complementarias, de acuerdo con lo establecido en el régimen de los servicios públicos domiciliarios, que cumple su objeto a través de la planeación, ejecución, operación, mantenimiento y administración del sistema o de parte de él, bajo definidos criterios de eficiencia, cobertura y calidad, establecidos en los planes de gestión y resultados.
- Plan de Ordenamiento del Recurso: Plan en virtud del cual se establecen en forma genérica los diferentes usos a los cuales está destinado el recurso hídrico de una cuenca o cuerpo de agua, de acuerdo con lo indefinido por el Decreto 1594 de 1984 Min. Agricultura, o las normas que lo sustituyan o modifiquen.⁸

- Plan maestro de alcantarillado: Programa de ordenamiento del sistema de alcantarillado de una localidad para un horizonte de planeamiento dado.
- Plan de Ordenamiento Territorial. Instrumento técnico y normativo de planificación; es un conjunto de acciones políticas, administrativas y de planeación física que orientan el desarrollo del territorio municipal y regulan la utilización, ocupación y formación del espacio físico urbano y rural.
- Punto de descarga: Sitio o lugar donde se realiza un vertimiento, en el cual se deben llevar a cabo los muestreos y se encuentra ubicado antes de su incorporación a un cuerpo de agua.⁸
- Recurso: Se entienden como recurso, todas las aguas superficiales, subterráneas, marinas y estuarinas incluidas las aguas servidas.⁸
- Red local de alcantarillado: Conjunto de tuberías que conforman el sistema de evacuación de las aguas residuales, industriales, pluviales o combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las conexiones domiciliarias del alcantarillado de los inmuebles hasta realizar las entregas a la red secundaria.⁶
- Red secundaria de alcantarillado: Conjunto de tuberías y canales que en su recorrido va acumulando áreas de drenaje, conduciendo las contribuciones provenientes de la red local, hasta los sitios de entrega al sistema troncal.
- Red troncal o principal de alcantarillado: Conjunto de colectores y/o interceptores que define la estructura básica del drenaje de una cuenca,

conduciendo los caudales que recibe de las redes secundarias hasta el sitio de vertimiento o tratamiento.

- Rehabilitación de alcantarillado: Define todos los aspectos que mejoran el comportamiento hidráulico, estructural y ambiental de los sistemas de alcantarillado existentes y comprende la reposición del sistema, por medio de nuevas construcciones, su reforzamiento construyendo sistemas de apoyo paralelos, su renovación en puntos críticos donde las estructuras existentes son conservadas o mejoradas, y la disminución del pico de las crecientes mediante su almacenamiento.⁷
- Rejilla: Dispositivo instalado en una captación para impedir el paso de elementos flotantes o sólidos grandes.⁷
- Ronda Hidráulica: Franja paralela a la línea media del cauce o alrededor de los cuerpos de agua, que contempla las áreas inundables para el paso de las crecientes no ordinarias, y las necesarias para su protección y el equilibrio ecológico, hasta 30 metros de ancho (a cada lado del cauce).
- Sumidero: Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías y por las vías mismas, para entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados de aguas combinados o de aguas lluvias.⁶
- Suscriptor: Persona natural o jurídica con la cual se ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos.
- Tarifa de la Tasa Retributiva: Es el valor que se cobra por cada kilogramo de sustancia contaminante vertida al recurso.⁸

- Tasa retributiva por vertimientos puntuales: Es aquella que cobrará la Autoridad Ambiental competente a las personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, por la utilización directa o indirecta del recurso como receptor de vertimientos puntuales y sus consecuencias nocivas, originados en actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, actividades económicas o de servicios, sean o no lucrativas.⁸
- Toxicidad: La propiedad que tiene una sustancia, elemento o compuesto de causar daños en la salud humana o la muerte de un organismo vivo.
- Usuario: Es usuario toda persona natural o jurídica, de derecho público o privado, cuya actividad produzca vertimientos.⁸
- Usuario con caracterización de vertimientos: Usuario no doméstico que ha llevado a cabo un programa de monitoreo y seguimiento de sus vertimientos y los tiene caracterizados para el cumplimiento de la normatividad vigente y para efectos de pago de Tasa Retributiva por uso del recurso para vertimientos puntuales a la red de alcantarillado. (Resolución 287/2004 CRA).
- Usuario sin caracterización de vertimientos: Usuario doméstico o no doméstico que no tiene un programa de monitoreo y seguimiento de la calidad de sus vertimientos.
- Vertimiento: Es cualquier descarga final al recurso hídrico, de un elemento, sustancia o compuesto que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios, aguas negras o servidas, a un cuerpo de agua, a un canal, al suelo o al subsuelo.⁸

- Vertimiento no puntual: Aquel en el cual no se puede precisar el punto exacto de descarga al recurso, tal es el caso de vertimientos provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares.
- Vertimiento puntual: Es aquel vertimiento realizado en un punto fijo, directamente o a través de un canal, al recurso.⁸
- Zona de Preservación y Manejo Ambiental, ZPMA: Franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica y destinada principalmente a su protección y preservación, así como al mantenimiento de los cuerpos de agua. Es la zona destinada para la transición entre la ciudad construida y el cuerpo de agua.⁷

4 MARCO LEGAL

En este numeral se presenta un resumen de la legislación ambiental y la normatividad que regula y reglamenta el PSMV, igualmente en la tabla 1 se muestra la interrelación con los entre los instrumentos de regulación económica, técnica e instrumentos de planeación.

El Decreto 1594 de 1984, *“Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del título VI -parte III -libro II y el título III de la parte III – libro I -del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos”*, en su Artículo 65 establece como la EMAR²⁰ fijará en cada caso las normas que deben cumplir los vertimientos a un cuerpo de agua o a una red de alcantarillado, previamente a la instalación, modificación, ampliación de una fuente contaminante, o desarrollo de un plan de cumplimiento por parte de cualquier usuario.

La Ley 99 de 1993, *“Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente....”*, en su Título VII, Artículo 42 establece *“Tasas Retributivas y Compensatorias por la utilización directa o indirecta de la atmósfera, del agua y del suelo, para introducir o arrojar desechos,, aguas negras o servidas de cualquier origen,.....que sean resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicio, sean o no lucrativas, se*

²⁰Decreto 1594 de 1984, Republica de Colombia, EMAR, Entidad Encargada del Manejo y Administración del Recurso.

sujeta al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas .

Ley 142 de 1994, *“Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”* en su Título IV, Capítulo 1, Artículo 45, en lo correspondiente a Principios rectores del control, determina que *“El propósito esencial del control empresarial es hacer coincidir los objetivos de quienes prestan servicios públicos con sus fines sociales y su mejoramiento estructural, de forma que se establezcan criterios claros que permitan evaluar sus resultados. El control empresarial es paralelo al control de conformidad o control numérico formal y complementario de éste. El control debe lograr un balance, integrando los instrumentos existentes en materia de vigilancia, y armonizando la participación de las diferentes instancias de control. Corresponde a las comisiones de regulación, teniendo en cuenta el desarrollo de cada servicio público y los recursos disponibles en cada localidad, promover y regular el balance de los mecanismos de control, y a la Superintendencia supervisar el cumplimiento del balance buscado.*

El Decreto 3100 de 2003 *“Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales”*, en su *“Artículo 12 -Meta de reducción para los usuarios prestadores del servicio de alcantarillado objeto del pago de las tasas”*, establece la meta individual de reducción de la carga contaminante y la obligatoriedad de presentar ante la Autoridad Ambiental, el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de conformidad con la reglamentación que para tal efecto expida el MAVDT.

El Decreto 3440 de 2004, modifica parcialmente el Decreto 3100/03. Posteriormente, el MAVDT expide la Resolución 1433 de 2004, *“Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos -PSMV”* y define en Artículo 2: Define al PSMV, *“como el conjunto ordenado de programas, proyectos y actividades con sus respectivas inversiones a ser ejecutadas para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad que defina la Autoridad Ambiental Competente para la cuenca, tramo o cuerpo de agua”*.

Para la formulación del Plan y las metas de reducción, se contemplan los lineamientos establecidos por las Autoridades Ambientales competentes, de acuerdo con la Resolución DAMA 1813 del 8 de agosto de 2006 *“Por la cual se adoptan los objetivos de calidad de los cuerpos de agua para el quinquenio 2006-2011 en el Distrito Capital”*, así como el Acuerdo CAR 043 de octubre 31 de 2006 *“Por el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del Río Bogotá en el año 2020”*.,

Tabla 1 Normas Ambientales Vigentes Relacionadas con el PSMV²¹

NORMA	ENTIDAD	ASPECTOS QUE REGULA
Ley 23 del 12 de Diciembre de 1973	Congreso de Colombia.	Ley marco nacional ambiental
Decreto Ley 2811 del 18 de Diciembre de 1974	Congreso de Colombia.	Por el cual se expide el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección al Medio Ambiente
Decreto 1541 del 26 de Julio de 1978	Ministerio de Agricultura.	Por el cual se regula el Decreto 2811 de 1974, en cuanto a las aguas no marítimas (vertimientos).

²¹ Aspectos jurídicos PSMV EAAB

Ley 9 del 24 de Enero de 1979	Ministerio de Salud.	Por la cual se dictan medidas sanitarias
Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984	Ministerio de Agricultura.	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 9 de 1979 y el Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
Acuerdo 9 del 10 de Mayo de 1990	Concejo del Distrito Especial de Bogotá.	Por la cual se crea el Departamento Administrativo de Medio Ambiente.
Ley 99 del 22 de Diciembre de 1993	Congreso de Colombia.	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se organiza el Sistema Nacional Ambiental
Ley 142 del 11 de julio de 1994	Congreso de Colombia.	Régimen de servicio domiciliario de alcantarillado.
Decreto 1753 del 3 de Agosto de 1994	Ministerio de Medio Ambiente.	Por el cual se reglamentan parcialmente los títulos VIII y XII de la Ley 99 del 93
Decreto 901 del 1 de Abril de 1997	Ministerio de Medio Ambiente.	Por el cual se establecen las Tasas Retributivas.
Ley 388 del 18 de Julio de 1997	Congreso de Colombia.	Nueva Reforma Urbana - POT.
Acción Popular No. 01-479 de 2005.	Tribunal de Cundinamarca	Plan de cumplimiento para la descontaminación del Río Bogotá
Resolución No. 1074 del 28 de Octubre de 1997	Departamento Administrativo de Medio Ambiente	Por la cual se establecen estándares ambientales en materia de vertimientos.
Resolución No. 1096 del 17 de Noviembre de 2000	Ministerio de Desarrollo Económico.	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.
NORMA	ENTIDAD	ASPECTOS QUE REGULA
Decreto 1729 del 6 de Agosto de 2002.	Ministerio de Medio Ambiente.	Plan de Ordenación de la Cuenca
CONPES 3177 del 15 de Julio de 2002.	Departamento Nacional de Planeación, Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Desarrollo Económico.	Recomienda lineamientos y acciones prioritarias para la formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PAMAR), con el fin de promover el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico de la nación.
Ley 812 del 26 de junio 2003	Congreso de Colombia.	Plan de Desarrollo nacional.
Decreto 1200/2003		Planes de Gestión Ambiental Regional PGAR
Decreto 61 del 13 de Marzo de 2003	Departamento Administrativo de Medio Ambiente	Plan de Gestión Ambiental del Distrito, PGAD
Decreto 3100 del 30 de Octubre 2003	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Por el cual se establecen las Tasas Retributivas

Decreto 3440 de 2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003 y se adoptan otras disposiciones
CONPES 3320 de Noviembre de 2004.	Departamento Nacional de Planeación, Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Desarrollo Económico.	Estrategias para el Manejo Ambiental del Río Bogotá.
Resolución 1433 del 13 de Diciembre de 2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
Resolución 2145 de 2005	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre PSMV.
Acuerdo 119 del 3 de Junio de 2004.	Concejo de Bogotá.	Plan de Desarrollo Distrital, por una Bogotá sin indiferencia 2004-2008
Plan de Acción Trienal, PAT. 2003-2007.	Autoridades Ambientales Regionales	En el cual se concreta el compromiso institucional de las Autoridades Ambientales para el logro de los objetivos y metas planteados en el Plan de Gestión Ambiental Regional.
NORMA	ENTIDAD	ASPECTOS QUE REGULA
Resolución 2835 de 2005	DAMA	Por la cual se establece, que el PSMV hará las veces de Plan de Cumplimiento para la E.A.A.B., y se dictan los Términos de Referencia para su desarrollo, según los lineamientos de la Res. 1433/04
Resolución 1813 Agosto de 2006	DAMA	Por la cual se adoptan los objetivos de calidad de los cuerpos de agua para el quinquenio 2006 – 2011 en el Distrito Capital.
Acuerdo No 043, 17 Octubre de 2006	CAR	Por el cual se establecen los objetivos de calidad del recurso hídrico para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020

Fuente: PSMV EAAB.

5 MARCO TÉCNICO

5.1 CONCENTRACIÓN DEL AGUA RESIDUAL

Cuanto más alta sea la cantidad de materia orgánica contenida en un agua residual, mayor será su concentración.

El término materia orgánica se utiliza como indicativo de la cantidad de todas las sustancias orgánicas presentes en un agua residual. Para cuantificar la masa de materia orgánica se utilizan las mediciones de DBO y de DQO. En general estos dos indicadores se expresan en mg/l o g/m³.

La concentración del agua residual de una población depende del consumo de agua. En Estados Unidos, donde el consumo es elevado (350 a 400 l/d/h) el agua residual es diluida (la DBO varía de 200 a 250 mg/l), mientras que en países en desarrollo el agua residual es más concentrada (la DBO varía de 400 a 700 mg/l) y el consumo de agua es más bajo (40 a 100 l/h/d).

Otro factor que determina la concentración del agua residual doméstica es la DBO (cantidad de residuo orgánico) producida a diario por habitante. Afini (1989) obtuvo valores de las DBO per cápita en el estado de San Pablo, en función de las principales características de las ciudades y presentó los siguientes resultados: 45 g/hab/día para ciudades pequeñas; 60 g/hab/día para ciudades intermedias y 75 g/hab/día para ciudades grandes.

5.1.1 Medición de la Concentración de Contaminantes en Aguas Residuales

Los contaminantes en las aguas residuales son normalmente una mezcla completa de compuestos orgánicos e inorgánicos. Según Ramalho (1983),

los métodos analíticos para contaminantes orgánicos pueden clasificarse en dos grupos:

Grupo 1: Métodos cuyo parámetro es el oxígeno

- Demanda teórica de oxígeno (DTeO)
- Demanda química de oxígeno (DQO)
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
- Demanda total de oxígeno (DTO)

Grupo 2: Métodos cuyo parámetro es el Carbono:

- Carbono orgánico total (COT)
- Carbono orgánico teórico (COTe)

5.1.2 Demanda Teórica de Oxígeno

Es la que corresponde a la cantidad estequiometría de Oxígeno necesaria para oxidar completamente un determinado compuesto. Es la cantidad teórica de Oxígeno requerida para transformar completamente la fracción orgánica de aguas residuales en gas carbónico (CO₂) y agua (H₂O). Así, la ecuación para la oxidación de la glucosa es:



El peso molecular de la glucosa es igual a $6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180$

El peso molecular el oxígeno es $6 \times 2 \times 16 = 192$.

Puede estimarse que la DTeO de una solución de 300 mg/l de glucosa corresponde a 320 mg/l, es decir, $192 / 180 + 300$ mg/l.

La DTeO en la práctica no puede calcularse pero es aproximadamente igual a la DQO.

5.1.3 Demanda Química de Oxígeno

La DQO se obtiene por medio de la oxidación del agua residual en una solución ácida de permanganato o dicromato de Potasio ($\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$). Este proceso oxida casi todos los compuestos orgánicos en gas carbónico (CO_2) y en agua. La reacción es completa en más de 95 % de los casos.

La ventaja de las mediciones de DQO es que los resultados se obtienen rápidamente (3 horas), pero tienen la desventaja de que no ofrecen ninguna información de la proporción del agua residual que puede ser oxidada por las bacterias ni de la velocidad del proceso de biooxidación.

5.1.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno

La DBO es la cantidad de Oxígeno usada en la oxidación bioquímica de la materia orgánica, bajo condiciones determinadas en tiempo y temperatura. Es la principal prueba utilizada para la evaluación de la naturaleza del agua residual. La DBO se determina generalmente a 20 °C después de incubación durante 5 días; se mide el oxígeno consumido por las bacterias durante la oxidación de la materia orgánica presente en el agua residual, por cinco días a 20 °C.

La demanda de Oxígeno de las aguas residuales se debe a tres clases de materiales:

Materia orgánica Carbonosa usada como fuente de alimentación por los organismos aerobios.

Nitrógeno oxidable derivado de nitritos, amoníaco y compuestos de nitrógeno orgánico, que sirven de sustrato para bacterias específicas del género Nitrosomas y Nitrobacter, que oxidan el Nitrógeno amoniacal en nitritos y nitratos.

Compuestos reductores químicos, como sulfitos (SO_3^{-2}), sulfuros (S^{-2}) y el ión ferroso (Fe^{+2}) que son oxidados por Oxígeno disuelto.

Para aguas residuales domésticas, prácticamente toda la demanda de oxígeno se debe a la materia orgánica Carbonosa.

5.1.5 Carbono Orgánico Total

Las pruebas para la determinación del Carbono orgánico total (COT) se basan en la oxidación del Carbono existente en la materia orgánica, la cual da como resultado dióxido de Carbono. La determinación del CO_2 se obtiene por medio de la absorción en hidróxido de Potasio (KOH) o mediante la utilización del analizador de infrarrojo.

5.1.6 Determinación de Sólidos

Todos los contaminantes del agua, con excepción de los gases disueltos, contribuyen a la "carga de sólidos". Pueden ser de naturaleza orgánica y/o inorgánica. Proviene de las diferentes actividades domésticas, comerciales e industriales. La definición generalizada de sólidos es la que se refiere a toda materia sólida que permanece como residuo después de una evaporación y secado de una muestra de volumen determinado, a una temperatura de 103°C a 105°C . Los métodos para la determinación de sólidos son empíricos, fáciles de realizar y están diseñados para obtener información sobre los diferentes tipos de sólidos presentes.

a) Sólidos Totales (ST).- Consisten en la cantidad de materia que queda como residuo después de una evaporación entre los 103°C a 105°C.

(NTC 897, o en la GTC 2 p.24)

b) Sólidos Volátiles (SV).- Los sólidos Totales sometidos a combustión a una temperatura de 600° C, durante 20 minutos, transforman la materia orgánica a CO₂ Y H₂O. Esta pérdida de peso se interpreta en términos de materia orgánica o volátil (SV), los sólidos que no volatilizan se denominan sólidos fijos (SF).

c) Sólidos suspendidos (SS).- Constituyen uno de los límites que se fijan a los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los SS se determinan como la cantidad de material retenido después de filtrar un determinado volumen de muestra (50 ml) a través de crisoles "GOOCH" o filtros de fibra de vidrio que utilizan como medio filtrante. En la actualidad se prefiere utilizar filtros de membrana con un tamaño de poro de aproximadamente 1.2 micrómetros (1.2 x 10⁻⁶ metros).

d) Sólidos Sedimentables.- Los sólidos Sedimentables son el grupo de sólidos cuyos tamaños de partícula corresponde a 10 micras o más y que pueden sedimentar.

El esquema mostrado nos da una clasificación de los sólidos más clara en cuanto a los tamaños de partículas

5.1.7 Clasificación de Rango de Tamaño de Partículas en Agua

La química Analítica Cuantitativa para su estudio se subdivide en: Gravimetría, basada en las pesadas tanto de la muestra como del analito que

se investigará. Volumetría, la base es la medición de volúmenes e Instrumental, dependerá del tipo de instrumento empleado.

El análisis gravimétrico puede efectuarse de dos formas: Directa y mediante reacción química.

- En forma directa, es aquel en el que a una determinada cantidad de muestra se mide la cantidad de analito por ejemplo en el caso de las partículas suspendidas en el aire o los sólidos totales en una muestra de agua.
- Reacción química se tiende a inducir la formación de un precipitado que después de pasar por una serie de pasos analíticos se pesará y nos permitirá cuantificar el analito.

Los sólidos contenidos en el agua residual pueden ser de varios tipos: sólidos totales, sólidos sedimentables, sólidos volátiles, etc.

Los sólidos totales contenidos en una muestra pueden ser: solubles, no solubles, volátiles, no volátiles, etc. La cantidad de sólidos contenidos en una muestra de agua residual dependerá básicamente del uso que se le haya dado.

6 ALCANCES

La elaboración de este trabajo surge como respuesta al notorio problema ambiental, a un proyecto de saneamiento del Río Bogotá avalado por la CAR, reconociendo la existencia de los PSMV, como instrumento económico, financiero y técnico para reducir la contaminación hídrica.

El fin es realizar una evaluación de la racionalidad del plan de descontaminación del Río Bogotá, además es representar un análisis consolidado abordando las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son las fuentes de financiación para los diferentes proyectos?
- ¿Cuál ha sido la evolución una vez han sido aprobados los PSMV, así como la dinámica, comportamiento y la implicaciones de los PSMV (estado actual) que han tenido sobre la cuenca y como se refleja el desempeño de los municipios y prestadores?
- ¿De qué manera y bajo qué condiciones se presta el servicio de alcantarillado?

Lo anterior permite contextualizar la heterogeneidad y su nivel de complejidad, por tanto el aporte que este documento haga al seguimiento y control será en la aplicación de indicadores de gestión con los que se permitirá considerar las diferentes dinámicas que tienen los PSMV sobre la cuenca del río Bogotá, así como el nivel de avance en el mejoramiento de la calidad del agua o por el contrario el incumplimiento de las acciones propuestas frente al logro de los objetivos de calidad del recurso y las metas de reducción de carga contaminante.

7 LIMITACIONES

Dentro del desarrollo del presente documento se contempla emplear la información que se encuentra reportada al Sistema Único de información SUI, esta información corresponde al requerimiento solicitado por parte de la Procuraduría General de la Nación a través de la Directiva N° 005 de 2006 y Directiva N° 0015 de 2005 en la que le solicita a Corporaciones Autónomas Regionales CAR's los avances que realizan en materia de protección sobre el recurso hídrico. Por tanto la información que se encuentra almacenada en el SUI proviene directamente de dichas entidades, la veracidad y confiabilidad en la información allí reportada dependerá solamente de estas últimas.

Igualmente para el desarrollo del documento se solicitara información a entidades como Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Departamento Nacional de Planeación, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Contraloría de Cundinamarca, Procuraduría General de la Nación, quienes a través de los diferentes mecanismos o instrumentos fortalecen la gestión en la descontaminación del río Bogotá.

8 METODOLOGÍA

En el presente documento se pretende evaluar los aportes de los municipios que hacen parte de la cuenca del río Bogotá a través del instrumento de planificación PSMV, a partir de indicadores del análisis normativo, instrumentos tecnológicos y económicos así como la gestión administrativa, estructura técnica, el esquema empresarial bajo el cual se presta el servicio de alcantarillado y la incidencia de los instrumentos o acciones regulatorias sectoriales²² por parte de las autoridades locales, y regionales como principales responsables en los aportes de los municipios a la descontaminación del Río Bogotá. En consecuencia a través de instrumentos para el monitoreo cómo son los indicadores de seguimiento se pretende fortalecer los análisis de los PSMV, al tener en cuenta que el planeamiento sectorial tiende a concentrarse en la infraestructura y desarrollo de soluciones de saneamiento básico, con el objeto de alcanzar coberturas traducidas en mayor número de usuarios conectados al servicio y mayor volumen de tratamiento de las aguas residuales municipales.

En este orden de ideas la investigación se concentro en los municipios que realizan sus vertimientos a la cuenca del Río Bogotá (42 municipios), además se identificó las diferentes partes y tramos en que se encuentra dividida la cuenca, así como también las actividades relacionados con la prestación del servicio de alcantarillado en los diferentes municipios, para obtener la información se realizaron consultas con las diferentes autoridades²³ en materia ambiental y de vigilancia y control empresarial del orden nacional y regional.

²² Es importante insistir que no existe una regulación propia para este servicio, el cual comienza a presentar grandes presiones en otros sectores, particularmente cuando se generan impactos o pasivos ambientales en zonas sin saneamiento ambiental.

²³ Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Sistema Único de información SUI, Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Contraloría de Cundinamarca.

Una vez identificada cada una de las anteriores variables, el siguiente paso fue procesar la información y se identificó la situación y estado actual de los PSMV, como también la operación y administración de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, en esta fase se llevó a cabo el reconocimiento a varios sistemas de tratamiento²⁴ para identificar su estado y condiciones de operación.

Adicionalmente la estructura de este análisis pretende cubrir los aspectos asociados directamente a la prestación del servicio público de alcantarillado, aspectos ambientales, aspectos normativos, aspectos sociales, y aspectos económicos, bajo la siguiente temática:

- Indicadores ambientales (DBO₅- SST, cumplimiento normativo planteados en los objetivos de calidad)
- Indicadores Técnicos- Operativos (Sistemas de alcantarillado, Sistemas de tratamiento de aguas residuales)
- Indicadores Sociales (Cobertura del servicio de alcantarillado, Uso del recurso hídrico)
- Indicadores económicos (Tarifas servicio de alcantarillado y acueducto, esquemas financieros de los PSMV)
-

Asimismo y de acuerdo con estas características de la información se utilizó el software de carácter libre WEKA como parte de la aplicación en técnicas de minería de datos y procesos de árboles de decisión y reglas de clasificación.

Por consiguiente se planteó la siguiente matriz de valoración de aspectos:

²⁴ STAR's Tenjo, Guatavita, Briceño, Tocancipa, Salida dentro del contenido del Módulo tratamiento de aguas residuales, ciclo XII, Especialización Ingeniería Ambiental UIS 2009

8.1 MATRIZ DE EVALUACIÓN ASPECTOS

		Cuenca	Tramo	Municipio	Cobertura Alcantarillado	Cobertura Acueducto	Población proyectada 2008	Población proyectada 2009	Estado PSMV	Plan maestro Alcantarillado	Generación de residuos líquidos 2009 l/s hab	STAR's Caudal de Diseño l/S	STAR's Caudal Medio Entrada l/S	Rango DBO 2008	Rango SST 2008	Rango DBO 2009	Rango SST 2009	
COMPONENTES	Aspectos Sociales																	
	Aspectos Económicos																	
	Calidad del agua																	
	Suelo																	
	Fauna																	
	Paisaje																	
	Técnicos																	

El evaluar algunos aspectos estructurales permite dimensionar objetivamente el desarrollo de cada actividad planteada para el desarrollo de la investigación con el fin de orientar e interpretar, las diferentes relaciones entre los instrumentos de planeamiento sectorial, regulación económica, normativa sanitaria, ambiental y de servicios públicos.

Por último la elaboración del documento se anticipa a la necesidad de fortalecer los análisis de los PSMV, ya que al ir introduciéndonos en el contenido de este mismo deja ver la importancia de las interrelaciones en materia del recurso hídrico y en consecuencia en cada capítulo aborda de manera independiente la temática relacionada para que al final esa conjunción sean traducidas en recomendaciones.

9.2 POBLACIÓN ASENTADA.

En términos de disposición de residuos líquidos y la conceptualización general del servicio público de alcantarillado²⁵, se tomará como base la población asentada en los centros urbanos donde se constituyen sistemas de tuberías de recolección y transporte de aguas residuales y se verifica que su disposición final sea realizada sobre la cuenca del río Bogotá o fuentes hídricas afluentes al mismo.

Para el caso de la población rural dispersa es muy incierto conocer la disposición directa de residuos líquidos sobre la cuenca, mediante redes estructuradas e interconectadas de alcantarillado.

Los municipios prioritarios, incorporados en los lineamientos de Política establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que vierten directa o indirectamente sus aguas residuales sobre la Cuenca del Río Bogotá (y/o sus afluentes), concentran el 96% de la población urbana y cerca del 88% del total de población (urbana mas rural) de todo el departamento de Cundinamarca. Los 42 municipios de un total de 117 que se ubican en Cundinamarca, drenan sus aguas residuales a esta cuenca y se presentan en la siguiente tabla.

El 95% de la población urbana total que disponen los vertimientos líquidos en la cuenca, se concentra en seis municipios: Bogotá, Soacha, Facatativá, Girardot, Zipaquirá y Chía.

²⁵ El Artículo 14.23. de la Ley 142 de 1994 se define el servicio público de alcantarillado como “la recolección municipal de residuos principalmente líquidos, por medio de tuberías y conductos. También se aplicará esta Ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento y disposición final de tales residuos”

Tabla 2 Distribución de Población Cuenca Río Bogotá

CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	POBLACIÓN DANE_2008	Porcentaje con respecto al total	COBERTURA ALCANTARILLADO_ AREA_URBANA
ALTA	2	CHOCONTÁ	10.311	0,12%	98,22%
ALTA	2	VILLAPINZÓN	5.701	0,07%	96,58%
ALTA	3	TOCANCIPÁ	10.812	0,13%	98,30%
ALTA	3	SUESCA	7.063	0,08%	96,93%
ALTA	3	GACHANCIPÁ	6.636	0,08%	98,95%
ALTA	3	SESQUILÉ	2.662	0,03%	99,20%
ALTA	3	GUATAVITA	1.843	0,02%	95,30%
ALTA	4	ZIPAQUIRÁ	94.202	1,12%	99,06%
ALTA	4	CHÍA	81.256	0,97%	97,78%
ALTA	4	CAJICÁ	29.737	0,35%	99,20%
ALTA	4	SOPÓ	14.165	0,17%	98,87%
ALTA	4	COTA	11.888	0,14%	97,08%
ALTA	4	LA CALERA	10.278	0,12%	99,28%
ALTA	4	COGUA	5.839	0,07%	99,56%
ALTA	4	NEMOCÓN	5.203	0,06%	98,11%
CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	POBLACIÓN DANE_2008	Porcentaje con respecto al total	COBERTURA ALCANTARILLADO_ AREA_URBANA
ALTA	5	TABIO	10.518	0,13%	99,27%
ALTA	5	TENJO	8.308	0,10%	90,80%
ALTA	5	GUASCA	4.382	0,05%	99,45%
MEDIA	5	Bogotá, D.C.	7.139.232	85,11%	98,28%
MEDIA	5	SOACHA	428.426	5,11%	84,98%
MEDIA	5	FACATATIVÁ	102.826	1,23%	98,84%
MEDIA	5	MOSQUERA	66.058	0,79%	98,68%
MEDIA	5	FUNZA	61.248	0,73%	99,09%
MEDIA	5	MADRID	58.024	0,69%	99,49%
MEDIA	5	SIBATÉ	22.586	0,27%	99,07%
MEDIA	5	EL ROSAL	10.171	0,12%	99,29%
MEDIA	5	BOJACÁ	7.537	0,09%	97,38%
MEDIA	5	SUBACHOQUE	5.307	0,06%	99,10%
BAJA	6	LA MESA	15.218	0,18%	96,65%
BAJA	6	EL COLEGIO	7.868	0,09%	98,06%
BAJA	6	ANAPOIMA	5.102	0,06%	94,73%
BAJA	6	VIOTÁ	4.232	0,05%	93,02%
BAJA	6	ANOLAIMA	3.877	0,05%	94,20%
BAJA	6	CACHIPAY	3.186	0,04%	81,69%
BAJA	6	APULO	3.099	0,04%	96,35%
BAJA	6	ZIPACÓN	1.846	0,02%	88,41%
BAJA	6	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	910	0,01%	95,04%
BAJA	6	TENA	739	0,01%	96,84%
BAJA	7	GIRARDOT	96.803	1,15%	98,38%
BAJA	7	TOCAIMA	10.269	0,12%	96,23%
BAJA	7	AGUA DE DIOS	8.890	0,11%	95,12%
BAJA	7	RICAUARTE	3.732	0,04%	95,27%
TOTAL			8.387.990	100,00%	

* Cálculo DANE- SSPD.

9.3 ASPECTOS COMERCIALES

9.3.1 Prestación Servicio de Alcantarillado (Registro de Prestadores del Servicio Público Domiciliario de Alcantarillado).

Según consulta adelantada al Sistema Único de Información – SUI - Registro Único de Prestadores RUP's, a continuación se muestran los esquemas institucionales, actividades y nombre de los prestadores del servicio de alcantarillado en los municipios de esta cuenca:

Tabla 3 Empresas prestadoras del Servicio Público de Alcantarillado

Cuenca	Tramo	Municipios	Empresa	ID – SSPD	Actividades
ALTA	2	Villapinzón	Oficina municipal de servicios públicos para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de Villapinzón	21792	Comercialización Recolección, Conducción
ALTA	2	Choconta	Junta de servicios públicos del municipio de Choconta	1228	Comercialización, Recolección, Conducción, Disposición y Tratamiento de las aguas residuales.
ALTA	3	Gachancipa	Municipio de Gachancipa	20739	Comercialización, Recolección, Conducción y Disposición
ALTA	3	Guatavita	Oficina municipal de servicios públicos de Guatavita	2572	Comercialización, Recolección y Transporte
ALTA	3	Sesquilé	Secretaria de servicios públicos domiciliarios de Sesquilé	1101	Comercialización, Recolección, Conducción, Disposición y Tratamiento.
ALTA	3	Suesca	Gerencia de infraestructura y servicios públicos del municipio de Suesca	2537	Comercialización, Recolección, Conducción, Disposición y Tratamiento.

ALTA	3	Tocancipa	Empresa de servicios públicos de Tocancipa s.a. E.S.P.²⁶	22300	Comercialización, Recolección, Conducción, y Disposición
ALTA	4	Cajicá	Empresa de servicios públicos de Cajicá s.a. E.S.P.	2202	Comercialización, Recolección, Conducción y Disposición Final.
Cuenca	Tramo	Municipios	Empresa	ID – SSPD	Actividades
ALTA	4	Chía	Hydros chía sociedad en c.a. E.S.P.	3320	Comercialización, Recolección, Conducción y Disposición.
ALTA	4	Cogua	Municipio de Cogua – Cundinamarca	728	Comercialización, Recolección, Conducción y Disposición.
ALTA	4	La calera	Empresa de servicios públicos de la calera E.S.P.	814	Comercialización, Recolección y Conducción
ALTA	4	Nemocón	Oficina de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de Nemocón	1970	Comercialización, Recolección y Conducción
ALTA	4	Sopo	Empresa de servicios públicos de Sopo E.S.P.	754	Comercialización, Recolección, Conducción, Disposición y Tratamiento
ALTA	4	Cota	Emsercota s.a. E.S.P. sociedades (empresa de servicios públicos), clase oficial, orden municipal	21525	Comercialización, Recolección, Conducción y Disposición.
ALTA	4	Zipaquirá	Empresa de acueducto alcantarillado y aseo de Zipaquirá E.S.P.	1213	Comercialización, Conducción y Disposición
ALTA	5	Tabio	Municipio de Tabio secretaria de servicios públicos	832	Comercialización, Recolección y Conducción
ALTA	5	Tenjo	Empresa de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo de Tenjo s.a. E.S.P.	21925	Comercialización, Recolección, Conducción, Disposición y Tratamiento.
ALTA	5	Guasca	Oficina de servicios públicos del municipio de Guasca	2509	Comercialización, Recolección, Conducción y Disposición.

²⁶ Para el municipio de Tocancipa, el prestador registrado en el RUP's era la Oficina de Servicios Públicos del Municipio de Tocancipa bajo el ID = 990.

MEDIA	5	Bogotá D.C	Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá E.S.P.	70	Comercialización, Recolección, Conducción y Disposición Final
MEDIA	5	Soacha			
MEDIA	5	Bojacá	Secretaria de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de Bojacá	988	Comercialización, Recolección y Conducción.
MEDIA	5	El Rosal	Secretaria de servicios públicos del municipio de el Rosal	3185	Comercialización, Recolección, Conducción, Disposición y Tratamiento.
Cuenca	Tramo	Municipios	Empresa	ID – SSPD	Actividades
MEDIA	5	Madrid	Empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Madrid E.S.P.	185	Comercialización, Recolección y Conducción
MEDIA	5	Facatativa	Aguas del occidente cundinamarqués - acueducto, alcantarillado, aseo y servicios complementarios e.a.o.c. E.S.P.	677	Recolección, Conducción y Disposición
MEDIA	5	Funza	Empresa municipal de acueducto, alcantarillado y aseo de Funza	175	Comercialización, Recolección, Conducción
MEDIA	5	Mosquera	Hydros Mosquera s. en c.a. E.S.P.	3243	Comercialización, Recolección, Conducción y Disposición.
MEDIA	5	Sibaté	Empresas públicas municipales de Sibaté s.c.a. E.S.P.	21872	Comercialización, Recolección, Conducción y Disposición.
MEDIA	5	Subachoque	Oficina de servicios públicos domiciliarios del municipio de Subachoque	2932	Comercialización, Recolección y Conducción
BAJA	6	Anapoima	Caja especial de servicios públicos del municipio de Anapoima	987	Comercialización, Recolección, Conducción y Disposición-
BAJA	6	Analoima	Oficina de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de Analoima	1004	Comercialización, Recolección, Conducción y Disposición.
BAJA	6	Cachipay	Oficina de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de Cachipay	897	Comercialización, Recolección, Conducción , Tratamiento y Disposición
BAJA	6	El Colegio	Empresa de servicios públicos de acueducto y saneamiento básico de el colegio Cundinamarca	170	Comercialización, Recolección y Conducción.

BAJA	6	La Mesa	Secretaria de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de la mesa	690	Comercialización, , Conducción y Tratamiento
BAJA	6	San Antonio del Tequendama	Junta de servicios públicos del municipio de san Antonio del Tequendama	2566	Comercialización, Recolección y Conducción.
BAJA	6	Tena	Oficina de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de Tena	2388	Comercialización, Recolección, Conducción , Tratamiento y Disposición
Cuenca	Tramo	Municipios	Empresa	ID – SSPD	Actividades
BAJA	6	Viota	Municipio de Viota	798	Comercialización, Recolección, Conducción , y Disposición
BAJA	6	Zipacón	Oficina técnica de servicios públicos	1075	Comercialización, Recolección, Conducción , y Disposición
BAJA	7	Agua de Dios	Aguas del Alto Magdalena s.a. E.S.P.	3352	Comercialización y conducción
BAJA	7	Tocaima			
BAJA	7	Ricaurte	Empresa de aguas de Girardot, Ricaurte y la región s.a. E.S.P.	178	Comercialización, Recolección, Conducción, y Disposición.
BAJA	7	Girardot			

Fuente. Sistema Único de Información – SUI. Reporte información comercial y datos reportados en visitas técnicas.

De los 42 municipios que vierten sus aguas residuales a la cuenca, 20 de ellos se conforman bajo un esquema empresarial independiente de la administración municipal. (Bogotá, Cajicá, Chía, La Calera, Sopo, Tenjo, Cota, Zipaquirá, Facatativa, Funza, Mosquera, Sibaté, Soacha, Agua de Dios, El Colegio, Girardot, Ricaurte, Tocaima, Tocancipa y Madrid). Para el resto de municipios, la administración del servicio de alcantarillado depende de la alcaldía municipal, muchos de ellos no tienen autonomía operativa,

contabilidades separadas²⁷, o estructura tarifaria basada en costos, entre otras exigencias que establece la regulación económica vigente.

Solo el 21% de los prestadores del servicio de alcantarillado inscritos en el RUP's (9 municipios) tienen registrada la actividad de tratamiento de aguas residuales. No obstante de los 29 municipios que poseen infraestructura de tratamiento PTAR, 21 de ellos son operados por el consorcio "Unión Temporal PTAR's Sabana", contratado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR. Las PTAR's que opera dicho consorcio corresponde a los siguientes municipios: Facatativá, Zipaquirá, Chía, Mosquera, Funza, Madrid, Cajicá, Tocancipa, Tabio, Chocontá, La Calera, El Rosal, Tenjo, Bojacá, Suesca, Gachancipa, Cogua, Subachoque, Nemocón, Sesquilé y Guatavita.

9.3.2 Tarifas Aplicadas por Municipio

A continuación, se presentan las tarifas aplicadas para el estrato 4 o tarifas plenas, de aquellos municipios reportaron información a través del Sistema Único de Información SUI.

Tabla 4 Tarifas aplicadas - estrato 4 año 2007 o 2008

Cuenca	Tramo	Municipio	SERVICIO DE ACUEDUCTO			SERVICIO DE ALCANTARILLADO		
			Tarifa plena	Cargo Fijo (\$/suscriptor)	Cargo por consumo (\$/m3)	Tarifa plena	Cargo Fijo (\$/suscriptor)	Cargo por vertimiento (\$/m3)
ALTA	2	Chocontá	\$ 11.590,37			\$ 2.896,59		
ALTA	2	Villapinzón		No disponible	No disponible		No disponible	No disponible
ALTA	3	Gachancipa		\$ 6.316	\$1.526			

²⁷ Artículo ley 142 de 1994

ALTA	3	Guatavita	\$ 6.200,00			\$ 3.100,00		
ALTA	3	Sesquilé		\$ 1.996,00	\$ 687,00		\$ 1.144,00	\$ 221,00
ALTA	3	Suesca	\$ 10.906,00			\$ 4.362,00		
ALTA	3	Tocancipa		\$ 1.750,00	\$ 1.944,00		\$ 1.493,00	\$ 731,00
ALTA	4	Cajicá		\$ 5.928,19	\$ 1.527,64		\$ 1.771,00	\$ 243,00
ALTA	3	Chía		\$ 4.362,12	\$ 1.603,59			
ALTA	3	Cogua		\$ 3.482,20	\$ 348,25		\$ 1.392,90	\$ 139,29
ALTA	4	La calera		\$ 6.418,80	\$ 823,30		\$ 2.832,90	\$ 351,20
ALTA	4	Nemocón		\$ 4.000,00	\$ 360,42		SIN DATO	SIN DATO
ALTA	4	Sopo		\$ 7.351,84	\$ 1.860,29		\$ 4.963,33	\$ 530,79
ALTA	4	Cota		\$ 3.298,30	\$ 1.103,76		\$ 1.243,30	\$ 353,79
ALTA	4	Zipaquirá		\$ 9.344,91	\$ 681,83		\$ 4.179,07	\$ 272,74
ALTA	5	Tabio		\$ 3.556,00	\$ 779,00		\$ 1.905,00	\$ 241,00
ALTA	5	Tenjo		\$ 2.144,00	\$ 1.047,00		\$ 857,00	\$ 419,00
MEDIA	5	Guasca		\$ 4.026,00	\$ 263,37		\$ 1.610,00	\$ 107,54
MEDIA	5	Bogotá D.C		\$ 6.316,10	\$ 2.145,45		\$ 3.218,42	\$ 1.314,70
MEDIA	5	Bojacá	\$ 3.268,00			40% del consumo		
Cuenca	Tramo	Municipio	SERVICIO DE ACUEDUCTO			SERVICIO DE ALCANTARILLADO		
			Tarifa plena	Cargo Fijo (\$/suscriptor)	Cargo por consumo (\$/m3)	Tarifa plena	Cargo Fijo (\$/suscriptor)	Cargo por vertimiento (\$/m3)
MEDIA	5	El Rosal		\$ 4.415,95	\$ 904,01		\$ 1.490,54	\$ 317,49
MEDIA	5	Facatativa		\$ 8.376,79	\$ 826,22		\$ 4.186,74	\$ 373,26
MEDIA	5	Funza		\$ 4.290,74	\$ 1.568,81		\$ 2.940,36	\$ 737,60
MEDIA	5	Madrid		\$ 6.806,00	\$ 1.413,00		\$ 2.023,00	\$ 463,00
MEDIA	5	Mosquera		\$ 5.186,63	\$ 1.343,41		\$ 5.268,72	\$ 1.364,67
MEDIA	5	Sibaté		No disponible	No disponible		No disponible	No disponible
MEDIA	5	Soacha		\$ 6.316,10	\$ 1.627,60			
MEDIA	5	Subachoque		\$ 13.421,06	\$ 182,16		\$ 5.368,42	\$ 72,85
BAJA	6	Anapoima		\$ 4.483,29	\$ 1.420,59		\$ 1.793,31	\$ 568,24
BAJA	6	Analoima		\$ 3.856,00	\$ 326,00		\$ 1.544,00	\$ 163,00

BAJA	6	Cachipay		\$ 5.322,00	\$ 5.322,00		\$ 2.128,80	\$ 243,20
BAJA	6	El Colegio		\$ 5.555,41	\$ 448,51		\$ 2.222,16	\$ 210,99
BAJA	6	La Mesa		\$ 5.785,72	\$ 753,19		\$ 2.794,19	\$ 430,74
BAJA	6	Apulo		\$ 4.592,00	\$ 508,00		\$ 1.377,00	\$ 140,00
BAJA	6	San Antonio del Tequendama		\$ 10.431,33	\$ 288,78		\$ 4.909,37	\$ 135,64
BAJA	6	Tena	\$ 7.995,68			\$ 3.198,27		
BAJA	6	Zipacón		\$ 7.192,00	\$ 372,54		\$ 2.989,00	\$ 148,81
BAJA	7	Agua de Dios		\$ 2.803,00	\$ 704,00		\$ 1.094,00	\$ 357,00
BAJA	7	Girardot		\$ 6.514,00	\$ 1.159,00			
BAJA	7	Ricaurte		\$ 6.514,00	\$ 1,16		SIN DATO	SIN DATO
BAJA	7	Tocaima		\$ 2.538,00	\$ 777,00		\$ 981,00	\$ 330,00
BAJA	7	Viota	\$ 6.774,00				SIN DATO	SIN DATO

Fuente. Sistema Único de Información – SUI. Reporte información comercial

9.3.3 Distribución de Suscriptores por Municipio

La Ley 142 de 1994 y Regulación Económica vigente, prevé la posibilidad de establecer sobrepuestos aplicados tanto al cargo fijo como al cargo por consumo de los estratos 5, 6 y usos comercial e industrial, con el objeto cubrir subsidios de los estratos socio económicos de menores ingresos (estrato 1, 2 y 3). En el evento que los sobrepuestos aplicados a los mayores estratos, no cubran la totalidad de los subsidios establecidos para el cargo fijo y el consumo básico de los estratos menores, los recursos para equilibrarlos deben ser transferidos por el “Fondo de solidaridad y redistribución” creado por el municipio. No obstante, la concentración de suscriptores en estratos subsidiables en general es más alto, frente a los otros usos y estratos no subsidiables. Esta situación, genera como consecuencia desequilibrios financieros que se reflejan en las dificultades para realizar inversiones dirigidas a la ampliación de coberturas y/o reposición, rehabilitación re infraestructura, con miras a mejorar las

condiciones de prestación de los servicios. En tal evento, las inversiones en infraestructura son adelantadas por la Administración Municipal, Departamental, Nacional o de orden ambiental (Corporaciones Regionales). A continuación se presenta la distribución de suscriptores del servicio de alcantarillado por municipio, estrato y uso, atendidos por las empresas de esta cuenca que reportaron información, al Sistema SUI:

Tabla 5 Suscriptores residenciales de Alcantarillado

Cuenca	Tramo	Municipios	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total Residencial
ALTA	2	Choconta	193	1768	12	0	0	0	1973
ALTA	2	Villapinzón	34	644	464	9	0	0	1151
ALTA	3	Gachancipa	0	42	0	0	0	0	42
ALTA	3	Guatavita	72	126	182	14	0	9	403
ALTA	3	Sesquilé	30	265	300	14	0	0	609
ALTA	3	Suesca	0	36	0	1313	0	0	1338
ALTA	3	Tocancipa	171	2553	1804	21	5	2	4556
ALTA	4	Cajicá	972	2676	4011	1082	176	256	9173
ALTA	4	Chía	921	6746	7709	3829	605	186	19996
ALTA	4	Cogua	467	462	403	5	0	0	1337
ALTA	4	La Calera	20	91	77	17	1	0	206
ALTA	4	Nemocón	214	612	174	1	0	0	1001
ALTA	4	Sopo	48	722	2118	19	1	0	2908
ALTA	4	Cota	135	1160	1215	124	0	1	2635
ALTA	4	Zipaquirá	4875	7833	5006	1554	13	0	19281
ALTA	5	Tabio	3	609	806	214	2	0	1634
ALTA	5	Tenjo	30	962	454	102	18	3	1569
ALTA	5	Guasca	49	412	715	12	0	0	1188
MEDIA	5	Bojacá	8	756	263	30	0	0	1057
Cuenca	Tramo	Municipios	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total Residencial
MEDIA	5	El Rosal	150	678	711	0	6	1	1546
MEDIA	5	Facatativá	2647	8202	5798	2081	2	0	18730
MEDIA	5	Funza	1097	4707	4809	2	0	0	10615
MEDIA	5	Madrid	857	3494	960	9	0	0	5320
MEDIA	5	Mosquera	1453	5870	6633	304	1	2	14263
MEDIA	5	Sibaté	176	1630	902	4	0	0	2712
MEDIA	5	Soacha	3108	19710	23840	5	0	0	46663
MEDIA	5	Subachoque	33	121	798	314	6	0	1272
MEDIA	5	Bogotá D.C	92.212	447.587	532.452	200.110	69.651	58.323	1.400.335
BAJA	6	Anapoima	5	180	727	605	333	1	1851
BAJA	6	Anolaima	173	796	374	0	0	0	1343
BAJA	6	Cachipay							667

BAJA	6	El Colegio	32	1066	1128	32	0	0	2258
BAJA	6	La Mesa	1	1435	2015	399	3	0	3853
BAJA	6	Apulo							0
BAJA	6	san Antonio del Tequendama	1	170	10	0	0	0	181
BAJA	6	Tena							370
BAJA	6	Viota							1700
BAJA	7	Agua de Dios	397	2088	253	5	0	0	2743
BAJA	7	Girardot	2071	7524	9442	3096	538	919	23590
BAJA	7	Ricaurte	5	12	39	52	2	459	569
BAJA	7	Tocaima	340	1118	1036	37	0	0	2531
total			113000	534863	617640	215415	71363	60162	1615169

Fuente: Sistema único de Información SUI. Información comercial.

El 86% de la población de los municipios que conforman la cuenca del río Bogotá se ubica en los estratos 1, 2 y 3 (estratos subsidiables). Los usuarios que generan aportes (sobrepagos en la tarifa de alcantarillado), estratos 5, 6 y uso industrial y comercial es el 14% del total de los suscriptores. La mayor concentración de estratos y usos que generan aportes o sobre precios para cubrir subsidios, se ubican en los municipios de Girardot, Zipaquirá, Soacha y Chía.

En el cálculo porcentual mencionado anteriormente, no incorporó la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta las distorsiones que se generan, ya que la ciudad Capital aglomera más del 85% de toda la población urbana de los 42 municipios que vierten sus aguas residuales a la cuenca del río Bogotá.

Tabla 6 Suscriptores No residenciales de Alcantarillado

Cuenca	Tramo	Municipios	Comercial	Oficial	Industrial	Otros	No Residenciales	Total suscriptores por municipio
ALTA	2	Choconta	126	24	0	0	150	2123
ALTA	2	Gachancipa	1	1	0	2	4	46
ALTA	2	Guatavita	14	14	0	1	29	432
ALTA	2	Villapinzón	1	33	1	0	35	1186
ALTA	3	Sesquilé	40	19	0	3	62	671
ALTA	3	Suesca	9	0	3	0	12	1350
ALTA	3	Tocancipa	90	57	37	0	184	4740
ALTA	4	Cajicá	320	47	138	19	524	9697

ALTA	4	Chía	1183	107	13	4	1307	21303
ALTA	4	Cogua	3	1	0	0	4	1341
ALTA	4	La calera	5	10	42	0	57	263
ALTA	4	Nemocón	94	0	2	0	96	1097
ALTA	4	Sopo	87	53	9	31	180	3088
ALTA	4	Cota	211	22	9	0	242	2877
ALTA	4	Zipaquirá	1529	72	13	119	1733	21011
ALTA	5	Tabio	51	21	0	0	72	1706
ALTA	5	Tenjo	72	26	0	0	98	1667
ALTA	5	Guasca	0	0	0	0	0	1188
MEDIA	5	Bojacá	0	0	0	0	0	1057
MEDIA	5	El Rosal	97	25	2	0	124	1674
MEDIA	5	Facatativa	1306	164	6	2	1478	20208
MEDIA	5	Funza	508	101	67	0	676	11291
MEDIA	5	Madrid	105	32	29	0	166	5486
MEDIA	5	Mosquera	283	28	124	16	451	14714
MEDIA	5	Sibaté	212	35	0	41	288	3000s
MEDIA	5	Soacha	1151	0	90	1097	2338	49001
MEDIA	5	Subachoque	79	6	0	0	85	1357
MEDIA	5	Bogotá D.C	100482	2839	8438	62581	174340	1574675
BAJA	6	Anapoima	103	14	0	0	117	1968
BAJA	6	Anolaima	110	21	0	0	131	1474
BAJA	6	Cachipay	110	10	0	0	120	787
BAJA	6	El Colegio	338	21	2	0	361	2619
BAJA	6	La Mesa	298	190	5	0	493	4346
BAJA	6	Apulo					0	0
BAJA	6	San Antonio del Tequendama	1	6	0	0	7	188
BAJA	6	Tena					0	370
BAJA	6	Viota					0	1700
BAJA	7	Agua de dios	113	82	0	0	195	2938
BAJA	7	Girardot	1559	84	32	0	1675	25265
BAJA	7	Ricaurte	5	0	0	0	5	574
BAJA	7	Tocaima	243	44	0	0	287	2818
Total			110939	4209	9062	63916	188126	1800296

Fuente: Sistema único de Información SUI. Información comercial

Para el caso de Bogotá, los estratos subsidiables representan cerca del 68% del total de suscriptores de alcantarillado, menor que la relación establecida para el resto de municipios de la cuenca (86%). Lo anterior, junto con la estructura tarifaria aplicable para la ciudad Capital, trae consecuencias diferentes en materia de equilibrios financieros importantes para la

sostenibilidad y mejoras en la calidad de la prestación del servicio de alcantarillado.

Para el caso de la ciudad capital los recursos recaudados por concepto de sobrepagos aplicados a los estratos 5, 6, industrial y comercial guardan cierto equilibrio frente a los recursos que se recaudan para cubrir los subsidios de los estratos 1, 2 y 3.

No obstante es necesario advertir que bajo la situación actual, en lo que hace referencia al servicio de alcantarillado, no se han incorporado los costos asociados a la inversión en infraestructura de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales ni a la administración y operación de las mismas. La incorporación de tales costos en la estructura tarifaria requiere de un análisis económico y financiero más profundo, que se sale del alcance de este documento.

9.4 ASPECTOS TÉCNICOS

La cuenca del Rio Bogotá se encuentra en jurisdicción de Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR y la Secretaria Distrital de Ambiente del Distrito Capital, en lo que se refiere a Bogotá. Para el caso del servicio de alcantarillado, la reglamentación vigente (Decreto 3100 de octubre del 2003 y Resolución 1433 de diciembre de 2004 expedidas por el Ministerio de Ambiente), establecen la obligatoriedad de presentar los respectivos Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV, ante las autoridades ambientales para su aprobación y seguimiento.

ALTA	4	CAJICÁ	Se presento y no ha sido aprobado
ALTA	4	CHÍA	Se presento y no ha sido aprobado
ALTA	4	COGUA	Se presento y no ha sido aprobado
ALTA	4	COTA	Se presento y no ha sido aprobado
ALTA	4	LA CALERA	Se presento y no ha sido aprobado
ALTA	4	NEMOCÓN	Se presento y no ha sido aprobado
ALTA	4	SOPÓ	Aprobado
ALTA	4	ZIPAQUIRÁ	Se presento y no ha sido aprobado
ALTA	5	TABIO	Se presento y no ha sido aprobado
ALTA	5	TENJO	Aprobado
ALTA	5	GUASCA	Se presento y no ha sido aprobado
MEDIA	5	BOJACÁ	Se presento y no ha sido aprobado
MEDIA	5	EL ROSAL	Se presento y no ha sido aprobado
MEDIA	5	FACATATIVÁ	Se presento y no ha sido aprobado
MEDIA	5	FUNZA	Aprobado
MEDIA	5	MADRID	Se presento y no ha sido aprobado
MEDIA	5	MOSQUERA	Se presento y no ha sido aprobado
MEDIA	5	SIBATÉ	Se presento y no ha sido aprobado
MEDIA	5	SOACHA	Se presento y no ha sido aprobado
MEDIA	5	SUBACHOQUE	Se presento y no ha sido aprobado
BAJA	6	ANAPOIMA	Se presento y no ha sido aprobado
BAJA	6	ANOLAIMA	Se presento y no ha sido aprobado
BAJA	6	APULO	Se presento y no ha sido aprobado
CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	ESTADO_PSMV
BAJA	6	CACHIPAY	Se presento y no ha sido aprobado
BAJA	6	LA MESA	Se presento y no ha sido aprobado
BAJA	6	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	Se presento y no ha sido aprobado
BAJA	6	TENA	Se presento y no ha sido aprobado
BAJA	6	VIOTÁ	Se presento y no ha sido aprobado
BAJA	6	ZIPACÓN	Se presento y no ha sido aprobado
BAJA	6	EL COLEGIO	Aprobado
BAJA	7	AGUA DE DIOS	Se presento y no ha sido aprobado

BAJA	7	GIRARDOT	Aprobado
BAJA	7	TOCAIMA	Se presento y no ha sido aprobado
BAJA	7	RICAURTE	Se presento y no ha sido aprobado
MEDIA	5	Bogotá, D.C.	Se presento y no ha sido aprobado

Fuente. Sistema Único de Información – SUI. Reporte información Corporaciones y datos suministrados CAR.

De los 41 municipios correspondientes a las cuencas alta, media y baja del Rio Bogotá el 100% de los municipios tienen elaborado el documento y ha sido remitido a la Autoridad Ambiental para su aprobación. A octubre de 2009 ningún PSMV ha sido aprobado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.

En lo correspondiente a la ciudad de Bogotá La Secretaria Distrital de Ambiente (SDA) , en uso de sus facultades legales, conferidas por la ley 99 del 93, el Decreto 1594 de 1984, el decreto 330 de 2003 , la resolución 1433 de 2004, Resolución MAVDT 2145 de 2005, Acuerdo 257 de 2006, mediante Resolución 3257 de la SDA se aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo de vertimientos presentado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

9.4.1 Objetivos de Calidad Cuenca Río Bogotá

Conforme el acuerdo 043 de 2006 la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR definió los objetivos de calidad para la cuenca del río Bogotá se clasifican en 5 Clases:

CLASE I: Corresponde a los valores de los usos del agua para consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna, uso agrícola y uso pecuario

CLASE II: Corresponde a los valores de los usos del agua para consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, uso agrícola con restricciones y uso pecuario

CLASE III: Corresponde a los valores asignados a la calidad de los Embalses, Lagunas, humedales y demás cuerpos lenticos de aguas ubicados dentro de la cuenca del río Bogotá.

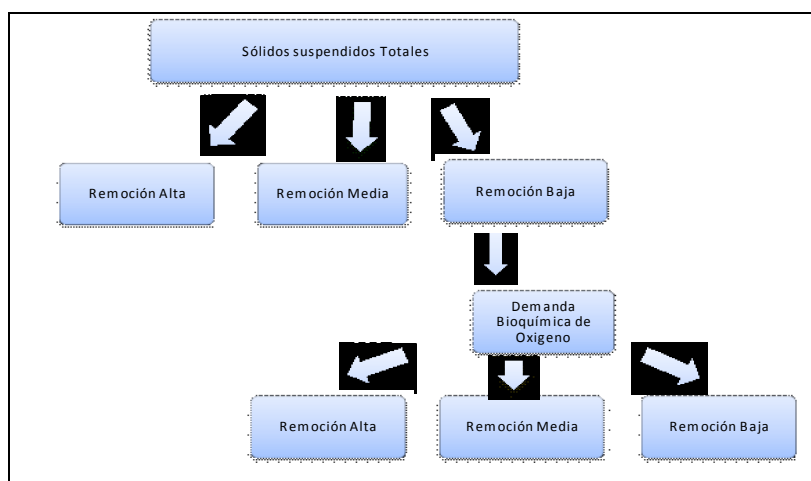
CLASE IV: Corresponde a valores de los usos agrícola con restricciones y pecuario.

CLASE V: Corresponde a valores de los usos para generación de energía y uso Industria

Cada una de las clases tiene definidos los parámetros Orgánicos, nutrientes, sólidos, y de interés sanitario, igualmente definió los valores máximos que se pueden obtener por cada clase en cada uno de los tramos

De acuerdo con estas características de la información y la magnitud de esta se utilizó el software WEKA como parte de la aplicación en técnicas de minería de datos, procesos de árboles de decisión y reglas de clasificación.

Figura 3 Árbol de Decisión Software libre Weka



Como resultado de la valoración de información el Software Weka evidencio varios aspectos:

- La variable de decisión debe ser los Sólidos Suspendidos Totales, es decir de los parámetros establecidos en el acuerdo 043 de 2006 se como de primer control
- Conforme las eficiencias en la remoción de los sólidos suspendidos totales si estas son bajas se debe preguntar por la DBO como consecuencia de esta primera clasificación,

En este orden de ideas el desarrollo del análisis de la información de los PSMV se centra en la clasificación del árbol de decisión.

9.4.2 Descripción General del Sistema de Alcantarillado

Inicialmente se considero la estimación²⁸ de los residuos generados por la población que se encuentra sobre la cuenca del río Bogotá, para el cálculo de la estimación se tuvo en cuenta las personas con acceso al servicio de alcantarillado. En la siguiente tabla se encuentra la participación por municipio.

Tabla 8 Proyección Generación de Residuos líquidos

Cuenca	Tramo	Municipio	Cobertura Alcantarillado_ Area_Urbana	Población con acceso al servicio 2008	Población con acceso al servicio 2009	Proyección de generación de R. líquidos 2008 l/s hab	Proyección de generación de R. líquidos 2009 l/s hab	% Participación 2009
ALTA	2	CHOCONTÁ	98,22%	10.128	10.481	21	22	0,13%
ALTA	2	VILLAPINZÓN	96,58%	5.506	5.619	12	12	0,07%
ALTA	3	GACHANCIPÁ	98,95%	6.566	6.812	14	14	0,08%
ALTA	3	GUATAVITA	95,30%	1.756	1.775	4	4	0,02%
ALTA	3	SESQUILÉ	99,20%	2.641	2.746	6	6	0,03%
ALTA	3	SUESCA	96,93%	6.846	7.047	14	15	0,08%
ALTA	3	TOCANCIPÁ	98,30%	10.628	11.014	22	23	0,13%
ALTA	4	CAJICÁ	99,20%	29.499	30.356	62	64	0,37%
ALTA	4	CHÍA	97,78%	79.448	81.848	167	172	0,98%

²⁸ Para la estimación de los vertimientos, se tomó inicialmente la proyección de la población DANE 2009, con la dotación por población, Para este caso se generan 2,1 lt/seg por cada mil Habitantes

ALTA	4	COGUA	99,56%	5.813	5.971	12	13	0,07%
ALTA	4	COTA	97,08%	11.541	11.892	24	25	0,14%
ALTA	4	LA CALERA	99,28%	10.204	10.442	21	22	0,13%
ALTA	4	NEMOCÓN	98,11%	5.105	5.171	11	11	0,06%
ALTA	4	SOPÓ	98,87%	14.006	14.433	29	30	0,17%
ALTA	4	ZIQUAIRÁ	99,06%	93.312	95.151	196	200	1,14%
ALTA	5	TABIO	99,27%	10.441	10.834	22	23	0,13%
ALTA	5	TENJO	90,80%	7.544	7.664	16	16	0,09%
ALTA	5	GUASCA	99,45%	4.358	4.478	9	9	0,05%
Cuenca	Tramo	Municipio	Cobertura Alcantarillado_Area_Urbana	Población con acceso al servicio 2008	Población con acceso al servicio 2009	Proyección de generación de R. líquidos 2008 l/s hab	Proyección de generación de R. líquidos 2009 l/s hab	% Participación 2009
MEDIA	5	BOJACÁ	97,38%	7.339	7.571	15	16	0,09%
MEDIA	5	EL ROSAL	99,29%	10.098	10.409	21	22	0,13%
MEDIA	5	FACATATIVÁ	98,84%	101.635	103.964	213	218	1,25%
MEDIA	5	FUNZA	99,09%	60.693	62.020	127	130	0,75%
MEDIA	5	MADRID	99,49%	57.729	59.076	121	124	0,71%
MEDIA	5	MOSQUERA	98,68%	65.184	67.211	137	141	0,81%
MEDIA	5	SIBATÉ	99,07%	22.376	22.841	47	48	0,27%
MEDIA	5	SOACHA	84,98%	364.073	373.062	765	783	4,49%
MEDIA	5	SUBACHOQUE	99,10%	5.259	5.355	11	11	0,06%
MEDIA	5	Bogotá, D.C.	98,28%	7.016.564	7.119.235	14735	14950	85,60%
BAJA	6	ANAPOIMA	94,73%	4.833	4.912	10	10	0,06%
BAJA	6	ANOLAIMA	94,20%	3.652	3.629	8	8	0,04%
BAJA	6	APULO	96,35%	2.986	2.973	6	6	0,04%
BAJA	6	CACHIPAY	81,69%	2.603	2.603	5	5	0,03%
BAJA	6	LA MESA	96,65%	14.709	15.041	31	32	0,18%
BAJA	6	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	95,04%	865	882	2	2	0,01%
BAJA	6	TENA	96,84%	716	728	2	2	0,01%
BAJA	6	VIOTÁ	93,02%	3.937	3.966	8	8	0,05%
BAJA	6	ZIPACÓN	88,41%	1.632	1.672	3	4	0,02%
BAJA	6	EL COLEGIO	98,06%	7.715	7.787	16	16	0,09%
BAJA	7	AGUA DE DIOS	95,12%	8.457	8.407	18	18	0,10%
BAJA	7	GIRARDOT	98,38%	95.234	95.974	200	202	1,15%
BAJA	7	TOCAIMA	96,23%	9.881	9.982	21	21	0,12%
BAJA	7	RICARTE	95,27%	3.555	3.644	7	8	0,04%
Total				8.187.067	8.316.677	17193	17465	100,00%

Fuente: Cálculos propios

Gran parte de los Municipios cuentan con un sistema de Alcantarillado Combinado los cuales funcionan por gravedad y en baja proporción se han instalado sistemas de alcantarillado estrictamente pluvial. Algunos de los

sistemas requieren de estaciones de bombeo para elevar las aguas residuales a las actuales PTAR's, en especial en municipios de topografía plana (Bogotá, Mosquera, Funza, Cota, Facatativa, Madrid, Zipaquirá, Tenjo entre otros). En la tabla 9 se identifica el tipo de alcantarillado en los municipios que hacen parte de la cuenca, así mismo al tramo que corresponde.

Tabla 9 Tipos de Alcantarillado por Municipio

CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	TIPO DE REDES DE ALCANTARILLADO
ALTA	2	Choconta	combinado
ALTA	2	Villapinzón	Combinado
ALTA	3	Gachancipa	combinado
ALTA	3	Guatavita	combinado
ALTA	3	Sesquilé	combinado
ALTA	3	Suesca	combinado
ALTA	3	Tocancipa	combinado
ALTA	4	Cajicá	combinado
ALTA	4	Chía	combinado, sanitario
ALTA	4	Cogua	combinado
ALTA	4	Cota	combinado
ALTA	4	La calera	combinado
ALTA	4	Nemocón	combinado, pluvial
ALTA	4	Sopo	combinado
ALTA	4	Zipaquirá	combinado, pluvial y sanitario
ALTA	5	Tabio	combinado
ALTA	5	Tenjo	combinado
ALTA	5	Guasca	combinado
MEDIA	5	Bojacá	combinado
MEDIA	5	El Rosal	combinado
MEDIA	5	Facatativa	combinado, pluvial y sanitario
MEDIA	5	Funza	sanitario
MEDIA	5	Madrid	combinado , pluvial

MEDIA	5	Mosquera	combinado, pluvial
MEDIA	5	Sibaté	combinado
MEDIA	5	Soacha	Combinado
MEDIA	5	Subachoque	combinado
BAJA	6	Anapoima	combinado
BAJA	6	Anolaima	combinado
BAJA	6	Apulo	combinado
CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	TIPO DE REDES DE ALCANTARILLADO
BAJA	6	Cachipay	combinado
BAJA	6	La Mesa	combinado
BAJA	6	San Antonio del Tequendama	combinado
BAJA	6	Tena	combinado
BAJA	6	Viota	combinado
BAJA	6	Zipacón	combinado
BAJA	7	El Colegio	combinado
BAJA	7	Agua de Dios	combinado, pluvial , sanitario
BAJA	7	Girardot	combinado
BAJA	7	Tocaima	combinado
BAJA	7	Ricaurte	combinado
MEDIA	5	Bogotá, D.C.	combinado, sanitario, pluvial

Fuente. SSPD – Reporte visitas técnicas a los sistemas de alcantarillado municipales.

Como resultado el 78 % de los municipios cuentan con sistemas combinados para la recolección y transporte de las aguas residuales generadas en estos, el 10 % (Bogotá, Agua de Dios, Facatativa, Zipaquirá) cuentan con sistemas combinados, pluvial y sanitario, el resto de municipios 12% cuentan con sistemas combinado – pluvial, combinado sanitario. Es importante resaltar que muchos municipios no tienen definido el catastro de redes o en su defecto se encuentra desactualizado.

9.4.3 Sistemas de Tratamiento de Agua Residual

La elección de los métodos y procesos de tratamiento depende de los componentes a remover y del grado de remoción de los mismos. Existen diversos tipos, divisiones y sub divisiones para el tratamiento de aguas residuales, que dependen para la selección de dichos tipos desde el punto de vista del diseñador y de la bibliografía que se escoja para el diseño.

El estudio identifica inicialmente un inventario de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales²⁹ y en segunda medida identifica la capacidad instalada de la infraestructura. Tomando como base los datos reportados por los prestadores del servicio público de alcantarillado, alcaldías municipales y algunas Corporaciones Autónomas Regionales, al Sistema Único de Información – SUI. se determinó que cerca de 350 municipios del país cuentan con alguna infraestructura dirigida al tratamiento y depuración de los vertimientos municipales, con un total de 369 Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales³⁰.

Tabla 10 Características Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales

CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	TIPO DE TRATAMIENTO	CAUDAL DE DISEÑO l/s	CAUDAL MEDIO ENTRADA l/s
ALTA	2	CHOCONTÁ	Laguna de estabilización	50	41,8
ALTA	2	VILLAPINZÓN	Sin tratamiento	0	0

²⁹El artículo 210 de la Resolución 1096 del 2000 Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, define una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales como el “*Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales*”. La existencia de tecnologías y procesos que incorporan soluciones de tipo individual tales como trampas de grasas, pozos sépticos, letrinas, entre otros, no se asumen como PTARs. El presente estudio hace referencia a la infraestructura de tratamientos de las aguas residuales provenientes de las redes de alcantarillado municipales.

³⁰Algunos municipios cuentan con dos o más Sistemas de tratamiento de aguas residuales. En otros esquemas, varios municipios conurbados mantienen un solo sistema de redes de recolección y llevan sus aguas residuales a una sola STAR´s.

ALTA	3	GACHANCIPÁ	Lagunas facultativas	20	24,14
ALTA	3	GUATAVITA	Zanjonos de Oxidación	12	5
ALTA	3	SESQUILÉ	Laguna de estabilización	6	3
ALTA	3	SUESCA	Laguna de estabilización	18	16,52
ALTA	3	TOCANCIPÁ	Laguna de estabilización	70	37,4
ALTA	4	CAJICÁ	Laguna de estabilización	115	43,7
ALTA	4	CHÍA	Laguna de estabilización	100	58,57
ALTA	4	COGUA	Laguna de estabilización	16	31
ALTA	4	COTA	Tratamiento primario	5	ND
ALTA	4	LA CALERA	Lodos activados	32	34,9
ALTA	4	NEMOCÓN	Zanjonos de Oxidación	15	5
ALTA	4	SOPÓ	Laguna de estabilización	20	16
ALTA	4	ZIPAQUIRÁ	Laguna de estabilización	132	63,96
ALTA			Laguna de estabilización	198	83,01
ALTA	5	TABIO	Laguna de estabilización	21,8	24,7
ALTA	5	TENJO	Reactores anaeróbicos	10,6	17
ALTA	5	GUASCA	Sin tratamiento	0	0
CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	TIPO DE TRATAMIENTO	CAUDAL DE DISEÑO I/s	CAUDAL MEDIO ENTRADA I/S
MEDIA	5	BOJACÁ	Zanjonos de Oxidación	9,3	5,6
MEDIA	5	EL ROSAL	Lodos activados	26,4	14,06
MEDIA	5	FACATATIVÁ	Zanjonos de Oxidación	187	53
MEDIA	5	FUNZA	Lodos activados	240	65,42
MEDIA	5	MADRID	Laguna de estabilización	70	26,7
			Laguna de estabilización	30	36,58
MEDIA	5	MOSQUERA	Laguna de estabilización	117	43,6
MEDIA	5	SIBATÉ	Sin tratamiento	0	0
MEDIA	5	SOACHA	Sin tratamiento	0	0
MEDIA	5	SUBACHOQUE	Laguna de estabilización	14,6	12,62
BAJA	6	ANAPOIMA	Reactores anaeróbicos	18	21,71

BAJA	6	ANOLAIMA	Sin tratamiento	0	0
BAJA	6	APULO	Sin tratamiento	0	0
BAJA	6	CACHIPAY	Aireación extendida	17	ND
BAJA	6	LA MESA	ND	20	20
			ND	11	5
			ND	11	6
BAJA	6	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	Sin tratamiento	0	0
BAJA	6	TENA	Sin tratamiento	0	0
BAJA	6	VIOTÁ	Sin tratamiento	0	0
BAJA	6	ZIPACÓN	Sin tratamiento	0	0
BAJA	6	EL COLEGIO	Sin tratamiento	0	0
BAJA	7	AGUA DE DIOS	Zanjes de Oxidación	1,3	0,3
BAJA	7	GIRARDOT	Sin tratamiento	0	0
BAJA	7	TOCAIMA	Sin tratamiento	0	0
BAJA	7	RICAURTE	Tratamiento primario	ND	ND
MEDIA	5	Bogotá, D.C.	Tratamiento primario	4000	4070
TOTAL				5614	4886,29

Se determinó que 29 municipios de la cuenca del río Bogotá cuentan con alguna infraestructura dirigida al tratamiento y depuración de los vertimientos municipales, con un total de 33 Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales³¹. Igualmente se estableció la capacidad total instalada de la infraestructura de tratamiento actualmente construida asciende a 5,6 m3/s, sin embargo es importante aclarar que no toda la infraestructura se utiliza al 100% de su capacidad.

9.4.4 Tipo de Tratamiento - Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales

El capítulo XV del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Resolución 1096 de 2000) enuncia una serie de sistemas y tecnologías de tratamiento de aguas residuales que abarca desde pozos sépticos, lodos activados, desinfección hasta emisarios submarinos.

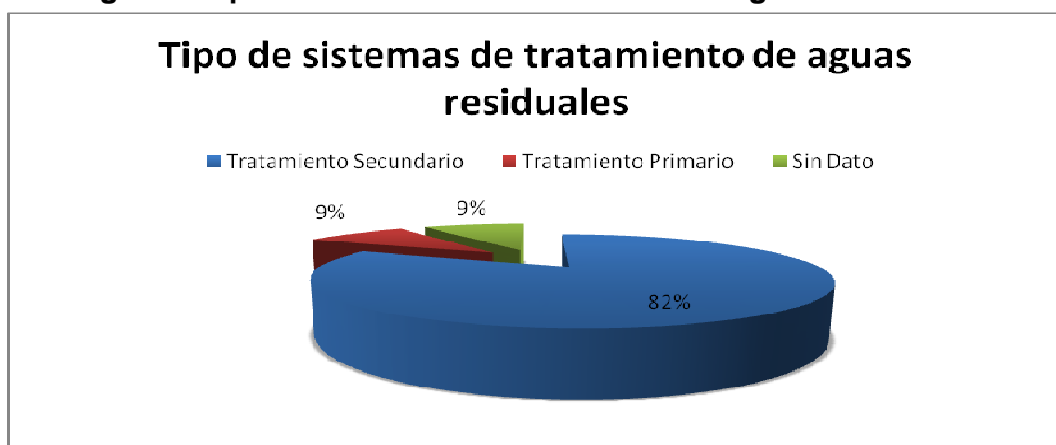
³¹Algunos municipios cuentan con dos o más Sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Dado la gran variedad de sistemas de depuración de agua residual utilizada en los municipios del país, se asume una clasificación general definida en el artículo 210 del RAS, en los siguientes términos³²:

- Tratamiento Primario: se pueden integrar a esta clasificación sistemas como sedimentación primaria, cribado, tamizado, rejillas, desarenadores, trampas de grasas, entre otros.
- Tratamiento Secundario: se pueden integrar a esta clasificación sistemas de lodos activados, lagunas de estabilización, filtros percoladores, entre otros
- Tratamiento Avanzado: corresponden a tratamiento fisicoquímico o biológico superior al secundario, que pueden remover sólidos en suspensión, compuestos inorgánicos o nutrientes, se pueden integrar a esta clasificación sistemas como desinfección, lagunas de pulimiento, ozonización, entre otros.

En la siguiente Figura se observa la distribución porcentual de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en la cuenca del río Bogotá por tipo de tratamiento.

Figura 4 Tipo de sistemas de tratamiento de aguas residuales



³²Los procesos de depuración que se incorporan como tratamiento primario, teóricamente pueden alcanzar eficiencias medias en remoción de cargas orgánicas contaminantes (expresado en DBO) cercanas al 40% y para el caso de tratamiento secundario eficiencias cercanas al 80%.

9.4.5 Eficiencia en Remoción

Conforme lo señala el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Resolución 1096 de 2000) Título E, la Eficiencia de tratamiento es la relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

Tabla 11 Eficiencia de remoción de carga contaminante

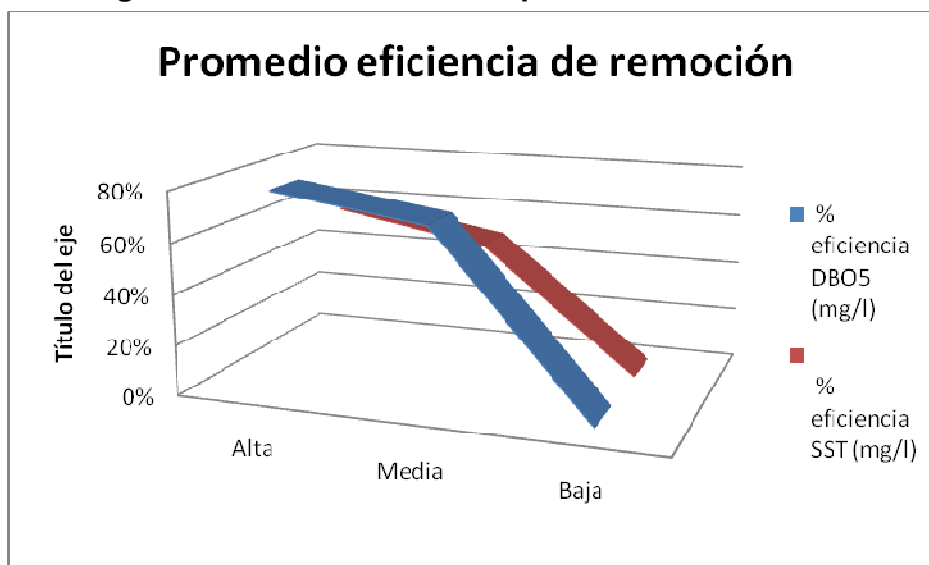
CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	Carga Orgánica que ingresa a la PTAR DBO5 (mg/l)	Carga Orgánica que ingresa a la PTAR SST (mg/l)	Carga Orgánica que sale de la PTAR DBO5 (mg/l)	Carga Orgánica que sale de la PTAR SST (mg/l)	% eficiencia DBO5 (mg/l)	% eficiencia SST (mg/l)
ALTA	2	CHOCONTÁ	736	360	54	104	93%	71%
ALTA	2	VILLAPINZÓN						
ALTA	3	GACHANCIPÁ	356	392	55	157	85%	60%
ALTA	3	GUATAVITA	652	1230	9,1	16	99%	99%
ALTA	3	SESQUILÉ						
ALTA	3	SUESCA	324	274	109	255	66%	7%
ALTA	3	TOCANCIPÁ	187	355				
ALTA	4	CAJICÁ	291	143	49,8	110	83%	23%
ALTA	4	CHÍA	261	178	141	115	46%	35%
ALTA	4	COGUA	187	93,3	36,2	47,1	81%	50%
ALTA	4	COTA						
ALTA	4	LA CALERA	359	276	41,7	24,4	88%	91%
ALTA	4	NEMOCÓN	405	331	21	31	95%	91%
ALTA	4	SOPÓ						
ALTA	4	ZIPAQUIRÁ	1588	1785	388,7	293	76%	84%
CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	Carga Orgánica que ingresa a la PTAR DBO5 (mg/l)	Carga Orgánica que ingresa a la PTAR SST (mg/l)	Carga Orgánica que sale de la PTAR DBO5 (mg/l)	Carga Orgánica que sale de la PTAR SST (mg/l)	% eficiencia DBO5 (mg/l)	% eficiencia SST (mg/l)
ALTA	5	TABIO	306	260	44	50	86%	81%
ALTA	5	TENJO	399	218	199	149	50%	32%
ALTA	5	GUASCA						
MEDIA	5	Bogotá, D.C.	65752	615	39067	441	41%	28%
MEDIA	5	BOJACÁ	541	285	95,4	33,7	82%	88%
MEDIA	5	EL ROSAL	293	191	24	19	92%	90%
MEDIA	5	FACATATIVÁ	228	52	75	64,6	67%	-24%
MEDIA	5	FUNZA	382	327	277	315	27%	4%
MEDIA	5	MADRID	790	471	30	122	96%	74%
MEDIA	5	MOSQUERA	391	768	83,3	227	79%	70%
MEDIA	5	SIBATÉ						

MEDIA	5	SOACHA						
MEDIA	5	SUBACHOQUE	364	468	89,6	193	75%	59%
BAJA	6	ANAPOIMA	189	156				
BAJA	6	ANOLAIMA						
BAJA	6	APULO						
BAJA	6	CACHIPAY						
BAJA	6	LA MESA						
BAJA	6	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA						
BAJA	6	TENA						
BAJA	6	VIOTÁ						
BAJA	6	ZIPACÓN						
BAJA	6	EL COLEGIO						
BAJA	7	AGUA DE DIOS						
BAJA	7	GIRARDOT						
BAJA	7	TOCAIMA						
BAJA	7	RICAUARTE						

Fuente: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR

Asimismo, a continuación se presenta grafica sobre el promedio de la eficiencia de remoción de carga contaminante en la operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales que se encuentran en la cuenca del río Bogotá.

Figura 5 Promedio eficiencia por remoción



De las 11 plantas existentes en la cuenca baja, solo 9% se encuentran a cargo de la CAR y el 90% son administradas por los Municipios.

- El municipio de Tena. Se encuentra en construcción de una planta de tratamiento en el sector denominado Gran Vía.
- Municipio de Cachipay. Las plantas de tratamiento denominadas San Mateo, Puerto López y el Ensueño, presentan deficiencias operativas entre las que se mencionan las siguientes: fallas en la disposición y manejo de sólidos, no realizan monitoreo para evaluar eficiencias, bajo mantenimiento de la infraestructura, no llevan protocolos de monitoreo, memorias de diseño y operación, no se lleva control sobre los caudales tratados.
- Municipio de La Mesa Planta la Quijana fuera de operación. Las Plantas de tratamiento Sara Lucia y Villas presentan problemas operativos entre ellos los siguientes: Personal técnico asignado a la operación de las PTAR con bajo nivel de conocimiento de los sistemas, estructuras de entrada con materiales sólidos flotantes, no se realizan aforos para determinar la cantidad de agua que llega a las Plantas, no se realizan caracterizaciones a la calidad del agua influente y efluente.
- Municipio de Anapoima: Se evidencio socavación del terreno que coloca en riesgo las estructuras de la planta, dicho socavamiento presentado por conexión de alcantarillado al ingreso de la planta, que en época invernal presenta rebosamiento.
- Municipio de Agua de Dios: Planta de tratamiento Granjas se encuentra abandonada y sin señales de mantenimiento, no se realiza caracterización fisicoquímica, la aireación i operación se realiza sin seguir los protocolos de operación de la planta, se detectó presencia de

lores y gran cantidad de ruido por daño en el compresor que inyecta aire al sistema, se observó gran producción de espuma presente dentro del zanjón por otra parte, la PTAR Nueva Colombia no ha sido entregada al municipio por parte del contratista.

9.4.6 Puntos de Vertimiento

Para realizar el diagnóstico de la calidad actual del agua de la cuenca del río Bogotá, y de acuerdo a los objetivos de calidad planteados por la CAR, el control sobre los puntos de vertimiento permiten evaluar y controlar los diferentes aportes de carga contaminante, que influyen en el cumplimiento de dichos objetivos,

Asimismo la reducción de puntos de vertimiento hace que se realicen mayores y mejores monitoreo, a continuación se muestra los actuales puntos de vertimientos y la reducción de estos planteados por los diferentes PSMV municipales.

Tabla 12 Puntos de vertimiento

CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	Número Actual de puntos de vertimiento	Número de puntos de vertimiento a reducción o eliminar
ALTA	2	CHOCONTÁ	1	0
ALTA	2	VILLAPINZÓN		
ALTA	3	GACHANCIPÁ		
ALTA	3	GUATAVITA	2	1
ALTA	3	SESQUILÉ	2	2
ALTA	3	SUESCA		
ALTA	3	TOCANCIPÁ	4	4
ALTA	4	CAJICÁ	7	2
ALTA	4	CHÍA	17	14
ALTA	4	COGUA	10	0
ALTA	4	COTA		
ALTA	4	LA CALERA	5	0
ALTA	4	NEMOCÓN		
ALTA	4	SOPÓ		
ALTA	4	ZIQUAIRÁ	15	13
ALTA	5	TABIO	6	5
ALTA	5	TENJO	6	3

ALTA	5	GUASCA		
MEDIA	5	Bogotá, D.C.	98	87
MEDIA	5	BOJACÁ	2	1
CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	Número Actual de puntos de vertimiento	Número de puntos de vertimiento a reducción o eliminar
MEDIA	5	EL ROSAL	3	2
MEDIA	5	FACATATIVÁ		
MEDIA	5	FUNZA	4	3
MEDIA	5	MADRID	56	50
MEDIA	5	MOSQUERA	6	2
MEDIA	5	SIBATÉ	1	0
MEDIA	5	SOACHA	4	2
MEDIA	5	SUBACHOQUE	14	11
BAJA	6	ANAPOIMA	25	21
BAJA	6	ANOLAIMA	3	1
BAJA	6	APULO	4	2
BAJA	6	CACHIPAY	6	0
BAJA	6	LA MESA		
BAJA	6	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	5	3
BAJA	6	TENA	3	0
BAJA	6	VIOTÁ		
BAJA	6	ZIPACÓN	2	2
BAJA	6	EL COLEGIO	22	11
BAJA	7	AGUA DE DIOS	4	3
BAJA	7	GIRARDOT	24	3
BAJA	7	TOCAIMA	3	2
BAJA	7	RICAUARTE	4	0
TOTAL			368	250

9.5 INFORMACIÓN FINANCIERA

El esquema mostrado establece con claridad la estructura lógica para alcanzar metas de reducción de contaminación y mejoramiento en la prestación del servicio a nivel de proyectos e inversión.

El Plan de Inversiones es la compilación de los proyectos y/u obras orientadas a la atención y solución de las necesidades en materia de alcantarillado.

Tabla 13 Inversión PSMV

CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	INVERSION \$	Horizonte de Inversión años
ALTA	2	CHOCONTÁ	\$ 1.932.000.000	10
ALTA	2	VILLAPINZÓN	\$ -	-
ALTA	3	GACHANCIPÁ	\$ -	-
ALTA	3	GUATAVITA	\$ -	11
ALTA	3	SESQUILÉ	\$ 18.302.023.027	11
ALTA	3	SUESCA	\$ -	-
ALTA	3	TOCANCIPÁ	\$ 420.000.007	8
ALTA	4	CAJICÁ	\$ 4.882.644.723	7
ALTA	4	CHÍA	\$ -	5
ALTA	4	COGUA	\$ 4.636.740.601	8
ALTA	4	COTA	\$ -	-
ALTA	4	LA CALERA	\$ 9.167.948.000	7
ALTA	4	NEMOCÓN	\$ -	-
ALTA	4	SOPÓ	\$ -	-
ALTA	4	ZIQUAIRÁ	\$ 18.517.095.820	10
ALTA	5	TABIO	\$ 5.108.829.188	12
ALTA	5	TENJO	\$ 5.840.445.231	11
ALTA	5	GUASCA	\$ -	-
MEDIA	5	Bogotá, D.C.		5
MEDIA	5	BOJACÁ	\$ 2.518.700.000	2
MEDIA	5	EL ROSAL	\$ -	-
MEDIA	5	FACATATIVÁ	\$ -	-
MEDIA	5	FUNZA	\$ 6.612.536.001	11
MEDIA	5	MADRID	\$ 11.841.610.165	11
MEDIA	5	MOSQUERA	\$ 37.139.596.764	10
MEDIA	5	SIBATÉ	\$ 20.491.000.000	11
MEDIA	5	SOACHA	\$ 14.355.000.000	3
MEDIA	5	SUBACHOQUE	\$ 3.790.297.686	8
BAJA	6	ANAPOIMA	\$ 3.730.000.000	3
BAJA	6	ANOLAIMA	\$ 5.345.227.000	10
BAJA	6	APULO	\$ 6.976.690.000	10
BAJA	6	CACHIPAY	\$ -	0
BAJA	6	LA MESA	\$ -	-
CUENCA	TRAMO	MUNICIPIO	INVERSION \$	Horizonte de Inversión años
BAJA	6	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	\$ 4.753.377.795	8
BAJA	6	TENA	\$ -	0
BAJA	6	VIOTÁ	\$ -	-
BAJA	6	ZIPACÓN	\$ 2.293.000.000	15
BAJA	6	EL COLEGIO	\$ -	10
BAJA	7	AGUA DE DIOS	\$ 6.731.418.241	10
BAJA	7	GIRARDOT	\$ -	11
BAJA	7	TOCAIMA	\$ 7.034.010.982	10
BAJA	7	RICAUARTE	\$ -	11

Estas inversiones a su vez hacen parte del Plan de Cumplimiento, para la descontaminación del Río Bogotá, en el cual se incluyen obras de expansión sanitarias y pluviales, troncales y obras complementarias; de igual manera, son el soporte para el cumplimiento de los objetivos del PSMV en el que adicionalmente se tienen proyectadas inversiones no estructurales que apuntan al mejoramiento de la calidad del recurso hídrico de Bogotá.

Las inversiones más significativas corresponden a los proyectos relacionados con el Sistema Troncal y Secundario de Alcantarillado Sanitario y Pluvial específicamente en obras de canales, colectores de aguas lluvias, adecuación de quebradas e Interceptores de aguas residuales y sistemas de tratamiento de aguas residuales (Mejoramiento, nuevas infraestructuras).

10 RESULTADOS

Dentro de las actividades encaminadas a mejorar la calidad del recurso hídrico, que se han venido planteando en el desarrollo de este documento, y después de haber establecido el variable de decisión, sigue la formulación de indicadores como herramienta de evaluación ya que permite transformar la información, en acción.

Es por esto que el planteamiento de los indicadores se hace con el fin de reflejar el estado actual en términos de avance físico de obras, actividades y acciones enfocadas en el logro de los objetivos y metas de calidad que han sido propuestos.

10.1 INDICADORES CUMPLIMIENTO DE METAS Y OBJETIVOS

1. Número de vertimientos puntuales eliminados

$$NVPE = \frac{\# \text{ vertimientos propuestos a eliminar}}{\# \text{ Total de puntos de vertimientos}} \times 100$$

CUENCA	Total de Puntos de Vertimiento	Total de puntos reducido	% Puntos Eliminados
ALTA	75	44	59%
MEDIA	188	158	84%
BAJA	105	48	46%

El mayor aporte para la eliminación de puntos de vertimiento pertenece a Bogotá D.C. que representan el 89 % de la cuenca media, sin embargo es importante resaltar que la eliminación de cada punto de vertimiento se relaciona un componente de obras de recolección y transporte del agua residual, en este sentido el horizonte de tiempo que se contempla es

mediano plazo (año 2014), es decir que solo la reducción será posible en el mediano plazo.

2. Eficiencia tratamiento de Aguas Residuales en DBO₅. SST

$$DBO_5 = \frac{DBO_5 \text{ que ingresa PTAR} - DBO_5 \text{ que sale a la PTAR}}{DBO_5 \text{ que ingresa a la PTAR}} \times 100$$

Cuenca	% eficiencia DBO ₅ (mg/l)	% eficiencia SST (mg/l)	N° Sistemas de tratamiento
ALTA	79%	60%	13
MEDIA	70%	49%	8
BAJA	0%	0%	1

De los 42 municipios que conforman el área de la cuenca del río bogotá solo 22 de ellos cuentan con sistemas de tratamiento, de estos la mayor parte son tratamientos secundarios (lagunas facultativas, reactores anaeróbicos) y conforme Resolución 1096 de 2000 - RAS, las eficiencias se estiman en más de un 80%.

No obstante los grandes avances en construcción de las infraestructuras de tratamiento no permiten que se puedan tratar los volúmenes totales de las aguas vertidas, solo el 24% son tratadas.

Además se debe considerar que el 79 % de los sistemas de alcantarillado corresponde a sistemas combinados y solo el 7% de los municipios cuentan con sistemas pluviales, lo que hacen aún sea más compleja la remoción.

Dentro del planeamiento financiero de los PSMV la optimización de las actuales infraestructuras de tratamiento y la construcción de nuevas STAR's en aquellos municipios que aún carecen de ella, hacen que se puedan mejorar las eficiencias de remoción.

3. Tipos de sistemas de recolección y transporte de residuos

TSA= Tipo de sistema de Alcantarillado

CUENCA	Combinado	combinado, sanitario	combinado, pluvial	combinado, pluvial y sanitario	Sanitario
ALTA	83%	6%	6%	6%	0%
MEDIA	50%	0%	20%	20%	10%
BAJA	93%	0%	0%	7%	0%

El promedio de la cobertura del servicio de alcantarillado es superior al 95% en la cuenca del río Bogotá, pero si bien esta cobertura se puede traducir en los diferentes tipos de sistemas de recolección en donde el mayor peso lo tiene los sistemas combinados, lo que conlleva a determinar que las eficiencias en remoción de los STAR's son bajas, ya que no se realiza la separación de los residuos transportados.

4. Capacidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en atender la demanda de residuos líquidos generados:

$$\text{Capacidad de PTAR's} = \frac{\text{Caudal de Diseño PTAR's}}{\text{Generación de R. Líquidos}} \times 100$$

CUENCA	Capacidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
ALTA	125%
MEDIA	29%
BAJA	23%

El cálculo anterior permite evidenciar que de los 18 municipios pertenecientes a la cuenca alta 12 cuentan los con capacidad en sus sistemas de tratamiento para atender la demanda de agua residual generada. Para la cuenca media y baja se evidencia que solo tratan el 29% y

23% de los que se genera en estos tramos de la cuenca. Este cálculo es independiente al factor de eficiencia de los sistemas de tratamiento

5. Volumen de Agua residual generada.

CUENCA	Población Urbana Total	Generación de R. líquidos l/s
ALTA	322733	680
MEDIA	7830745	16445
BAJA	162199	341

Se evidencia que la mayor población se concentra en la cuenca media, y esta aporta el 94 % de la generación de los vertidos sobre la cuenca del río Bogotá, sin lugar a duda este valor su mayor aporte lo realiza Bogotá D.C.

6. Total de Inversión Vs. Años

CUENCA	Total Inversión \$	Promedio Inversión años
ALTA	\$ 68.807.726.597	10
MEDIA	\$ 96.748.740.616	8
BAJA	\$ 36.863.724.018	9

La inversión planteada se determinara según las metas de los Planes de desarrollo municipales y los planes maestros de alcantarillado, igualmente se consideran entre otros criterios:

- Coberturas del servicio de alcantarillado en un 100% en la Cabecera y corregimiento.
- Interceptores, colectores y emisarios finales construidos o con recursos asegurados.
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales construidos o con recursos asegurados.
- Impacto nocivo importante del vertimiento de las aguas residuales, por la contaminación de la fuente receptora y por los posibles efectos sobre la salud pública

- Usos de la fuente o cuerpo de agua receptor de las aguas residuales, como recurso para la pesca y recreación.
- Visión integral del cuerpo de agua para buscar los mayores beneficios sobre la recuperación y aprovechamiento del recurso hídrico.
- Reducción de carga contaminante teniendo en consideración factores externos naturales (clima, ubicación geográfica, altura).

7. Cobertura urbana de acceso al servicio de alcantarillado

CUENCA	COBERTURA ALCANTARILLADO_ AREA_URBANA
ALTA	97,88%
MEDIA	97,42%
BAJA	94,28%

El acceso al servicio de alcantarillado sea a través de esquemas empresariales privados o prestación directa por los entes municipales, permite evidenciar que los promedios son bastantes altos con referente al 79% del país³³.

8. Aplicación esquema tarifario³⁴ por municipio.

CUENCA	N° Municipios	Aplicación Tarifaria	Tarifa plena	Sin Dato
ALTA	18	11	3	4
MEDIA	10	7	1	2
BAJA	14	10	1	3
Total	42	28	5	9

El 66 % de los municipios de la cuenca del río Bogotá tienen incorporado en sus esquemas de prestación del servicio de alcantarillado la aplicación tarifaria definida en la resolución CRA 287 de 2004, lo que se supone que parte de la inversión que se ejecuta a través del esquemas financieros del los PSMV municipales se financian a través de la incorporación del Costo Medio de Inversión CMI a está.

³³ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - Viceministerio de Agua y Saneamiento - "Lineamientos Estratégicos 2007 - 2010" - Logros del sector en el cuatrienio 2002 - 2006 – página 15

³⁴ Resolución CRA 287 de 2004

La inversión que se contempla se refleja en costos asociados a la reparación, rehabilitación y expansión de las redes, (en algo se refleja que el promedio de cobertura se encuentre tan alto).

También la aplicación tarifaria contempla que los costos de los sistemas de tratamiento se incorporen como parte del CMI como parte de la inversión.

Igualmente los costos asociados con la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales podrá ser incorporado por el prestador el estudio tarifario Costo Medio de Operación CMO discriminado por componentes con base en el caudal tratado.

Si bien la aplicación tarifaria permite que se incorporen los Costos de operación de los STAR's en el CMO, los municipios que pertenecen a la cuenca del río Bogotá no han incorporado estos costos por las siguientes razones:

- Los sistemas de tratamiento de aguas residuales se encuentran a cargo de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, lo que hace que no se incorporen los costos a la aplicación tarifaria.
- Igualmente la construcción se realiza por parte de la Corporación.

Por tanto a partir de las últimas medidas de vigilancia y control dichos sistemas deben ser trasladados a los municipios ya que la Corporación no puede ser juez y parte. Por tanto los municipios deben asumir estos costos por lo que deberán ser incorporados a la aplicación tarifaria, lo que conlleva a un incremento de más del 100% en la tarifa aplicada.

CONCLUSIONES

En esta primera parte se evaluara las actuales condiciones en las que se encuentra los PSMV, así como la articulación con las políticas nacionales y una aproximación a las proyecciones de cumplimiento. En una segunda fase se contemplara las condiciones técnicas y ambientales,

- La implementación, materialización y seguimiento de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV, establecidos en la resolución 1433 de 2004 permite dar una visión positiva en alcanzar las metas de Plan de Desarrollo y Metas de Milenio, establecidas para la depuración de aguas residuales municipales, alcanzando los objetivos de calidad propuestos por parte de la autoridades ambientales (CAR´s), para el caso de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca Car, definió los objetivos reglamentados en la resolución 043 de 2006, para la del cuenca río bogotá, donde se localiza 42 municipios tributarios de vertimientos.
- Con las metas actualmente establecidas de ejecución de los PSMV por parte de los municipios de la Cuenca del río Bogotá, se evidencia que solo el 14% tiene aprobado el PSMV, para dar inicio a partir del 2010 al plan de inversiones propuesto en el cronograma.
- El 86 % de los municipios de la cuenca aún no se le ha aprobado el PSMV lo que se vislumbra un retraso en la ejecución de la inversiones y en consecuencia se verá reflejado en el atraso al cumplimiento de la metas de calidad, en este sentido el mayor porcentaje de no aprobación del PSMV se encuentra la cuenca alta con un 36%, la cuenca baja con un 29% y por último la cuenca Baja en un 21%

- En consecuencia de lo anterior los avances en la descontaminación del río Bogotá solo se verán reflejados en el mediano plazo (2016 -2018), como parte de la ejecución de las obras de inversión presupuestadas al igual que el cumplimiento de las metas de reducción de carga contaminante por medio de los sistemas de recolección y tratamiento de las aguas residuales.
- La descontaminación de la cuenca del Río Bogotá no es inmediata, si bien los PSMV son vistos como instrumentos de planeación, estos permiten que el corto plazo no se vean los avances en la reducción de carga contaminante, debido a las obras de infraestructura que se deben realizar para interceptar la aguas generadas para su posterior tratamiento.

Una vez evaluado esta primera parte se pretende evaluar las condiciones técnicas y ambientales:

- Si bien la cobertura del servicio de alcantarillado se encuentra en un 96% para toda la cuenca, no es suficiente esto pues no se trata de medir el acceso al servicios sino la complejidad del sistema de alcantarillado, ya que el 79 % del sistema de redes son de tipo combinado con lo que se conlleva a decir que los rezagos en los sistemas de alcantarillados sanitarios y pluviales son bastantes altos el 1 y 3% respectivamente.
- La generación de residuos líquidos se concentra en la cuenca Media 94%, esto ocurre pues se concentra la mayor parte de la población, seguido de la cuenca alta con un 4% y 2 % la baja; si bien este suele ser un factor importante para el diseño de obras de infraestructura para el saneamiento hídrico, también debe considerar factores ambientales como la carga contaminante aportante pues ella se establece los criterios para

su posterior tratamiento. Pues si bien, en el caso del municipio de Girardot que hace parte de la cuenca baja, el cálculo no contempla la población flotante que puede incidir en diferentes épocas del año en el crecimiento de la generación.

- La capacidad actual instalada en infraestructura, presenta falencias en aspectos como: la operación, mantenimiento y monitoreo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales.
- Dentro del marco del cumplimiento de los PSMV de los municipios de la cuenca del río bogotá se contemplan la reducción de puntos de vertimiento, lo que hace que a medida que se cierre o elimine un punto ese tramo se vea beneficiado en reducción por los aportes de las cargas contaminantes. Con lo que en la actualidad dicha reducción no se verá reflejada hasta que las obras de infraestructura permitan dicho cierre.
- Los municipios de Villapinzón, Suesca, Cota, Sopó y Guasca de la cuenca Alta, Facatativa, Sibaté de la cuenca Media y los municipios de Cachipay, La Mesa, Tena, Viotá de la cuenca baja se encuentra en un riesgo alto, lo anterior se debe a que en dichos no les ha sido aprobado el PSMV, así mismo no cuentan con el Plan de inversiones aprobado.
- Igualmente para dar cumplimiento a los objetivos de calidad definidos por la CAR en DBO5, en dichos municipios se requiere tener más vigilancia ya que requieren que sus eficiencias para el tratamiento de las aguas residuales deben estar entre el 93% y 97 % en remoción de BDO5.
- Así mismo en la mayoría de municipios se encuentra en revisión los Planes Maestros de Alcantarillado.

- Los avances en cobertura de prestación del servicio de alcantarillado (93% Urbano)³⁵ e incremento en la infraestructura de tratamiento de aguas residuales municipales, pone en evidencia una serie de problemas que vienen a incidir directamente en la fijación de las tarifas y en los mecanismos complementarios de financiamiento. Dichos problemas serán reflejados en los altos costos del servicio de alcantarillado.
- Bajo los indicadores técnicos vigentes (coberturas y e infraestructura de tratamiento) es viable por lo tanto, alcanzar las metas establecidas en los documentos de política, si concurren todas las entidades vinculadas al sector, no solo con el objetivo de ampliar o construir nueva infraestructura física, sino también buscar un mejoramiento en la operación, mantenimiento y organización institucional de las personas encargadas de la administración de este componente del sistema de alcantarillado.
- Se deben considerar otras acciones o actividades tendientes a disminuir la carga de contaminación, entre las que se cuentan la rehabilitación de estructuras de alivio, programa de conexiones erradas y estudios de investigación tendientes a buscar alternativas de saneamiento o en dado caso, de tratamiento in-situ, rehabilitación de redes troncales y secundarias, y educación ambiental; acciones que aunque no representan metas de reducción establecidas, se encaminan a contribuir con la minimización del grado de contaminación que generan estos puntos de vertimiento

³⁵ Los avances se muestran en el documento Líneas Estratégicas del sector 2007 – 2010 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Del 60% de cobertura en 1993 a 73% en 2007

BIBLIOGRAFIA

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.
Camino hacia un país de propietarios con desarrollo sostenible. Plan
Sectorial 2002-2006. Bogotá, D.C. MAVDT. 2004. 50p. ISBN 958-97393-
2-6.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, MINISTERIO DE
AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. “Control social”.
Formato elaborado por el DNP en el marco del Programa Red Juntos para la
superación de la pobreza extrema.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.
“Glosario de términos proyectos con pago anticipado”,

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, Dirección de Desarrollo
Territorial Sostenible, Grupo de Gestión Pública Territorial, “Manual de oferta
institucional del gobierno nacional hacia las entidades territoriales”, Bogotá,
D.C. enero de 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, “Plan Nacional de
Desarrollo: Desarrollo Comunitario 2006-2010”, Plan Nacional de Desarrollo:
Desarrollo Comunitario 2006-2010

NACIONES UNIDAS, “Objetivos de Desarrollo del Milenio 2007”, (Objetivos
de Desarrollo del Milenio). Nueva York 2007

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA Y DNP “Visión Colombia II Centenario”,
propuesta para discusión, Resumen Ejecutivo, Ed. Planeta.

Plan de Acción Trienal –PAT 2004-2206. Marco General.

Agua, eje articulador de vida. Cátedra Rodolfo Low Maus de la Universidad Industrial de Santander.

https://www.uis.edu.co/portal/catedra_low_maus/main.html

LE BOTERF, G. (1993): Cómo gestionar la calidad de la formación, Barcelona, Gestión 2000.

DAMA. 2003, El Plan de Acción Trienal, PAT.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS, Informe sectorial 2008 de la prestación de los servicios públicos. Bogotá, 2009