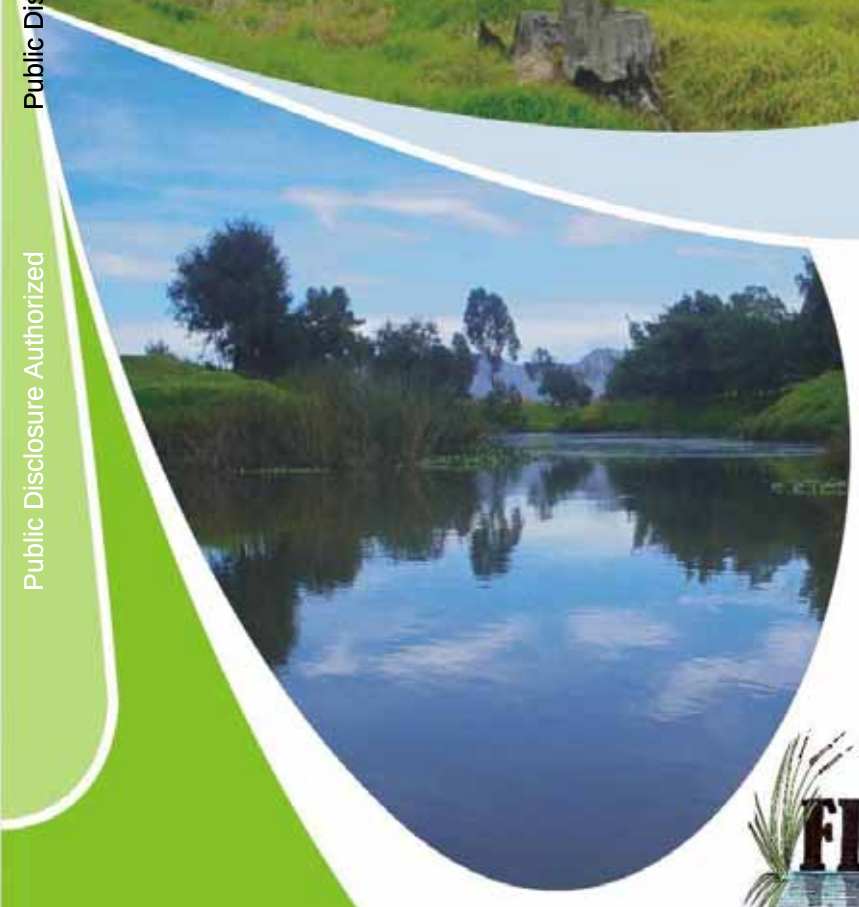
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized

RÍO BOGOTÁ

ADECUACION HIDRAULICA Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL



EVALUACIÓN AMBIENTAL Y PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

Versión Final

VOLUMEN I
ESTRATEGIA REGIONAL

CAR
Autoridad Ambiental con Alternativas de Desarrollo

FIAB

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 10

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 10

1.2. EVALUACIÓN AMBIENTAL Y PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (EA) 13

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO BOGOTÁ 15

2.1. ASPECTOS GENERALES DE LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ 15

2.2. FACTORES DE DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA, RIESGOS. 17

2.2.1. Canal Torca 19

2.2.2. Río Salitre o Juan Amarillo 20

2.2.3. Río Fucha 20

2.2.4. Río Tunjuelo 21

2.2.5. Contaminación por vertimientos industriales. 22

2.3. CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ 25

2.3.1. Calidad físico-química. 27

2.3.2. Calidad bacteriológica 30

2.3.3. Calidad biológica 35

2.3.4. Conclusiones sobre la calidad del agua en el rió Bogotá. 35

2.4. FUENTES DE CONTAMINACIÓN 41

2.4.1. Contaminación Municipal 41

2.4.2. Contaminación industrial 42

2.5. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS 48

2.6. USOS DEL AGUA EN LA CUENCA 52

2.6.1. Agroindustria 53

2.6.2. Agropecuario 53

2.6.3. Industria 58

2.6.4. Urbanización 58

2.6.5. Explotación minera 65

2.6.6. Producción de energía 66

2.7. REGULACIÓN DE CAUDALES EN LA CUENCA DEL RIÓ BOGOTÁ. 67

2.8. ÍNDICE DE ESCASEZ DE LA CUENCA 71

2.9. SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ. _ 72

2.10. AMENAZAS Y RIESGOS ASOCIADOS AL RECURSO HÍDRICO EN LA CIUDAD BOGOTÁ 75

3. MARCO INSTITUCIONAL 80

3.1. ORDEN NACIONAL 81

3.2. ORDEN REGIONAL 82

3.3. ORDEN DEPARTAMENTAL Y LOCAL 84

4. ESTRATEGIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTA. 88

4.1. ANTECEDENTES 88

4.2. ESTRATEGIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RIÓ BOGOTÁ. 2006 – 2019. 90

4.2.1. Objetivos de Calidad de Agua en la Cuenca 2020. 92

4.2.2. Componentes de la estrategia de Saneamiento de la Cuenca del rió Bogotá. 96

4.3. EVOLUCIÓN DE LA ESTRATEGIA EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO BOGOTÁ 102

4.3.1. 1990 – 2003 102

4.3.2. 2003 - 2006 104

5. IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ 107

5.1. ESTRATEGIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RIÓ BOGOTÁ.107

5.2. DEFINICIÓN DE METAS GLOBALES DE REDUCCIÓN DE CARGA CONTAMINANTE PARA CADA TRAMO DE LA CUENCA DEL RIÓ BOGOTÁ. 125

5.3. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA. 127

6. RIESGOS Y BENEFICIOS DE LA ESTRATEGIA 128

6.1. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE ESCENARIOS DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO BOGOTÁ 128

6.2. ESCENARIOS DE CALIDAD ANALIZADOS 129

6.3. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE CALIDAD. 133

6.4. CALIDAD BACTERIOLÓGICA EN EL RIO BOGOTÁ 151

6.5. CONCLUSIONES SOBRE LOS ESCENARIOS DE CALIDAD. 152

6.6. ANÁLISIS CUALITATIVO DE EFECTO DE ESCORRENTÍA Y CONEXIONES ERRADAS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA. 153

6.6.1. Efecto de los tributarios urbanos en la cuenca media del río Bogotá. 153

6.6.2. Fundamentos técnicos del control de la calidad de escorrentía de los ríos urbanos de la ciudad de Bogotá. 155

6.6.3. Programa de control de Contaminación en la fuente. 156

6.7. RIESGOS Y MEDIDAS DE MANEJO 157

7. REFERENCIAS 159

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Rios urbanos de la Ciudad de Bogotá, calidad del agua 22
Cuadro 2 Estudio de calidad del agua en el río Bogotá. 2008 28
Cuadro 3. Estudio de calidad del agua en el río Bogotá. 2008. 29
Cuadro 4 Criterios de calidad físico química del agua 30
Cuadro 5 Criterios de calidad bacteriológica del agua 31
Cuadro 6 Cargas orgánicas municipales 41
Cuadro 7 Establecimientos industriales en la ciudad de Bogotá 44
Cuadro 8 Carga contaminante de origen industrial (DBO_5), Bogotá 2003 44
Cuadro 9 Carga contaminante de origen industrial (SST), Bogotá 2003 45
Cuadro 10 Carga contaminante de DBO5 por actividad económica 45
Cuadro 11 Carga contaminante de SST por actividad económica 46
Cuadro 12 Carga Contaminante por zonas, rio Juan Amarillo (Salitre), (Ton/mes) 47
Cuadro 13 Carga Contaminante por zonas, rio Fucha (Ton/mes) 47
Cuadro 14 Carga Contaminante por zonas, rio Tunjuelo (Ton/mes) 47
Cuadro 15 Caudales medios de uso Distrito de Riego La Ramada 56
Cuadro 16 Embalses del sistema de la sabana de Bogotá 68
Cuadro 17 Demanda del recurso hídrico en la cuenca del río Bogotá 71
Cuadro 18 Sistema de abastecimiento de agua potable Bogotá D.C. 73
Cuadro 19 Descripción de las categorías 76
Cuadro 20 Puntos de inundación identificados en Bogotá 77
Cuadro 21 Cotas sistema de alerta desbordamiento cuenca media río Bogotá 78
Cuadro 22 Incorporación de la estrategia de manejo ambiental del río Bogotá en los planes de la CAR 83
Cuadro 23 Incorporación de la estrategia de manejo ambiental del río Bogotá en los Planes Distritales 85
Cuadro 24 Parámetros para cumplir los objetivos de calidad. 93
Cuadro 25 Condición Actual de calidad del río Bogotá 94
Cuadro 26 Evaluación de cumplimiento frente al Acuerdo 43 2006 94
Cuadro 27 Capacidad de PTAR municipios de la cuenca río Bogotá 108
Cuadro 28 Relación de acciones enmarcadas en el Programa de Manejo y saneamiento ambiental del río Bogotá 110
Cuadro 29 Costos de las obras a cargo de la CAR - Convenio 171 de 2007 111
Cuadro 30 Costos de las obras a cargo de la CAR - Convenio 171 de 2007 113
Cuadro 31 Resumen de escenarios de calidad, Modelo QUAL2Kw 129

Cuadro 32 Condiciones de referencia, calidad del río Bogotá 2008 _____ *135*
Cuadro 33 Calidad del río Bogotá con obras del Plan de Saneamiento de la CAR, ampliación PTAR Salitre, e interceptores de Aguas Residuales Domésticas de la EAAB, 2014. _____ *138*
*Cuadro 34 Calidad del río Bogotá con obras del Plan de Saneamiento de la CAR, ampliación PTAR Salitre, y PTAR Canoas con tratamiento secundario*_____ *141*
Cuadro 35 Calidad del río Bogotá, intervalo de variación de OD mg/l, sin obras PSMV (BID 2) y con ampliación PTAR Salitre, e interceptores de Aguas Residuales Domésticas de la EAAB, 2014. _____ *142*
*Cuadro 36 Calidad del río Bogotá, intervalo de variación del parámetro DBO_5 mg/l, sin obras PSMV (BID 2) y con ampliación PTAR Salitre, e interceptores de Aguas Residuales Domésticas de la EAAB, 2014.*_____ *144*
*Cuadro 37 Calidad del río Bogotá, intervalo de variación del parámetro SST mg/l, sin obras PSMV (BID 2) y con ampliación PTAR Salitre, e interceptores de Aguas Residuales Domésticas de la EAAB, 2014.*_____ *146*
Cuadro 38 Objetivos de calidad de ríos urbanos en Bogotá, Coliformes Fecales. _____ *151*
*Cuadro 39 Norma de calidad de agua para afluentes de la ciudad de Bogotá*_____ *156*
Cuadro 40 Riesgos de no cumplir objetivos de calidad y medidas de manejo _____ *158*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización del Proyecto. Cuenca media del río Bogotá _____ *12*
*Figura 2 Cuenca del río Bogotá*_____ *15*
Figura 3 Cuenca media del río Bogotá _____ *16*
Figura 4 Tributarios Urbanos de Bogotá _____ *19*
Figura 5 Concentración de metales pesados en sistema hídrico de Bogotá _____ *24*
*Figura 6 Estaciones para el seguimiento de la calidad del agua en el río Bogotá*_____ *26*
Figura 7 Perfil longitudinal cuenca del río Bogotá Oxígeno Disuelto _____ *32*
Figura 8 Perfil longitudinal cuenca del río Bogotá DBO_5 _____ *32*
*Figura 9 Perfil longitudinal cuenca del río Bogotá DQO*_____ *33*
Figura 10 Perfil longitudinal cuenca del río Bogotá Sólidos totales _____ *33*
Figura 11 Perfil longitudinal Cuenca del río Bogotá E. Coli _____ *34*
Figura 12 Estado de la calidad del agua en el rio Bogotá, 2008. Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxigeno. _____ *38*
Figura 13 Estado de la calidad del agua en el rio Bogotá, 2008, Concentración de Oxigeno Disuelto ____ *39*
Figura 14 Estado de la calidad del agua en el rio Bogotá, 2008, Concentración de Coliformes Totales ___ *40*
Figura 15 Actividades industriales en la cuenca alta del río Bogotá _____ *43*
*Figura 16 Actividades industriales en la cuenca media del río Bogotá*_____ *43*

Figura 17 Distrito de Riego La Ramada 55
Figura 18 Histórico de caudales bombeados estación Chicú – La Ramada 57
Figura 19 Limites perímetro urbano de la ciudad de Bogotá 60
Figura 20 Áreas de expansión urbana Bogotá 61
Figura 21 Macroproyecto Ciudad Verde, municipio de Soacha 64
Figura 22 Macroproyecto Recodo de San Antonio, municipio de Mosquera 65
Figura 23 Embalse del Muña 66
Figura 24 Cadena de generación de energía eléctrica 67
Figura 25 Esquema del sistema regulado del río Bogotá 70
Figura 26 Caudales permanentes río Bogotá Estación Puente La Virgen 72
Figura 27 Sistema de Acueducto de Bogotá 74
Figura 28 Cuencas y fuentes de abastecimiento del acueducto de Bogotá 74
Figura 29 Zonas con riesgo de inundación en Bogotá 75
Figura 30 Entidades participantes en la estrategia de saneamiento 99
Figura 31 Cronograma de implementación de la estrategia de saneamiento del río Bogotá 100
Figura 32 Objetivos de calidad cuenca del río Bogotá 101
Figura 33 Obras programadas Programa de Manejo y saneamiento del río Bogotá – Nuevas PTAR 110
Figura 34 Localización de los componentes del proyecto Adecuación Hidráulica y recuperación ambiental del río Bogotá 114
Figura 35 Esquema de saneamiento de la cuenca media del río Bogotá, EAAB 116
Figura 36 Perfil Oxígeno Disuelto: Condiciones de referencia 134
Figura 37 Perfil DBO_5: Condiciones de referencia 134
Figura 38 Perfil SST: Condiciones de referencia 135
Figura 39 Perfil Oxígeno Disuelto: Escenario 1 136
Figura 40 Perfil DBO_5: Escenario 1 137
Figura 41 Perfil SST: Escenario 1 137
Figura 42 Perfil Oxígeno Disuelto: Escenario 2 139
Figura 43 Perfil DBO_5: Escenario 2 140
Figura 44 Perfil SST: Escenario 2 140
Figura 45 Escenario 3, con PTAR Salitre tratamiento primario y caudal de 8 m^3/s 143
Figura 46 Escenario 4, con PTAR Salitre tratamiento secundario y caudal de 8 m^3/s 143
Figura 47 Escenario 3, con PTAR Salitre tratamiento primario y caudal de 8 m3/s. 145
Figura 48 Escenario 4, con PTAR Salitre tratamiento secundario y caudal de 8 m3/s. 145
Figura 49 Escenario 3, con PTAR Salitre tratamiento primario y caudal de 8 m3/s. 147

Figura 50 Escenario 4, con PTAR Salitre tratamiento secundario y caudal de 8 m3/s. 147
Figura 51 Escenario 5, perfil de oxigeno disuelto, con PTAR Salitre, nivel de tratamiento primario. 148
Figura 52 Escenario 5, perfil de DBO5, con PTAR Salitre, nivel de tratamiento primario. 149
Figura 53 Escenario 5, perfil de SST, con PTAR Salitre, nivel de tratamiento primario. 150

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1: Planos proyecto Adecuación Hidráulica y recuperación ambiental río Bogotá

Anexo 2: Documento de evaluación ambiental del proyecto

Anexo 3: Plan de Gestión Ambiental del proyecto

Anexo 4: Inventario forestal y censo de infraestructura del área de influencia

Anexo 5: Documento resultados Consulta pública

Anexo 6: Documento técnico del diseño paisajístico

Anexo 7: Manual de especificaciones ambientales para la construcción

LISTADO DE SIGLAS

AHRARB	*Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental Río Bogotá*
CAR	*Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca*
CONPES	*Consejo Nacional de Política Económica y Social*
DNP	*Departamento Nacional de Planeación*
EAAB	*Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá*
EMGESA	*Empresa Generadora de Energía Eléctrica S.A.*
ESP.	*Empresa de Servicios Públicos*
FNR	*Fondo Nacional de Regalías*
FONADE	*Fondo Nacional de Desarrollo Económico*
IFT	*Interceptor Tunjuelo Fucha*
ITB	*Interceptor Tunjuelo Bajo*
ITC	*Interceptor Tunjuelo Cortijo*
MAVDT	*Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*
MHP	*Ministerio de Hacienda Pública*
PAT	*Plan de Acción Trienal*
PDD	*Plan de Desarrollo Distrital*
PDM	*Planes de Desarrollo Municipales*
PGAR	*Plan de Gestión Ambiental Regional*
PMAA	*Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado*
PMCAS	*Plan Maestro de Calidad de Agua Superficiales*
POMCA	*Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica*
POT	*Plan de Ordenamiento Territorial*
PSMV	*Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos*
PTAR	*Planta de Tratamiento de Aguas Residuales*
SDA	*Secretaría Distrital de Ambiente*
SIAC	*Sistema de Información Nacional Colombiano*
SINA	*Sistema Nacional Ambiental*
UPZ	*Unidades de Planeación Zonal*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del proyecto

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, tiene a cargo la ejecución del proyecto Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del río Bogotá - AHRARB. Este proyecto se enmarca en la *Estrategia para el manejo ambiental del río Bogotá* propuesta por el Consejo Nacional de Política Económica y Social -CONPES en su documento 3320 y en los compromisos concertados entre la CAR y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB, para la recuperación del Río Bogotá y la prevención de inundaciones en Bogotá establecidas en el Convenio 171 de 2007. Las actividades se desarrollaran sobre la cuenca media del río Bogotá, un el tramo de 68 Km., comprendidos entre las compuertas de Alicachín en el municipio de Soacha y la estación de Puente la Virgen en el municipio de Cota, como se muestra en la Figura 1.

El objetivo del proyecto es transformar el río Bogotá, mediante la mejora de la calidad del agua, la reducción de los riesgos por inundación y la generación y recuperación de áreas multifuncionales a lo largo del río, recuperando este recurso hídrico como un activo para la región y para la ciudad de Bogotá. Se han definido como indicadores para la evaluación del logro del objetivo:

- El río Bogotá en el área del proyecto cumple con los valores de DBO_5 (50 mg/L) y SST (40 mg/L) correspondientes a los objetivos de calidad del agua clase IV según el acuerdo 43 del 2006;
- El área urbana de Bogotá cuenta con una protección contra inundaciones por el río Bogotá para un período de retorno de 100 años, y mejoramiento del drenaje de la ciudad;
- Alrededor de 8 áreas multifuncionales con un área aproximada de 175 hectáreas son recuperadas y destinadas para usos de protección y conservación ecológica, zonas de inundación y áreas de esparcimiento público: y
- Se cuenta con un plan de manejo integral del agua en la cuenca de Rio Bogotá que sirva como una herramienta de planificación para apoyar el objetivo del proyecto a mediano y largo plazo.

El proyecto AHRARB está estructurado en cuatro componentes:

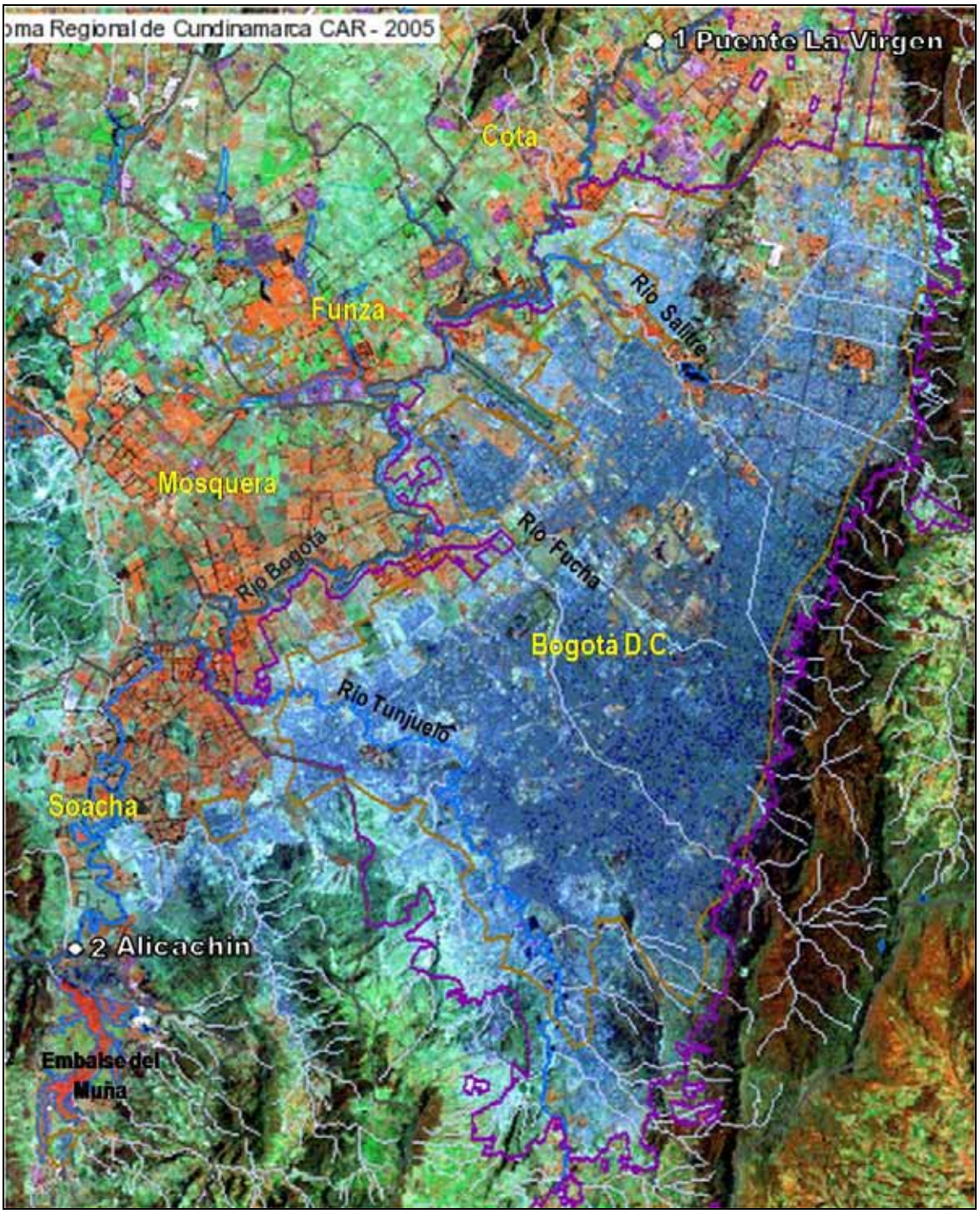
Componente 1 Ampliación y Optimización a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) El Salitre: La ampliación y optimización de la PTAR Salitre de 4 m^3/s con tratamiento primario a un caudal promedio de 8 m^3/s con tratamiento secundario y desinfección.

Componente 2 Adecuación Hidráulica y Mejoramiento Ambiental: La adecuación hidráulica en un tramo de 68 Km. desde Puente la Virgen hasta las compuertas de Alicachín y la creación y mejoramiento de áreas multifuncionales a lo largo del río que contribuyan a la restauración de ecosistemas, el mejoramiento de la calidad del agua y la integración urbano-paisajístico en los espacios públicos.

Componente 3 Estudios para el Manejo Integrado de la Cuenca: Estudios y asistencia técnica directamente vinculados a la sostenibilidad del proyecto, tales como un plan de manejo integral del agua en la Cuenca del Rió Bogotá, un plan para la gestión de biosolidos provenientes de las PTAR en la Ciudad de Bogotá y un estudio de ingeniería para el mejoramiento ambiental y mantenimiento de las obras del río Bogotá.

Componente 4 (Administración y Gerencia): Actividades relacionadas a la administración y gerencia del Proyecto, incluyendo las actividades de salvaguardas ambientales y sociales. Este componente será ejecutado por la CAR.

Figura 1 Localización del Proyecto. Cuenca media del río Bogotá



1.2. Evaluación Ambiental y Plan de Gestión Ambiental (EA)

La CAR en el marco del proceso de solicitud del crédito BIRF con el Banco Mundial, está realizando el documento de Evaluación Ambiental y el Planes de Gestión Ambiental – EA del proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del río Bogotá. La evaluación se realiza con el fin de mitigar los riesgos ambientales y sociales del proyecto, de conformidad con la normativa ambiental a nivel nacional y con las salvaguardas ambientales y sociales del Banco Mundial. Si bien, el impacto ambiental neto del proyecto es positivo, el Banco Mundial lo clasificó como categoría A principalmente por su tamaño y por la necesidad de gestionar sus impactos y riesgos.

La EA tiene como objetivos: i) Enmarcar los componentes del proyecto en la estrategia marco de gestión de la cuenca del río Bogotá; ii) Evaluar el impacto ambiental potencial de las actividades financiadas por el proyecto; y iii) Establecer las medidas de manejo ambiental para la prevención, mitigación, el control o la compensación de los impactos ambientales ocasionados durante las fases de construcción y operación del proyecto. El documento está estructurado en tres volúmenes con sus respectivos anexos:

Volumen I. Estrategia Regional Ambiental: Corresponde al contexto de las estrategias que enmarcan la gestión del agua en la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá y el marco institucional que lo sustenta, y describe como los componentes del presente proyecto contribuyen al logro de los escenarios de mejoramiento de la calidad de agua.

Volumen II. Evaluación Ambiental del proyecto: inicialmente presenta la caracterización del entorno del área de influencia del proyecto, incluyendo los aspectos físicos, bióticos y sociales que describen a los municipios de Soacha, Mosquera, Funza y Cota y a las localidades de Bosa, Kennedy, Fontibon, Engativa y Suba en la ciudad de Bogotá; posteriormente se evalúan los actividades de los componentes del proyecto, sus impactos y beneficios ambientales, así como sus riesgos o impactos potenciales. Del mismo modo se evalúan alternativas de proyecto, y se justifica la selección y enfoque de las actividades a financiar.

Volumen III. Plan de Gestión Ambiental: se compilan las medidas de manejo ambiental propuestas para la prevención, mitigación, control o compensación de los impactos negativos identificados, el plan de contingencia para los riesgos potenciales y el plan de seguimiento y

monitoreo para las medidas propuestas y para los aspectos ambientales significativos en las áreas de influencia.

Anexos: Se describe la metodología para determinar los impactos y beneficios del proyecto, plan detallado de gestión ambiental de los impactos identificados; y documentación adicional, incluyendo datos, figuras y mapas, para apoyar las conclusiones y análisis presentados en los volúmenes.

Este documento está dirigido a los actores de interés, del ámbito nacional e internacional, de los sectores público y privado. Su difusión se ha desarrollado a través de la página web de la CAR y consultas públicas. Se espera que con los aportes de cada uno de los actores y grupos de interés se fortalezca el documento y esto redunde en el mejoramiento de las acciones previstas durante la ejecución de cada componente del proyecto.

A continuación se presenta el Volumen I sobre la estrategia regional ambiental.

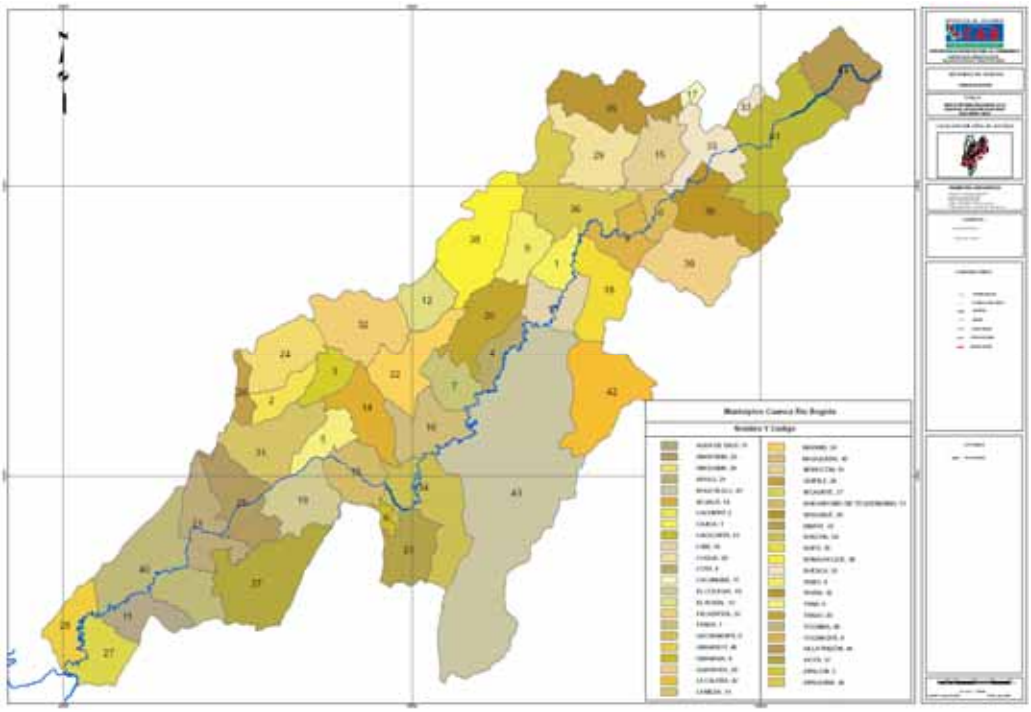
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO BOGOTÁ

El capitulo a continuación describe los aspectos generales de localización de la cuenca del río Bogotá y de sus sub-cuencas, la oferta y la demanda del recurso hídrico y la calidad del agua actual, consecuencia de los diferentes factores de deterioro que se presentan en la región, entre los que se resaltan los vertimientos de aguas residuales domesticas, industriales y el fenómeno de conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial.

2.1. Aspectos generales de la cuenca del río Bogotá

La cuenca hidrográfica del río Bogotá está ubicada en el departamento de Cundinamarca. Limita al norte con el departamento de Boyacá, al sur con el departamento del Tolima, al occidente con las cuencas de los ríos Sumapaz, Magdalena, Negro, Minero, Suárez, Blanco, Gacheta y Machetá. La cuenca del río Bogotá está conformada por 45 municipios y el Distrito Capital, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2 Cuenca del río Bogotá



FUENTE: CAR-Subdirección de Recursos Naturales 2009

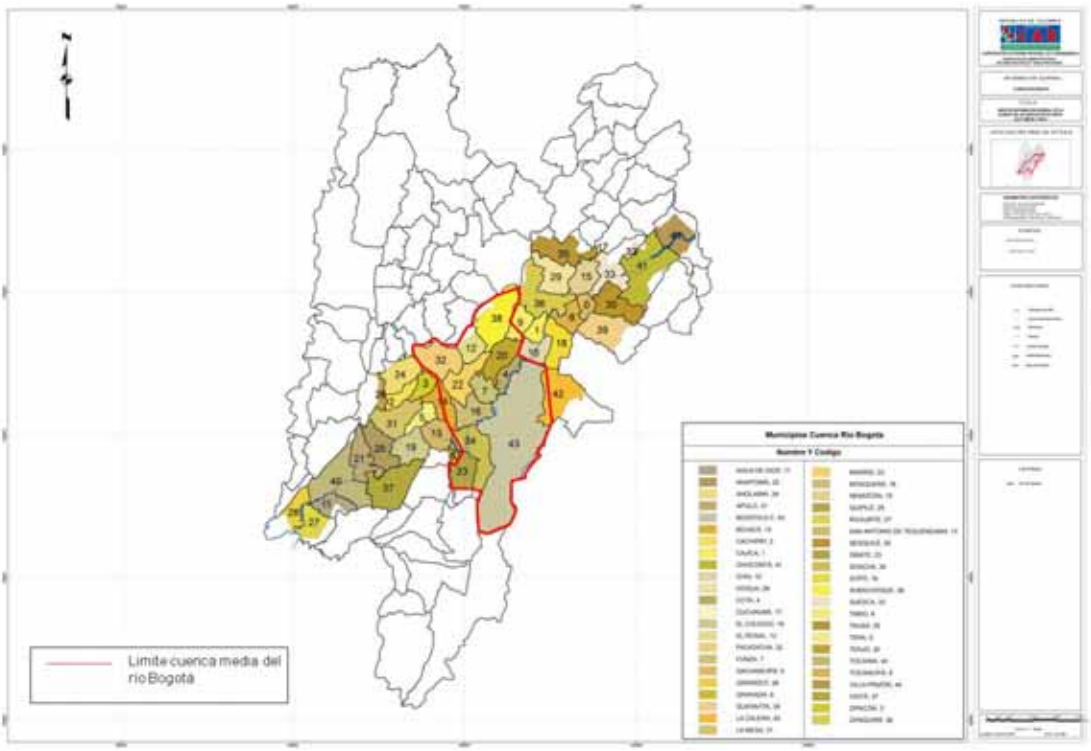
El Acuerdo CAR 43 de 2006, establece que la cuenca se divide en tres sectores.

i) Cuenca Alta: entre el municipio de Villapinzón y la estación hidrometeorológica Puente La Virgen.

ii) Cuenca Media: entre la estación hidrometeorológica Puente La Virgen y las compuertas Alicachín, en inmediaciones del embalse del Muña (A su vez se divide en cuenca media occidental y oriental, en la cual se localiza el Distrito Capital. (Figura 3)

iii) Cuenca Baja: entre El Embalse del Muña y la desembocadura del río Bogotá en el río Magdalena.

Figura 3 Cuenca media del río Bogotá



En el sector comprendido por las Cuencas Alta y Media del Río Bogotá se diferencian dos sistemas: (i) Un sistema natural conformado por los caudales naturales del río, sus afluentes y una serie de lagunas y humedales, localizados generalmente en las zonas de páramo, dando origen a los ríos y quebradas que conforman el sistema; y (ii) un sistema de regulación artificial compuesto por nueve embalses, que tiene una capacidad de almacenamiento de 1200 millones de m^3 de agua aprovechable, y un distrito de riego[3].

En el POMCA[1] río Bogotá se definió como escala de la división las sub-cuencas y se estableció que la cuenca del río está conformada por 19 sub-cuencas de tercer orden. Es importante anotar que en ese contexto la cuenca media está incorporada en las sub cuencas Tibitoc – Soacha y Soacha – Salto y que los documentos y estudios técnicos que se emplearán para la descripción de la cuenca, que se utilizarán en el presente documento, hacen referencia a esta división, por lo que se considera importante hacer desde ahora la homologación de nombres.

La población total asentada en la cuenca del río Bogotá asciende a 7.800.000 habitantes[2] y corresponde al 19% de la población del país, en donde la mayor concentración se ubica en la ciudad de Bogotá D.C. Esta situación se traduce en una sobrepresión sobre los bienes y servicios disponibles en el territorio. En general, la cuenca presenta un paulatino deterioro ambiental debido a la explotación de las zonas que aun conservan su vegetación natural, en especial bosque montano alto y páramos por expansión de la frontera agrícola; lo cual se manifiesta, en un incremento de las amenazas, contaminación, incendios y pérdida de biodiversidad que se refleja en la disminución de la oferta hídrica[3]. Otros factores de presión sobre los recursos de la cuenca son la demanda del recurso hídrico y la disposición de aguas residuales sobre los cuerpos de agua superficial, en especial sobre el río Bogotá.

2.2. Factores de deterioro de la calidad del agua, riesgos.

El río Bogotá nace a los 3300 msnm en el municipio de Villapinzón y desemboca a los 380 msnm en el río Magdalena en el municipio de Girardot. En su recorrido de 336 Km, el río Bogotá recibe las aguas de los ríos Sisga, Neusa, Tibitoc, Tejar, Negro, Teusacá, Frío, Chicú, Salitre, Fucha, Tunjuelo, Siecha, Balsillas, (que a su vez recoge las aguas de los ríos Subachoque y Bojacá), Calandaima y Apulo.

Cuenca alta

La calidad del agua del rio en su cuenca alta se ve afectada por los vertimientos de aguas residuales domesticas de municipios que aún no cuentan con sistema de tratamiento (por ejemplo Villapinzón), por la carga residual municipal de los efluentes de las Plantas de aguas

[1] Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Bogotá. Instrumento de planeación reglamentado por el Decreto 1729 de 2002.
[2] El POMCA río Bogotá estima la población de la cuenca, sin Bogotá, en 1.297.752 habitantes y el PGAR 2001 – 2010 reporta la población de Bogotá en 6.500.000 habitantes.
[3] CAR. POMCA Río Bogotá, 2006

Residuales – PTAR existentes (Chocontá, Sesquilé, otros), por los vertimientos de las industrias y la contaminación no puntual proveniente de las actividades agropecuarias.

Cuenca media.

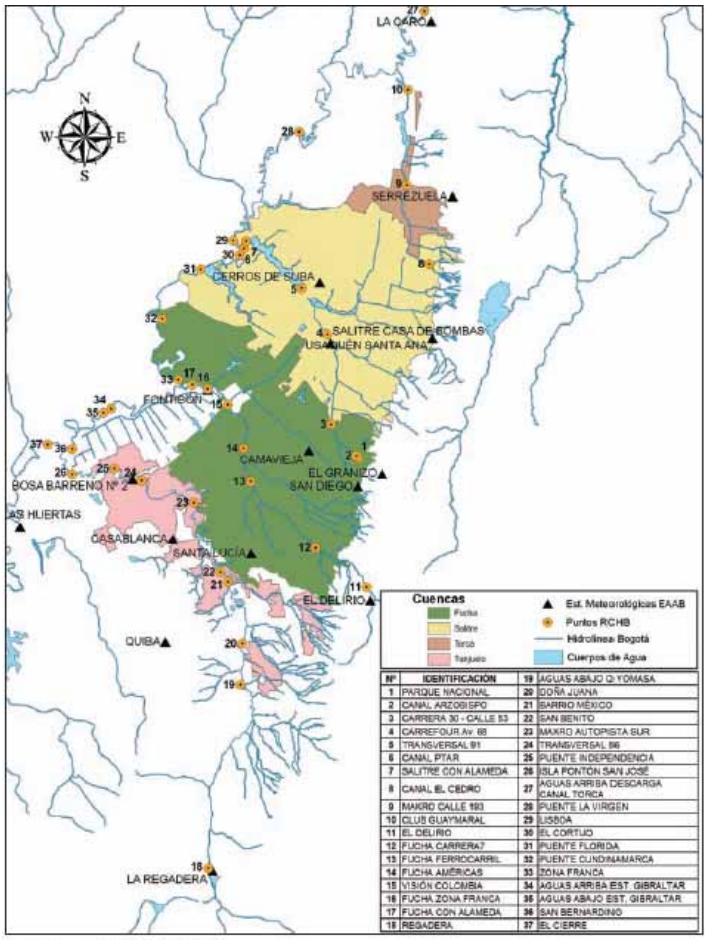
En la cuenca media el rio Bogotá se ve afectado por vertimientos industriales, de las los establecimientos que vierten directamente al rio, y por la carga residual municipal de los efluentes de la PTAR existentes (entre ellas, Zipaquirá, Cajicá, Chía, Tocancipá). Sin embargo, la causa fundamental del deterioro de la calidad del rio en la cuenca media, lo constituyen los vertimientos de la ciudad de Bogotá, a través de los ríos urbanos y canales de aguas de escorrentía.

La carga contaminante de la ciudad está constituida por las aguas servidas de una población de 7 millones de habitantes, las conexiones erradas, los vertimientos industriales, los aportes de sólidos originados de los procesos erosivos de los cerros orientales y de malas prácticas de disposición de residuos sólidos en canales y sumideros.

Sistema Hídrico de Bogotá.

El sistema hídrico de Bogotá está conformado por el canal Torca y los ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo. Estos ríos transportan la escorrentía superficial de la ciudad y los vertimientos de los usuarios que presentan conexiones erradas o no están conectados a la red de alcantarillado sanitario. A continuación una descripción general de los tributarios urbanos de la ciudad.

Figura 4 Tributarios Urbanos de Bogotá



Fuente: Convenio 005/2006 SDA - EAAB-ESP.

2.2.1. Canal Torca

La cuenca del canal Torca tiene un área de drenaje sanitario de 1.397 hectáreas y su eje principal cuenta con una longitud de 4,24 Km. desde el canal Serrezuela hasta el humedal Torca. Nace en los cerros orientales y desemboca al sistema humedal Torca-Guaymaral a altura de la Autopista Norte, en cercanía a los terrenos del cementerio Jardines de Paz[4].

El sistema troncal de drenaje se encuentra como un sistema separado, que tiene como ejes en la zona nororiental el drenaje de lluvias, que lleva hacia los humedales de Torca y Guaymaral, y a su vez drena al norte de la cuenca media del rió Bogotá.

[4] Calidad del sistema hídrico de Bogotá. -- 1a ed. -- Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana: Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaria Distrital de Ambiente: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2008.

En la zona occidental la red de alcantarillado está conformada por:

a. Sistema sanitario: conformado por el interceptor del río Bogotá-Torca-Salitre, al cual llegan las aguas residuales y las conduce hasta la planta de tratamiento del Salitre.

b. Sistema pluvial: conformado por el canal El Cedro (que más adelante se llama el canal Torca), que recibe los canales San Cristóbal y Serrezuela, lleva después las aguas al humedal Torca, para posteriormente entregarlas a la cuenca media del rió Bogotá.

La principal fuente de contaminación en el Canal Torca corresponde a la red de alcantarillados (sanitarios, pluviales o ambas). Otra fuente de contaminación son las aguas de escorrentía provenientes de las canteras ubicadas en el costado nororiental de la ciudad[5].

2.2.2. Río Salitre o Juan Amarillo

La cuenca del Salitre tiene un área de drenaje de 13.964 hectáreas, y está localizada en el sector centro-norte del Distrito Capital[6]. El eje principal de esta cuenca tiene una longitud de 21,56 Km. y nace en los cerros orientales con el nombre de quebrada del Arzobispo. Al ingresar a la ciudad es canalizada desde el parque Nacional hasta el humedal Juan Amarillo; finalmente desemboca en el rió Bogotá.

Hacen parte de esta cuenca las quebradas Delicias, La Vieja, La Chorrera, Cataluña, La Canadá, Luce, Moraji, Chico, Los Cerros, Los Rosales, entre otras. También hacen parte de ella los humedales Jaboque, Santa María del Lago, Córdoba y Juan Amarillo.

Las principales fuentes de contaminación de esta corriente son aguas residuales domesticas. Cada uno de estos vertimientos aporta especialmente materia orgánica, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes totales y E. Coli.

2.2.3. Río Fucha

La cuenca del rió Fucha comprende un área de 12.991 hectáreas urbanas y 4.545 hectáreas en la parte rural (correspondiente a los cerros orientales). Está localizada en el sector centro-sur del Distrito Capital, y drena las aguas de oriente a occidente para finalmente entregarlas al rió

[5] Ibid.
[6] Ibid.

Bogotá[7]. El eje principal de drenaje de la cuenca tiene una longitud total de 24,34 Km., inicia en la zona suroriental de la misma donde recibe el nombre de rió San Cristóbal. En este punto se encuentra con su cauce natural que toma dirección oriente occidente, hasta desembocar en el rió Bogotá, en inmediaciones de la Zona Franca de Fontibón. Hace parte de esta cuenca los canales San Blas, Los Comuneros, Albina, Rió Seco y las quebradas Finca, San José, La Pena, Los Laches, San Cristóbal, San Francisco, Santa Isabel, Honda, entre otras. Como ecosistemas asociados se encuentran los humedales de Techo, El Burro, La Vaca y Capellanía.

La red de alcantarillado de esta cuenca consta de tres sistemas (combinado, pluvial y sanitario) con una longitud existente de 1.787 km. La red combinada está localizada al oriente de la cuenca y drena, a través de los respectivos canales e interceptores, hacia un área donde el sistema está separado (pluvial y sanitario).Las principales fuentes de contaminación de esta corriente son aguas residuales domesticas e industriales. Cada uno de estos vertimientos aporta especialmente materia orgánica, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes totales y Coliformes Fecales (E. Coli).

2.2.4. Río Tunjuelo

El rió Tunjuelo nace en el páramo de Sumapáz por encima de los 3.700 Msnm; el rió Tunjuelo drena la zona sur de la ciudad hacia el río Bogotá, con una extensión de 28,27 Km., siendo su área de drenaje urbana 41.427 hectáreas y 4.237 hectáreas rurales[8].

El rió Tunjuelo drena hacia el rió Bogotá, siendo la subcuenca de mayor extensión (390 km^2); en ella se asienta el 30% de la población de Bogotá. El sistema sanitario está compuesto principalmente por los interceptores Tunjuelo Medio –primera etapa, Comuneros– Lorenzo Alcatruz y Limas; las estaciones de bombeo Grancolombiano, Cartagenita e Isla Pontón San José que descargan al rió Tunjuelo; en un futuro, entregaran al interceptor Tunjuelo-Canoas con descarga final a la planta de tratamiento de aguas residuales de Canoas (proyectada). El sistema pluvial del rió Tunjuelo lo constituyen las quebradas Chiguaza, Limas, Yomasa, El Triangulo, El Zuque, Santa Librada, Juan Rey, La Pichosa, Moralvia, Nueva Delhi, Gaviotas, Zanjón de la Estrella y Trompeta; canales como San Carlos, San Vicente I y II; el sistema de amortiguación de crecientes (cuencas altas rural y urbana hasta San Benito) y la presa de

[7] Ibid, pag 108.
[8] Calidad del sistema hídrico de Bogotá. -- 1a ed. -- Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana: Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaria Distrital de Ambiente: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2008.

Cantarana. La principal fuente de contaminación en el río Tunjuelo es el vertido de aguas residuales domésticas e industriales. En el Cuadro 1 se presenta la calidad del agua para condiciones de caudal promedio de los ríos urbanos, de acuerdo con los estudios realizados por EAAB y la SDA[9].

Cuadro 1 Rios urbanos de la Ciudad de Bogotá, calidad del agua

	Caudal Promedio	DBO mg/l	DQO mg/l	Oxigeno Disuelto mg/l	Sólidos Suspendidos mg/l
Canal Torca	0,526	57	140	0,4	62
R. Salitre	4,66	268	895	2	94
R. Fucha	9,168	243	621	0	189
R. Tunjuelo	6,685	195	569	0,1	346

Fuente: Calidad del sistema hídrico de Bogotá – 1 a ed – Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana: Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría de Ambiente: Empresa de Acueducto Y alcantarillado de Bogotá, 2008.

2.2.5. Contaminación por vertimientos industriales.

La presencia de contaminación industrial en las aguas de los tributarios urbanos al río Bogotá, fue evaluada por la SDA y la EAAB, en el estudio Calidad del sistema hídrico de Bogotá, realizado en el 2006. Como resultado del estudio, se estableció la condición de los tributarios urbanos en relación con la presencia de metales pesados, contaminantes necesariamente asociados con vertimientos industriales. En relación con la presencia de metales pesados el estudio estableció para cada uno de los tributarios:

Canal Torca: En el canal Torca se observo que el plomo presento la mayor concentración promedio (0,5 mg/l) respecto a las otras corrientes superficiales, debido a un evento atípico puntual que se presento en el canal El Cedro (7,9 mg/l). Asimismo, se registro la presencia de zinc, manganeso y cromo total en valores bajos (trazas) que no superaron los límites establecidos por la normatividad para los objetivos de calidad y usos (Acuerdo 43 de 2006 de la CAR y Decreto 1594/84 del Ministerio de Agricultura).

Río Salitre: En el rió Salitre el zinc registro la mayor concentración promedio (0,23 mg/l) con relación a los otros metales, y en el último tramo se presento una concentración promedio (0,23

[9] Ibid, pagina 108.

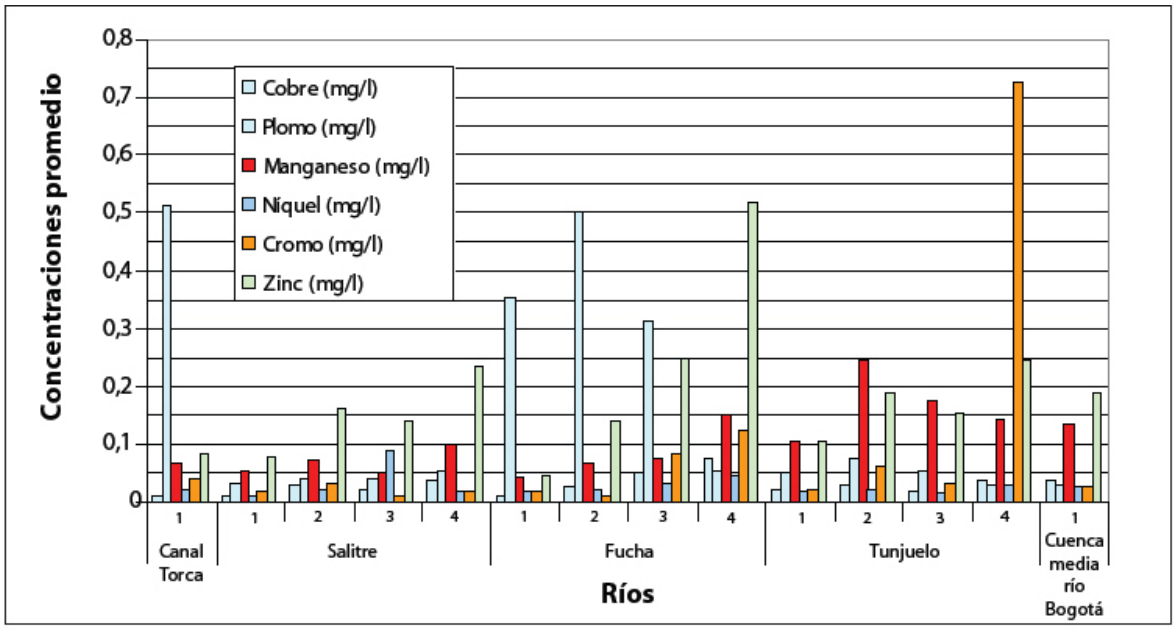
mg/l) que supero el valor referenciado para la preservación de la vida acuática (0,18 mg/l). Un comportamiento similar tuvo el cobre, con un valor promedio mayor (0,037 mg/l) que el límite establecido para el mismo uso (0,02 mg/l). Los otros metales presentaron concentraciones promedio de trazas que cumplen con la normatividad para todos los usos y para los objetivos de calidad.

Rió Fucha: En el rió Fucha, el plomo presento la mayor concentración promedio respecto a los otros metales estudiados; esta tendencia se registro en todos los tramos y los valores superaron el límite establecido por la normatividad para uso y preservación de la vida acuática (IPMCA). Las concentraciones promedio de cobre registraron mayores valores en los tres últimos tramos del rió, respecto al límite referenciado para el uso de IPMCA (0,02 mg/l). Al comparar las concentraciones promedio de los metales se concluye que en esta corriente se presentaron las mayores concentraciones de zinc (0,23 mg/l), lo cual se asocio al sector productivo de metalmecánica (procesos de galvanoplastia, zincado de piezas metálicas).

Río Tunjuelo: En el rió Tunjuelo, el cromo total presento la mayor concentración promedio (0,2 mg/l) respecto a las otras corrientes superficiales y a los otros metales estudiados, esto debido a la presencia de curtiembres, las cuales se ubican en el tramo 4 donde descarga el interceptor Tunjuelo Medio que recoge las aguas residuales de San Benito. Los metales que registraron concentraciones mayores fueron el zinc y manganeso (0,17 mg/l), siendo el primero utilizado en la industria de recubrimientos metálicos y el segundo asociado a los residuos de la industria extractiva y de triturados para agregados. Además, se observa que la concentración promedio de manganeso fue mayor en el rió Tunjuelo y que los otros metales estudiados mostraron valores menores de 0,2 mg/l.

Río Bogotá Cuenca Media. En el análisis del efecto de la contaminación de la ciudad de Bogotá y de la región en la cuenca media del rió, el estudio concluyó: El zinc y el manganeso presentaron las mayores concentraciones promedio (0,19 y 0,13 mg/l, respectivamente); estos metales tienen origen en las aguas residuales generadas por el sector galvánico y de pinturas, entre otros. En relación con el manganeso, este metal puede estar presente en el rió por la descarga de las aguas residuales de la industria química y por el uso de fertilizantes a base de sulfato de manganeso en cultivos de papa, en sectores por donde pasa la fuente superficial. Para los otros metales se registraron valores menores de 0,1 mg/l. En la Figura 5 se presentan los resultados de los muestreos de metales pesados, en estas cuencas.

Figura 5 Concentración de metales pesados en sistema hídrico de Bogotá



Fuente: Convenio 005/2006 SDA - EAAB-ESP.

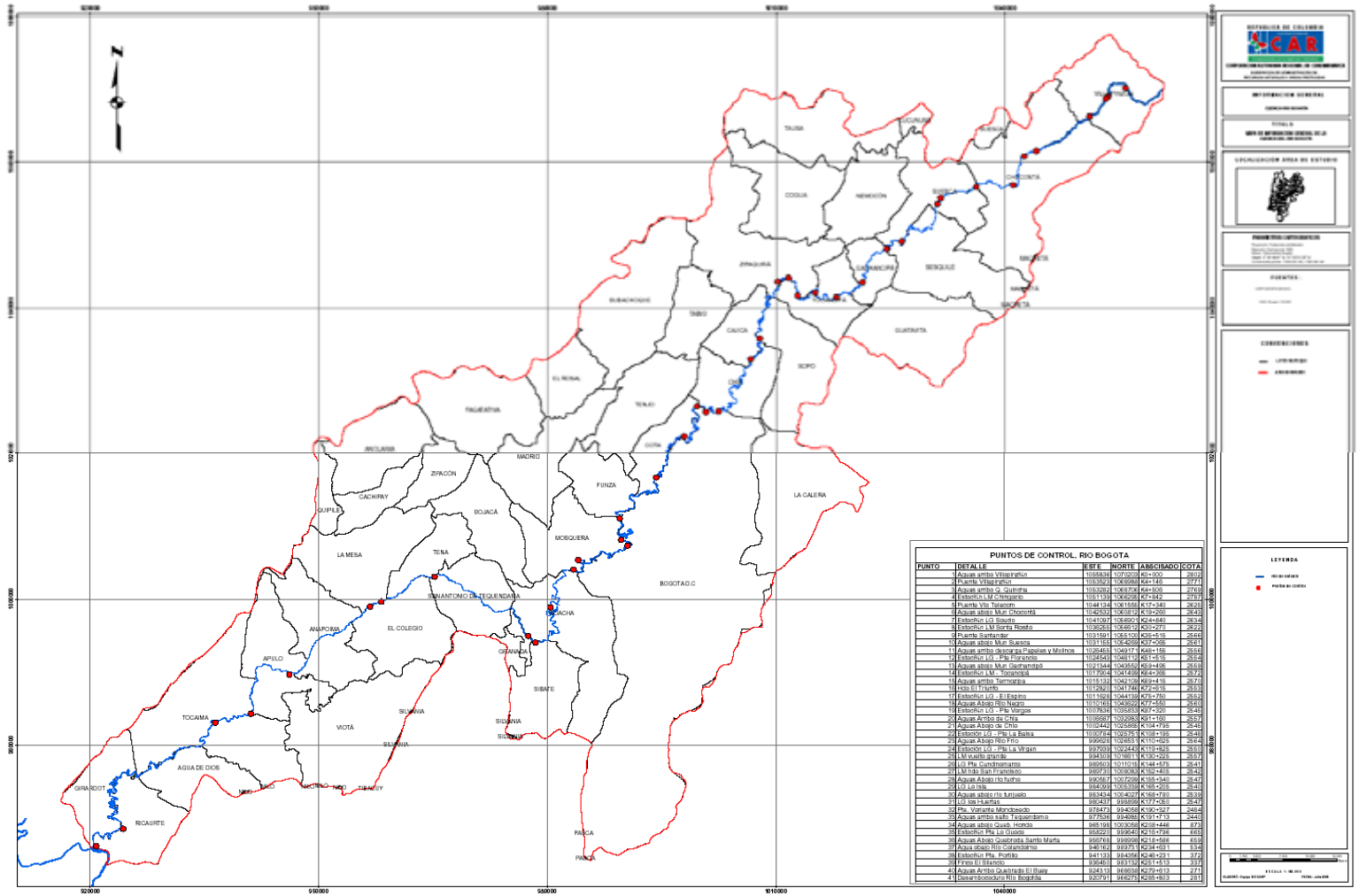
En el canal Torca y en el río Salitre, se aprecian los menores valores de carga contaminante de los metales analizados, y en los ríos Fucha y Tunjuelo se observa la influencia de diferentes sectores productivos ubicados en las áreas aferentes, tales como metalmecánica, químicas y curtiembres, respectivamente.

Rio Bogotá Cuenca Baja. La calidad del agua del rio, en su cuenca baja es afectada por los vertimientos de aguas residuales domesticas de municipios que aún no cuentan con sistema de tratamiento (por ejemplo Tocaima, Apulo, etc.), por la carga residual municipal de los efluentes de las Plantas de aguas Residuales – PTAR existentes (Anapoima, otros), la contaminación no puntual proveniente de las actividades agrícolas, siendo la más representativa el beneficio del café.

2.3. Calidad del agua en la cuenca del río Bogotá

La CAR hace seguimiento a la calidad de las fuentes superficiales en su jurisdicción mediante programas permanentes de monitoreo; para la cuenca del rio Bogotá, se han establecido estaciones de control, las cuales se presentan en la Figura 6.

Figura 6 Estaciones para el seguimiento de la calidad del agua en el río Bogotá



FUENTE: CAR, 2009

Monitoreo de la calidad del río Bogotá 2008

La CAR regularmente realiza programas de monitoreo de los ríos es su área de jurisdicción, en general se realizan dos campañas anuales, que cubren periodos de verano e invierno. En el rio Bogotá se cuentan con 24 puntos de control, en donde se toman muestras para análisis físico químico y bacteriológico. Ver ubicación de puntos de control en el Cuadro 2. Los programas de muestreo y los análisis de laboratorio son realizados por el Laboratorio de Aguas de la Corporación.

De acuerdo con los resultados del programa de monitoreo de 2008 el río Bogotá presenta los niveles de calidad física, química, bacteriológica y biológica que se describen a continuación.

2.3.1. Calidad físico-química.

Los parámetros de calidad en el rio Bogotá, correspondientes al monitoreo del 2008, se presentan en los cuadros 2 y 3. Los perfiles de concentración para Oxigeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxigeno, Demanda Química de Oxigeno y Sólidos Totales se presentan en las figuras 7, 8, 9, 10 y 11. En general la calidad físico química del rio indica que en la cuenca alta[10], existen niveles de oxigeno disuelto, DBO_5 y SST conformes a los objetivos de calidad del agua propuestos por la CAR a diferencia de las condiciones de las cuencas media y baja, donde la calidad del recurso no es apta para los usos propuestos. En algunos trayectos se presentan condiciones anaeróbicas y la concentración de oxigeno disuelto solo se recupera después del Salto de Tequendama.

[10] La CAR ha sectorizado la cuenca del río Bogotá así: 1. Cuenca Alta-Superior al sector comprendido entre Villapinzón y Tibitoc; 2. Cuenca Alta-Inferior entre Tibitoc y la estación hidrometeorológica la Virgen; 3. Cuenca Media entre la estación hidrometeorológica la Virgen y las compuertas Alicachín, en inmediaciones del embalse del Muña; 4. Cuenca Baja – superior desde El Embalse del Muñá hasta la descarga del río Apulo; 5. Cuenca Baja Inferior desde la descarga del río Apulo hasta la desembocadura del río Bogotá en el Magdalena.

Cuadro 2 Estudio de calidad del agua en el río Bogotá. 2008

Detalle	Abscisado	Coliformes Totales *	E. coli *	DBO *	DQO *	Fósforo Total	Oxigeno Disuelto *
Río Bogotá, aguas arriba de Villapinzón	K0+000	13000	910	1,7	15,6	0,04	4,50
Rió Bogotá, Estación Puente Villapinzón	K4+146	24000	9200	2,4	23	0,07	4,80
Río Bogotá, aguas abajo del Municipio de Chocontá.	K19+100	240000	18000	6,6	26,8	0,16	4,60
Rió Bogotá, En Puente Santander Municipio de Suesca	K35+515	10000	1400	2	39,8	<LD	6,30
Río Bogotá, aguas abajo del Municipio de Suesca	K37+065	60000	9900	4,8	28,8	0,20	6,90
Río Bogotá, aguas arriba Descarga de Papeles y Molinos.	K48+155	24000	5500	2,4	22,8	0,08	6,10
Río Bogotá, Aguas Debajo de Vertimientos del Municipio de Gachancipa.	K59+495	140000	12000	7,4	24,6	0,25	4,30
Río Bogotá, Estación Puente Tocancipa. Antes de PTAR de Tocancipa.	K64+365	240000	5700	11,2	42,6	0,55	3,90
Río Bogotá, aguas abajo de Río Negro.	K77+550	550000	11000	7,5	46,9	0,48	1,00
Río Bogotá, aguas arriba del Municipio de Chía.	K91+160	200000	7800	10	54,4	0,54	1,30
Río Bogotá aguas abajo de Vertimientos (PTAR) del Municipio de Chía.	K104+795	1100000	42000	10,6	49,7	0,62	1,10
Río Bogotá aguas abajo de Engativa.	K139+095	32000000	3E+06	115	229	3,42	0,80
La Ramada.	K139+955	150000	1000	16,7	43,4	0,96	0,70
Aguas abajo Río Frío	K110+625	240000	21000	5,9	27	0,43	2,10
Estación Puente La Virgen.	K119+825	240000	170000	17	42,2	0,73	0,80
Río Bogotá Aguas Debajo de Río Fucha	K155+340	120000000	4E+06	105	235	3,35	1,40
Río Bogotá, Estación de Bombeo Gibraltar.	K158+740	69000000	4E+06	132	246	3,70	0,60
Río Bogotá, aguas abajo Río Tunjuelo	K168+780	170000000	1E+07	132	245	5,30	0,50
Río Bogotá, Estación Las Huertas.	K177+050	92000000	2E+06	98,7	255	4,28	1,00
Río Bogotá aguas arriba del Salto del Tequendama.	K191+713	52000000	2E+06	70	214	3,61	3,80
Río Bogotá, aguas abajo de Santa Marta	K218+586	150000000	2E+06	36	92,9	2,98	5,60
Río Bogotá, Después de Confluencia del Río Calandaima.	K234+631	73000000	1E+06	59,3	146	3,63	4,80
Río Bogotá aguas abajo de La Quebrada Honda.	K208+446	980000	5200	42,7	51,3	1,56	7,00
Desembocadura Río Bogotá	K285+803	3500000	1E+05	34	84,9	2,07	1,10

*Coliformes Totales (NMP/100 mL); E. Coli (NMP/100mL); DBO (mg/L); DQO (mg/L); Fosforo total (mg/L); Oxigeno Disuelo (mg/L)
LD: Límite detectable

Cuadro 3. Estudio de calidad del agua en el río Bogotá. 2008.

Detalle	Abscisado	N-Amoniacal	N-Nitrito	N-Nitrato	pH *	Sólidos Totales	Plomo
Río Bogotá, aguas arriba de Villa pinzón	K0+000	0,02	<LD	0,2	8,0	40,0	<LD
Rió Bogotá, Estación Puente Villa pinzón	K4+146	0,11	0,002	0,3	6,9	66,7	<LD
Río Bogotá, aguas abajo del Municipio de Chocontá.	K19+100	1,70	0,030	0,4	6,3	147,0	<LD
Rió Bogotá, En Puente Santander Municipio de Suesca	K35+515	0,19	0,027	0,9	5,7	80,0	<LD
Río Bogotá, aguas abajo del Municipio de Suesca	K37+065	0,16	0,023	1,1	6,7	133,0	<LD
Río Bogotá, aguas arriba Descarga de Papeles Y Molinos.	K48+155	0,16	0,015	0,6	5,7	60,0	<LD
Río Bogotá, Aguas Debajo de Vertimientos del Municipio de Gachancipa.	K59+495	0,34	0,018	0,8	7,1	107,0	<LD
Río Bogotá, Estación Puente Tocancipa. Antes de PTAR de Tocancipa.	K64+365	0,61	0,034	0,9	6,8	127,0	<LD
Río Bogotá, aguas abajo de Río Negro.	K77+550	2,28	0,041	0,5	7,0	261,0	<LD
Río Bogotá, aguas arriba del Municipio de Chía.	K91+160	1,68	0,025	0,4	6,9	113,0	<LD
Río Bogotá aguas abajo de Vertimientos (PTAR) del Municipio de Chía.	K104+795	1,96	0,025	0,3	6,9	144,0	<LD
Río Bogotá aguas abajo de Engativa.	K139+095	20,27	0,002	0,4	7,4	376,0	<LD
La Ramada.	K139+955	18,44	<LD	0,2	6,8	923,0	<LD
Aguas abajo Río Frío	K110+625	1,59	0,033	0,9	7,9	127,0	<LD
Estación Puente La Virgen.	K119+825	3,01	0,037	0,3	7,0	204,0	<LD
Río Bogotá Aguas Debajo de Río Fucha	K155+340	22,75	0,003	0,3	7,2	410,0	
Río Bogotá, Estación de Bombeo Gibraltar.	K158+740	26,19	0,003	0,3	7,1	410,0	
Río Bogotá, aguas abajo Río Tunjuelo	K168+780	25,83	0,002	0,8	7,1	410,0	0,20
Río Bogotá, Estación Las Huertas.	K177+050	24,13	<LD	0,4	7,4	370	<LD
Río Bogotá aguas arriba del Salto del Tequendama.	K191+713	22,11	<LD	0,4	7,7	310	<LD
Río Bogotá, aguas abajo de Santa Marta	K218+586	16,63	0,067	1,2	7,6	350	<LD
Río Bogotá, Después de Confluencia del Río Calandaima.	K234+631	20,04	<LD	0,3	7,6	390	<LD

Detalle	Abscisado	N-Amoniacal	N-Nitrito	N-Nitrato	pH *	Sólidos Totales	Plomo
Río Bogotá aguas abajo de La Quebrada Honda.	K208+446	2,93	1,457	2,9	8,1		<LD
Desembocadura Río Bogotá	K285+803	17,52	0,029	0,6	6,9	550	<LD

*Coliformes Totales (NMP/100 mL); E. Coli (NMP/100mL); DBO (mg/L); DQO (mg/L); Fosforo total (mg/L); Oxigeno Disuelo (mg/L)
LD: Límite detectable

En Colombia los usos del agua de los cuerpos hídricos fueron reglamentados, con base en su calidad físico-química y bacteriológica, a través del Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura. Posteriormente, la CAR reglamento los usos potenciales del agua del río Bogotá y los objetivos de calidad esperados para el año 2020 mediante el Acuerdo 43 de 2006. En el Cuadro 4 se observan los criterios de calidad físico-química para el uso del recurso hídrico, según las regulaciones nacionales y regionales vigentes.

Cuadro 4 Criterios de calidad físico química del agua

Parámetro	Unidades	Consumo humano con tratamiento convencional		Uso agrícola y pecuario	
		Decreto 1594/84[11]	Acuerdo CAR 43 2006[12]	Decreto 1594/84[13]	Acuerdo CAR 43 2006[14]
PARAMETROS ORGANICOS					
DBO5	mg/L		7		50
OD	mg/L		4		
PARAMETROS NUTRIENTES					
AMONIACO-N	mg/L	1			
NITRATOS-N	mg/L	10	10		
NITRITOS-N	mg/L	10	10	10	10
SÓLIDOS					
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L		10		40
COLOR	UPC	75			

Los parámetros relacionados previamente, solo son una muestra de los estándares establecidos por la legislación nacional. En el presente documento se utilizan estos parámetros por su representatividad en el tema de calidad del agua.

2.3.2. Calidad bacteriológica

En general la calidad bacteriológica del río indica que las concentraciones de Coliformes Totales y Coliformes Fecales (E. Coli) son altas (superiores a 1000 NMP/100 mL), impidiendo su uso directo ó indirecto para actividades humanas ó agrícolas (Figura 14).

[11] Artículo 38: Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso humano y doméstico son los que se relacionan a continuación, e indican que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional.
[12] 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.
[13] Artículo 40: Los criterios admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola.
[14] CLASE IV.- Corresponde a valores de los usos agrícola con restricciones y pecuario.

En el Cuadro 5 se observan los criterios de calidad bacteriológica para el uso del recurso hídrico, según las regulaciones nacionales y regionales vigentes.

Cuadro 5 Criterios de calidad bacteriológica del agua

Parámetro	Expresado como	Consumo humano con tratamiento convencional		Uso agrícola	
		Decreto 1594/84	Acuerdo 43/2006	Decreto 1594/84	Acuerdo 43/2006
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	20000	5000		20000
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	2000			

Figura 7 Perfil longitudinal cuenca del río Bogotá Oxígeno Disuelto

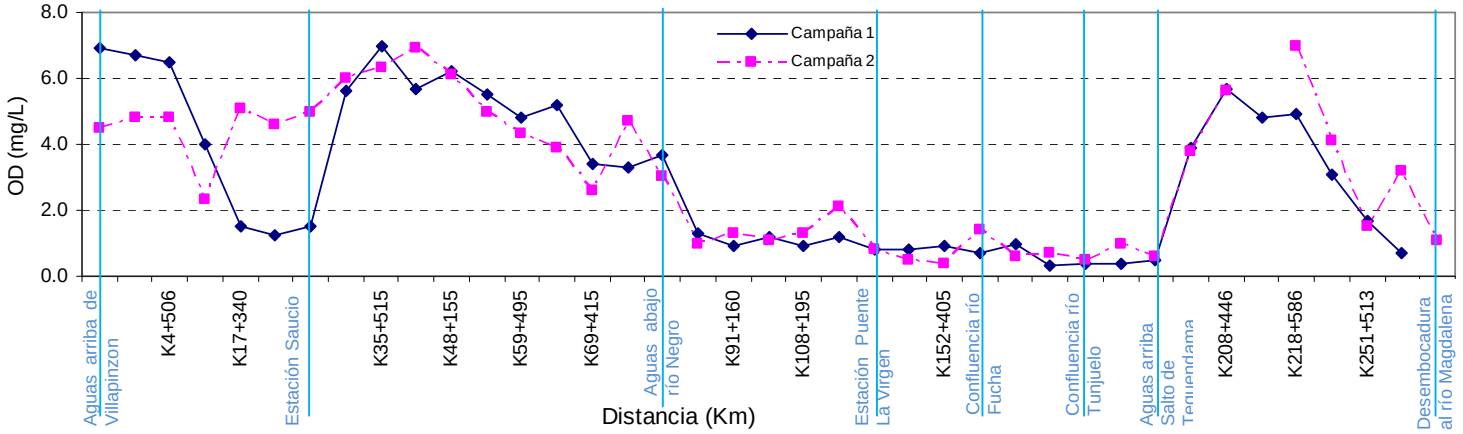


Figura 8 Perfil longitudinal cuenca del río Bogotá DBO_5

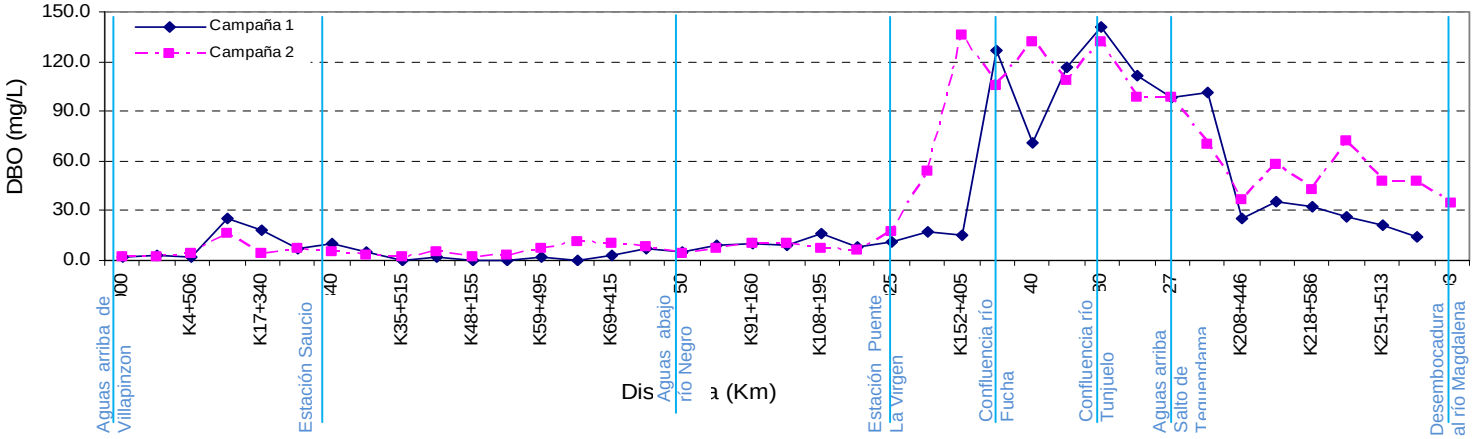


Figura 9 Perfil longitudinal cuenca del río Bogotá DQO

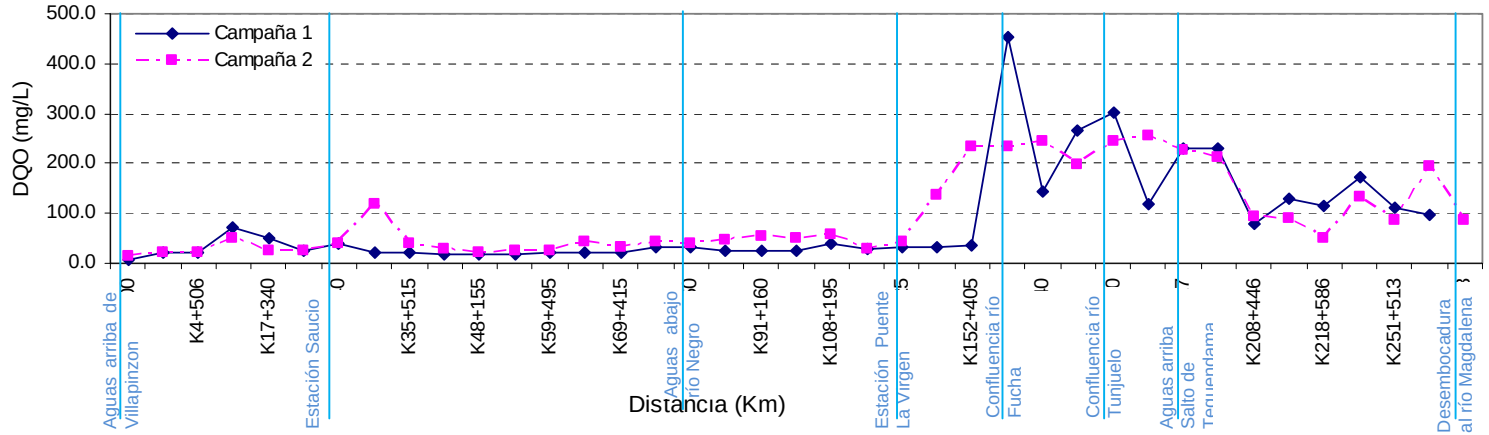


Figura 10 Perfil longitudinal cuenca del río Bogotá Sólidos totales

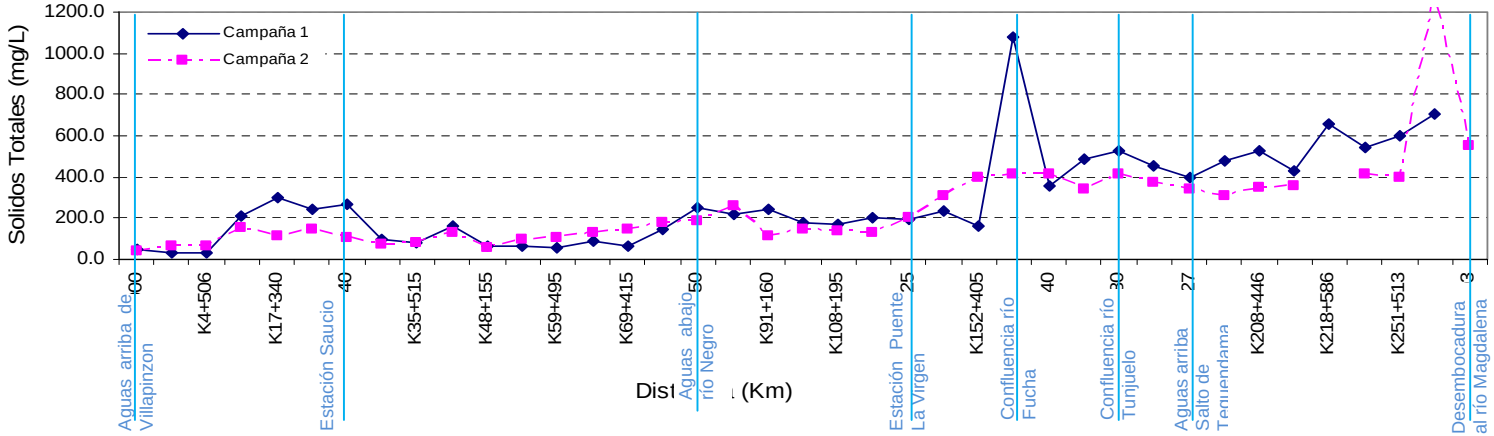
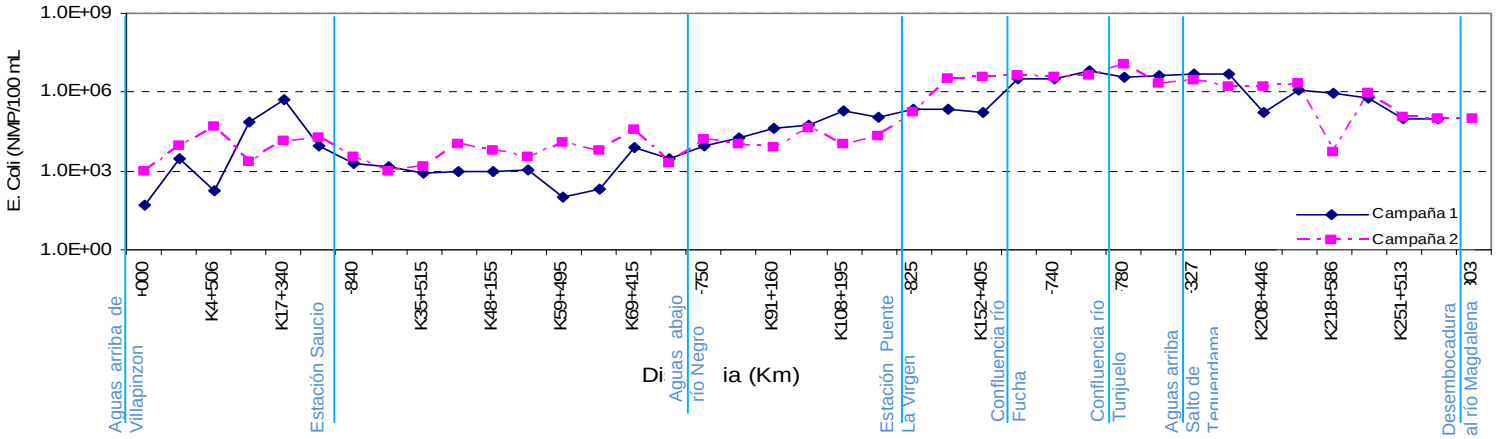


Figura 11 Perfil longitudinal Cuenca del río Bogotá E. Coli



2.3.3. Calidad biológica

Los estudios de calidad biológica en los cuerpos de agua, se han desarrollado de manera esporádica. En algunos humedales se han desarrollado estudios hidrobiológicos por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la Secretaria Distrital del Ambiente.

Recientemente la Universidad Nacional de Colombia desarrolló una metodología para el establecimiento de valores de bioindicación para macroinvertebrados acuáticos en la Sabana de Bogotá, investigación que se centro en el rio Bogotá[15]. Los resultados del estudio concluyeron que en relación con el actual nivel de contaminación orgánica del rio Bogotá, este tiene una condición polisapróbica, en la cual los tubifícidos, nematodos y algunos dípteros son las únicas formas metazoarias existentes. A partir del nivel de polisaprobia hacia abajo normalmente no se encuentran metazoarios.

Otro estudio desarrollado por la misma institución académica, pero cuyo objeto fue la ecología de los ríos de montaña de los Andes Colombianos, concluyó en relación con el rio Bogotá que “Las familias de invertebrados acuáticos predominantes corresponden a la Tubificidae, especialmente los géneros Tubifex y Limnodrilus, Chironomidae; así mismo, Physidae, Planariidae, Tupulidae y Psychodidae.

De los estudios anteriores se concluye que las especies y géneros de microorganismos presentes en el río Bogotá son típicos de una condición de contaminación orgánica media a alta, denominada condición polisapróbica.

2.3.4. Conclusiones sobre la calidad del agua en el rió Bogotá.

En la zona cercana al nacimiento del río Bogotá antes de las descargas del municipio de Villapinzón, el nivel de oxígeno disuelto se encuentra por encima de 6.0 mg/L, valor suficiente para mantener condiciones aerobias que permitan la supervivencia de distintas especies.

[15] Riss, et al, 2002

Desde el municipio de Villapinzón y hasta la descarga del embalse del Sisga, la concentración de oxigeno disuelto presenta grandes oscilaciones (1-7 mg/l); su presencia se ve favorecida por la capacidad de autodepuración del río y los aportes de los embalses de Tominé y Sísga. Los parámetros DBO y ST se encuentran por debajo de los 30 mg/L y 300 mg/L respectivamente.

En el trayecto de la cuenca alta inferior, la calidad del río se ve afectada al recibir los aportes del río Negro asociados con los vertimientos del municipio de Zipaquirá, el oxígeno disuelto se reduce de 6.5 mg/l hasta 2.5 mg/l; la DBO se mantiene en el orden de 15 mg/l, debido a los aportes de los embalses de la cuenca alta superior y del embalse del Neusa, a través del rio de su mismo nombre.

A partir de la descarga del rio Negro el oxigeno disuelto disminuye de 3.5 hasta 1.0 mg/l, en cercanías del municipio de Chía. La DBO presenta una tendencia ascendente alcanzando valores del orden de 20 mg/l, antes de los vertimientos del municipio de Chía.

En la cuenca media a la entrada de la ciudad, se suman las descargas del canal Torca y de los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo donde los parámetros de referencia adoptan valores altos, la DBO y los ST se encuentran en el orden de 120 y 400 mg/L respectivamente. La concentración de oxigeno disuelto presenta valores inferiores a 1.0 mg/l, con eventos de anoxia, mostrando el gran impacto que la ciudad de Bogotá particularmente sus vertimientos causan sobre el río.

En la cuenca baja superior, el oxígeno disuelto presenta un comportamiento atípico en relación con el contenido de DBO de las aguas del rio Bogotá, se encuentran valores que en el intervalo de 1 mg/ a 7 mg/l , se observan valores cercanos a saturación en el sector de la descarga de las cadenas de generación hidroeléctrica (fenómeno asociado al proceso de reaireación en las turbinas de generación, y a las altas pendientes de descenso), posteriormente una rápida disminución de la concentración hasta valores cercanos a 1 mg/l, debido a la alta carga orgánica aún presente en las aguas del rio. El rio Bogotá en el sector de la cuenca baja presenta una notable capacidad de autodepuración debido a las fuertes pendientes que inducen procesos de reaireación, lo cual se evidencia

por la disminución de la concentración de DBO con reducción del orden de 90 mg/l hasta 30 mg/l .

La presencia de metales pesados a lo largo del río se viene monitoreando permanentemente, se ha identificado una tendencia al incremento en su presencia en la cuenca media, debido a la gran industria localizada en la ciudad de Bogotá. En la cuenca alta y media, antes de la entrada de los efluentes de la ciudad al rio, no se han presentado episodios en donde se excedan los criterios admisibles para consumo humano con tratamiento convencional.

El metal de mayor relevancia es el Cromo, se presenta valores dos sectores críticos como resultados de los vertimientos de la industria de curtido de pieles en los municipios de la cuenca alta y de la cuenca del Tunjuelo. El Plomo no presenta ninguna limitación para los usos agrícola y de generación de energía eléctrica, su concentración únicamente sobrepasa el estándar de calidad para uso potable (menor o igual a 0.05 mg/l). El Cadmio presenta a lo largo de todo el río concentraciones muy bajas con respecto al estándar de calidad para los usos de consumo humano y agrícola (menor a 0.2 mg/l)[16].

El parámetro más crítico en el río es el indicador de la contaminación bacteriana (Coliformes fecales, E-Coli), su concentración supera el estándar de calidad para los diferentes usos, situación que limita el uso del agua. En la cuenca alta se encuentran concentraciones el orden de entre 10^3 y 10^5 expresados con NMP/100 ml y en las cuencas media y baja se encuentran concentraciones entre 10^5 y 10^7 NMP/100 ml.

[16] Calidad del sistema hídrico de Bogotá – 1 a ed – Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana: Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría de Ambiente: Empresa de Acueducto Y alcantarillado de Bogotá, 2008.

Figura 12 Estado de la calidad del agua en el rio Bogotá, 2008. Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxigeno.

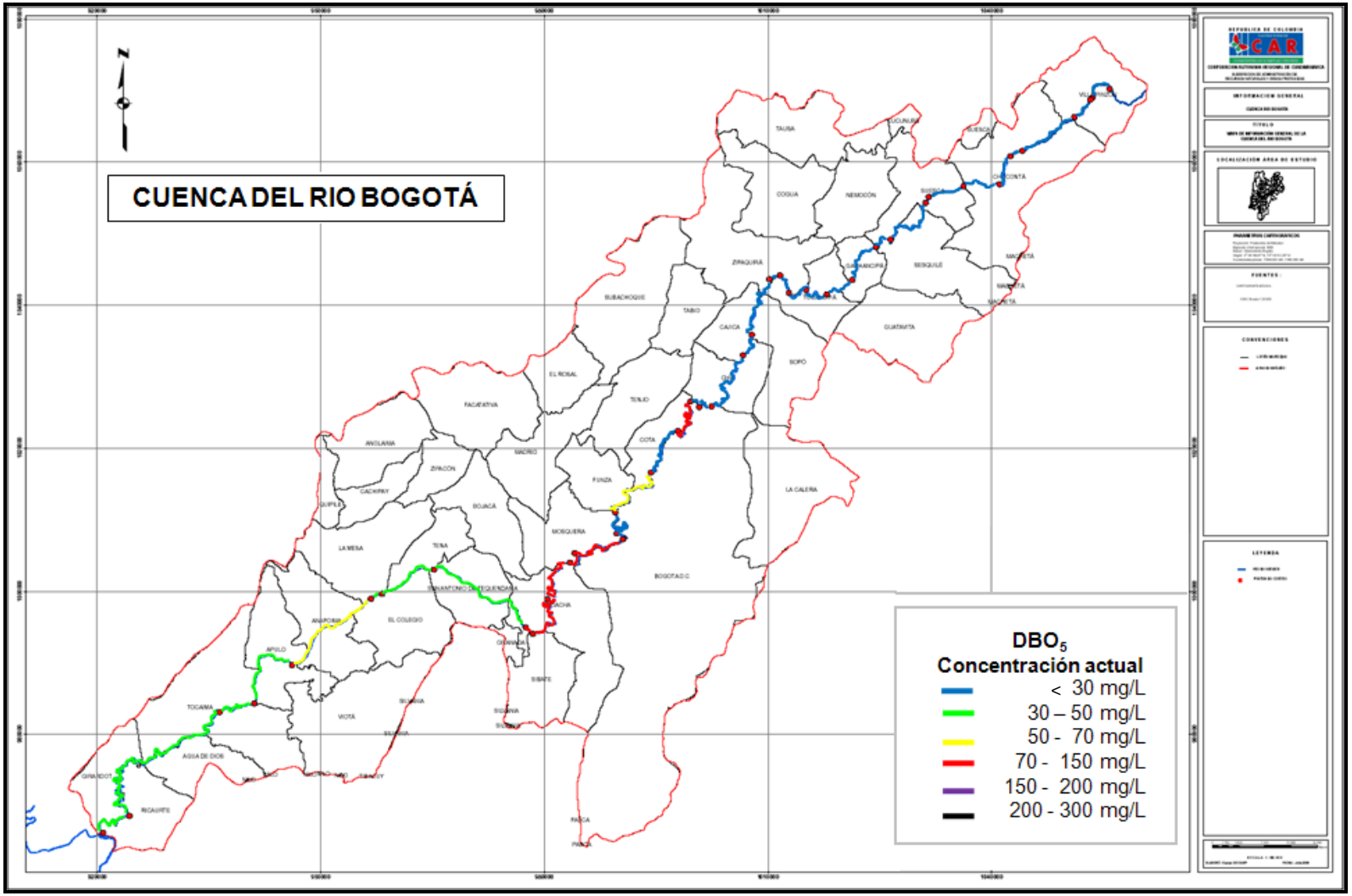


Figura 13 Estado de la calidad del agua en el rio Bogotá, 2008, Concentración de Oxigeno Disuelto

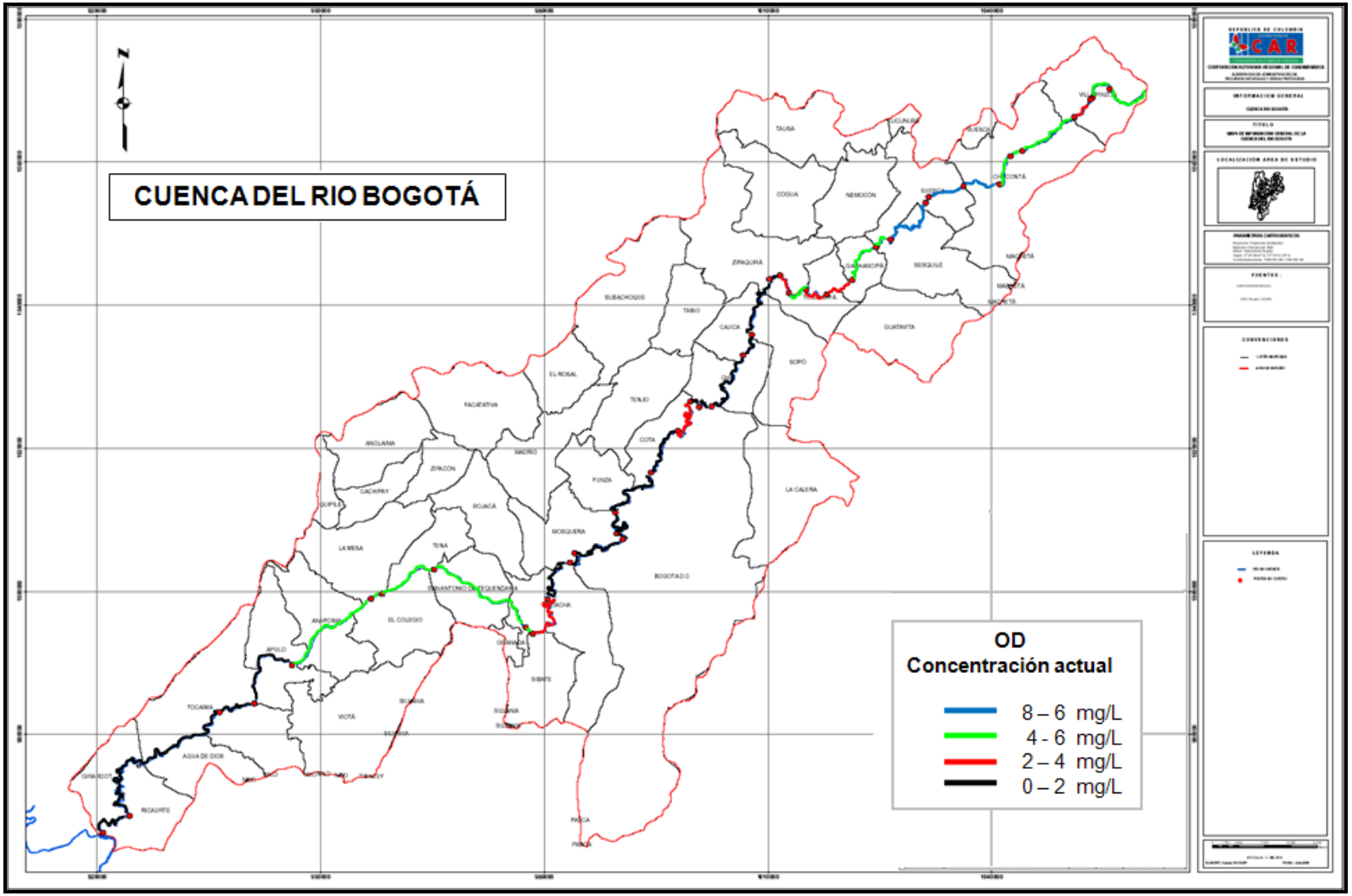
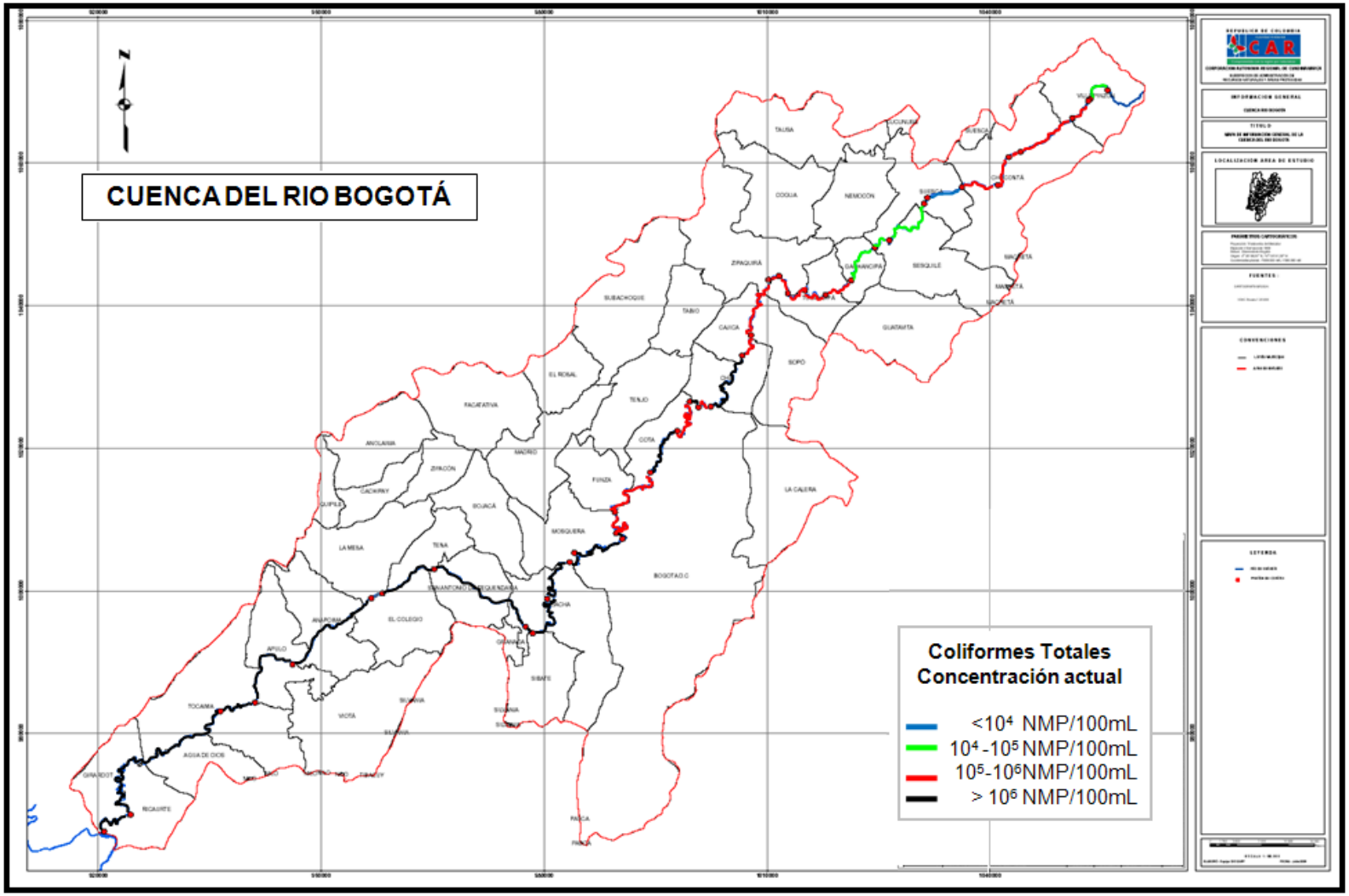


Figura 14 Estado de la calidad del agua en el rio Bogotá, 2008, Concentración de Coliformes Totales



2.4. Fuentes de contaminación

2.4.1. Contaminación Municipal

La contaminación originada en los municipios, es predominantemente de tipo orgánico, representada en los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas de residuales (exceptuando a los municipios que no cuentan con PTAR que descargan sin tratamiento, caso Villapinzón), y de las descargas de áreas urbanas y suburbanas que no están conectadas o no disponen de red de alcantarillado. Dentro de estas cargas se cuenta la originada en los centros municipales para el beneficio de animales, algunos de los cuales disponen de sistema de pretratamiento. En el Cuadro 6 se indica la carga orgánica generada por los municipios de la cuenca, pero no relaciona la carga vertida al río actualmente.

Cuadro 6 Cargas orgánicas municipales

Municipio	Población urbana	Carga generada DBO_5 (Kg/d)
Villapinzon	5650	282,5
Chocontá	10165	508,25
Suesca	7010	350,5
Guatavita	1822	91,1
Gachancipa	6618	330,9
Sesquile	2647	132,35
Tocancipa	10746	537,3
Cogua	5817	290,85
Nemocón	5161	258,05
Zipaquira	94214	4710,7
La Calera	10180	509
Sopo	11936	596,8
Cajicá	28516	1475,8
Chía	80921	4046,05
Tabio	13835	691,75
Tenjo	9190	459,5
Bogotá	7299909	364995,44
Subachoque	5416	270,8
El Rosal	8409	420,45
Facatativa	102059	5102,95
Bojacá	7488	374,4
Funza	60791	3039,55
Madrid	57698	2884,9
Mosquera	66084	3304,2
Soacha	427046	21352,3
Sibate	22423	1121,15
S. Antonio del Teq.	900	45
Tena	1966	98,3

Zipacon	1828	91,4
Anolaima	3911	195,55
Cachipay	9762	488,1
El Colegio	7843	392,15
La Mesa	15130	756,5
Anapoima	5077	253,85
Apulo	3112	155,6
Viotá	4102	205,1
Tocaima	10480	524
Agua de Dios	11058	552,9
Girardot	95779	4788,95

Fuente: CAR, Informe de PSMV. 2009.

La ciudad de Bogotá, con una población cercana a 7 millones de habitantes, es la principal fuente de contaminación orgánica al rió.

2.4.2. Contaminación industrial

i. Cuenca del rio Bogotá, no incluye la ciudad de Bogotá.

En la cuenca del río Bogotá se han identificado cerca de 640 vertimientos, de los cuales el 70 por ciento corresponden a industrias (446 establecimientos), 10 por ciento son de origen agrícola y pecuario (68 establecimientos), 18 por ciento se identificaron como alcantarillados (115 emisarios) y el 2 por ciento son efluentes de Plantas de Tratamiento Municipales PTAR (11 instalaciones) [17].

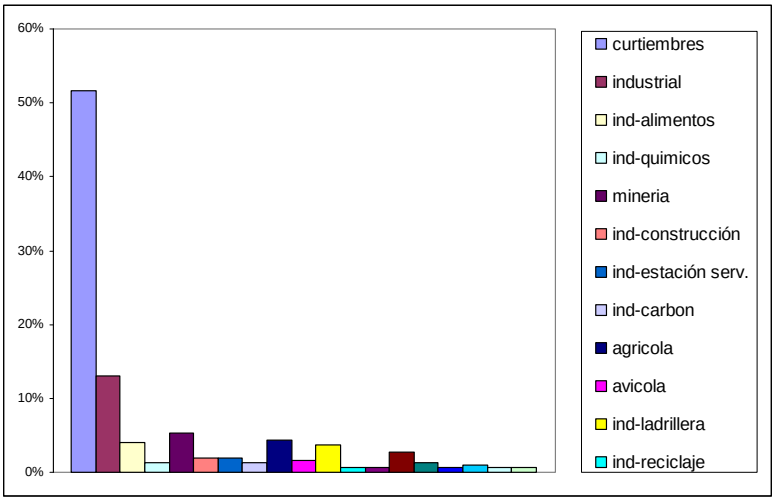
De los 446 vertimientos de origen industrial, 166 son producidos por curtiembres de diferente tamaño, esta situación implica que el río Bogotá recibe aguas residuales con alta concentración de sólidos, materia orgánica, nitrógeno, sulfuros y sales minerales, particularmente de sulfato de cromo y sulfuro de sodio.

Los vertimientos directos asociados con actividades agrícolas y pecuarias, 68 establecimientos, aportan al rio de alta carga orgánica, nutrientes y contaminación bacterial.

La conformación de los vertimientos industriales en la cuenca alta y baja del rio Bogotá se presenta en las figuras 15 y 16.

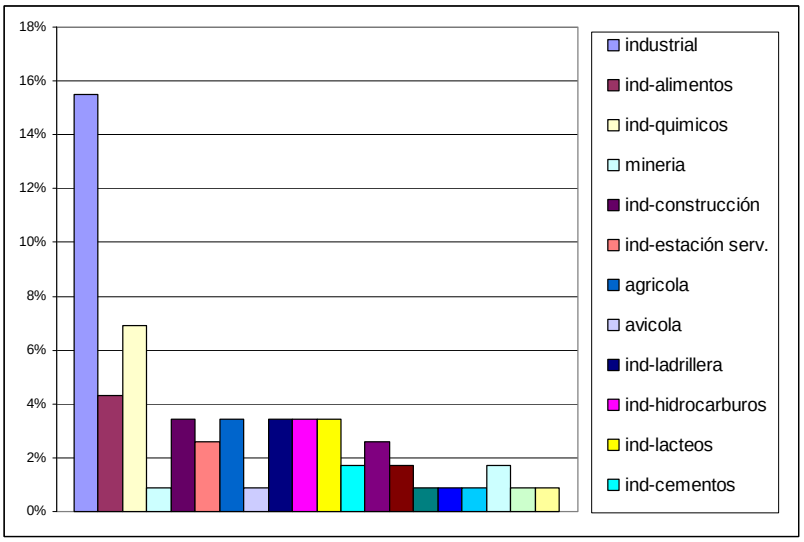
[17] MINAMBIENTE. 2002. Guía ambiental. Formulación de planes de pre-tratamiento de efluentes industriales.

Figura 15 Actividades industriales en la cuenca alta del río Bogotá



SECTORES INDUSTRIALES

Figura 16 Actividades industriales en la cuenca media del río Bogotá



SECTORES INDUSTRIALES

ii. Ciudad de Bogotá.

En el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá en el 2005, se registraron 2806 establecimientos industriales[18].

[18] DAPD. Síntesis de Coyuntura, Dirección de Políticas Sectoriales. No 26, Noviembre 16 de 2007.

El en 2004 el DAMA registró, 2.487 establecimientos industriales en la ciudad, y una ocupación cercana a 175.000 empleados. Su distribución con categoría se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 7 Establecimientos industriales en la ciudad de Bogotá

Grupos industriales	Número de establecimientos
Alimentos	306
Productos químicos	251
Vehículos	87
Plásticos y cauchos	218
Textiles	142
Impresión	213
Productos metalurgia	175
Confecciones	229
Papel	96
Productos minerales	63
Maquinaria y aparatos eléctricos	68
Metalurgia	37
Maquinaria en general	165
Cueros	133
Refinación petróleo	15
Las demás	357
Total Bogotá	2 487
Total Bogotá y Soacha	
Total Colombia	7250

FUENTE: Observatorio Ambiental de Bogotá, Septiembre 2009[19]

La carga contaminante mensual aportada por las industrias ubicadas en la ciudad de Bogotá en 2003, se estimó en 4.699 y 4.299 toneladas de DBO_5 y SST respectivamente. El caudal acumulado de los vertimientos industriales se estimó en el orden de 611 L/s, como se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 8 Carga contaminante de origen industrial (DBO_5), Bogotá 2003

Parámetros	Valor
Caudal (L/s)	611,6
Caudal (m^3/mes)	1.585.221,0
Concentraciones (mg/L)	2.049,8
Concentración norma (mg/L)	1.000,0
Carga de DBO_5 (Kg/m^3)	1,0
Carga (Ton/mes)	1.585,2
Carga Total DBO_5 (Ton/mes)	4.699,6

FUENTE: Programa de tasas retributivas, DAMA, Juan Carlos Castro Parra, Septiembre 2003.

[19] http://observatorio.dama.gov.co/index.php?n1=2&n2=21&n3=212&n4=2121&contenido=98

Cuadro 9 Carga contaminante de origen industrial (SST), Bogotá 2003

Parámetros	Valor
Caudal (L/s)	611,6
Caudal (m^3/mes)	1.585.221,0
Concentraciones (mg/L)	550,7
Concentración norma (mg/L)	800,0
Carga de DBO_5 (Kg/m^3)	0,6
Carga (Ton/mes)	872,9
Carga Total DBO_5 (Ton/mes)	4.298,7

FUENTE: Programa de tasas retributivas, DAMA, Juan Carlos Castro Parra, Septiembre 2003.

En términos de población equivalente la carga industrial de la ciudad en el 2003, es igual a la producida por una población de 3 133 000 habitantes, asumiendo un aporte percapita de 50 g/hab-d DBO_5. Un factor de deterioro de gran importancia sobre el río, lo conforman el vertimientos de lixiviados de exceso no tratados provenientes del Relleno Sanitario Doña Juana, localizado en la zona alta del río Tunjuelo[20].

De acuerdo con el estudio VI Fase de Seguimiento de efluentes industriales y corrientes superficiales de Bogotá D.C. IDEAM. DAMA 2004, para el universo de actividades económicas caracterizadas en la ciudad de Bogotá, la contribución de carga industrial en términos de DBO_5 y SST es la que se presenta en el Cuadro 10 y Cuadro 15.

Cuadro 10 Carga contaminante de DBO5 por actividad económica

Actividad económica	No. Vertimientos	Carga promedio (Kg/mes)	Primer cuartil (Kg/mes)	Mediana (Kg/mes)	Tercer cuartil (Kg/mes)	Carga total (Kg/mes)
Curtido y preparado de cueros	215	824,4	18,2	135,4	602,8	177.252,1
Tejedura de productos textiles	8	12.890,4	590	1.877,8	26. 031,3	103.123,9
Producción de malta, elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas	1	82.854,1	82.854,1,7	82.854,1	82.854,1	82.854,1
Producción, transformación y conservación de carne y de derivados cárnicos	52	999,1	38,1	158,1	367,1	51.956,1
elaboración de productos lácteos	15	2.223,4	17,8	285,0	1.171,5	33.352,0
Preparación e hilatura de fibras textiles	6	5.021,4	72,6	1.310,9	5.494,8	30.128,8
Elaboración de alimentos compuestos principalmente por frutas, legumbres y hortalizas	22	1.350,7	22,4	89,6	429,2	29.716,4
Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de de	8	1.587,9	9,9	51,1	3.024,1	12.703,4

[20] IDEAM. sf. 6

Actividad económica	No. Vertimientos	Carga promedio (Kg/mes)	Primer cuartil (Kg/mes)	Mediana (Kg/mes)	Tercer cuartil (Kg/mes)	Carga total (Kg/mes)
aguas minerales						
Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos	2	6.344,4	1.532,2	6.344,4	11.156,5	12.688,8
Actividades de las instituciones prestadoras de servicios de salud, con internación	21	488,6	39,8	77,2	139,3	10.262,0
Otras actividades económicas	482	314,75	17,74	66,45	88,48	50.450,8
Total	**832**					**594.488,4**

FUENTE: VI Fase de Seguimiento de efluentes industriales y corrientes superficiales de Bogotá D.C. IDEAM. DAMA 2004

Cuadro 11 Carga contaminante de SST por actividad económica

Actividad económica	No. Vertimientos	Carga promedio (Kg/mes)	Primer cuartil (Kg/mes)	Mediana (Kg/mes)	Tercer cuartil (Kg/mes)	Carga total (Kg/mes)
Comercio al por mayor de productos textiles y productos confeccionados para uso doméstico	4	52.791,6	26,6	103,7	105.556,7	211.166,7
Curtido y preparado de cueros	215	762,4	7,3	63,2	398,2	163.933,2
Producción de malta, elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas	1	33.726,6	33.726,6	33.726,6	33.726,6	33.726,6
Producción, transformación y conservación de carne y de derivados cárnicos.	52	455,1	13,7	43,69	162,6	23.665,7
Elaboración de alimentos compuestos principalmente por frutas, legumbres y hortalizas	22	801,3	2,9	16,1	119,4	17.630,6
Comercio al por mayor de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y productos conexos.	137	119,9	2,3	17,5	71,5	16.426,0
Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de de aguas minerales	8	1.699,4	9,6	776,9	2.175,2	13.595,7
Elaboración de productos lácteos	15	760,6	3,61	71,9	400,0	11.409,5
Preparación de hilatura de fibras textiles	6	1.869,9	15,3	150,4	1.151,6	11.219,9
Tejedura de productos textiles	8	1.223,3	371,9	1.331,7	1.623,6	9.786,8
Otras actividades económicas	364	128,1	17,36	41,64	74,14	24.527,8
Total	**832**					**537.088,5**

FUENTE: VI Fase de Seguimiento de efluentes industriales y corrientes superficiales de Bogotá D.C. IDEAM. DAMA 2004

El efecto de la contaminación industrial de la ciudad al rio, puede expresarse en términos de un indicador característico, la presencia de metales pesados. La presencia de metales pesados en los ríos urbanos tributarios al rio Bogotá se presenta en los cuadros xxx.

Cuadro 12 Carga Contaminante por zonas, rio Juan Amarillo (Salitre), (Ton/mes)

Zona	Parámetro/resultado	DQO	DBO_5	SST	Aceites y grasas	Metales pesados
Alta	Carga (T/mes)	36,60	30,3	55,2	1,02	0,05
	Porcentaje de la carga total (%)	0,002	0,033	43,2	0,0003	0,006
Media	Carga (T/mes)	2.288,42	867,5	689,07	317,39	0,87
	Porcentaje de la carga total (%)	94,75	94,74	54,1	97,18	95,38
Baja	Carga (T/mes)	126.789	47,84	34,05	9,19	0,42
	Porcentaje de la carga total (%)	5,25	5,22	2,69	2,82	4,62
Total	Carga (T/mes)	2.451,80	945,64	778,32	327,6	1,34

FUENTE: VI Fase de Seguimiento de efluentes industriales y corrientes superficiales de Bogotá D.C. IDEAM. DAMA 2004

Cuadro 13 Carga Contaminante por zonas, rio Fucha (Ton/mes)

Zona	Parámetro/resultado	DQO	DBO_5	SST	Aceites y grasas	Metales pesados
Alta	Carga (T/mes)	36,64	16,19	11,81	4,59	0,01
	Porcentaje de la carga total (%)	0,25	0,29	0,26	0,31	0,12
Media	Carga (T/mes)	3.344,49	1.499,11	1.387,69	407,22	1,70
	Porcentaje de la carga total (%)	21,88	27,0	30,25	27,37	11,83
Baja	Carga (T/mes)	11.899,93	4.027,98	3.188,22	1.076,03	12,67
	Porcentaje de la carga total (%)	77,86	72,66	69.49	72,32	88,05
Total	Carga (T/mes)	15.283,06	5.543,28	4.587,72	1.487,84	14,39

FUENTE: VI Fase de Seguimiento de efluentes industriales y corrientes superficiales de Bogotá D.C. IDEAM. DAMA 2004

Cuadro 14 Carga Contaminante por zonas, rio Tunjuelo (Ton/mes)

Zona	Parámetro/resultado	DQO	DBO_5	SST	Aceites y grasas	Metales pesados
Alta	Carga (T/mes)	1.840,43	822,91	2.113,00	172,24	0,84
	Porcentaje de la carga total (%)	39,21	41,51	54,83	39,79	2,35
Media	Carga (T/mes)	2.853,28	1.159,61	1.740,98	260.64	35,05
	Porcentaje de la carga total (%)	60,79	58,49	45,17	60,21	97,65
Total	Carga (T/mes)	4.693,71	1.981,71	3.853,99	432,88	35,89

FUENTE: VI Fase de Seguimiento de efluentes industriales y corrientes superficiales de Bogotá D.C. IDEAM. DAMA 2004

De acuerdo con este estudio de forma acumula el rio Bogotá recibe contaminación industrial expresada en términos de 51,62 toneladas por mes de metales pesados (cromo, zinc, plomo, otros); por lo cual se concluye sobre la importancia de fortalecer el control de la contaminación industrial en la ciudad.

2.5. Ecosistemas acuáticos

Los humedales que hacen parte del complejo de la Sabana de Bogotá se pueden clasificar en tres tipos de acuerdo con su origen y primera historia, de la siguiente manera[21]:

- Tipo 1: Del fondo original de la Sabana mal drenada. Estos desaparecieron casi todos por drenaje artificial (directo, y/o indirecto por descenso del nivel freático en relación a la explotación de agua subterránea).

- Tipo 2: En el valle de inundación original del río Bogotá y algunos afluentes mayores, se refiere a cursos, brazos o meandros cortados naturalmente (a veces artificialmente) y basines. Están en zonas originalmente de sedimentación.

- Tipo 3: Se encuentran en los valles menores que drenan la superficie general de la Sabana. Dirigen sus aguas al río Bogotá (o afluentes mayores). Son, originalmente, valles de erosión, algunos tienen sus cabeceras en la misma planicie de la Sabana, otras en los cerros. Localmente se llaman Chucuas.

Estos humedales corresponden a las modalidades de descarga tipo A (tipo 1) y riparios (tipos 2 y 3) que se pueden subclasificar, de acuerdo con el sentido del flujo hídrico, los volúmenes de agua que transportan y almacenan y su afectación por infraestructuras[22].

Reuniendo la información de varios autores, especialmente del trabajo editado por Guarnizo y Calvachi para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la Fundación Conservación Internacional Colombia (2003), y especialmente del artículo de este mismo tomo de Andrade, G. I. “Lagos y humedales del altiplano”, se establece el estado actual de estos ecosistemas en la región, con respecto a su extensión de la siguiente manera.

Aunque la extensión original, antes de la conquista no ha sido calculada, se estima que la superficie remanente de los humedales del altiplano Cundiboyacense, se sitúa por debajo

[21] Van der Hammen et al. 2008.
[22] Ibid.

del 5%. Para mediados del siglo XX reiteradamente se ha señalado, que existía un área remanente de alrededor de 50.000 ha. Para 1985 se estiman áreas relictuales de 0.1 y >1% de estos humedales en la Sabana de Bogotá y de manera exclusiva en el territorio de Bogotá, respectivamente. A finales del siglo XX, los humedales de la Sabana de Bogotá aparecían ya como sistemas amenazados[23].

En la actualidad, al interior del área administrativa de la ciudad de Bogotá quedan menos de quince cuerpos de agua que reunidos, apenas alcanzan las 500 Ha.; se estima que la perdida en la margen izquierda del río Bogotá ha de sido de hasta el 97%[24]. A pesar de la situación descrita, aun no existe un inventario sistematizado para toda la región; valga de paso mencionar, la responsabilidad histórica que les corresponde en este proceso de degradación y perdida, a los gobiernos y a las entidades a cargo del manejo del recurso hídrico en la Sabana de Bogotá, entre otros, por la construcción y operación de 'obras hidráulicas', jarillones, embalses, compuertas, alcantarillados, etc. destinados a 'administrar' el recurso hídrico, que como se ha señalado es de vital importancia y por lo tanto regido por la lógica de los bienes públicos.

Andrade & Benitez-Castañeda (2005) indican que desde la perspectiva biológica esta área se caracteriza por ser el único de los centros de endemismo, es decir, el único lugar de origen de especies, que recibió propágulos del sur y el norte de América[25]; por poseer ensamblajes únicos de plantas acuáticas[26] y por ser lugares de paso de aves migratorias provenientes también de ambos hemisferios[27]. A la Sabana de Bogotá son endémicas especies de aves, mamíferos, anfibios, peces y plantas vasculares, sin haberse completado suficientemente en este sentido, los recuentos de otros grupos como, artrópodos, otros invertebrados, hongos, etc.

Por todo lo antes mencionado, los humedales de la Sabana de Bogotá se encuentran amenazados y deben ser protegidos; a la luz de la Ley 357 de 1997, Colombia posee

[23] Hernández, 1980; Andrade, 1998
[24] Fundación Humedal La Conejera, 2001.
[25] Fjeldsa, 1985; Rengifo, 1992
[26] Wijninga et al, 1989; Andrade 1998
[27] Borrero, 1952; Olivares, 1967; Andrade 1998; ABO, 2000

cuatro compromisos que está obligado a respetar (numeral 2.2 de la exposición de motivos), la designación de por lo menos un humedal para ser incluido en la lista de humedales de importancia internacional, el uso racional de todos esos ecosistemas, la creación de reservas naturales y las consultas mutuas entre Estados cuando comparten alguno.

En resumen, los humedales de la Sabana de Bogotá conforman el complejo de humedales de la planicie de inundación del río Bogotá, un conjunto de ecosistemas acuáticos lóticos y lénticos, permanentes y no permanentes, conexos; ecuatoriales y altoandinos, por lo tanto, microtermales y estaciónales con respecto a la precipitación, con clima 'templado' de régimen bimodal; relativamente, poco profundos, originalmente alimentados por agua mesotrófica u oligotrófica (pobre o muy pobre en nutrientes, 'limpia'); centro de endemismo (origen de especies), el único norandino que recibió propágulos del sur y el norte de América; con ensamblajes únicos de plantas acuáticas y lugar de paso de aves migratorias provenientes también de ambos hemisferios

Los humedales del altiplano de Cundinamarca y Boyacá representan uno de los elementos esenciales del patrimonio biológico nacional con mayor riesgo de desaparición[28]. Su nivel del agua ha disminuido, aparentemente debido al riego y a la profundización del nivel freático; el secamiento completo de muchos afluentes laterales menores también ha podido influir en la disminución de las entradas de agua[29]. El aumento de la erosión en la cuenca, debido a las malas prácticas de uso de la tierra, ha contribuido también a la colmatación de los cuerpos de agua restantes[30]. En términos generales, los humedales presentan procesos de eutrofización como consecuencia de la descarga de aguas residuales domésticas, y pérdida de área inundable resultado de las actividades de relleno, con fines de urbanización. A continuación se presenta un resumen de las principales problemáticas reportadas en los humedales de la cuenca media del río Bogotá[31].

[28] Andrade, sf.
[29] Andrade, s.f.
[30] Ibid
[31] CAR. 2006. POMCA Río Bogotá.

- **Humedal de Terrenos:** Presenta un proceso de deterioro de calidad del agua asociado a la elevada concentración de nutrientes, la baja tasa de recirculación, las bajas tasas de aireación como consecuencia del proceso de colmatación por macrófitas y el continuo aporte de aguas residuales domésticas.

- **Humedal de Tierra Blanca:** Ecosistema en proceso consolidación o terrarización, consecuencia de los procesos de contaminación por aporte de aguas residuales domesticas.

- **Humedal del Burro:** Ubicado en la UPZ[32] Calandaima. Presenta pérdida del espejo de agua por aumento de macrófitas, colmatación del cuerpo de agua o invasión de pasto kikuyo, praderización para pastoreo de ganado equino.

- **Humedal de Techo**: Ubicado en la UPZ Tintal Sur, en la Localidad de Kenedy. Presenta pérdida del espejo de agua por aumento de macrófitas, colmatación del cuerpo de agua o invasión de pasto kikuyo, praderización para pastoreo de ganado equino.

- **Humedal Meandro del Say:** Ubicado en la Zona Franca, en la Localidad de Fontibon. Presenta problemas por la recepción de aguas residuales de origen doméstico e industrial y residuos sólidos.

- **Humedal Jaboque:** Ubicado en la UPZ Engativa de la Localidad de Engativa. Presenta problemas por la recepción de aguas residuales y residuos sólidos.

- **Humedal La Florida:** Ubicado entre las veredas La Florida en Funza y Vereda Siberia en Cota. La situación actual del humedal se ve comprometida por factores

[32] Unidades de Planeamiento Zonal: UPZ Son áreas urbanas más pequeñas que las localidades y más grandes que el barrio. La función de las UPZ es servir de unidades territoriales o sectores para planificar el desarrollo urbano en el nivel zonal. Son un instrumento de planificación para poder desarrollar una norma urbanística en el nivel de detalle que requiere Bogotá, debido a las grandes diferencias que existen entre unos sectores y otros. Son la escala intermedia de planificación entre los barrios y las localidades. Alcaldía de Bogotá-www.BOGOTA,gov.co

externos como la disminución del espejo de agua por extracción del recurso para riego y usos agropecuarios, procesos de sedimentación, contaminación por vertimiento de aguas residuales, generando procesos de eutrofización, contaminación por vertimientos industriales ilegales, clandestinos o conexiones erradas, deforestación del área de ronda, ocupación de ronda y la pérdida de biodiversidad.

- **Humedal Juan Amarillo:** Ubicado entre la UPZ Bolivia en Engativa y Tibabuyes en Suba. Presenta pérdida del espejo de agua por aumento de macrófitas, colmatación del cuerpo de agua o invasión de pasto kikuyo, praderización para pastoreo de ganado equino.

- **Humedal La Conejera:** Ubicado en la UPR Zona Norte, de la localidad de Suba. El ecosistema ha perdido el 90 % del espejo de agua.

- **Ciénaga Gualí Tres Esquinas:** presenta valores en los indicadores bastante altos para compuestos nitrogenados, y Coliformes. Debido a su localización, sobre esta ciénaga se ejercen fuertes presiones del sector industrial, de asentamientos humanos y agropecuarios. Mediante el seguimiento de los indicadores de calidad se han determinado los lugares más afectados por esta presión, destacándose la presencia de aguas residuales domésticas y el mal funcionamiento de la PTAR Funza[33].

2.6. Usos del agua en la cuenca

La expansión urbana de Bogotá, ha generado una alta presión sobre las zonas sabaneras que aún mantienen el uso agropecuario, presión que se une al uso intensivo en actividades agro - industriales. La población actual de los municipios de la cuenca alta y media del río Bogotá es de 1.639.187 habitantes; de estos el 77.67% está asentado en los cascos urbanos municipales y el restante 22.33% corresponde a población rural, datos sin

[33] EAAB. 2004. Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Bogotà.

lugar a dudas importantes, en el momento de determinar la sostenibilidad de la región y de medir el impacto que estos conglomerados humanos causan sobre los recursos naturales. Esto ha llevado a exceder la capacidad de carga del territorio, hecho que se refleja en especial en la deficiencia del recurso hídrico, donde la demanda para los diferentes usos excede a la oferta natural de la región, hasta el punto que debe acudirse al trasvase de otra cuenca en grado significativo para el caso del consumo doméstico (11.9 m^3/s); situación que se replica de manera notable en determinadas zonas del territorio, tales como el noroccidente de la Sabana de Bogotá.

A continuación se hace una breve descripción de los principales factores de presión que se identifican en la cuenca del río Bogotá y que afectan directamente la calidad del río.

2.6.1. Agroindustria

El sector floricultor tiene una fuerte presencia en las cuencas alta y media del río[34], siendo el sector agroindustrial con mayor demanda del recurso hídrico ofertado en fuentes de agua superficial y en almacenamientos subterráneos[35].

2.6.2. Agropecuario

La agricultura comercial tiene su asiento en las cuencas alta y media del río Bogotá. En la cuenca alta, el producto predominante es la papa, cultivo que se desarrolla en zonas de páramo, sub-páramo y bosque alto andino[36]. En la cuenca media se presenta el cultivo de especies vegetales a mediana y gran escala, intensiva en capital y tecnología, para el abastecimiento de la población local o la demanda del mercado nacional. En la cuenca media uno de los mayores demandantes de agua para riego lo conforma el Distrito de Riego de la Ramada.

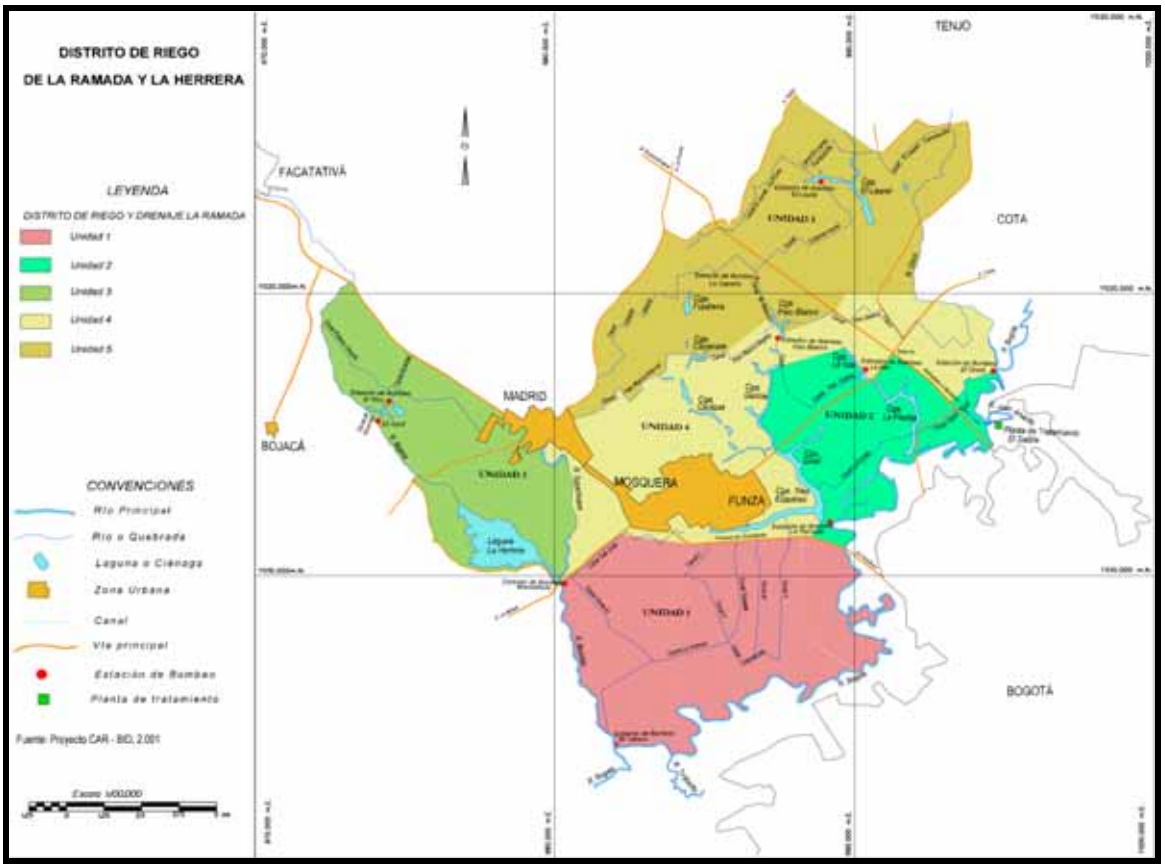
- Distrito de Riego La Ramada

[34] La información se extrajo del PGAR 2001 – 2010. La información se organizo como cuenca alta: territorio correspondiente a la oficina Sabana Norte y Almeidas; cuenca media: territorio correspondiente a la oficina de Sabana Occidente y cuenca baja: territorio correspondiente a la oficina Tequendama y Alto Magdalena.
[35] CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR. Plan de Gestión Ambiental Regional 2001 – 2010.
[36] CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Acuerdo 13 de 1993. Por el cual se adopta el reglamento general para el funcionamiento del distrito de riego y drenaje de la Ramada.

En la cuenca media, el río Bogotá es el único suministro de agua del Distrito de riego la Ramada. Este proyecto hace parte del componente de riego y manejo de ciénagas y lagunas del Programa de la cuenca del río Bogotá, que contempla la ampliación del distrito de riego La Ramada de 5,550 (Etapas I, II y III) a 18,535 hectáreas netas (Etapas IV y V), las cuales se manejan como una unidad agropecuaria[37], ubicada en el departamento de Cundinamarca, en jurisdicción de los municipios de Bojacá, Cota, Funza, Mosquera, Madrid y Tenjo[38] (ver Figura 17). El distrito está delimitado, por el occidente por la vía Madrid - Tenjo que corresponde aproximadamente a la divisoria de aguas de la cuenca del río Subachoque; al norte con el río Chicú, y al oriente y el sur con el Río Bogotá.

[37] CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Acuerdo 13 de 1993. Por el cual se adopta el reglamento general para el funcionamiento del distrito de riego y drenaje de la Ramada.
[38] EAAB, UNION TÈCNICA DE LA SABANA. 2003. Definición de la alternativa a seguir para el tratamiento de las aguas residuales de Bogotá.

Figura 17 Distrito de Riego La Ramada



FUENTE: CAR, 2009

El Distrito posee suelos y clima favorables para el desarrollo agropecuario. Los cultivos que resultan beneficiados son de tres tipos: i) cultivos transitorios como las hortalizas, papa, arveja, maíz, zanahoria, etc.; ii) cultivos anuales como el maíz, fresa, etc.; y, iii) cultivos permanentes entre los que figuran los frutales, las flores, los pastos mejorados etc.[39]. El Distrito agrupa cerca de 800 productores (usuarios) a quienes se debe garantizar riego a las tierras enclavadas en sus límites, dentro de esquemas de administración y manejo del recurso hídrico con criterios de racionalización del recurso disponible y aprovechamiento de las disponibilidades de aguas tratadas a nivel primario del Río Bogotá y que sean aptas para su reutilización en usos como el riego agroindustrial[18].

[39] CAR. 2009. Informe de calidad del agua del río Bogotá. Documento interno Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible.

El Distrito de Riego de La Ramada cuenta con el canal Chicú como eje principal para abastecimiento a través de la estación de bombeo del Chicú en la vereda Vuelta Grande del municipio de Cota. Este canal transporta agua del río Bogotá antes de recibir el aporte del río Juan Amarillo y hace entrega a los humedales La Florida estación de bombeo La Isla y humedal Gualí -Tres Esquinas cruzando los municipios de Cota y Funza[40]. A pesar de que la capacidad instalada de la estación soporta un caudal de 5,6 m3/s, los promedios de captación de agua oscilan entre 0,42 y 0,78 m^3/s. En el Cuadro 15 se presentan los caudales medios de uso para el período 1979 – 2005.

Cuadro 15 Caudales medios de uso Distrito de Riego La Ramada

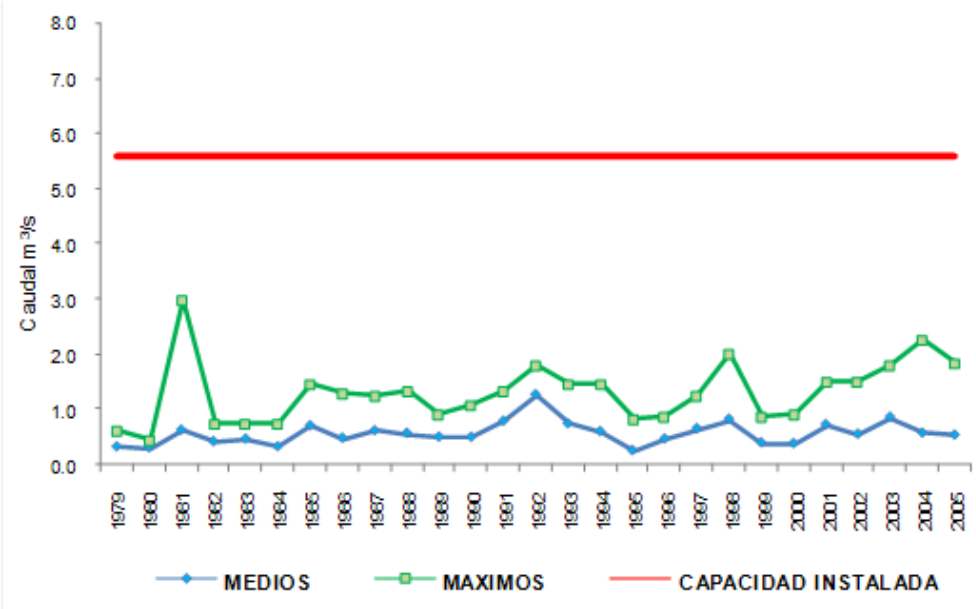
Período	Caudal medio de uso m^3/año	Caudal medio de uso m^3/s
1979 – 1984	13.102.881	0.42
1985 – 1989	18.158.312	0.58
1990 – 1994	24.675.135	0.78
1995 – 1999	16.248.778	0.52
2000 – 2005	24.004.600	0.76

El Distrito se sirve de cuatro sistemas para su funcionamiento[41]:

- Punto de captación y estación de bombeo El Chicú : El Distrito capta sus aguas del río Bogotá a la altura de la desembocadura del río Chicú, por medio de la estación de bombeo El Chicú, la cual consta de cuatro bombas tipo tornillo, cada una con capacidad máxima de 1.4 m^3/s para un capacidad instalada total de 5.6 m^3/. La infraestructura existente tiene una capacidad máxima de 3.1 m^3/s y está dedicada a suplir las necesidades de agua en las Etapas I, II y III y el Sector Bojacá - La Herrera; la restante capacidad instalada esta se dedicará a la irrigación de las etapas IV y V, cuando se desarrolle la ampliación. La garantía para obtener la oferta requerida de los caudales mencionados se logra con la regulación de los embalses Sisga, Neusa y Tominé.

[40] CAR. 2009. Informe de calidad del agua del río Bogotá. Documento interno Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible.
[41] EAAB, UNION TÈCNICA DE LA SABANA. 2003. Definición de la alternativa a seguir para el tratamiento de las aguas residuales de Bogotá.

Figura 18 Histórico de caudales bombeados estación Chicú – La Ramada



FUENTE: CAR - Subdirección de Recursos Naturales, 2009

- Sistema principal de conducción, almacenamiento y distribución de agua de riego: Corresponde básicamente a la interconexión de las ciénagas existentes (La Florida, Gualí - Tres Esquinas, La Isla, Galicia, el Laurel y la laguna de La Herrera) como eje básico, mediante canales de conducción alimentados a partir de la estación de bombeo El Chicú. Los canales de conducción, además de alimentar las ciénagas y la laguna La Herrera, abastecen de agua para riego las áreas no cubiertas del Distrito.

  La operación del sistema de ciénagas en forma escalonada, requiere la construcción de siete (7) estaciones de bombeo, de las cuales se encuentran construidas cuatro (4) y dos (2) diques de cierre para mantener los niveles de los humedales.

- Sistemas secundario y terciario de riego: Estos sistemas sirven para la distribución de agua a cada predio; el criterio aplicado para estos sistemas es el de aprovechar al máximo los vallados y demás infraestructura existente, incorporándolos al proyecto, con las reformas necesarias.

- Sistema de drenaje: Este sistema se sirve básicamente de los canales existentes para riego y de la estación de bombeo El Tabaco, para conducir las aguas de exceso y lluvias nuevamente al río Bogotá.

2.6.3. Industria

La actividad industrial predomina en las cuencas alta y media del río Bogotá. Entre otros, los productos con mayor producción son la cerveza, los productos químicos, los abonos y fertilizantes, el cuero, los derivados lácteos y el papel. En la cuenca alta, la mayoría de las empresas cuentan con tecnologías para el control de los impactos ambientales generados durante el proceso productivo. Sin embargo, existen tecnologías artesanales como en el caso de las ladrilleras, curtiembres y hornos de coquización, que generan un alto impacto ambiental sobre el recurso hídrico y el aire. En la cuenca media, existen problemas asociados con la disposición final de los residuos sólidos y los vertimientos, así como con el cambio de uso del suelo, el cual afecta el ecosistema y ocasiona el desplazamiento de la flora y fauna local[42].

2.6.4. Urbanización

En general en las cuencas alta y media, se observa un crecimiento de los centros urbanos con mayor proximidad a la ciudad de Bogotá, generado por la función que cumplen como municipios dormitorio, por efecto de la consolidación de actividades como agroindustria y la industria que demandan gran cantidad de mano de obra o por los fenómenos de conflicto que conllevan al desplazamiento forzado a estas zonas[43]. En la cuenca baja, el fenómeno de urbanización se asocia principalmente a la alta densidad poblacional y al alto fraccionamiento de la tierra que estimula el desarrollo de actividades socio-económicas.

[42] CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR. Plan de Gestión Ambiental Regional 2001 – 2019.
[43] CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR. Plan de Gestión Ambiental Regional 2001 – 2019.

Las áreas de expansión urbana en Bogotá y las políticas de vivienda nacional, son dos fenómenos que condicionan la dinámica de urbanización de la región y se describen a continuación.

- Dinámica de urbanización en Bogotá

La dinámica de urbanización del Distrito Capital se ha desarrollado en función de las necesidades de sus habitantes. Por lo tanto ha estado sometido a las presiones que genera el desarrollo de las sociedades, como el incremento de la demanda de vivienda y la creciente descentralización administrativa, teniendo como consecuencia una ampliación del área urbana que ha dejado como resultado un desequilibrio en la estructura urbana. El río Bogotá establece un límite a la urbanización continua de la ciudad. El efecto del proceso de intensificación del aprovechamiento del suelo en Bogotá, se expresa en un incremento de las densidades de población con respecto al área urbanizada y en el incremento marginal que se ha evidenciado en los últimos once años y que implica una ocupación virtual del suelo con más de 56.4 viviendas por hectáreas en promedio.[44]

La estructura urbana de la ciudad de Bogotá define las áreas más alejadas del Centro Metropolitano como periferias[45] y se denominan: Ciudad Sur, Ciudad Norte y Borde Occidental (ver Figura 19). El Borde occidental está constituido por la zona urbanizada y el área rural al occidente del río Bogotá (margen izquierda) y está conformada por dos sectores principales:

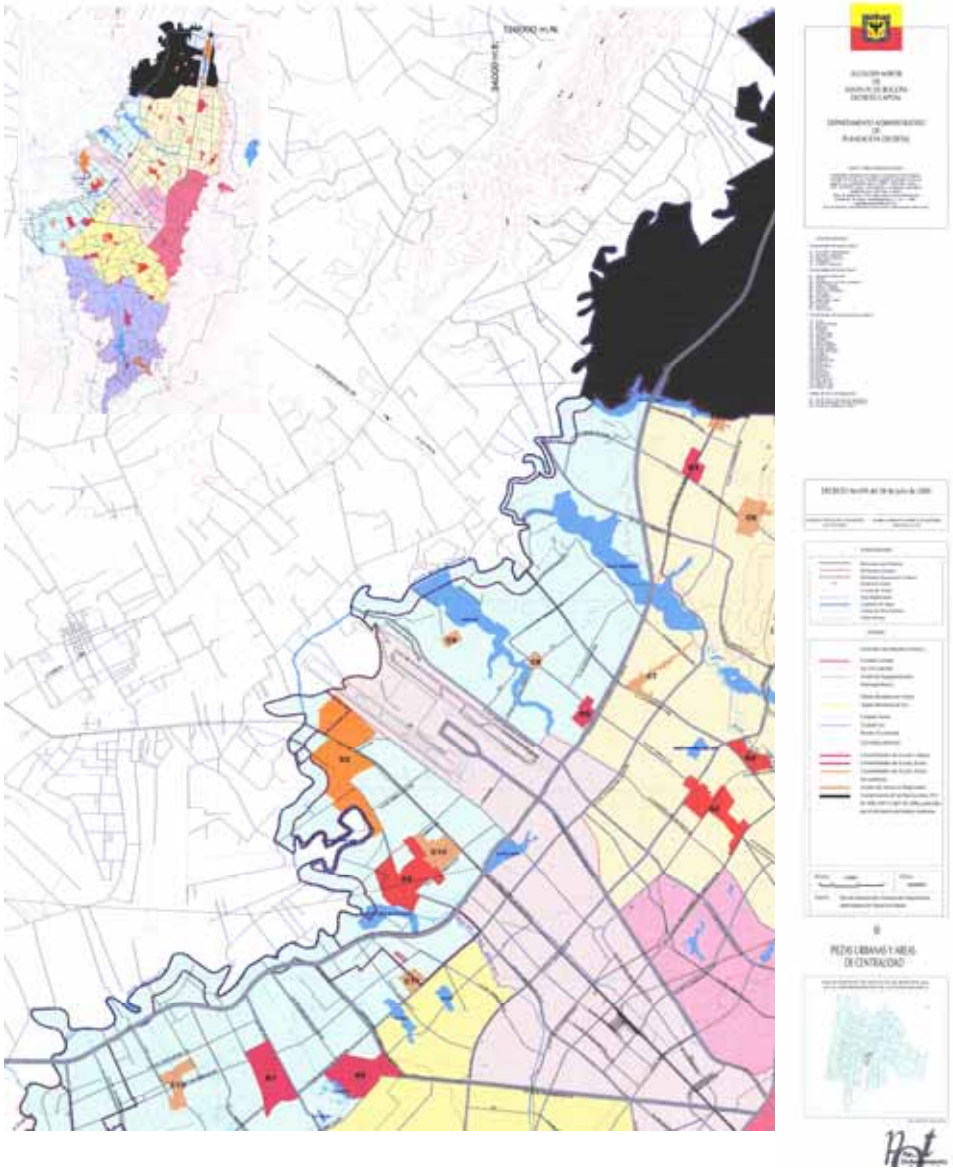
- Franja oriental: Constituida por las localidades de Kennedy, Bosa, Engativá (Ciudadela Colsubsidio), Fontibón y algunos equipamientos de carácter metropolitano como Corabastos y la Zona Franca.

- Franja occidental: Constituida por el territorio sin desarrollar o con incipientes procesos de urbanización en el área adyacente del río Bogotá. También se localiza el Aeropuerto Internacional El dorado. En la periferia occidental se observa un aumento en la aparición de barrios de origen clandestino, un incompleto desarrollo de las vías y de la infraestructura de los servicios de acueducto y

[44] Decreto 619 de 2000. POT BOGOTA.
[45] Corresponden a las áreas de expansión de la ciudad destinadas a la construcción de nuevas áreas de vivienda.

alcantarillado, lo que le proporciona a la población una mala calidad de vida e incrementa el riesgo de desastre por inundaciones causadas por crecientes del Río Bogotá.

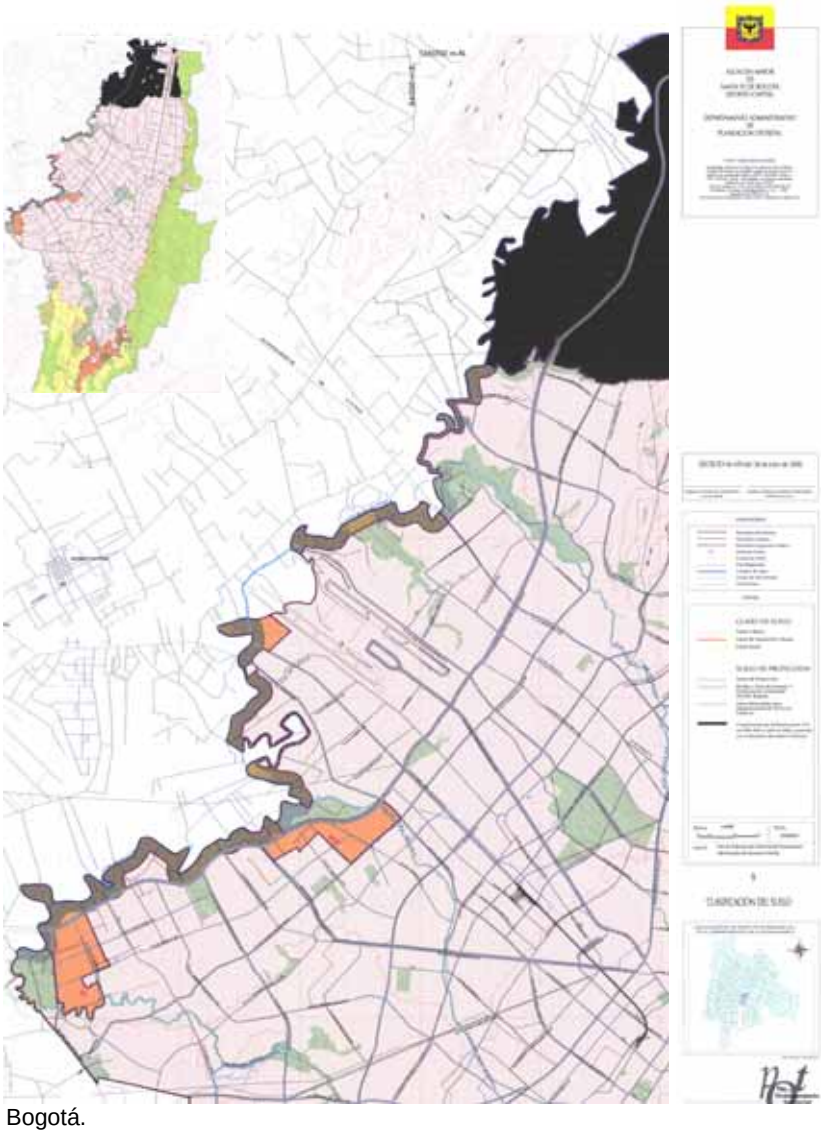
Figura 19 Limites perímetro urbano de la ciudad de Bogotá



FUENTE: POT, Bogotá.

Históricamente la periferia se ha utilizado para consolidación de nuevas zonas de expansión urbana, como respuesta al problema de crecimiento de la población de la ciudad. Las zonas de expansión urbana de Bogotá se pueden presentan en la Figura 20.

Figura 20 Áreas de expansión urbana Bogotá



FUENTE: POT, Bogotá.

La periferia occidental constituye una oportunidad para definirlo como elemento articulador entre la ciudad y la región, dadas sus condiciones paisajísticas, ambientales y

de accesibilidad. En esa área urbana la cuenca hídrica del Río Bogotá está jugando un papel de contraste entre lo artificial y lo natural, incorporando espacios de arborización y de diferentes sistemas hídricos como son las chucuas, humedales y ríos. Esta zona cuenta con terrenos que permitirían el desarrollo urbano, definiéndola como una zona de alta disponibilidad para éste.

Con el firme propósito de la conservación y protección de los recursos naturales de la ciudad, en el plan de ordenamiento territorial se definieron las *Consideraciones Ambientales dentro de los Planes Parciales de Expansión Urbana*, que le permiten a la autoridad ambiental evaluar los proyectos de expansión urbana, que para el caso de la periferia occidental establecen la prioridad de incluir dentro del Plan Parcial de Expansión la relevancia al tratamiento de las principales problemáticas ambientales de la zona, el manejo y recuperación de la ronda del río Bogotá, humedales, vallados y canales que drenan al río Bogotá, la clausura y habilitación de los rellenos de Gibraltar y el Cortijo y la relocalización o adecuación ambiental de zonas de asentamiento sobre la ronda del río.

- Macroproyectos de vivienda en la región

El gobierno nacional en el Plan Nacional de Desarrollo priorizo la necesidad de destinar suelo para vivienda de interés social-VIS. En ese marco, y para cumplir con este compromiso, el Estado promoverá el diseño y ejecución de macroproyectos urbanos[46] para la habilitación del suelo para VIS, mediante la instalación de los servicios públicos, redes viales primarias y secundarias, espacio público y equipamentos sociales y recreativos. Actualmente en el área de influencia del proyecto se están adelantando dos proyectos de VIS. El primero en el Municipio de Soacha, se denomina "Ciudad Verde" y abarca 325 hectáreas que proporcionará 25.000 soluciones vivienda; el segundo en el Municipio de Mosquera, denominado "Recodo de San Antonio", involucra 291 hectáreas y provee en total de 25.000 soluciones vivienda. La localización de los proyectos de vivienda se presenta en las figuras 20 Y 21.

[46] El plan Nacional de Desarrollo incluye como meta la realización de 5 macro proyectos para vivienda. El programa de macroproyectos de interés social nacional por medio del decreto 4260 de 2007 reglamento las condiciones mediante las cuales se debe desarrollar el programa.

Figura 21 Macroproyecto Ciudad Verde, municipio de Soacha

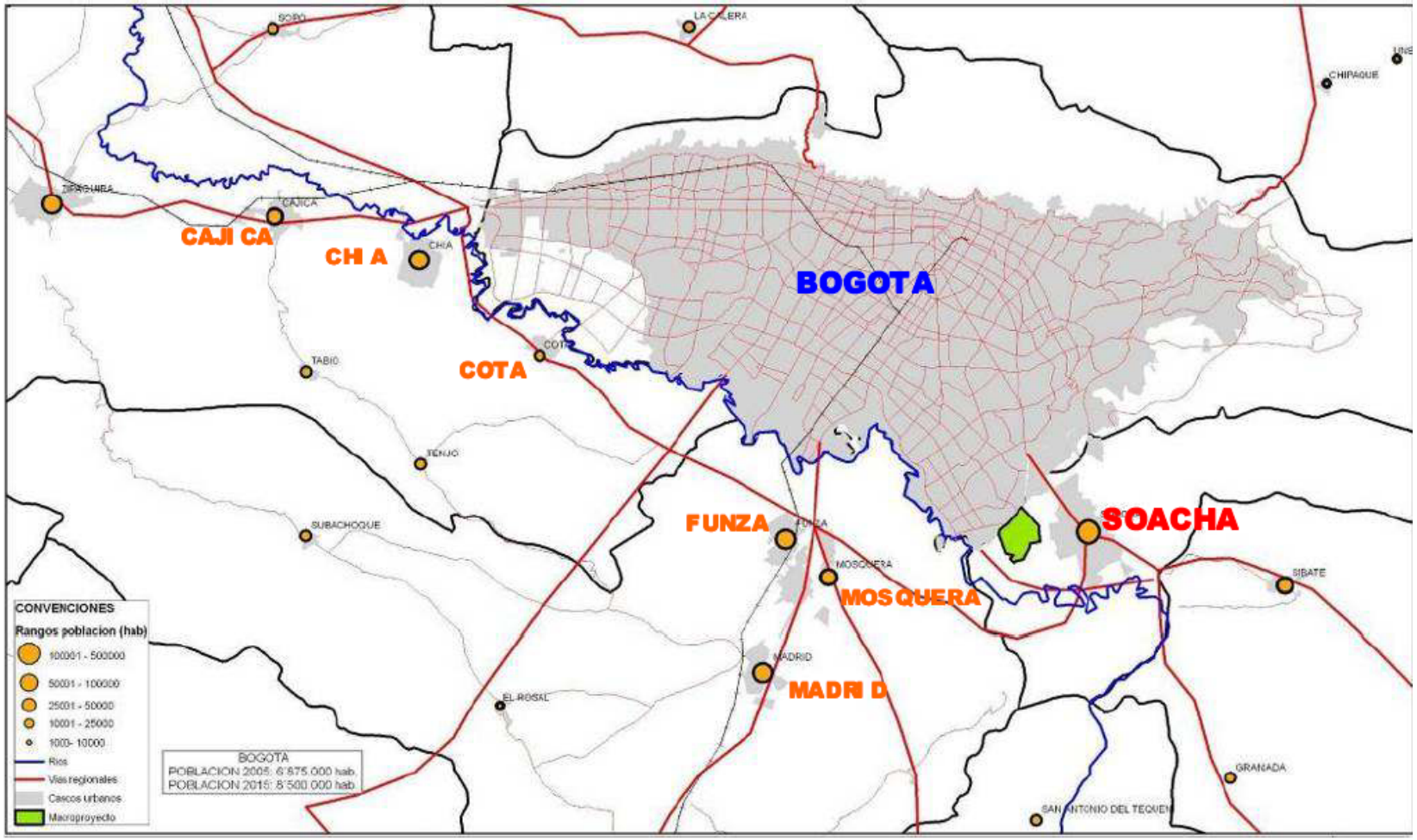
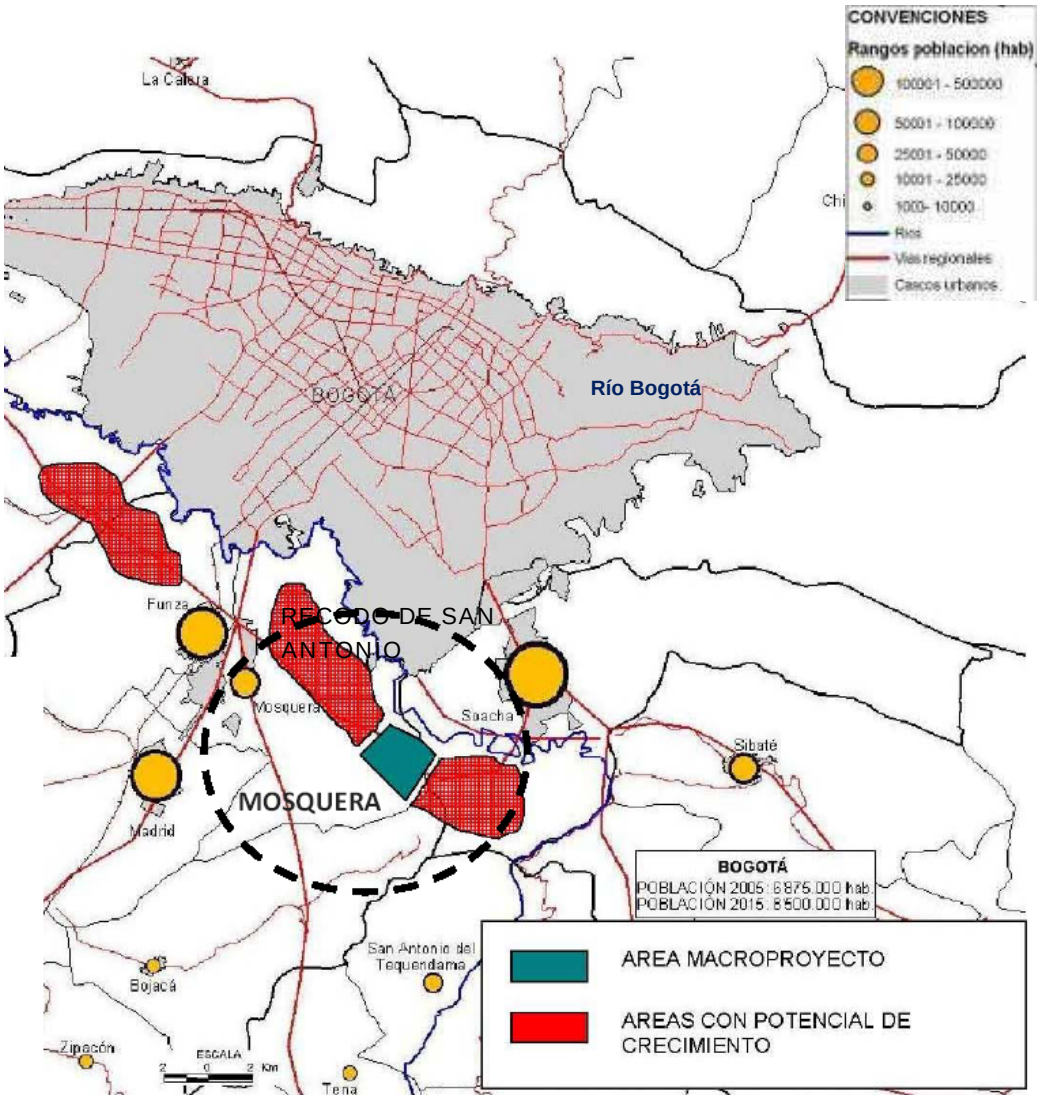


Figura 22 Macroproyecto Recodo de San Antonio, municipio de Mosquera



2.6.5. Explotación minera

La región está afectada por la proliferación de explotaciones mineras, localizadas en la cuenca alta y media del río, y que pueden estar relacionadas con la cercanía a Bogotá, dado que ésta es uno de los principales consumidores de agregados pétreos. El

desarrollo de estas actividades genera impacto sobre el ambiente, acentuados cuando se realiza de forma anti-técnica[47].

2.6.6. Producción de energía

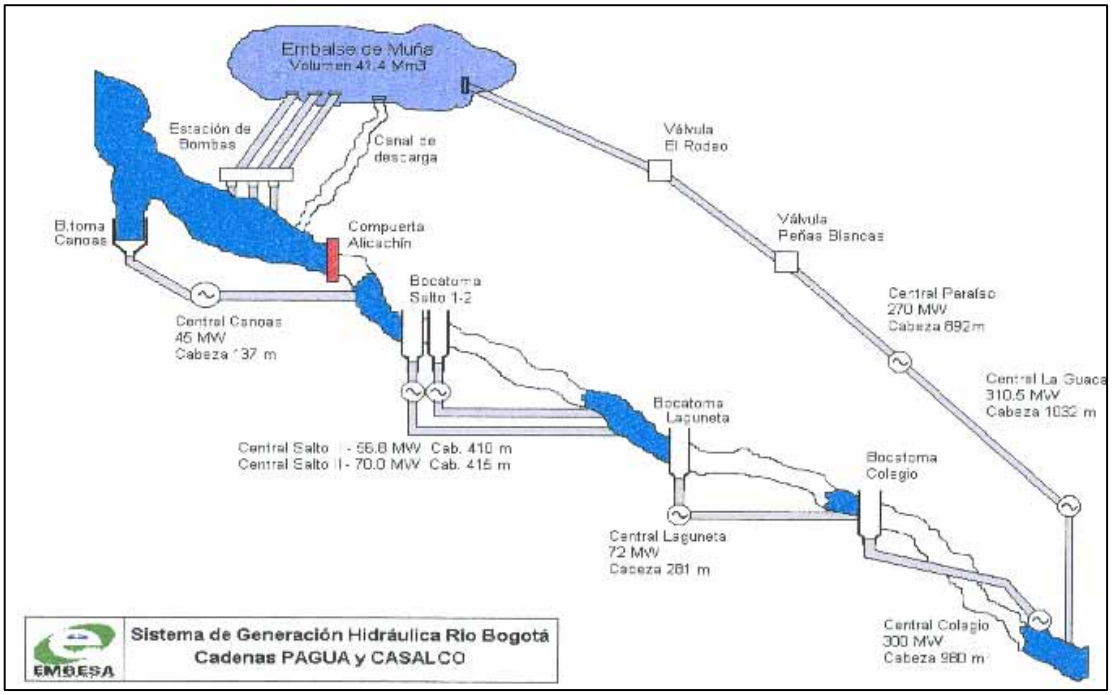
El Río Bogotá dentro de los usos más relevantes que actualmente tiene es el de generación d energía eléctrica para la ciudad de Bogotá. Para tal fin se creó el sistema de Bombeo Muña, el cual está conformado por la compuerta de Alicachín y las estaciones Muña I, Muña II y Muña III localizadas sobre la margen izquierda del río Bogotá. El objetivo de la compuerta es elevar el nivel de agua del río Bogotá, para permitir el bombeo hacia el Embalse del Muña, con el propósito de disponer de un caudal confiable de agua para la operación de la cadena de generación PAGUA. El Embalse del Muña, se localiza al sur de Bogotá, en jurisdicción del Municipio de Sibaté; permite la generación de energía, a través del sistema hidroeléctrico El Paraíso y La Guaca, con una capacidad instalada de 600 MW, que corresponde al Sistema Interconectado Nacional – Sector Oriental.

Figura 23 Embalse del Muña

[47] CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR. Plan de Gestión Ambiental Regional 2001 – 20019.

La operación del embalse data del año 1948, cuando Empresas Unidas de Energía Eléctrica S.A. (hoy Empresa de Energía de Bogotá S.A. - ESP), inició el bombeo de aguas del río Bogotá para generación de energía a través de la cadena denominada PAGUA, compuesta por las centrales hidroeléctricas El Paraíso (270 MW) y La Guaca (330 MW), (Figura 24), para proveer de energía a la ciudad de Bogotá D.C. y a otros sectores que lo requieran.

Figura 24 Cadena de generación de energía eléctrica



2.7. Regulación de caudales en la Cuenca del rió Bogotá.

El aumento de población en la Sabana de Bogotá durante los últimos 50 años, ha generado un crecimiento en la demanda del recurso hídrico para el consumo humano y actividades de riego, generación eléctrica e industria. Para satisfacer esta creciente demanda, se construyeron sistemas de regulación de caudales y trasvase de agua de la cuenca del río Guatiquía -hoya hidrográfica del río Orinoco, mediante el proyecto Chingaza, frente a la insuficiencia de los recursos.

En total se han construido nueve embalses de regulación, con una capacidad total de

1275.6 Mm^3, de los cuales uno se encuentra en el macizo de Chingaza y ocho en la cuenca del río Bogotá. En el Cuadro 16 se presentan las características de los embalses.

Cuadro 16 Embalses del sistema de la sabana de Bogotá

EMBALSE	RÍO	VOLUMEN TOTAL Mm^3	EMBALSE MUERTO Mm3	AREA CUENCA Km^2	CORRIENTES REGULADAS	FUNCIONES ASIGNADAS DE REGULACIÓN
Tominé	Tominé	690	14.7	365.0	Río Aves, Siecha y Chipatá	Acueducto de Bogotá, riego, caudal ecológico, generación de energía
Neusa	Neusa	102	0.7	140.0	Río Neusa	Acueducto de Bogotá, riego, caudal ecológico, generación de energía
Sisga	Sisga	102	5.0	145.0	Río Sisga	Acueducto de Bogotá, riego, caudal ecológico, generación de energía
Muña	Muña	41.2	1.0	121.0	Río Muña y Qda. Honda	Generación de energía
Regadera	Tunjuelo	3.3	0.4	163.3	Ríos Curubital y Chisacá	Control de inundaciones en la cuenca, Acueducto de Bogotá
Chisacá	Tunjuelo	6.7	0.2	88.6	Ríos Chisacá y Mugroso	Control de inundaciones en la cuenca, Acueducto de Bogotá
Tunjos	Tunjuelo	2.4	1.0	3.8	Nacimiento río Chisacá	Control de inundaciones en la cuenca, Acueducto de Bogotá
Chuza	Chuza	257.0	30.0	250.0	Ríos Chuza y Guatiquía, Q. Golillas	Acueducto de Bogotá, generación de energía
S. Rafael	Teusacá	71.0	10.0	No disponible	Río Teusacá	Acueducto de Bogotá, generación de energía
Total		1275.6	63	1276.7		

FUENTE: CAR.

El embalse del Chuza regula aguas del páramo de Chingaza, con destino al acueducto de la ciudad de Bogotá, y lo complementa el embalse de San Rafael, construido en la cuenca del río Teusacá, el cual cubre posibles contingencias que presente el sistema de túneles que transporta el agua de Chuza a la planta de Wiesner.

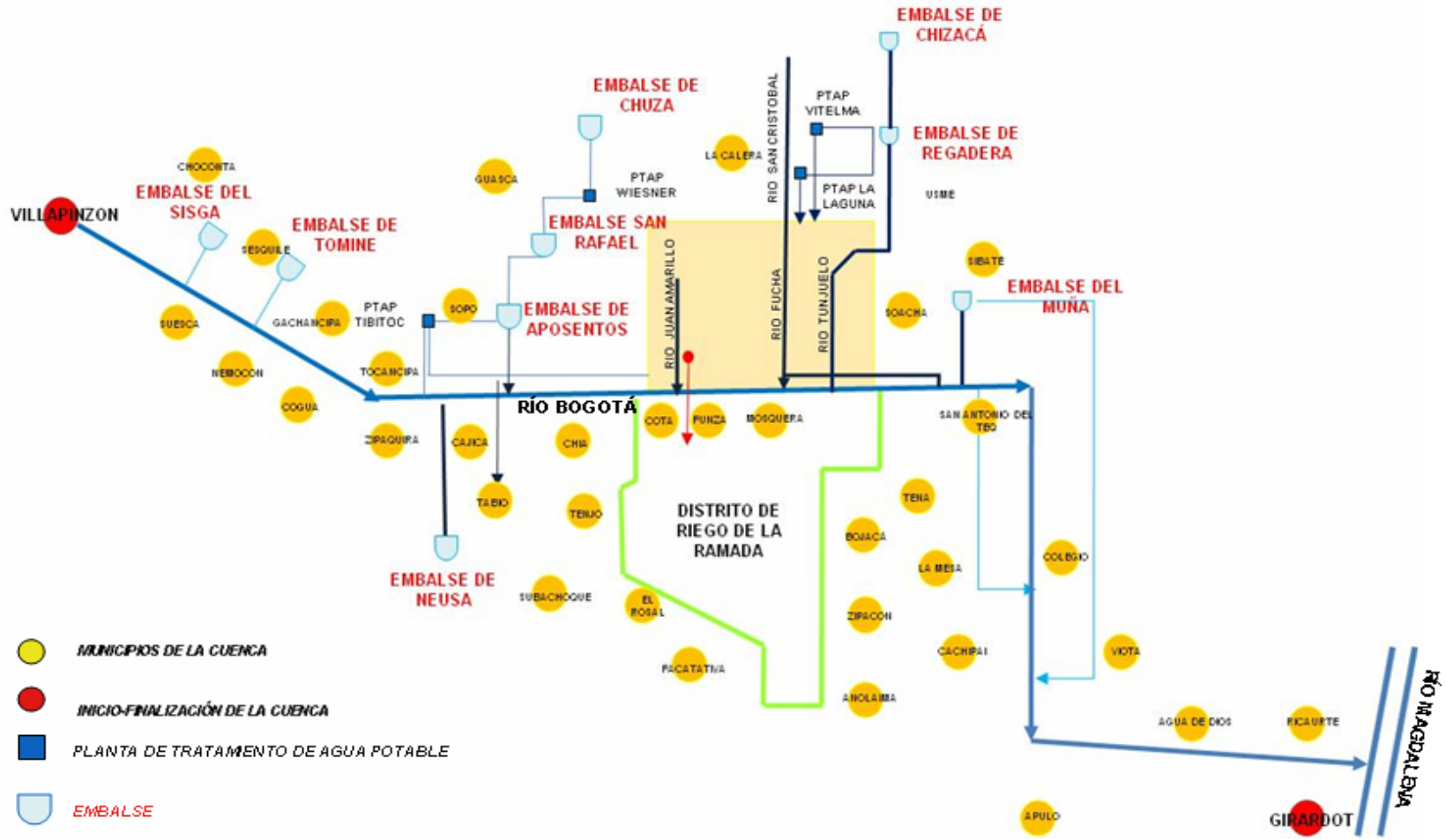
Los embalses de Sisga, Neusa y Tominé, ubicados al norte de la Sabana de Bogotá, tienen por objeto regular las aguas de la parte alta de la cuenca, para garantizar además el suministro de agua para el acueducto de Bogotá y en segundo lugar la generación eléctrica. Al suroriente de la misma cuenca se localizan los embalses La Regadera, Chisacá y Los Tunjos, encargados de regular la parte alta del río Tunjuelo y utilizados básicamente para satisfacer el consumo doméstico del suroriente de la ciudad.

El embalse del Muña, fue construido en la década del 40 por la Empresa de Energía de

Bogotá para alimentar dos cadenas de generación de energía, con este embalse la capacidad hidráulica total del sistema es de 75 m^3/s, y permite generar 1150 MW. La Empresa de Energía bombea del rió Bogotá al embalse, en el sitio Alicachín, un caudal medio de 28.48 m^3/s. En la Figura 25, se presenta el esquema de embalses de regulación en el rió Bogotá.

El sistema de embalses construido cumplir simultáneamente con los objetivos de regulación para uso domestico, agrícola e industrial, la regulación de crecientes en la cuenca media. En la cuenca media baja el rió recibe el caudal de los ríos, Salitre, Fucha, Tunjuelito y Soacha, los valores de caudal máximo aportados por estos tributarios exceden el algunas épocas del año la capacidad de transporte del rió Bogotá, y se presentan inundaciones en el sector de Bosa, Patio Bonito.

Figura 25 Esquema del sistema regulado del río Bogotá



FUENTE: CAR, 2009

2.8. Índice de escasez de la cuenca

En términos generales, en la cuenca se presenta un índice de escasez de medio a alto, tanto en período seco como húmedo[48]. Esto se debe principalmente a la alta demanda ejercida por las actividades doméstica y agropecuaria en la región, que asciende aproximadamente a 33.2 m^3/s, incluyendo la demanda ejercida por Bogotá, caso que merece especial análisis.

Cuadro 17 Demanda del recurso hídrico en la cuenca del río Bogotá

Descripción	Cuenca Alta y Media	Bogotá*	Cuenca Baja	Total (m^3/s)
Demanda de agua doméstica (m^3/s)	2,8	13,3	0,9	14,5
Demanda de agua para uso agrícola y pecuario (m^3/s)	8,4	2	0,5	10,9
Demanda de agua industrial y comercial	2,5	1,53	0,7	4,6
Distrito de Riego la Ramada	3.6			3.6
Demanda total (m^3/s)	**17,3**	**16,8**	**2,1**	**33,2**

*A pesar que la ciudad de Bogotá pertenece a la cuenca media del río Bogotá, el valor de su demanda de agua se presenta aislada, debido a que ésta es significativamente superior a la generada por los demás municipios de la cuenca.
FUENTE: SIAC, 2009

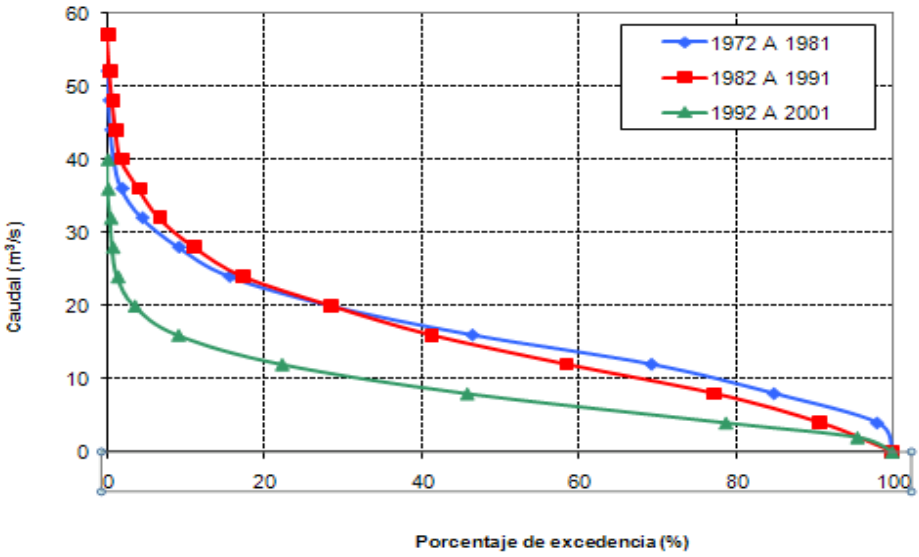
Dado que la ciudad de Bogotá ejerce una alta demanda del recurso y que la oferta no es equivalente, el Distrito estableció un sistema de abastecimiento que se nutre de tres sistemas de captación denominados: Chingaza, Tibitoc y Tunjuelo. En el numeral 2.9 se describe con mayor detalle el sistema de abastecimiento de la ciudad de Bogotá.

En condiciones críticas de caudales en el río (en tiempo seco), se reporta un caudal base de 2.10 m³/s en la estación Puente la Virgen, al entrar en la cuenca media[49]. En la Figura 26 se presenta un hidrograma para la estación Puente La Virgen, en éste se observa que los caudales permanentes el 80% del tiempo corresponden a caudales menores a 4 m^3/s. En época seca los cerros orientales de la cuenca del Salitre pueden generar un caudal de 0.25 m³/s y los de Fucha 0.50 m³/s. La quebrada Chiguaza en la cuenca del Tunjuelo, genera un caudal mínimo en tiempo seco, lo que suma 0.75 m³/s, sin considerar conexiones erradas de aguas negras. Considerando estos aportes, el caudal disponible en el río Bogotá estaría entre 4.95 y 4.55 m³/s

[48] CAR. 2006. POMCA Río Bogotá.
[49] UTS, 2001.

en la actualidad y hacia el futuro, respectivamente[50], lo que se refleja en la insostenibilidad de la demanda a partir de la oferta de este cuerpo hídrico.

Figura 26 Caudales permanentes río Bogotá Estación Puente La Virgen



2.9. Sistema de suministro de agua potable para la ciudad de Bogotá.

El sistema de acueducto de la ciudad de Bogotá , sirve a más de 8 millones de habitantes del centro del país, abastece la capital de la republica y poblaciones cercanas, entre ellas los municipios de Soacha, La Calera, Chía, Funza , Madrid, Mosquera , Cacica, Sopó, Gachancipá y Tocancipá.

El acueducto de Bogotá está constituido por tres sistemas, así:

- Sistema Tibitoc. Capta agua del río Bogotá, alimentado por los embalses Neusa, Sisga y Tominé. La planta de tratamiento Tibitoc tiene capacidad de 12 m^3/s.
- Sistema Chingaza. Capta agua del embalse Chingaza, planta de tratamiento Wiesner con capacidad de 12 m^3/s.
- Sistema la Regadera. Capta agua de los embalses de Chisacá y la Regadera, plantas de tratamiento El Dorado y La Laguna, capacidad agregada de 2 m^3/s.

[50] EAAB. Unión Técnica de la Sabana. 2003.

La capacidad total es de 26 m^3/s, con lo cual abastece la capital y 10 municipios vecinos. En conjunto los embalses que aseguran el suministro de agua, tienen una capacidad de almacenamiento de 1.238 millones de metros cúbicos. En el Cuadro 18 siguiente se presenta la capacidad de almacenamiento individual.

Cuadro 18 Sistema de abastecimiento de agua potable Bogotá D.C.

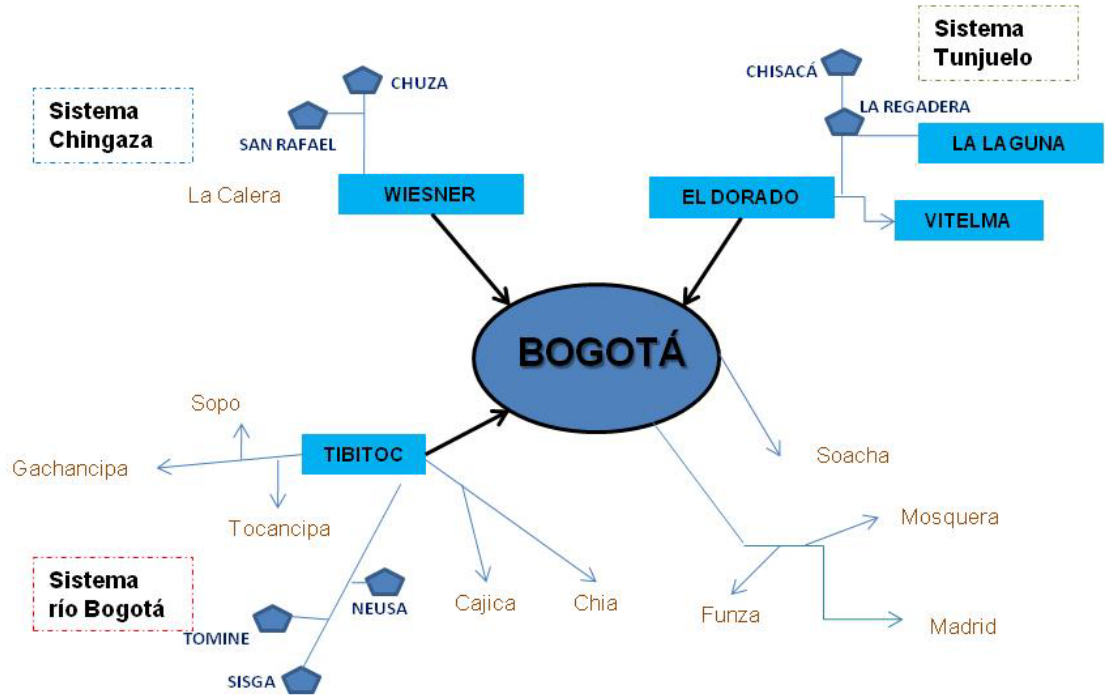
	Sistema Chingaza	Sistema Tibitoc	Sistema Tunjuelo
Localización	50 Km. al este de Bogotá	Norte de Bogotá	Sur de Bogotá
Capacidad de almacenamiento	325 Mm^3	887 Mm^3	10.4 Mm^3
Lugar de la captación	Río Guatiquía Río Blanco Río Teusacá	Río Bogotá (cuenca alta)	Río Tunjuelo Río San Francisco Río san Cristóbal
Embalses asociados[51]	- Chuza - San Rafael	- Sisga - Tominé - Neusa	- Chizacá - La Regadera
Sistema tratamiento asociado	Planta de potabilización de agua Francisco Wiesner. Actualmente produce un caudal tratado de 8,8 m^3, el cual se distribuye al Municipio de La Calera y al 70% de la ciudad de Bogotá.	Planta de potabilización de agua Tibitoc. Actualmente produce un caudal tratado de 4,5 m^3, el cual se distribuye los Municipio de Sopo, Gachancipa, Tocancipa, Cajicá y Chía y a la ciudad de Bogotá.	Plantas de potabilización de agua El Dorado, Vitelma y La Laguna. Actualmente el sistema de PTAP produce un caudal tratado de 1,15 m^3.

FUENTE: EAAB, 2009 (Ventana ambiental)

Como se observa en la Figura 27, el acueducto depende de la importación de caudales de cuencas próximas a la ciudad. En el caso del Sistema Tibitoc, la calidad del agua en el rió Bogotá debe asegurarse para cumplir la norma de consumo humano con tratamiento convencional, Decreto 475 de 1994. La CAR mediante la ejecución del programa de saneamiento en la cuenca alta y el control de contaminación industrial, asegura que la Planta de Tibitoc opere regularmente.

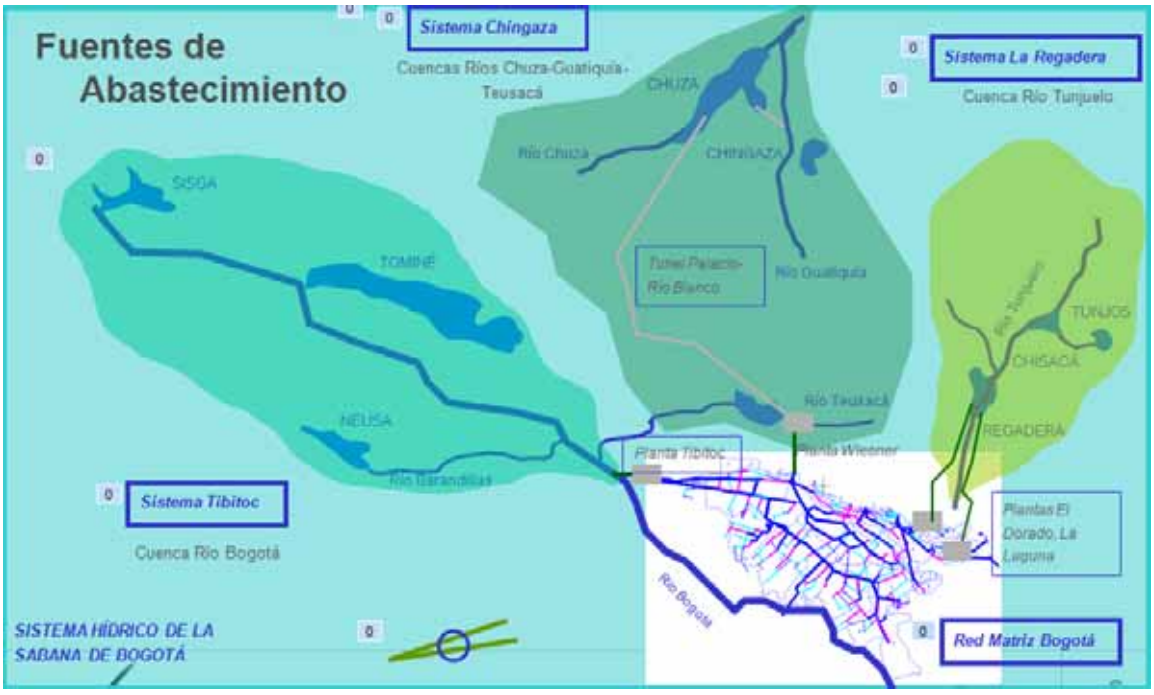
[51] En el cuadro 6 se presentan las características de los embalses asociados.

Figura 27 Sistema de Acueducto de Bogotá



FUENTE: Adaptado de EAAB, s.f.

Figura 28 Cuencas y fuentes de abastecimiento del acueducto de Bogotá

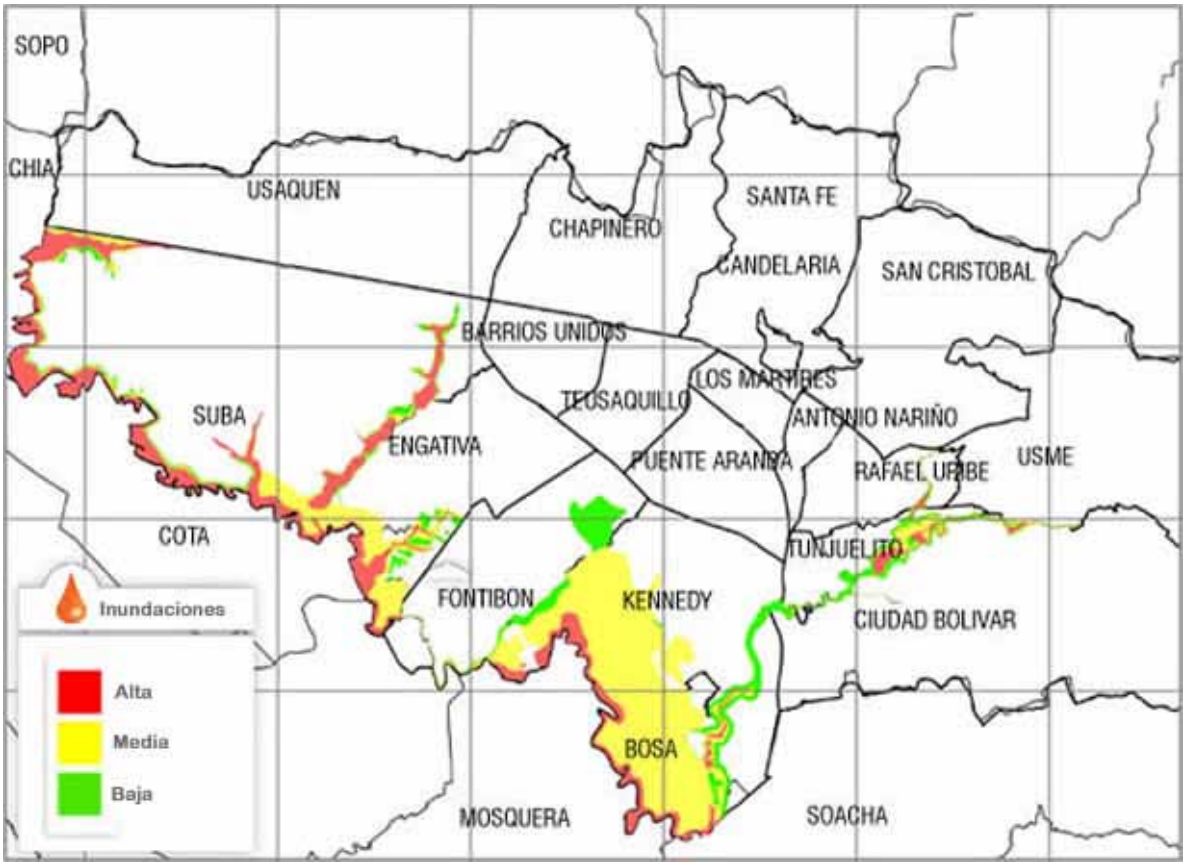


FUENTE: EAAB, s.f.

2.10. Amenazas y Riesgos asociados al recurso hídrico en la ciudad Bogotá

El riesgo por inundación en la cuenca de media del río Bogotá es el producto de la amenaza actual por desbordamiento del río o de sus afluentes, o por la insuficiencia del sistema de alcantarillado o bombeo y la vulnerabilidad de los asentamientos urbanos presentes en las áreas adyacentes a los cuerpos hídricos. A pesar que el río tiene riesgo por desbordamiento hacia los municipios de la cuenca media y la ciudad de Bogotá, es en ésta última donde se presenta una alta densidad de asentamientos urbanos. Bogotá está dividida en tres zonas de riesgo de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia del evento. Estas categorías son riesgo alto, medio y bajo. En la Figura 29 se muestran las zonas con riesgo de inundación y en el Cuadro 19 se describe cada categoría.

Figura 29 Zonas con riesgo de inundación en Bogotá



Cuadro 19 Descripción de las categorías

Categoría amenaza	Descripción	Probabilidad de ocurrencia
Alta	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno menor o igual a 10 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos graves.	Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada diez años durante la vida útil del jarillón, hasta ese nivel. Probabilidad de ocurrencia > 65%.
Media	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente entre los periodos de retorno de 10 y 100 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos moderados.	Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada durante la vida útil del jarillón entre el 10% y 65%, hasta ese nivel.
Baja	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno mayor o igual a 100 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua con efectos potencialmente dañinos leves.	Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada cien años durante la vida útil del jarillón, hasta ese nivel. Probabilidad de ocurrencia < 10%.

En la zona oriental paralela al río existe probabilidad alta de inundación por desbordamiento del cauce para un periodo de retorno de 10 años por causas naturales o intervención antrópica no intencional con efectos potencialmente graves. El valle aluvial del río Bogotá, desde el Puente del Común[52] hasta Alicachín, se divide en tres segmentos en los que el cauce del río presenta características especiales. El sector alto presenta llanuras aluviales de inundación y llanuras de inundación activas, más frecuentes aguas abajo y ocupando mayor área dentro del lecho mayor.

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE, ha identificado para Bogotá áreas sobre las que se presentan inundaciones por desbordamiento de los cauces o por la insuficiencia o inexistencia de redes de alcantarillado. Las inundaciones se han clasificado según su origen en: i) deficiencias de los jarillones, ii) obstrucciones en los cauces, iii)

[52] POT. BOGOTÁ

insuficiencia o inexistencia de redes de alcantarillado o iv) incapacidad de bombeo[53]. En el cuadro se relacionan los puntos inundables identificados para cinco localidades de la ciudad de Bogotá.

Deficiencias en jarillones. Los fenómenos asociados comprenden las deficiencias en la conformación y mantenimiento de estas estructuras, durante los períodos invernales o cuando se presentan crecientes, existen zonas de baja elevación, con filtraciones o con daños que afecten las zonas cercanas a estas estructuras.

Obstrucciones en los cauces. Se presentan en puntos de baja capacidad y cruces como puentes y tuberías, y está asociado a la presencia de residuos sólidos y de conglomerados de buchón.

Insuficiencia o inexistencia de redes de alcantarillado. Se presenta cuando los niveles de agua del cauce receptos son superiores al nivel de entrega del sistema de alcantarillado, e impiden la descarga normal de las aguas residuales.

Incapacidad de bombeo. Se presenta durante eventos extraordinarios, en los que la cantidad de aguas residuales y aguas lluvias supera la capacidad del sistema de bombeo.

Cuadro 20 Puntos de inundación identificados en Bogotá

		TEMA IDENTIFICADO				
LOCALIDAD	**CUENCA**	**JARILLONES**	**OBSTRUCCIONES**	**INSUFICIENCIA Y/O INEXISTENCIA DE REDES DE ALCANTARILLADO**	**INCAPACIDAD DE BOMBEO**	**TOTAL**
SUBA	**Bogotá**	4	8	6	4	22
	Juan Amarillo	3	0	0	0	3
ENGATIVA	**Bogotá**	2	8	0	2	12
FONTIBÓN	**Bogotá**	7	12	0	3	22
	Fucha	1	2	0	1	4
KENNEDY	**Bogotá**	1	10	0	0	11
	Fucha	0	2	0	0	2
	Tunjuelo	0	2	0	0	2
BOSA	**Bogotá**	1	2	0	0	3
	Tunjuelo	8	6	7	0	21
TOTAL		27	52	13	10	102

FUENTE: DPAE, 2007

El 69% de los puntos identificados están relacionados con fenómenos o problemas en el río Bogotá y el 22% con el río Tunjuelo; el 51% de los casos está relacionado con obstrucciones en

[53] DPAE, 2007. Informe sobre puntos críticos por problemas en cauces identificados en las principales en las cuencas de Bogotá. Grupo Aluvial.

los cauces y el 26% con fallas o inconvenientes con los jarillones. No obstante, los puntos identificados para este último no hacen referencia a su extensión, pues por ejemplo en la localidad de Kennedy se identifica un punto pero es en toda la extensión de la localidad.

- Condiciones hidráulicas del río Bogotá

Las condiciones del río Bogotá permiten definir caudales medios con una distribución bimodal reflejando el régimen pluviométrico en la Sabana de Bogotá. Con un rezago de aproximadamente un mes, el caudal varía entre 15,4 m^3/s de la localidad de Suba y 30,7 m^3/s sobre la localidad de Kennedy. Con el fin de hacer seguimiento a las condiciones hidráulicas del río, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias consolida la información de los niveles de la lámina de agua del río Bogotá y alimenta el sistema de alerta temprana de amenaza por desbordamiento. La información es reportada por el Comité Técnico del Sistema Hidrológico del Río Bogotá[54]. El sistema de alertas de la ciudad funciona con base en el seguimiento de los niveles del río en contraste con niveles de alerta establecidos para cada una de las estaciones de monitoreo ubicadas sobre el río Bogotá. En el Cuadro 21 se presentan los niveles umbral de la alerta por desbordamiento del río Bogotá en la cuenca media, definidos por el comité técnico del sistema.

Cuadro 21 Cotas sistema de alerta desbordamiento cuenca media río Bogotá

Estación	Alerta Amarilla	Alerta Naranja	Alerta Roja
Puente La Virgen	2542,50	2543,55	2544,05
Chicú	2542,70	2544,08	22544,55
Gibraltar	2542,01	2542,41	2542,81

FUENTE: DPAE, 2009

- Estrategias para el control del riesgo por inundación

Las acciones para la reducción del riesgo por inundación se han enfocado principalmente sobre la contención de la amenaza, para lo cual se han diseñado y ejecutado obras para el control de inundaciones del río, para diferentes períodos de retorno. En 1921 se iniciaron los estudios de control de inundaciones ocasionadas por el río Bogotá, debido a su constante desbordamiento.

[54] Creado en el 2006 y conformado por conformado por la CAR, la EAAB y la EMGESA.

La primera obra que se desarrolló fue el Sistema de La Ramada, en 1926, complementado posteriormente con dos estaciones de bombeo. El sistema fue concebido para permitir el riego de 1000 Ha y para evitas las inundaciones en el área, logrando que el río represara los humedales en las crecientes. Antes de 1950 se presentaban inundaciones frecuentes en la Sabana de Bogotá, las cuales anegaban grandes extensiones de tierras cultivables y zonas urbanas de las poblaciones de Fontibon, Funza, Mosquera y al norte del puente del común. En 1951 se construyo el embalse del Neusa y en 1952 el embalse del Sisga, obras desarrolladas para la regulación de las cuencas aferentes al río Bogotá. Posteriormente, en 1962 entro en operación el embalse Tominé mediante el se controla la zona alta de la cuenca[55].

En el 1979, la CAR identificó la necesidad de establecer estructuras de protección frente a las inundaciones de la frontera occidental de la ciudad[56]. Tras la inundación ocurrida en el sector de Patio Bonito en la zona sur occidental de Bogotá en 1980, la CAR, construyo estructuras para la contención de inundaciones entre el sector de Alicachín y Juan Amarillo[57]. Sin embargo, en 1999 el Distrito analizó la capacidad de control de inundación ofrecida por las estructuras existentes sobre las márgenes del río Bogotá y concluyó que ésta es baja si se tienen en cuenta las proyecciones de desarrollo sobre la zona[58]. En el año 2007, la CAR tomo la responsabilidad del proyecto de protección contra inundaciones en la cuenca media del río Bogotá, en el marco del convenio 171 de 2007[59], dado el riesgo de inundación y ruptura de jarillones.

En cuanto a la vulnerabilidad, las principales acciones se han desarrollado sobre la reglamentación de las áreas susceptibles de inundación, con el fin de evitar la conformación de asentamientos urbanos. No obstante en la ciudad de Bogotá la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá –EAAB, reporta que cerca de 10.000 familias deben ser reasentadas debido a que se encuentran en áreas sujetas a amenazas por inundación e invasión de zonas de preservación de las rondas de los cuerpos de agua en el Distrito.

[55] OEA, 1995. Reducción de la vulnerabilidad a inundaciones en cuencas hidrográficas.
[56] EAAB. HMV Ingenieros. 2003. Diseño de las obras para la protección de las inundaciones del río Bogotá en el sector Alicachín – La Conejera.
[57] Ibid.
[58] Ibid.
[59] Convenio 171 del 2007: convenio interadministrativo entre la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR- Distrito Capital Secretaría Distrital de Ambiente –SDA- y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB- ESP. Este acuerdo tiene como objeto aunar esfuerzos para contribuir al logro del saneamiento ambiental del Río Bogotá en el marco del que se ha denominado “Megaproyecto Río Bogotá”

3. MARCO INSTITUCIONAL

Uno de los principales aspectos de la gestión ambiental en el país, tiene que ver con el manejo ambiental del río Bogotá. La gestión proyectada sobre este bien nacional, se enmarca en las políticas de la descentralización del sector ambiental[60] y en los lineamientos y directrices emanados por el SINA[61].

En ese marco, las entidades responsables de las acciones tendientes a la recuperación del río, definidas en la política nacional están señaladas en la normativa ambiental del país, en el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social[62] 3320 – CONPES 3320, tanto en el orden nacional, regional y local.

En el ámbito nacional las entidades competentes de la gestión ambiental y el saneamiento del río Bogotá, son el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, el Departamento Nacional de Planeación – DNP y el Ministerio de Hacienda. En el ámbito regional, la competencia le corresponde a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, y en el orden departamental y municipal, a la Gobernación de Cundinamarca y las administraciones municipales, entre las que se encuentra en Distrito Capital. Los objetivos de calidad del río Bogotá fueron definidos por la CAR, en cumplimiento de las directrices del MAVDT, pero el logro de tales objetivos es responsabilidad de todos los actores institucionales, que en la cuenca media son fundamentalmente la CAR y el Distrito, entidades que se comprometieron con estos fines a través del convenio 171 de 2007.

En el presente capitulo se describen las competencias de las entidades del orden nacional, regional y local que tienen competencia en la cuenca del río Bogotá y responsabilidades en el mejoramiento de la calidad de su agua en función de la participación asignada en la estrategia de saneamiento ambiental del río Bogotá.

[60] CONPES. Documento 3320.
[61] El SINA es el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programa e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en dicha ley
[62] Esta instancia fue creada mediante la Ley 19 de 1958. Es la máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del Gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país. El Departamento Nacional de Planeación desempeña las funciones de Secretaría Ejecutiva del CONPES y CONPES SOCIAL, y por lo tanto es la entidad encargada de coordinar y presentar todos los documentos para discutir en sesión. DNP. CONPES. (On line) www.dnp.gov.co

3.1. Orden nacional

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT. Es el organismo rector de la gestión del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables y de la definición de las políticas y regulaciones relacionadas con la gestión ambiental del país. Esta entidad se encarga de la coordinación del SINA[63]. Sus objetivos primordiales están definidos en el Decreto 216 de 2003 y se encaminan a contribuir y promover el desarrollo sostenible a través de la formulación y adopción de las políticas, planes, programas, proyectos y regulación en materia ambiental, recursos naturales renovables, uso del suelo, ordenamiento territorial, agua potable y saneamiento básico y ambiental, y el desarrollo territorial y urbano[64]. En materia de manejo ambiental del río Bogotá, es la entidad encargada de brindar apoyo a la gestión para la consecución de recursos económicos para programas y proyectos de descontaminación del Río Bogotá, coordinar la formulación de una Resolución de elegibilidad específica para el tema de descontaminación del Río Bogotá, como herramienta de focalización de los recursos asignados a los entes territoriales por parte del Fondo Nacional de Regalías, acompañar a los Entes Territoriales con jurisdicción sobre el Río Bogotá, para concertar un convenio interadministrativo entre éstos, que tenga como objetivo la priorización de los recursos destinados a la descontaminación del Río Bogotá y supervisar el cumplimiento de lo dispuesto en la licencia ambiental otorgada para la construcción y operación de la PTAR El Salitre.

Ministerio de Hacienda Pública y Departamento Nacional de Planeación. El MHP es la entidad encargada de definir, formular y ejecutar la política económica del país, los planes generales, programas y proyectos relacionados con ésta, así como la preparación de las leyes, y decretos y la regulación de las actividades que correspondan a la intervención del Estado en las actividades financieras, bursátil, aseguradora y el manejo, aprovechamiento e inversión de los recursos del ahorro público y el tesoro nacional[65]. Esta entidad es responsable del otorgamiento de los avales correspondientes a los créditos internacionales, que las entidades requieran con el fin de mejorar las condiciones del río previo concepto del Departamento Nacional de Planeación.

El DNP, además de realizar los análisis técnicos a las posibles nuevas operaciones de crédito público que se generen para proyectos de descontaminación del Río Bogotá y emitir el

[63] COLOMBIA. Ley 99 de 1993.
[64] DNP. Sistema Nacional Ambiental. (Online) www.dnp.gov.co
[65] MINISTERIO DE HACIENDA. Quienes somos. (Online) www.minhacienda.gov.co

respectivo concepto, debe coordinar junto con el MAVDT la formulación de una Resolución de elegibilidad específica para el tema de descontaminación del Río Bogotá, la cual debe permitir la programación de proyectos de inversión de largo plazo, financiados con cargo a los recursos del FNR, acompañar a los Entes Territoriales con jurisdicción sobre el Río Bogotá, para concertar un convenio interadministrativo entre éstos, coordinar la elaboración del Conpes para las operaciones de crédito público externo que se lleguen a concretar y evaluar la viabilidad técnica y legal de un esquema financiero (fondo, esquema fiduciario o patrimonio autónomo) que permita canalizar los recursos asignados al saneamiento del río y coordinar su implementación con las entidades involucradas.

3.2. Orden regional

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. Tiene por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como el cumplimiento y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el MAVDT[66]. La jurisdicción de la CAR incluye 98 municipios del Departamento de Cundinamarca, 6 municipios del Departamento de Boyacá y la Zona Rural de Bogotá. Adicionalmente, el territorio está integrado por nueve cuencas hidrográficas de primer orden que corresponden a los ríos Bogotá, Negro, Sumapaz, Magdalena, Ubaté-Suárez, Minero, Machetá, Blanco y Gachetá[67].

La CAR es la autoridad ambiental con la competencia sobre la gestión ambiental de la cuenca del río Bogotá. En ejercicio de sus facultades como autoridad, y en cumplimiento de la reglamentación ambiental expedida por el MAVDT, tiene la competencia para la definición de los objetivos de calidad del río Bogotá[68], la aprobación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV y del componente ambiental de los Planes de Ordenamiento Territorial de los entes territoriales de la cuenca del río, entre los que se encuentra el Distrito Capital. Como entidad de desarrollo, la entidad ejecuta programas para la cooperación con los mismos entes, que conlleven al logro de los objetivos de calidad propuestos para el río.

[66] CAR. Funciones de la CAR. (Online) www.car.gov.co
[67] Ibid.
[68] Fueron definidos por la CAR mediante el Acuerdo 43 de 2006. Se describen en el numeral 5 del presente volumen.

La entidad en cada uno de sus instrumentos de planeación ambiental (Plan de Gestión Ambiental Regional - PGAR, el Plan de Acción Trienal - PAT, el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca - POMCA y los Planes de acción de cada vigencia), incorporó la estrategia para el manejo ambiental del río Bogotá y ha formulado y puesto en marcha estrategias que se orientan a la recuperación del río Bogotá, entre los que se cuentan dos de los componentes del proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del río Bogotá - AHRARB. En el Cuadro 22 se describen las estrategias adoptadas en cada plan.

Cuadro 22 Incorporación de la estrategia de manejo ambiental del río Bogotá en los planes de la CAR

Plan	Definición	Vigencia	Programa para el río Bogotá	Proyecto		
				Nombre	Meta	Presupuesto
PGAR (Plan de Gestión Ambiental Regional)	Es el instrumento de planificación estratégico de largo plazo de la Corporación Autónoma Regional para el área de su jurisdicción, que permite orientar su gestión e integrar las acciones de todos los actores regionales con el fin de que el proceso de desarrollo avance hacia la sostenibilidad de las regiones[69].	2001 – 2010	Manejo del ciclo del agua	(sub programa): Control de la calidad hídrica	Controlar al menos 70% de los vertimientos líquidos municipales, así como al menos el 30% de los vertimientos industriales en la jurisdicción de la CAR.	Articulado con el programa de saneamiento ambiental básico definido en el PAT.
PAT (Plan de Acción Trienal)	Es el instrumento de planeación de las Corporaciones Autónomas Regionales, en el cual se concreta el compromiso institucional de éstas para el logro de los objetivos y metas planteadas en el PGAR. En él se definen las acciones e inversiones que se adelantaran en el área de su jurisdicción y su proyección será de tres (3) años[70].	2007-2009	Saneamiento ambiental básico	Saneamiento y adecuación cuenca del río Bogotá	1. Ejecutar el 25% del proyecto de Adecuación Hidráulica del río Bogotá. 2. Ejecutar el 35% del proyecto de ampliación y optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salitre 3. Formular y ejecutar tres (3) proyectos de inversión con recursos FIAB 4. Cumplimiento de la acción judicial del fallo del proceso en curso: convenio CAR – DC PTAR Salitre	304 mil millones de pesos
POMCA (Plan de Ordenamiento	Documento de planeación cuyo objeto es el planeamiento del uso y	N. aplica.	Saneamiento básico	Construcción de PTAR.	No reporta metas específicas	Articulado con el programa de saneamiento

[69] Decreto 1200 de 2004. Modificado por la Ley 1263 de 2008.
[70] Ibid.

Plan	Definición	Vigencia	Programa para el río Bogotá	Proyecto		
				Nombre	Meta	Presupuesto
y Manejo de la Cuenca)	manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos[71].		Conservación y protección de cuerpos de agua	-Dragado y limpieza de cauces -Estudio de niveles de inundación para diferentes períodos de retorno en los diferentes cauces	No reporta metas específicas	ambiental básico definido en el PAT.
			Riesgos y amenazas		No reporta metas específicas	

A partir de los instrumentos de planificación anteriormente descritos la CAR ha establecido los lineamientos y estrategias para la recuperación del río Bogotá y ha asegurado los recursos necesarios para el logro de éste fin.

Emgesa SA ESP. Sociedad encargada de la generación y comercialización de la energía eléctrica para el sistema de interconexión eléctrica del país[72]. Esta empresa administra dos cadenas de generación hidroeléctrica, que aprovechan la caída de 2100 m que existe entre la Sabana de Bogotá y la parte baja de la cuenca del río Bogotá[73]. Esto la ubica como uno de los actores estratégicos en el manejo del río Bogotá, teniendo en cuenta que los impactos ambientales ocasionados por el bombeo las aguas del río Bogotá al Embalse del Muña es uno de los móviles que dio lugar a las acciones administrativas sobre la CAR, la EAAB y la empresa.

3.3. Orden Departamental y Local

Gobernación de Cundinamarca y municipios de la cuenca media del río Bogotá. Tanto la Gobernación como los municipios, desarrollan un papel fundamental en la estrategia de manejo del río, como administradores del territorio y facilitadores de la ejecución de las acciones propuestas por las autoridades ambientales para la recuperación del recurso hídrico. De acuerdo con la estrategia, los municipios deben integrar en su Plan de Ordenamiento Territorial

[71] Decreto 1729 de 2002.
[72] Su composición accionaria muestra que la Empresa de Energía de Bogotá participa con el 51,51%, Endesa Latinoamerica S.A. tiene una participación del 21.6%, la Empresa Nacional de electricidad SA ESP tiene una participación del 26,87% y existen otros accionistas minoritarios.
[73] La primera cadena capta el agua directamente del río Bogotá y está compuesta por cinco plantas menores en serie. La segunda cadena inicia con el bombeo de las aguas del río Bogotá al Embalse del Muña y de allí descarga por tuberías y túneles hasta las plantas El Paraíso y La Guaca, localizadas en el municipio El Colegio.

– POT y en sus Planes de Desarrollo Municipal – PDM, aspectos coherentes con las disposiciones formuladas por la CAR en sus planes ambientales, acordes con el manejo ambiental del río Bogotá[74].

Distrito Capital. En términos del impacto sobre la calidad del agua del río Bogotá la ciudad, en la cuenca media que aporta la mayor carga orgánica al río Bogotá. En esa medida, el Distrito es responsable de la calidad del agua del río y de la definición y ejecución de las medidas para el mejoramiento del río en la cuenca media. Las acciones desarrolladas se derivan del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad y del Plan de Desarrollo para las vigencias 2004 – 2008 y 2008 – 2012. En el Cuadro 23, se describen las estrategias adoptadas en cada plan y que se materializan a través de los programas y proyectos desarrollados por las entidades del distrito, especialmente por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP- EAAB.

Cuadro 23 Incorporación de la estrategia de manejo ambiental del río Bogotá en los Planes Distritales

Plan	Definición	Vigencia	Norma	Artículos
POT Bogotá D.C. (Plan de Ordenamiento Territorial)	Es un instrumento desarrollado para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales[75].	2000 - 2010	-Adoptado mediante Decreto 619 de 2000 -Modificado por el Decreto 419 de 2003 - Compilado en el Decreto 190 de 2004	Art 60. (Modificado por el art. 106 del Decreto 469 de 2003) Construcción del sistema de tratamiento. Con base en los estudios técnicos y ambientales realizados por el Distrito Capital para evaluar el sistema de tratamiento de sus aguas residuales, y considerando las prioridades y posibilidades de inversión con las que cuenta éste para la construcción de la infraestructura requerida con tal fin, el nuevo esquema del sistema de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad tendrá los siguientes componentes y seguirá el cronograma descrito…: Art. 197. (Modificado por el art. 159 del Decreto 469 de 2003) Art 198. Proyectos de alcantarillado sanitario y pluvial. Los proyectos previstos están dirigidos a reducir el rezago en los sistemas de drenaje y conducción de aguas negras y lluvias de las cuencas del Salitre, Fucha y Tunjuelo y a la expansión de redes troncales en las zonas por desarrollar. Art 45 (Decreto 469 de 2003). Planes Maestros. Los planes maestros constituyen el instrumento de planificación fundamental en el marco de la estrategia de ordenamiento de la ciudad-región; permiten definir las necesidades de generación de suelo urbanizado de acuerdo con las previsiones de crecimiento poblacional y de localización de la actividad económica, para programar los proyectos de inversión sectorial en el corto, mediano y largo plazo
			Decreto 314 de 2006	Adopta el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado para el Distrito Capital.

[74] Ibid.pagina 132.
[75] Ley 388 de 1997.

Plan	Definición	Vigencia	Norma	Artículos
				Artículo 13. Objeto. Para lograr la optimización protección y uso racional de los recursos hídricos y reducción de la vulnerabilidad de los sistemas - EJE URBANO REGIONAL se adelantarán las siguientes acciones… 17. Fortalecimiento del Manejo integral de Vertimientos, incorporando en el PSMV (Plan de saneamiento y Manejo de vertimientos), identificación y manejo de conexiones erradas.
PDD (plan distrital de desarrollo)	Documento de política pública a través del cual se describen los objetivos, las estrategias, los programas, los proyectos y las metas que comprometen al Estado con la ciudadanía y en el que se especifican las acciones a adelantar en cada período de gobierno, así como los respectivos recursos asociados para garantizar que las mismas se cumplan[76].	2004 - 2008	Acuerdo Distrital 119 de 2004	Art. 15. Metas eje Urbano – Regional. Programa Sostenibilidad Urbano – Regional: 1. Continuar con la recuperación hídrica del Río Bogotá. 2. Mejorar la calidad ambiental del aire, del agua y del suelo. 3. Implementar el manejo del Sistema Hídrico, el Sistema de Áreas Protegidas y el Área de Manejo Especial del Valle Aluvial del Río Bogotá.
		2008 - 2012	Acuerdo Distrital 308 de 2008	Art. 32. Metas de ciudad… Ambiente vital. 1. Ejecutar 40% de las acciones básicas necesarias para la recuperación y protección de los 12 humedales. 2. Completar el 100% de las obras básicas de saneamiento de los principales ríos de la ciudad (interceptores de los ríos Salitre, 3. Desarrollar el 100% de los elementos que permitan el cumplimiento de los objetivos de calidad de agua para los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo. 4. Desarrollar el 100% de las herramientas de control sobre sectores prioritarios en materia de descargas y captación de agua. 5. Manejo y recuperación del sistema hídrico. 6. Ejecutar los planes de manejo ambiental de 9 humedales.

Se observa que las medidas propuestas y adoptadas por el Distrito han sido estructurales y han contado con los avales y recursos institucionales y coadyuvaran al cumplimiento de las metas de saneamiento del río Bogotá.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP – EAAB ESP. Es la empresa competente de la prestación de los servicios públicos esenciales domiciliarios de acueducto y alcantarillado en el área de jurisdicción del Distrito Capital de Bogotá. En cumplimiento de su objeto, tiene como funciones: i. Captar, almacenar, tratar, conducir y distribuir agua potable; ii. Recibir, conducir, tratar y disponer las aguas servidas, en los términos y condiciones fijadas por las normas para estos servicios; iii. Recoger, conducir, regular y manejar las aguas lluvias y aguas superficiales que conforman el drenaje pluvial y el sistema hídrico dentro de su área de actividad; iv. Realizar la construcción, instalación y mantenimiento de la infraestructura

[76] Secretaria Distrital de Planeación de Bogotá. Cómo y con qué planeamos? (On line) www.sdp.gov.co

necesaria para prestar los servicios públicos domiciliarios a su cargo; v. Solicitar las concesiones de aguas y los permisos de vertimientos que requiera y colaborar con las autoridades competentes en la conservación y reposición del recurso hídrico[77]. La EAAB es la responsable de la calidad de las aguas residuales descargadas desde el Distrito Capital y de cumplir con la calidad del efluente establecida por la CAR para el logro de los objetivos de calidad del río Bogotá. En ese marco, tiene la función de establecer las condiciones de uso y tenencia de la estructura actual de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales El Salitre y la ejecución, operación, administración y mantenimiento de la misma[78]. Frente a la estrategia de manejo ambiental del río Bogotá, la Empresa actúa junto con la Secretaria Distrital de Ambiente, como representante del Distrito Capital en la firma del Convenio 171 de 2007 y se compromete a sumar "esfuerzos para contribuir al logro del saneamiento ambiental del río Bogotá en el marco del que se ha denominado Megaproyecto Río Bogotá"[79].

Secretaria Distrital de Ambiente. Es un organismo del Sector Central con autonomía administrativa y financiera y tiene por objeto orientar y liderar la formulación de políticas ambientales y de aprovechamiento sostenible de los recursos ambientales y del suelo[80]. La SDA es la autoridad ambiental de Bogotá y es responsable de la definición de los objetivos de calidad de los ríos y cuerpos de agua presentes en la ciudad y de la aprobación del PSMV presentado por la EAAB para el saneamiento de los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo.

[77] CONCEJO DE BOGOTA. Acuerdo Distrital 01 de 2002.
[78] BOGOTÁ. Decreto Distrital 626 de 2007.
[79] CAR. DISTRITO CAPITAL. Convenio 171 de 2007.
[80] CONCEJO DE BOGOTÀ. Acuerdo Distrital 257 de 2006. Se creó en el año 2006, como producto de la transformación del Departamento Técnico Administrativo de Medio Ambiente –DAMA, en la reforma administrativa del Distrito.

4. ESTRATEGIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTA.

A partir de la creación de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, se han formulado estrategias para el saneamiento ambiental de la Cuenca del Rió Bogotá, enmarcadas en instrumentos normativos (por ejemplo los Acuerdos 9 de 1979 y 58 de 1987), y que a la fecha han permitido establecer los objetivos de calidad del rió y sus tributarios.

El capitulo a continuación se presentan los antecedentes y estado actual de la estrategia de saneamiento ambiental de la cuenca del río Bogotá, enfatizando en los planes, programas y proyectos que se han propuesto y ejecutado sobre la cuenca media del río Bogotá, por parte tanto de la CAR como de la EAAB, enmarcados en los compromisos y obligaciones definidas en la normativa ambiental, especialmente en lo relacionado con los objetivos de calidad del río Bogotá.

4.1. Antecedentes

En el año 1986, la CAR estableció su primera estrategia integral de saneamiento de la cuenca, en 1987 expidió el Acuerdo 58 en donde se establecieron los objetivos de calidad del rio Bogotá y sus tributarios. Esta primera estrategia, fue el resultado del Plan Maestro de Calidad de Agua Superficiales, estudio adelantado por la CAR en 1986 (PMCAS-1986), con la asistencia Técnica del Gobierno de Holanda. A partir del PMCAS-1986, la entidad estableció las obras prioritarias de tratamiento de aguas residuales de los municipios de la cuenca alta y media, y las medidas de control necesarias para los vertimientos de origen industrial en toda la cuenca. Para la cuenca media del rio, el PMCAS-1986, determinó que las obras de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Bogotá, eran responsabilidad de la EAAB y acogió las recomendaciones de Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de la ciudad elaborado por el Consorcio Hidroestudios Black and Veatch, en donde se definió el esquema de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad. Para la Cuenca Baja del rio, no se determinaron obras prioritarias de tratamiento, debido a que la calidad del agua del rio, era necesariamente dependiente del tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Bogotá.

La ejecución de la estrategia en lo relacionado con construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y sistemas de pretratamiento de efluentes de mataderos municipales fue liderada por la CAR entre 1986 y 1993, en virtud de Convenios suscritos con las Autoridades Municipales.

El control de la contaminación industrial, fue asumido por la CAR, aplicando medidas de comando y control a las industrias, y fijando metas de reducción en concordancia con el Decreto 1594 de 1984 y Acuerdo 58 de 1987.

Finalmente la CAR adelantó con recursos propios y de crédito internacional la construcción de 22 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en la cuenca alta y media del rió Bogotá y sistemas de pretratamiento en mataderos de igual número de municipios. Este proyecto se denomino “Programa de manejo y saneamiento ambiental del río Bogotá” y como resultado de su ejecución el río Bogotá tiene condiciones aeróbicas antes de las descargas de la ciudad de Bogotá.

En 1991, mediante documento CONPES 2488 se sometió a aprobación el otorgamiento de la garantía de la Nacional a una operación de crédito externo, a celebrar por la CAR con el Banco Interamericano de Desarrollo – BID[81], para la ejecución del Proyecto de Saneamiento de la Cuenca Alta (CO – 0198)[82]. El objetivo del proyecto era mejorar las condiciones ambientales y productivas de al cuenca alta del río Bogotá, mediante el mejoramiento de la calidad de las aguas, para permitir su utilización múltiple en abastecimiento de agua potable, en actividades agrícolas y pecuarias y para preservar la flora y la fauna[83]. Los componentes del proyecto fueron: i) Construcción de colectores y plantas de tratamiento de aguas residuales, para descontaminar el río en el primer tramo, sin interferir el suministro de agua en los sistemas de riego de La Ramada y Bojacá; ii) Construcción de 13 sistemas de pre tratamiento de aguas residuales para mataderos[84] municipales; iii) Optimización del Distrito de Riego de la Ramada; iv) Construcción del Distrito de Riego de Bojacá; v) Recuperación de suelos y control de erosión; vi) Construcción de 26 rellenos sanitarios para la disposición de residuos sólidos; vii) Mejoramiento de la administración de los recursos naturales de la cuenca[85]. A través del este proyecto se construyeron PTAR en 22 de los municipios de la jurisdicción de la Corporación[86].

[81] CONPES. 1991. Documento 2488.
[82] SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. 2004. Proyecto de descontaminación y recuperación de la calidad del río Bogotá
[83] Ibid.
[84] Centros de sacrificio de animales con fines comerciales.
[85] CONPES. 1991. Documento 2488.
[86] Los municipios son: Anapoima, Cajica, Chia, Choconta, Cogua, Cota, Facatativa, Funza, Gachancipa, Guatavita, La Calera, Madrid, Mosquera, Nemocon, Sesquile, Sopo, Subachoque, Suesca, Tabio, Tenjo, Tocancipa y Zipaquira.

4.2. Estrategia de Saneamiento Ambiental de la Cuenca del rió Bogotá. 2006 – 2019.

Con motivo de la ley 99 de 1993, se conformó el Sistema Nacional Ambiental (SINA), se creó el Ministerio del Medio Ambiente y se constituyeron nuevas Corporaciones Autónomas Regionales con sus respectivas área de jurisdicción y competencias.

La ley 99 de 1993, asignó a la CAR la responsabilidad de nuevas áreas geográficas (nuevas zonas del Departamento de Cundinamarca) y delimitó sus áreas de jurisdicción. En 2006, la CAR atendiendo instrucciones del Gobierno Nacional (CONPES 3256 de 2003) contrató el estudio denominado Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá - POMCA, el cual se ejecutó en concordancia con los lineamientos de ordenamiento de cuencas hidrográficas establecidas en el Decreto 1729 de 2002. El POMCA fue adoptado por la CAR como instrumento de planificación de las acciones en la Cuenca, mediante la Resolución No 3194 de 2006.

El objetivo principal del POMCA es lograr el aprovechamiento sostenible, la conservación, restauración y protección adecuada de los recursos naturales renovables del área de la Cuenca del Río Bogotá, a través de un proceso de planificación integral que considere los aspectos socioeconómicos, técnicos, institucionales y ambientales y con énfasis en los recursos hídricos.

En relación con la cuenca, el POMCA establece entre otros los siguientes objetivos:

- Lograr los objetivos de calidad establecidos para el recurso hídrico de la cuenca del río Bogotá.
- Buscar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables según su potencialidad y técnicas disponibles, buscando una producción y rendimiento sostenidos con la menor alteración posible del medio ambiente.
- Implementar en áreas críticas planes detallados y proyectos específicos tendientes a lograr el control y rehabilitación de áreas severamente degradadas.
- Regular y preservar los recursos hídricos para el uso doméstico, agropecuario, industrial y otros.

- Desarrollar una Gestión ambiental sostenible, con el fin de aumentar la renovabilidad del capital natural y prevenir el deterioro ambiental de los ecosistemas de mayor valor por sus servicios ecológicos.

Para el cumplimiento de los objetivos, el POMCA ha establecido entre otros los siguientes programas estratégicos:

Saneamiento Básico: Este programa considera la elevación futura de los niveles de calidad de vida de la población del área de drenaje y plantea la necesidad de adoptar mecanismos y programas que permitan alcanzar dicha calidad bajo la concepción del desarrollo social, económico y ambiental municipal, considerando entre sus más importantes proyectos los siguientes:

- Construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales veredales, baterías sanitarias y pozos sépticos.
- Construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales.
- Planes Maestros de Alcantarillado.
- Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.
- Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Implementación de sistemas de tratamiento de los mataderos municipales.
- Manejo y control de residuos sólidos y líquidos derivados de los sistemas de producción agropecuarios

Conservación y Protección de cuerpos de agua. Comprende la protección de fuentes hídricas a través de proyectos de revegetalización o reforestación con especies nativas que permitan crear un área de amortiguación en los nacimientos de los cursos de agua, que brinden las condiciones necesarias para el establecimiento de la regeneración natural. Dentro de los proyectos incluidos en este programa se encuentran:

- Planes de regulación de corrientes
- Programa recuperación embalse del Muña
- Dragado y limpieza de cauces.
- Sondeo de pozos profundos para aguas de riego
- Reglamentación de cuencas
- Protección con rondas en la red primaria y proyectos legales de reversión a la propiedad pública.
- Clarificación de predios en zonas de humedales propensas a ampliación de la frontera agrícola
- Estudio de niveles de inundación para diferentes periodos de retorno en los cauces principales.
- Programa de uso eficiente del agua
- Control permanente de la demanda hídrica
- Saneamiento Ambiental y manejo hídrico de humedales

El POMCA estableció la zonificación ambiental, el ordenamiento y uso de del suelo en la cuenca. En concordancia con las necesidades y uso del agua, se establecieron los objetivos de calidad hídrica para el periodo 2006 a 2020, para condiciones de caudal promedio en el rio Bogotá, los cuales fueron adoptados posteriormente mediante el Acuerdo 43 de 2006 de la CAR.

4.2.1. Objetivos de Calidad de Agua en la Cuenca 2020.

Para desarrollo de los programas estratégicos establecidos en el POMCA, la CAR expidió el Acuerdo 43 de 2006, documento que constituye marco legal del control de la calidad del recurso hídrico en su área de Jurisdicción.

Los objetivos de calidad de la cuenca del río Bogotá, se fundamentan en los principios de: i) Sostenibilidad de la oferta del recurso hídrico, ii) Uso eficiente del recurso, iii) Equidad, iv) racionalidad económica, v) Sostenibilidad financiera, v) Planeación y vi) Participación y coordinación. A continuación en el Cuadro 24 se expresan los valores establecidos en el Acuerdo CAR 43 de 2006 para los parámetros de DBO_5 y Coliformes Totales, para cada una de las clases de usos del agua definidos para el río Bogotá.

Cuadro 24 Parámetros para cumplir los objetivos de calidad.

CLASE	Valor más restrictivo	
	DBO_5 (mg/L)	**Coliformes totales (NMP/100mL)**
I	7	5000
II	7	20000
III	20	5000
IV	50	20000
V	70	No reporta

Con el fin de abordar el diagnostico de la calidad del agua de la cuenca del río Bogotá, su trayecto se dividió en cinco tramos, en razón de sus características físicas y de uso, de la siguiente manera:

1. Cuenca Alta-Superior al sector comprendido entre Villapinzón y Tibitoc.
2. Cuenca Alta-Inferior entre Tibitoc y la estación hidrometeorológica la Virgen.
3. Cuenca Media entre la estación hidrometeorológica la Virgen y las compuertas Alicachín, en inmediaciones del embalse del Muña.
4. Cuenca Baja – superior desde El Embalse del Muñá hasta la descarga del río Apulo.
5. Cuenca Baja Inferior desde la descarga del río Apulo hasta la desembocadura del río Bogotá en el Magdalena.

Para cada uno de los tramos de la Cuenca del Río Bogotá establecidos anteriormente se determinaron las condiciones actuales en los parámetros de DBO y Coliformes totales, Cuadro 25.

Cuadro 25 Condición Actual de calidad del río Bogotá

Parámetro	Cuenca				
	Alta – Superior	Alta - Inferior	Media	Baja- Superior	Baja- Inferior
DBO (mg/L)	20-70	70-150	200-270	100-200	100-200
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	10^3 - 10^5	10^3 - 10^5	10^5 - 10^9	10 5 - 10^9	10^5 - 10^8

En el Cuadro 26 se presenta la evaluación de cumplimiento de la calidad del agua, frente a lo establecido en el Acuerdo 43 de 2006, para la situación 2008, según los tramos en que se ha sectorizado la cuenca del Río Bogotá.

Cuadro 26 Evaluación de cumplimiento frente al Acuerdo 43 2006

Sector Cuenca Río Bogotá	Usos del agua calidad actual				
	1	2	3	4	5
Alta – Superior	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple
Alta - Inferior	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple
Media	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple
Baja- Superior	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple
Baja- Inferior	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple

NOTA:
1. Consumo Humano y Doméstico con tratamiento convencional ,preservación de flora y fauna, uso agrícola y uso pecuario
2. Consumo Humano y Doméstico con tratamiento convencional ,preservación de flora y fauna, uso agrícola con restricciones y uso pecuario
3. 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
4. Corresponde a valores de los usos agrícola con restricciones y pecuario
5. Corresponde a valores de los usos para Generación de energía y uso Industrial

Sostenibilidad de la oferta del recurso hídrico. La Corporación debe propender por la disponibilidad del recurso hídrico para los diferentes usuarios que así lo requieran en el territorio de la Jurisdicción. Para ello, se debe propiciar un manejo adecuado de las cuencas y por la regulación hídrica de las corrientes.

Uso Eficiente del Recurso. En cuanto a la demanda del recurso, se deben introducir las señales adecuadas para que los agentes internalicen los costos sociales generados por el uso de recurso hídrico, bajo el precepto de que quien contamina paga. Estas señales, incorporadas en instrumentos económicos como las tasas retributivas y las tasas por uso, deben incentivar el

uso racional del recurso hídrico, incluyendo métodos de ahorro (bajo consumo, reciclaje y reuso, entre otros), así como la reducción de los niveles de vertimientos.

Equidad. Se debe dar prioridad a las acciones necesarias para mitigar los impactos que el uso y disposición de las aguas generan sobre los afectados directamente por la contaminación.

Racionalidad económica. La Corporación debe generar los instrumentos normativos que permitan priorizar las inversiones en saneamiento básico en aquellos municipios en donde se garantice la mayor eficiencia de dicha inversión.

Sostenibilidad financiera. Los instrumentos normativos deben considerar los esquemas de financiación de las acciones que garanticen el adecuado manejo del recurso hídrico, contemplando la gradualidad en las inversiones.

Planeación. Las acciones programadas, deberán estar articuladas dentro de un marco que oriente la consecución de un objetivo común, como lo es el mejoramiento de la calidad hídrica de las corrientes que hacen parte de la cuenca del río Bogotá

Participación y coordinación. La CAR mediante los mecanismos de socialización que define el POMCA establecerá una adecuada articulación y coordinación institucional para el manejo integrado del recurso hídrico en la jurisdicción de la cuenca.

Los objetivos de calidad establecen valores límite de los parámetros de calidad en el propio río o cauce hidráulico que son diferentes según el uso al que se destine el agua. Como criterios de fijación de los estándares establecidos en los objetivos de calidad, se tienen tres ejes valorativos:

i) Por una parte, un criterio que considera los estándares de calidad del agua, en virtud del daño que puede ocasionarse a la salud o al ambiente (Decreto 1594 de 1984).

ii) Por otra parte, el criterio del tratamiento de los efluentes líquidos, a través del concepto de uso de la mejor tecnología practicable y de mejor tecnología disponible, con énfasis en esta última, con la finalidad de prevenir la posibilidad de ocasionar un daño a la salud o al medio ambiente.

iii) Finalmente el criterio de la gradualidad y acorde con los recursos económicos para lograr los objetivos propuestos.

Bajo estas consideraciones se establecieron 5 clases de calidad del recurso hídrico, las cuales se relacionan a continuación:

CLASE I:- Corresponde a valores de los siguientes usos: Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna, uso agrícola y uso pecuario.

CLASE II.- Corresponde a valores de los siguientes usos: Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, uso agrícola y uso pecuario.

CLASE III.- Corresponde a valores asignados a la calidad de los Embalses de Neusa, Sisga, Tominé, Regadera, Chisacá, Tunjos, Chuza y San Rafael, a la Laguna de Guatavita, Laguna de Pedro Palo, los humedales ubicados en el sector occidental de la cuenca media del río Bogotá, incluyendo la Laguna La Herrera.

CLASE IV.- Corresponde a valores de los usos agrícola y pecuario.

CLASE V.- Corresponde a valores de los usos para Generación de energía y uso Industrial.

En la Figura 32 se presentan los niveles de calidad, a nivel de cuenca de segundos y tercer orden, a lograr en el 2020. (Acuerdo 43 de 2006 *"Por el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020"*)

La estrategia de saneamiento de la cuenca del rio Bogotá, surge de los programas estratégicos del Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca del Rió Bogotá (POMCA 2006) y consiste fundamentalmente en realizar acciones y medidas de orden técnico, económico, social y legal, necesarias para alcanzar los objetivos de calidad del rio Bogotá, según el Acuerdo 43 de 2006, para lo cual se deben coordinar y realizar proyectos en toda la cuenca, obras que compromete el esfuerzo de todas las entidades con responsabilidad en el rio Bogotá. Los componentes de la estrategia de la CAR se indican a continuación.

4.2.2. Componentes de la estrategia de Saneamiento de la Cuenca del rió Bogotá.

Control de la Contaminación Industrial. El control de la contaminación industrial es adelantado por la CAR con los criterios técnicos del Acuerdo 43 de 2006 y del Decreto 3440 de 2004, concertación de las metas de reducción de cargas contaminantes. La CAR asiste a los usuarios industriales en implantación de programas de producción más limpia. Los usuarios

industriales son responsables de la construcción y operación de las obras de control de vertimientos industriales.

En el caso de la industria localizada en la ciudad de Bogotá, corresponde el control de vertimientos a la SDA, quien realiza la función con el apoyo operativo de la EAAB. La SDA cuenta con la norma técnica para el control de vertimientos a la red de alcantarillado (Resolución 3957 de 2009).

Control de la contaminación municipal. Corresponde a los municipios la realización de las obras previstas en los planes de saneamiento y manejo de vertimientos, PSMV, en el cual se establecen las obras y los términos de cumplimiento, en la práctica es el plan de cumplimiento para el control de vertimientos del municipio. En los PSMV se incluye la ampliación y optimización de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales, los sistemas de pretratamiento de los mataderos y las obras complementarias relacionadas con la red de alcantarillado. Los PSMV son responsabilidad individual de los municipios, como usuarios del recurso hídrico; las Administraciones Municipales tienen la competencia para realizar convenios con entidades oficiales para facilitar su ejecución, en este sentido la CAR ha desarrollado convenios con los municipios (programas BID 1 y BID 2).

Control de contaminación ciudad de Bogotá. La ciudad de Bogotá es el mayor usuario del rio Bogotá como receptor de la carga contaminante domestica e industrial. La EAAB cuanta con un PSMV aprobado por la CAR, el cual constituye su Plan de Cumplimiento para el manejo de los efluentes de la ciudad, que incluyen los emisario finales y los ríos urbanos de la ciudad (Canal Torca, Rió Salitre, Rió Fucha y Rió Tunjuelo). Igualmente la SDA ha establecido los objetivos de calidad de los ríos urbanos de la ciudad para el periodo 2009-2012 y 2009-2019, con lo cual se establecen las prioridades y metas de los programas de control de vertimientos y conexiones erradas.

La CAR tiene como responsabilidad supervisar el desarrollo del PSMV de la ciudad; en virtud del Convenio 171 de 2006, la CAR construirá las obras de ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de la Cuenca del rio Salitre (PTAR Salitre) y la entregará a la EAAB para su operación. La CAR en ejercicio de su función de autoridad ambiental regional, supervisará la operación de la PTAR Salitre y controlará la calidad del efluente.

Monitoreo de calidad del recurso. La CAR en cumplimiento de sus funciones de autoridad ambiental regional, ejerce funciones de administración de las fuentes superficiales de agua, asegurando su disponibilidad y calidad, Acuerdo 43 de 2006.

Las actividades de monitoreo del recurso hídrico, son parte de los programas estratégicos del POMCA, en particular están relacionadas con el Programa Estratégico, de Conservación y Protección de Cuerpos de Agua.

Es responsabilidad de la CAR asegurar que las Plantas de Tratamiento de Aguas residuales que construyan y operen los usuarios institucionales del rio (en virtud de los PSMV), cumplan con las normas de vertimiento y permitan el uso sostenible de las fuentes receptoras. La CAR vigilará el cumplimiento de las norma de calidad del efluente de la PTAR Salitre como de futuras PTAR que se construyan y operen en la cuenca del rio Bogotá.

La estrategia de saneamiento del rio Bogotá, requiere de la ejecución simultánea y coordinada de todos sus componentes, compromete los esfuerzos de todas las entidades con responsabilidad en el rio (Gobierno Nacional, Gobierno Distrital, SDA, EAAB, MAVDT y CAR), y se fundamenta en la voluntad de realizar los acuerdos interinstitucionales que sean necesarios para su ejecución exitosa.

En la Figura 30 se ilustra la interrelación de las entidades con participación en la estrategia de saneamiento del rio Bogotá. El cronograma de las obras y programas de la estrategia de saneamiento para la periodo 2009 a 2019 se presentan en la Figura 31.

.

Figura 30 Entidades participantes en la estrategia de saneamiento

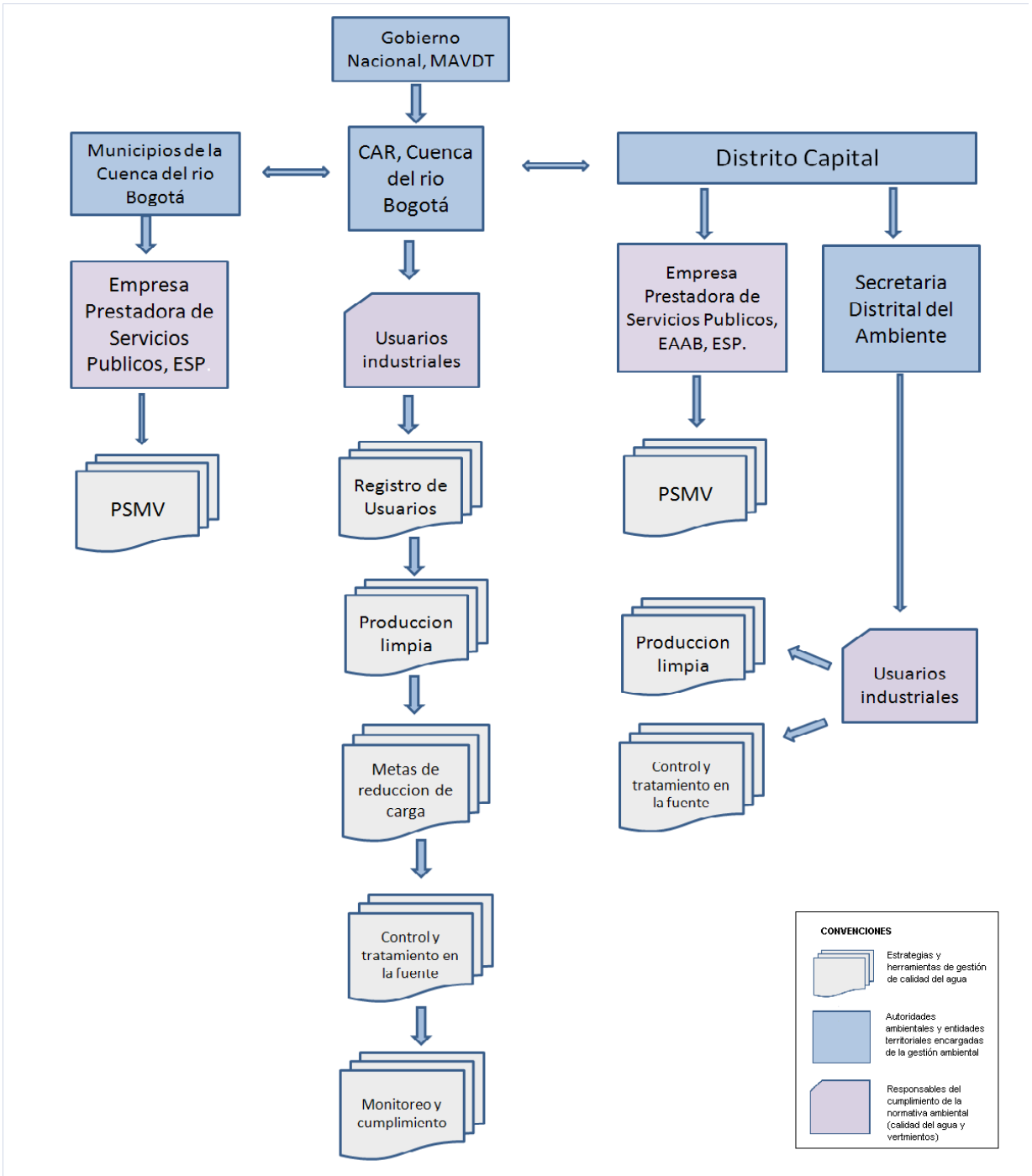


Figura 31 Cronograma de implementación de la estrategia de saneamiento del río Bogotá

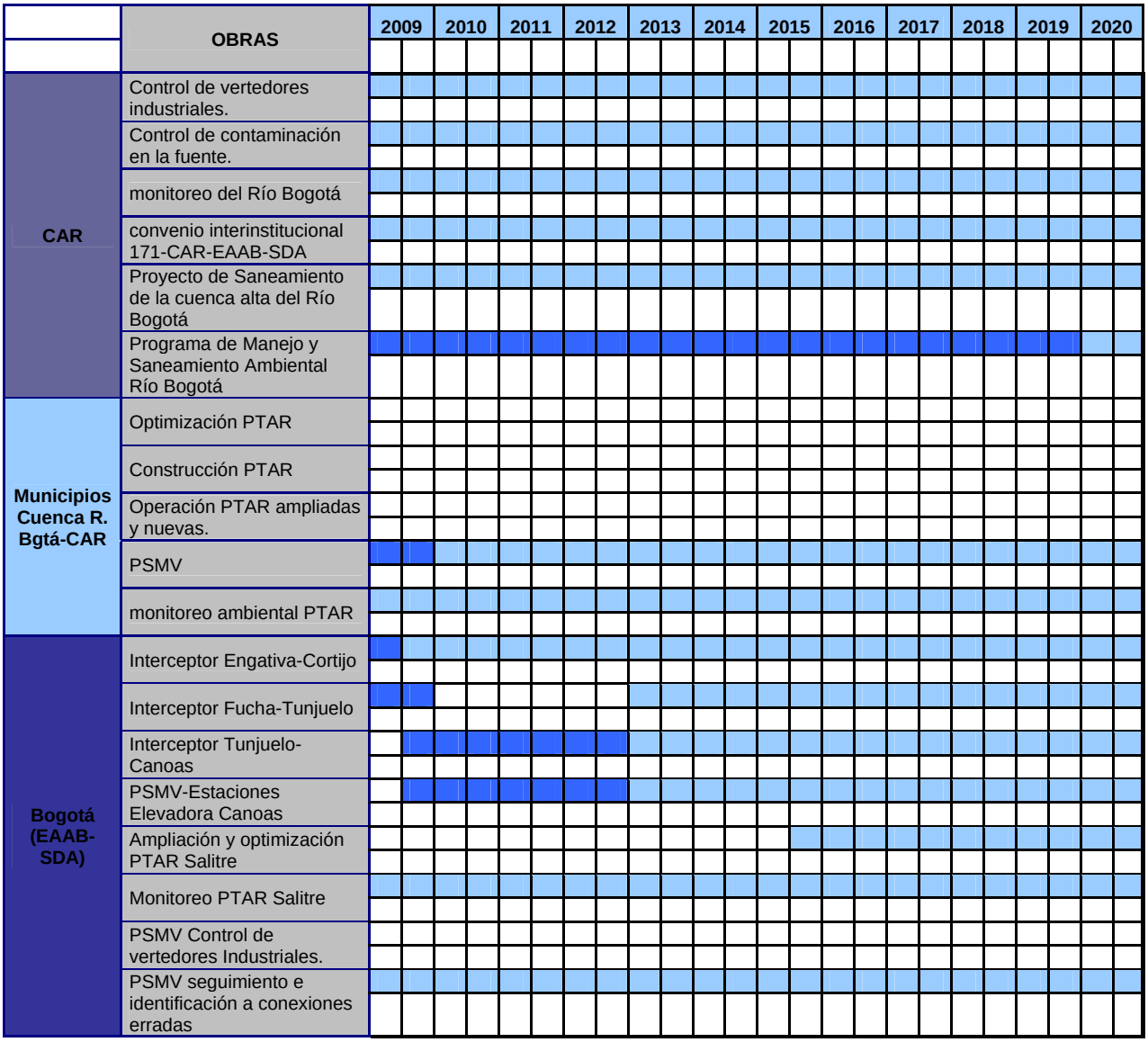
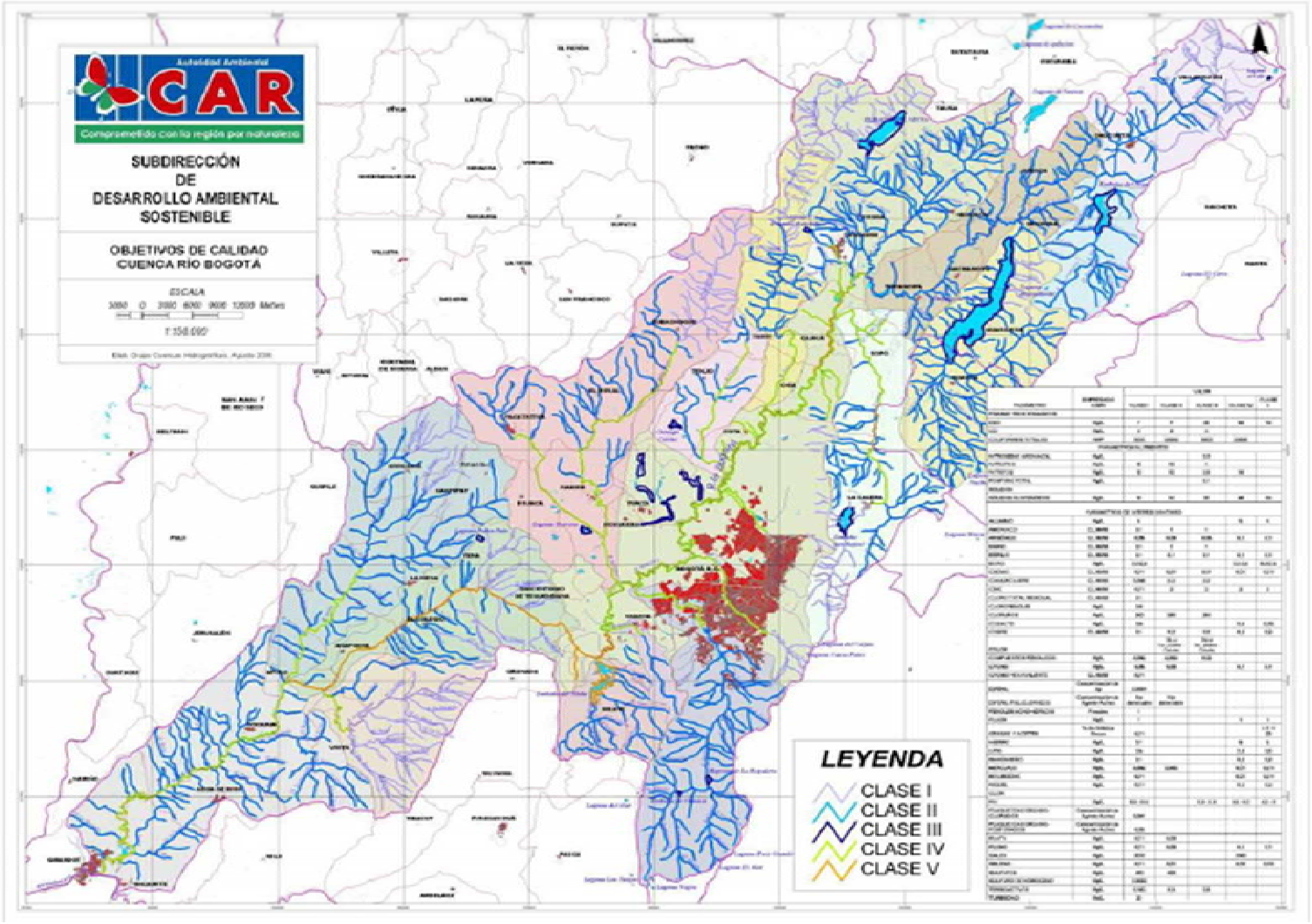


Figura 32 Objetivos de calidad cuenca del río Bogotá



4.3. Evolución de la Estrategia en la Cuenca Media del río Bogotá

Desde 1906 se han formulado diferentes políticas para el manejo ambiental del río Bogotá, en especial la cuenca media, con el fin de obtener beneficios sobre su cuenca. No obstante, desde el año 1990, y en especial con la incorporación del ambiente como un derecho colectivo en la Constitución Política Nacional, las políticas de manejo del río Bogotá propuestas por diferentes actores de interés, se han orientado y articulado hacia su recuperación, con especial énfasis en el mejoramiento de su calidad hídrica. Desde 1990 y hasta el año 2003, las acciones estuvieron motivadas por los diferentes esfuerzos regionales y locales, emprendidos de forma independiente por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, respectivamente. A partir del 2003, y con la formulación del CONPES 3256, se acuerda el desarrollo de labores conjuntas para el desarrollo de la Región Bogotá – Cundinamarca que se especifican posterior mente en el CONPES 3320. A continuación se presenta un breve resumen cronológico de las acciones desarrolladas en estos períodos, con el fin de ilustrar la evolución de la estrategia de la cuenca media del río Bogotá.

4.3.1. 1990 – 2003

Como se menciono previamente, desde el año 1906 se dio inicio al debate sobre la descontaminación del río Bogotá y sus afluentes[87]. En 1989, a partir del estudio desarrollado por la firma BYWATER, y teniendo en cuenta que el Distrito es el ente territorial que aporta la mayor cantidad de carga orgánica al río Bogotá, se propuso como alternativa para el control de los vertimientos provenientes de la ciudad, la construcción de tres plantas de tratamiento de aguas residuales localizadas en la desembocadura de los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo.

En 1992, el Fondo Nacional de Desarrollo Económico – FONADE, financió la contratación de la firma EPAM Ltda., para la elaboración de un documento de evaluación de las alternativas propuestas para el tratamiento de las aguas residuales provenientes del Distrito Capital. En 1993, este estudio presentó como alternativas: i) la construcción de las tres PTAR en los ríos Tunjuelo, Fucha y Salitre cada una con tratamiento primario y secundario; ii) la construcción de un interceptor y una planta en Tocaima; iii) la construcción de un interceptor y una planta en Soacha; recomendando la primera alternativa como la mejor opción.

[87] EAAB. UTS. 2001.

En 1993 la Ley 99 en su artículo 44[88], dispuso que las entidades territoriales deben aportar entre el 15 y el 25,9% del recaudo del impuesto predial a las entidades encargadas del manejo ambiental (de conformidad con el inciso 2 del artículo 317 de la Constitución Política) y que el 50% del producto correspondiente al porcentaje del recaudo, debe destinarse para gestión ambiental dentro del perímetro urbano del municipio, distrito o área municipal, cuando la población dentro del área urbana fuere superior a 1.000.000 de habitantes[89].

En 1994, se suscribió el contrato de concesión 15 de 1994 con Degremont y Lyonnaise des Eaux, para el diseño, construcción y operación de la primera fase de la PTAR El Salitre (SDA, 1994), y en 1997 el MAVDT otorgo la Licencia Ambiental al proyecto de descontaminación del río Bogotá mediante la resolución 817, aclarando en el artículo segundo que "la presente licencia ambiental únicamente autoriza el diseño, construcción, operación y demás actividades de la Planta de Tratamiento del río Salitre". La construcción de la PTAR inició en septiembre del mismo año y entró en operación en el año 2000[90]

En 1997 la CAR y el Distrito suscribieron el Convenio 250, en el que se dispuso que el 7.5% del recaudo destinado para la protección ambiental en el perímetro urbano, se invertiría en el proyecto de descontaminación del río, mediante el pago al concesionario del contrato 015 de 1994[91].

En el año 2000, el Distrito adopto el Plan de Ordenamiento Territorial – POT, para la ciudad mediante el decreto 619 del mismo año. Con respecto al sistema de tratamiento de aguas residuales el artículo 60 del decreto define el cronograma para la construcción del sistema de tratamiento de la ciudad, señalando el desarrollo de la PTAR Salitre Fase II, y la construcción de las PTAR Fucha y Tunjuelo, pero que las alternativas están sujetas a las evaluaciones técnicas, jurídicas y financieras que se deben desarrollar. Adicionalmente, en el parágrafo 4 del

[88] Este artículo reglamenta el inciso 2 del artículo 317 de la Constitución Nacional, en el cual se establece que: "la ley destinará un porcentaje de estos tributos, que no podrá exceder del promedio de las sobretasas existentes, a las entidades encargadas del manejo y conservación del ambiente y de los recursos naturales renovables, de acuerdo con los planes de desarrollo de los municipios del área de su jurisdicción."
[89] En Bogotá, con base en el Decreto 1339 de 1994, los recursos captados por este concepto se asignaron al Departamento Técnico Administrativo de Medio Ambiente – DAMA (Hoy Secretaria Distrital de Ambiente) y posteriormente el Concejo de Bogotá estableció en 15% el porcentaje a destinar a la protección ambiental, mediante el Acuerdo 14 de 1996, y dispuso que estos deberían destinarse a "exclusivamente al Fondo de tratamiento de aguas residuales - Río Bogotá, con el fin de que sean ejecutados dentro del Megaproyecto No.2, Recuperación del Río Bogotá, del Plan de Desarrollo Formar Ciudad". En ese mismo año, se declaro la nulidad del Decreto 1339 en lo que se refiere a que el porcentaje fuera para el DAMA y por tanto quedó para la CAR (SDA, 2004).
[90] El operador de la PTAR fue Bogotana de Aguas (antes Degremont y Lyonnaise des Eaux), hasta el año 2004.
[91] Ibid pagina 69.

mismo artículo se dispone: "Parágrafo 4. El desarrollo del programa de tratamiento de los vertimientos del río Bogotá estará sujeto a los resultados de los estudios de viabilidad técnica y financiera que realizará la administración. Dichos estudios considerarán diferentes formas de tratamiento, según los avances tecnológicos del momento y fórmulas de financiación concordantes con las prioridades de la inversión distrital".

En el año 2001, la EAAB contrato a la Unión Temporal Saneamiento del río Bogotá, al Water Research Centre y a la Universidad de los Andes para revisar las alternativas para la descontaminación del río, estudios que recomendaron el cambio del esquema de tratamiento, principalmente por razones de costo, financiamiento, técnicas y tiempo[92]. La alternativa propuesta fue la ampliación de la PTAR Salitre a 8 m^3/s para el tratamiento de las aguas residuales generadas en la cuenca del río Salitre, la recolección de las aguas residuales generadas en las cuencas de los ríos Fucha, Tunjuelo y Soacha por medio de interceptores y el posterior tratamiento de tales aguas en una PTAR localizada en el municipio de Soacha, vereda Canoas[93]. Con la implementación de esta alternativa se lograría la remoción de la carga contaminante sobre el río en la cuenca media, gracias a la intercepción de las aguas de las cuencas de Fucha, Tunjuelo y Soacha[94] y el saneamiento del río Bogotá en el tramo Salitre –

4.3.2. 2003 - 2006

En el 2003 se establecieron las Políticas y Estrategias para la Gestión concertada del Desarrollo de la Región Bogotá-Cundinamarca mediante el documento CONPES 3256, en el que se dispuso como un proyecto de inversión de interés común la descontaminación, ordenamiento y manejo integral de la cuenca, y se anotó que: "Con relación al tema del Río Bogotá, el Gobierno Nacional en coordinación con las entidades territoriales e instituciones pertinentes, promoverá la formulación de un documento Conpes orientado a definir las acciones que se deben emprender desde los distintos niveles para la descontaminación y manejo integral del Río Bogotá", lo que motivo la suscripción del CONPES 3320 en el 2004.

En mismo año, el Distrito modifico el POT de la ciudad de Bogotá a través del decreto 469, disponiendo en el artículo 106 (modificatorio del artículo 60 del decreto 619 e 2000), que el sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad tendría como componentes: i) la PTAR

[92] EAAB. UTS. 2001.
[93] Ibid.
[94] Ibid.

el Salitre, adecuada como una Planta de Tratamiento Primario Químicamente Asistido –TPQA, hasta el 2007; ii) la construcción de los interceptores Engativa- Cortijo y Fucha – Tunjuelo y la estación elevadora del Tunjuelo; iii) Construcción del interceptor Tunjuelo – Canoas, la estación elevadora Canoas, el interceptor Canoas – Alicachín, y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Canoas. Sin perjuicio de lo anterior, incluyó en el parágrafo 3: "El desarrollo del programa de tratamiento de los vertimientos del río Bogotá estará sujeto a los resultados de los estudios de viabilidad técnica y financiera que realizará la administración en el marco del Acuerdo Fundamental firmado el 6 de agosto de 2003 y los Convenios Interadministrativos que de éste se deriven, entre el Distrito y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Dichos estudios considerarán diferentes formas de tratamiento, según los avances tecnológicos del momento y fórmulas de financiación concordantes con las prioridades de la inversión Distrital".

En el año 2004, se emite el documento CONPES 3320 denominado Estrategia para el manejo ambiental del río Bogotá.

En el mismo año, el Distrito liquidó el contrato 015 de 1994 suscrito con Bogotana de Aguas para la operación de la PTAR y a partir del 1 de julio la EAAB empezó a operar la PTAR Salitre.

En el 2005, la CAR creó a través del Acuerdo 028 de 2005 el "Fondo para las Inversiones Ambientales en el Perímetro Urbano de Bogotá – FIAB-"[95], para contar con un instrumento financiero que garantizara la destinación de los recursos provenientes del 7.5% del impuesto predial que le transfiere el Distrito Capital.

En el 2006, la CAR adopta el Plan de Manejo y ordenamiento de la Cuenca del río Bogotá – POMCA río Bogotá, en el cual establece dentro del programa de Saneamiento básico, la ejecución de los proyectos de Adecuación hidráulica del río Bogotá y la ampliación y optimización de la PTAR EL Salitre. En el mismo año, la entidad definió los objetivos de calidad para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020, mediante el Acuerdo 43, estableciendo

[95] La CAR modifica el Fondo para las Inversiones Ambientales en el Perímetro Urbano de Bogotá – FIAB-, creando el Fondo Especial denominado FONDO PARA LAS INVERSIONES AMBIENTALES EN LA CUENCA DEL RIO BOGOTA - FIAB, para el manejo y ejecución de los recursos provenientes del porcentaje ambiental del impuesto predial de Bogotá (7.5%) y disponiendo que los recursos que constituyen el FIAB se destinaran al Megaproyecto Río Bogotá, mediante el Acuerdo 15 del 2007.

los criterios y objetivos de calidad mínima que debe tener el río Bogotá en los diferentes tramos de la cuenca.

En el 2007, la CAR y el Distrito Capital, suscribieron el Convenio 171, cuyo objetivo es aunar esfuerzos para contribuir al logro del saneamiento ambiental del río Bogotá. Los proyectos que se enmarcan en el convenio con cargo al FIAB, son el tratamiento de las aguas residuales en el sitio denominado PTAR El Salitre y la Adecuación hidráulica del río Bogotá y con cargo a los recursos del Distrito Bogotá, las obras para el manejo de los caudales del río Salitre, Fucha y Tunjuelo.

A partir del 2007 la CAR y el Distrito han desarrollado cada una de las actividades necesarias para dar cumplimiento a los compromisos establecidos en el Convenio 171 de 2007 y obtener la calidad de Agua definida para el Rió Bogotá en la cuenca media.

5. IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ

El capitulo a continuación describe las estrategias actuales para la gestión de los diferentes planes y programas definidos y ejecutados con el fin de mejorar la calidad del agua en el río Bogotá en la cuenca media, a cargo de la CAR y el Distrito Capital.

5.1. Estrategia de Saneamiento Ambiental de la Cuenca del rió Bogotá.

La estrategia de saneamiento, busca alcanzar y mantener los objetivos de calidad establecidos para el rió Bogotá en el Acuerdo 43 de 2006, con lo cual será posible conservar y recuperar la calidad del agua del rió Bogotá y desarrollar los planes estratégicos de manejo de la Cuenca[96]. Los programas y actividades que incluyen la estrategia se presentan a continuación:

5.1.1. Control de la Contaminación Municipal.

En el país el manejo de las aguas residuales domésticas se ha abordado a través de diversos instrumentos de planeación. Entre estos se destacan los Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado – PMAA y los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV. El primero tiene por objetivo concretar las políticas, estrategias, programas, proyectos y metas relacionados con el sistema de acueducto y alcantarillado de cada entidad territorial y establecer las normas generales que permitan alcanzar una regulación sistemática en cuanto a su generación, mantenimiento, recuperación y aprovechamiento económico en el marco de la estrategia de ordenamiento[97] del territorio. Por otra parte, los PSMV son 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"[98].

Todos los municipios cuentan con Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, debidamente aprobados por la Corporación. Los PSMV son el conjunto de programas,

[96] CAR. 2006. POMCA Río Bogotá.
[97] EAAB. Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. 2006.
[98] MAVDT. Resolución 1433 de 2004.

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"[99].

De los 40 municipios de la Cuenca 22 cuentan con diversos grados de tratamiento de sus aguas residuales municipales; la CAR apoya a los municipios ubicados en la cuenca, en la formulación e implementación de obras que contribuyan al saneamiento integral del río; buscando la adecuada planificación de su ejecución, la racionalidad económica de las inversiones y la sostenibilidad operativa de los sistemas de trasporte y tratamiento de las aguas residuales generadas en ellos.

Sin embargo en la actualidad las PTAR tratan un porcentaje del caudal de aguas residuales generado en el área municipal. En el Cuadro 27 se presenta la relación de caudales tratados y generados en cada municipio.

Cuadro 27 Capacidad de PTAR municipios de la cuenca río Bogotá

Municipio	Caudal (L/s)		Caudal tratado (%)
	Total municipal	Tratado PTAR	
Anapoima	54	38	70.37%
Bojacá	9	9	100.00%
Cajicá	192	115	59.90%
Chía I	200	100	50.00%
Chocontá	59	50	84.75%
Cogua	17	17	100.00%
Cota	25	5	20.00%
El Rosal	27	27	100.00%
Facatativa	267	187	70.04%
Funza	282	240	85.11%
Gachancipa	22	20	90.91%
Guatavita	9	8	88.89%
La Calera	34	32	94.12%
Madrid I	88	70	79.55%
Madrid II	38	30	78.95%
Mosquera	146	117	80.14%
Nemocon	13	12	92.31%
Sesquilé	10	6	60.00%
Sopo	29	20	68.97%
Subachoque	-	15	-
Suesca	-	35	-
Tabio	19	17	89.47%

[99] Resolución 1433 de 2004.

Municipio	Caudal (L/s)		Caudal tratado (%)
	Total municipal	Tratado PTAR	
Tenjo	12	11	91.67%
Tocancipa	22	20	90.91%
Zipaquira I	264	132	50.00%
Zipaquira II	400	200	50.00%

FUENTE: CAR, 2003

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos de calidad propuestos para la cuenca, la CAR suscribió un convenio de cooperación técnica y una operación de crédito con el Banco interamericano de Desarrollo - BID para la financiación del Programa de manejo y saneamiento ambiental del río Bogotá, que es el conjunto de estrategias, acciones y obras tendientes a mejorar la calidad del agua del río Bogotá, aprovechando la infraestructura de saneamiento y riego existente y a su vez mejorando la calidad de vida de los habitantes de la cuenca. La primera etapa del programa o pre-inversión, comprende principalmente la elaboración de los estudios para el diseño de las obras a construir, para preparar la operación de crédito, y para conformar el esquema organizacional de carácter regional que se encargue de la operación, mantenimiento y reposición de la infraestructura de acueducto, alcantarillado y aseo de aguas residuales; así como del diseño de un esquema de gestión para la operación y mantenimiento del distrito de riego La Ramada, con el fin de asegurar un esquema institucional eficiente y sostenible en el largo plazo. La segunda etapa, denominada crédito multifases, comprende principalmente la ejecución de obras de acueducto, tratamiento de aguas residuales, y algunas obras de ampliación del distrito de riego La Ramada.

En términos generales se formularon y/o modificaron los Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado – PMAA de los municipios de la cuenca del río Bogotá, se proyecta la ampliación y optimización de 22 de PTAR existentes y la construcción de 14 PTAR para los municipios que actualmente carecen de estas. No se incluyen en el programa los municipios de Tocancipa, Girardot, Sibate y Soacha[100]. En el Cuadro 28 se presenta la relación de las obras previstas para la cuenca, como parte de la segunda etapa del programa.

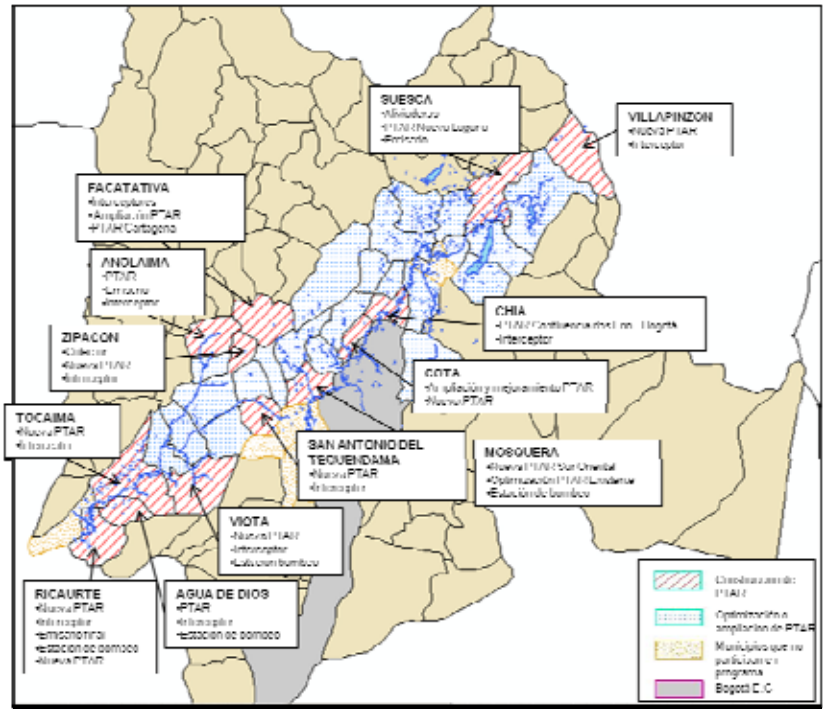
[100] El municipio de Sibate no se incluye porque la construcción PTAR es una obligación de EMGESA. En el caso del municipio de Soacha, la competencia corresponde a la EAAB, quien es la compañía encargada de la prestación del servicio de alcantarillado.

Cuadro 28 Relación de acciones enmarcadas en el Programa de Manejo y saneamiento ambiental del río Bogotá

	Número de municipios	Relación de municipios
Ampliación de PTAR	22	Agua de Dios, Anolaima, Chía, Cota, Facatativa, Mosquera, Ricaurte, San Antonio del Tequendama, Suesca, Tocaima, Viota, Villapinzon, Zipacón.
Construcción de PTAR	14	Anapoima, Apulo, Bojacá, Cachipay, Cajicá, Chocontá, Cogua, El Colegio, El Rosal, Funza, Gachancipa, Guatavita, La Calera, La Mesa, Madrid, Nemocon, Sesquile, Sopo, Subachoque, Tabio, Tena, Tenjo y Zipaquira.
Construcción de obras complementarias como (interceptores, emisarios finales y estaciones de bombeo)	36	Todos los municipios de la cuenca bajo la jurisdicción de la CAR excepto Tocaima, Sibate, Girardot y Soacha.

La construcción de la PTAR está prevista con tratamiento a nivel secundario con remoción de patógenos, la calidad del los efluentes a lograr está sujeta al cumplimiento de los objetivos de calidad formulados por la CAR para las fuente receptoras. Para la segunda etapa se proyectan inversiones por un monto de US $ 50.0 millones, la cual se dividiría en dos fases de cerca de US $ 25.0 millones cada una.

Figura 33 Obras programadas Programa de Manejo y saneamiento del río Bogotá – Nuevas PTAR



FUENTE: FIAB, 2009

5.1.2. Control de la contaminación hídrica de la ciudad de Bogotá

La ciudad de Bogotá aporta el vertimiento con la mayor carga orgánica al río Bogotá; en esa medida, las acciones que redunden en la reducción significativa de dicha carga resultarán en mejorías directas sobre la calidad del agua del rió. En el marco del Convenio 171 de 2007, la CAR y la EAAB se comprometieron con la ejecución de acciones para el saneamiento del rió Bogotá como se presento en el capítulo 3 del presente documento. Estas acciones son: Adecuación Hidráulica y recuperación ambiental del rió Bogotá y Programa de saneamiento del río Bogotá.

- Adecuación hidráulica y recuperación ambiental del río Bogotá

Este proyecto, a cargo de la CAR, busca transformar el río Bogotá, mediante la mejora de la calidad del agua, la reducción de los riesgos por inundación y la creación de áreas multifuncionales a lo largo del rió, recuperando este recurso hídrico como un activo para la región y la ciudad de Bogotá. El proyecto cuenta con dos componentes principales. El primero, financiará trabajos y equipos para la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salitre; el segundo, financia trabajos para la Recuperación del Río Bogotá y Manejo de Inundaciones. Los costos proyectados para la ejecución de cada uno se resumen en el Cuadro 29. En la Figura 34 se presenta la localización de las obras propuestas.

Cuadro 29 Costos de las obras a cargo de la CAR - Convenio 171 de 2007

Componentes	Costos (millones de dólares del 2009)
Ampliación y Optimización de la PTAR El Salitre	335
Adecuación hidráulica y mejoramiento ambiental del río Bogotá	150

FUENTE: EAAB, S.F.

a. Adecuación hidráulica y mejoramiento ambiental del río Bogotá

Corresponde a las acciones identificadas para la adecuación hidráulica, y la integración ecológica y paisajística de áreas adyacentes al río que por su potencial multifuncionalidad tiene una alta importancia en la cuenca media del río Bogotá. El componente se encamina hacia la reducción del riesgo de inundación sobre los centros urbanos adyacentes al río Bogotá, el

mejoramiento de las características de la cobertura vegetal de las áreas colindantes al río, la recuperación de áreas de importancia ecológica y la oferta de escenarios para la promoción y aprovechamiento sostenible de los servicios ambientales del río por parte de las comunidades localizadas en la cuenca media.

b. Optimización y ampliación de la PTAR El Salitre

Con esta acción se busca tratar las aguas residuales generadas en las cuencas de los ríos Salitre, Torca y Jaboque, y producir un efluente que cumpla con los estándares de calidad[101] determinados en la Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, y que contribuyan en el logro del cumplimiento de los objetivos de calidad del río Bogotá[102], propuestos por la CAR. Para el logro de este fin, se duplicará la capacidad instalada de la PTAR El Salitre, pasando a un caudal de 8 m^3/s e incorporando las estructuras necesarias para someter al afluente al tratamiento secundario.

La PTAR Salitre se localiza en el punto de entrega del río Salitre al río Bogotá, operando desde el 2000 y a cargo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, desde el 2004. Actualmente el sistema instalado corresponde a una Planta de tratamiento de tipo primario, con adición de químicos, con la que se logra una remoción promedio mensual de 60% de SST y 40% de DBO_5, para un caudal medio[103] de $4m^3/s$.

- Programa de saneamiento del río Bogotá

Este programa tiene como fin el cumplimiento del cronograma de construcción de interceptores propuestos para contribuir con el saneamiento del río Bogotá, al captar las aguas residuales de la ciudad y conducirlas hacia las plantas de tratamiento El Salitre, actualmente en operación, y Canoas, proyectada para ser ejecutada en el mediano plazo[104]. Se proyecta que dos tercios de las aguas residuales generadas por la ciudad se transporten por los interceptores Fucha – Tunjuelo y Tunjuelo Canoas y con esto asegurar que el río Bogotá no reciba aportes de aguas residuales en su cuenca media[105]. Las acciones a desarrollar se enmarcan en el proyecto río

[101] Debe lograrse un efluente de 30mg/l de SST y 30 mg/l de DBO_5 como promedios mensuales, lo que representa valores cercanos al 80 - 85% de remoción de la carga contaminante que llega a la PTAR (EAAB, PSMV, 2008).
[102] Clase IV: Uso agrícola. Acuerdo 43 de 2006.
[103] EAAB. 2008. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de la ciudad de Bogotá.
[104] EAAB. 2005. Documento técnico Convenio 171 de 2007.
[105] EAAB. 2008. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de la ciudad de Bogotá.

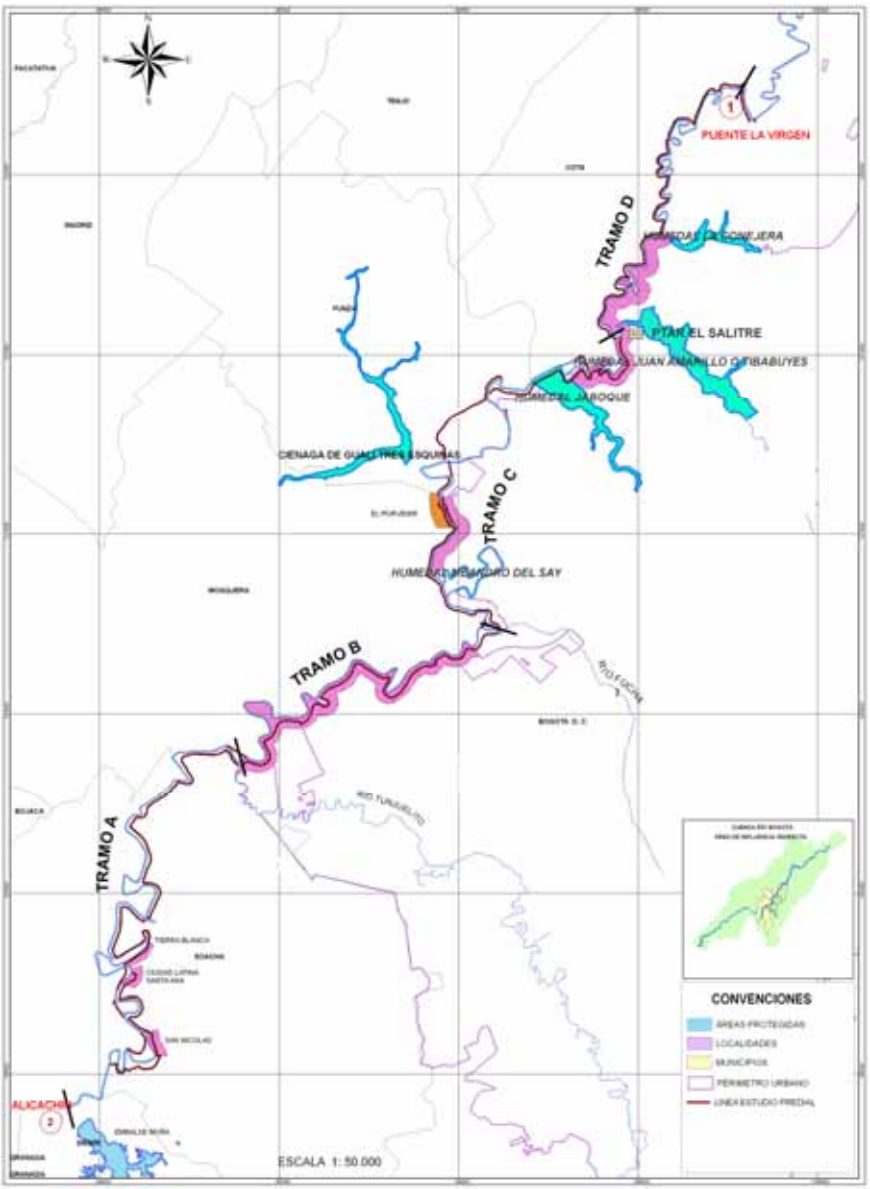
Bogotá, del PMAA de la ciudad. A continuación se describen y se esquematizan en la Figura 35. Los costos proyectados de las obras para el año 2005 se presentan en el Cuadro 30.

Cuadro 30 Costos de las obras a cargo de la CAR - Convenio 171 de 2007

Obras	Costos (millones de pesos del 2005)
Obras de manejo de caudales de la cuenca del río Salitre	800.000
Interceptor Engativá – Cortijo	
Interceptor Fucha – Tunjuelo	
Interceptor Tunjuelo – Canoas	
Estación elevadora Tunjuelo	
Estación elevadora Canoas	

FUENTE: EAAB, S.F.

Figura 34 Localización de los componentes del proyecto Adecuación Hidráulica y recuperación ambiental del río Bogotá



FUENTE: FIAB, 2009

a. Interceptor Engativa – Cortijo (ENCOR)

El interceptor se proyectó con el fin de eliminar las descargas de aguas sanitarias al río Bogotá provenientes de la estación de bombeo de Villa Gladys, el emisario final de Engativa y del interceptor Gran Granada y conducir las aguas residuales al canal de aducción que alimenta la

Planta de Tratamiento de aguas residuales el Salitre. Drena un área total de 687,81Ha[106]. Está obra entrara en funcionamiento en el segundo semestre del 2009

b. Interceptor río Bogotá – Fucha – Tunjuelo (IFT)

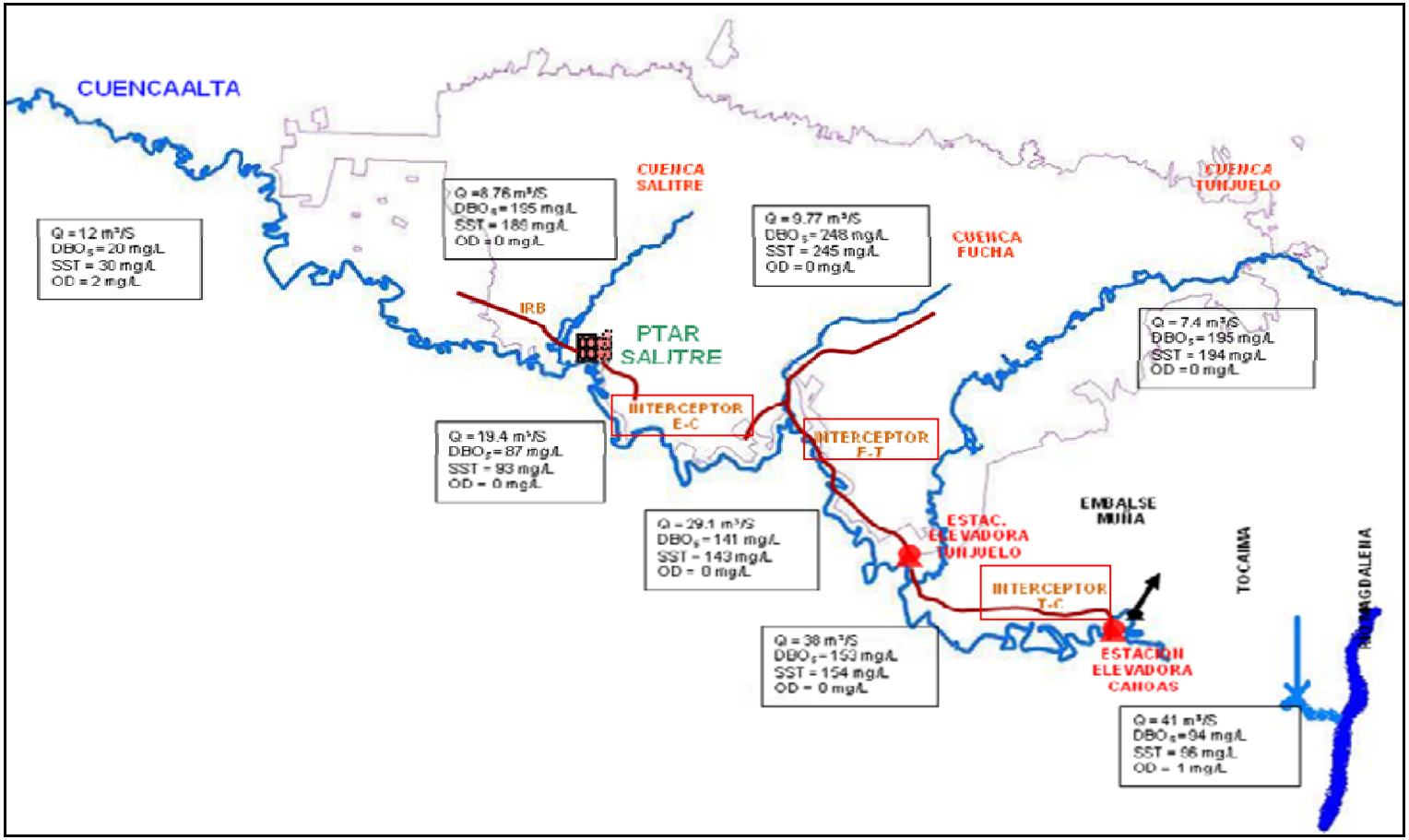
El IFT tiene por objeto conducir las aguas residuales del interceptor izquierdo del Fucha y las aguas residuales de la cuenca del Tintal hacia el interceptor Tunjuelo Canoas[107]. Está comprendido entre el río Fucha y el río Tunjuelo, se desarrolla en sentido suroccidental, iniciando en el pondaje de amortiguamiento que va desde el túnel hasta la estación de bombas del río Tunjuelo. Está obra entrará en funcionamiento en noviembre el año 2009. El IFT recibe las aguas transportadas por el Interceptor Fucha –IF, estructura que recolecta las aguas residuales y las conexiones erradas del sistema de lluvias al sistema de residuales de los interceptores que recoge (izquierdo canal Fucha, Boyacá, Sur, Kennedy, Fucha Bajo, Alsacia y Fontibón), estructuras ya construidas y que vertían directamente al río Fucha[108].

c. Interceptor Tunjuelo – Canoas (ITC)

El ITC tiene como función transportar las aguas residuales de las cuencas del Fucha, Tintal y Tunjuelo del Distrito Capital, así como del municipio de Soacha hasta la estación de bombeo de aguas residuales Canoas. El túnel inicia inmediatamente después del pozo de empalme de los túneles de los interceptores Fucha Tunjuelo, IFT, y Tunjuelo Bajo, ITB y termina en un pozo de cribado de la estación de bombeo de aguas residuales Canoas.

[106] EAAB. 2005. Documento técnico Convenio 171 de 2007.
[107] Ibid.
[108] Ibid pagina 12.

Figura 35 Esquema de saneamiento de la cuenca media del río Bogotá, EAAB



FUENTE: EAAB, 2003

Asimismo y en el marco del convenio 171 de 2007, la EAAB debe continuar con la operación de la PTAR El Salitre y Adelantar la construcción de la PTAR Canoas una vez cuente con cierre financiero correspondiente, conforme a los recursos que para tal efecto asigne la Nación. A continuación se describe el estado de avance de cada uno de estos compromisos.

a. Operación PTAR Salitre

La planta de tratamiento de aguas residuales El Salitre, es la instalación que depura las aguas servidas generadas en la zona norte del Distrito Capital, colectadas a través del sistema de alcantarillado e interceptores que confluyen sobre la cuenca El Salitre. La PTAR El Salitre entró en funcionamiento en septiembre de 2000 y hasta junio de 2004 fue operada bajo la modalidad BOOT por la firma BAS; a partir de esa fecha, la PTAR queda a cargo del Acueducto de Bogotá, en conformidad con lo dispuesto por la Alcaldía Mayor de Bogotá que a través del decreto 043 de Febrero 18 de 2004, asignó a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la función de operar, mantener y administrar estas instalaciones[109].

A la fecha, se han comprometido $16.861.661.818 en el funcionamiento de la PTAR Salitre[110]. En el mes de enero de 2009, la ejecución presupuestal de la PTAR ascendió a $ 1.475.261.077, de los cuales cerca del 63% corresponde a costos de mantenimiento.

b. Análisis PTAR Canoas[111]

El proyecto de la PTAR Canoas no cuenta aún con cierre financiero, se ha constituido una mesa interinstitucional con actores de orden Nacional, Regional y Distrital con el fin de evaluar los recursos que pueden ser apropiados al proyecto de la planta de Canoas, tales como los provenientes del Sistema General de Participación (Bogotá y vía departamento Cundinamarca), Audiencias públicas, tasas retributivas, Fondo Nacional de Regalías, entre otros. En la actualidad la PTAR Canoas se ha proyectado al sur de Bogotá y será la encargada de tratar el agua residual generada por las cuencas Fucha y Tunjuelo. Se ha definido, a partir del pre-dimensionamiento adelantado entre el 2007 - 2008, que la capacidad de esta planta debe estar alrededor de 16 – 17m³/s, en caudal medio, con capacidad de tratar un caudal picos de 32m³/s en cortos periodos. En su primera fase se ha proyectado para un sistema de tratamiento

[109] EAAB.sf. Informe de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salitre
[110] EAAB. 2009. Informe mensual enero PTAR Salitre.
[111] EAAB. 2008. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de la ciudad de Bogotá

primario con ayuda de químicos, con lo cual se garantizaría una remoción de 70% de SST y 50 % de DBO_5, de igual forma se ha proyectado una segunda fase, para un tratamiento secundario con el que se aseguraría un efluente de 30mg/l DBO_5 y 30mg/l de SST y una tercera fase encaminada a la remoción de nutrientes.

- Conexiones erradas[112]

Hasta la fecha no ha iniciado la EAAB un programa establecido para la eliminación de las conexiones erradas, ya que los costos de identificación y eliminación son bastante elevados, pero especialmente la prevención y protección de la red implican un gran compromiso social. A pesar de esto, la Empresa contempla el desarrollo de una política institucional para el tratamiento de esta problemática, que abarque desde los procedimientos para la identificación, como el manejo regulatorio y legal que implica la corrección de estas conexiones erradas por parte del usuario o su responsable, previsto como un trabajo conjunto con la Autoridad Ambiental, para el respectivo control ambiental sobre el recurso hídrico.

No obstante, el control de las conexiones erradas del alcantarillado sanitario al pluvial se considera un punto de alta sensibilidad para el cumplimiento de los objetivos de calidad del río Bogotá, teniendo en cuenta que el sistema de alcantarillado pluvial drena a los tributarios de este río. Por tal razón la CAR ha solicitado a la EAAB la presentación de las medidas a implementar para la reducción de este fenómeno y el mejoramiento de la calidad del agua de los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo. En el numeral 2.2 del presente documento se hace un mayor análisis de la situación de las conexiones erradas en Bogotá.

5.1.3. Control de la Contaminación Industrial.

A lo largo de las fuentes hídricas de la jurisdicción de la CAR, existen personas naturales o jurídicas que vierten puntualmente las aguas residuales contaminadas producidas en desarrollo de las diferentes actividades socioeconómicas de la región, tales como las industriales, agropecuarias, domésticas, recreativas, entre otras (Denominados vertedores puntuales).

Para realizar cualquier tipo de vertimiento de aguas contaminadas, estas personas deben contar con un permiso de vertimiento, plan de cumplimiento o Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos según el caso, ya que con esto la CAR puede ejercer un adecuado control y

[112] EAAB. 2008. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de la ciudad de Bogotá.

seguimiento sobre la calidad de las fuentes hídricas; además permite requerir a las personas vertedoras que estén causando daño al río.

En la actualidad, la CAR ha identificado múltiples usuarios del recurso hídrico que vierten a las fuentes hídricas sin permiso, por lo cual, ha considerado indispensable adelantar en una primera fase de legalización de los vertedores de la jurisdicción que aun no cuentan con permiso de vertimientos con especial atención a los ubicados en la cuenca del río Bogotá.

Para ello viene convocando a los generadores de vertimientos contaminantes, y propietarios de los predios en donde se localizan tales actividades, para que tramiten los respectivos permisos, anticipándose al adelanto de operativos de control respecto al tema. Esta actividad incluye la definición y concertación de metas individuales de reducción de carga contaminante para usuarios.

En el área urbana del Distrito Capital el control de vertimientos industriales, está a cargo de la Secretaria Distrital del Ambiente, el marco normativo y regulatorio es el Resolución 1074 de 1997, en lo relacionado con normas de vertimiento a la red de alcantarillado y los reglamentos de uso de la red de alcantarillado de la EAAB.

5.1.4. Plan de gestión para la conservación y uso sostenible en los humedales de la jurisdicción de la CAR.

La propuesta de gestión se formula en el marco de los tratados internacionales, en especial la Convención RAMSAR (1971), la cumbre de Estocolmo en 1972, la Convención de Diversidad Biológica y la Agenda 21 (Cumbre de Río, 1992). En el ámbito nacional, se enmarca dentro de los principios generales ambientales del Decreto Ley 2811 de 1974 y su reglamentario el decreto 1541 de 1978, la Ley 99 de 1993, la ley 357 de 1997 (mediante la cual se produce la adhesión de Colombia al Tratado de la Convención RAMSAR), la Ley 9 de 1989, la Ley 388 de 1997 de Ordenamiento Territorial y el Decreto 1504 de 1998 reglamentario de la ley 388, por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial y los elementos naturales que hacen parte del espacio público, la Sentencia 666 de 2002 de la Corte Constitucional que ratifica la forma de establecimiento de la ronda de los humedales. Igualmente la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia formulada en el contexto de la Política Nacional Ambiental, Proyecto Colectivo Ambiental, cuyo eje central es el

agua, y articulada en su conceptualización y visión a los Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR)

El objetivo general es "*propender por la conservación y el uso racional de los humedales, para que sus bienes y servicios ambientales sean aprovechados en forma sostenible por la sociedad"*, lo que se logra a través de los siguientes tres objetivos específicos: 1. Restablecer la estructura y función de los ecosistemas de humedales; 2. Asegurar el aprovechamiento y uso sostenible de los humedales en el área de jurisdicción de la CAR. 3. Asegurar que los humedales se incorporen en los procesos de planificación de uso del territorio y plantea las siguientes estrategias:

1. Eliminar tensionantes y ejecutar proyectos tendientes a la restauración ecológica.

2. Generar conocimiento acerca de la dinámica, funcionalidad, e importancia del flujo de bienes y servicios ambientales y económicos que proporcionan los humedales.

3. Educación ambiental y divulgación de la información para que se conozcan, se valoren y se apropien estos ecosistemas

4. Asegurar el reconocimiento financiero, político e institucional adecuados a fin de realizar acciones concretas y directas para la conservación, manejo y uso sostenibles de estos ecosistemas

5. Realizar valoración económica ambiental de los humedales de la jurisdicción de la CAR

6. Mejorar mecanismos de coordinación, concertación y comunicación entre todos los actores involucrados

7. Propiciar la investigación básica y aplicada en los ecosistemas de humedales para establecer medidas de recuperación, manejo y uso.

8. Establecer incentivos para la protección de los humedales a propietarios y productores privados

9. Estimular la participación de la comunidad mediante la creación de comités locales que promuevan la recuperación y uso sostenible de los humedales

El proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental, se propone integrando áreas de humedales, madreviejas, basines, del valle aluvial del río Bogotá; en estas áreas se buscará la rehabilitación de las coberturas vegetales de los ecosistemas naturales del área, con la implantación de especies vegetales nativas de los ecosistemas herbáceos de humedal y de los diferentes estratos de los bosque originales del área acorde con la topografía local; la recuperación de las coberturas vegetales correspondientes con la destinación de esta porción de suelo en los instrumentos de ordenamiento territorial, contribuye a la adecuación hidráulica, disminuyendo la velocidad de las corrientes y por ende su fuerza erosiva, incrementando la capacidad de regulación del área, incrementando la actividad biológica en los procesos de infiltración, retención y la evapotranspiración. Adicionalmente, la rehabilitación de los ecosistemas aumentará la capacidad de autodepuración del recurso hídrico en su recorrido a través del ecosistema.

El esfuerzo propuesto, para la activación del proceso de regeneración natural de los ecosistemas, constituye una acción real, para que estas áreas de suelo protegido, que contribuyan al logro de los objetivos de protección de las funciones ecológicas y que permitan conservar la biodiversidad.

Diseño e implementación de medidas de manejo

Brevemente, se señalan algunas consideraciones pertinentes para las medidas relativas a diferentes aspectos de los proyectos de restauración; se ha intentado, privilegiar criterios pertinentes y empíricos, aplicados en proyectos en la Sabana de Bogotá y específicamente a humedales.

Medidas de Gestión con la comunidad. Además de las medidas orientadas a lograr la vinculación y participación positiva de las comunidades en los proyectos y al control, la exclusión y la sanción, de actuaciones negativas en el área, es importante tomar en cuenta:

- Utilizar mano de obra local y brindar capacitaciones.
- Promover la apropiación del proyecto por parte de las comunidades.
- Socializar el proyecto, sus beneficios, sus riesgos y sus impactos negativos con la comunidad.

- En el caso de los humedales, es importante la información adecuada sobre los riesgos y las medidas de protección de la salud pública.
- Se deben divulgar los resultados de los ejercicios de Valoración económica.
- Se debe establecer la capacidad de carga de las áreas de los proyectos.
- Se deben crear incentivos para la participación, pueden ser monetarios, como por ejemplo, beneficios tributarios o premios, pero pueden ser también reconocimientos, capacitaciones u otros.

Medidas de gestión del Recurso hídrico. Están orientadas a dos atributos, el saneamiento hídrico y la adecuación hidráulica y recuperación de la dinámica hidrológica.

Saneamiento hídrico (descontaminación): Se refiere a medidas para garantizar, que la calidad del recurso que ingresa al ecosistema, sea apropiada para su recuperación, evitando la contaminación física, química, orgánica e inorgánica y microbiológica y especialmente el vertimiento o la disposición de materiales peligrosos. Para esto se proponen:

- La separación de redes de alcantarillado
- La desviación (aislamiento) de afluentes contaminados
- La implementación de tratamientos previos al vertimiento
- La captación de fuentes alternativas (corrientes, pozos, escorrentía, etc.)
- La remoción, tratamiento y disposición adecuada de residuos sólidos.

Adecuación hidráulica y recuperación de la dinámica hidrológica: Se busca alcanzar el balance hídrico, los caudales, los niveles y los tiempos de retención, apropiados, de acuerdo con el régimen natural de disturbio del ecosistema. En este caso es muy útil la definición de límites de operación, del tipo caudal ecológico. Debido a las incertidumbres asociadas a los proyectos en nuestro medio y especialmente a los costos de operación y mantenimiento, en los proyectos locales de restauración, se considera preferible demoler estructuras que construirlas, son preferibles las estructuras de control pasivo a las de control activo y son preferibles las estructuras mecánicas simples a las más complejas electrónicas, digitales u otras. En el caso

de los ecosistemas terrestres, es importante considerar tanto las necesidades de riego como de drenaje.

Medidas de Adecuación geomorfológica. Busca adecuar el terreno a la forma más apropiada, la cual estará definida por la forma original, el contexto, la función de la morfología y valores estéticos y funcionales. En términos estrictos de restauración, se intenta retornar a la forma original eliminando toda transformación humana, rellenando excavaciones y excavando depósitos; sin embargo, debido a los costos asociados de esta actividad, se considera un mal menor y una alternativa válida, reconformar el terreno, sin exportar materiales a otros territorios (siempre y cuando no se trate de materiales peligrosos que deben ser adecuadamente tratados). En el caso de los humedales, los conceptos fundamentales son los de interface tierra - agua y diversidad batimétrica, que expresan la necesidad de potenciar la superficie de las orillas y la heterogeneidad tanto horizontal como vertical de los cuerpos de agua; empleando para esto líneas naturales (orgánicas) y considerando la dimensión fractal, que es el nivel de 'repetición' de la forma de la orilla en el tipo de cuerpo de agua considerado.

Con respecto a esta actividad, serán importantes los estudios de ecología del paisaje, que contribuyan a diseñar adecuadamente la distribución entre las áreas de matriz, parches y corredores, de los elementos del área a restaurar.

Medidas para la Restauración del suelo. Corresponde a las medidas de fertilización orgánica e inorgánica, mejoramiento de la estructura, manejo del pH, recuperación de la actividad microbiana, aplicación de micorrizas, aplicación de hidrorretenedores y en caso de contaminación, la biorremediación, etc.

Medidas de Recuperación de la vegetación acuática y terrestre. En los ecosistemas acuáticos y terrestres de la Sabana de Bogotá, puede aceptarse que la vegetación conforma su estructura fundamental; de hecho, a pesar de las carencias en este aspecto, la Sabana de Bogotá es privilegiada, por un amplio conocimiento, en términos paleoecológicos del comportamiento de la vegetación en el área; existen listas de especies de referencia de los ecosistemas originales y existen consideraciones con respecto a su asociación con las geoformas, los suelos y a las variantes climáticas de la región, desafortunadamente, se conoce un poco menos sobre la estructura de los mismos ecosistemas, a pesar de lo cual se han propuesto formulas florísticas, para la realización de la siembra de especies.

Con respecto a los ecosistemas acuáticos se han descrito las asociaciones vegetales y se han propuesto algunas correlaciones con sus condiciones de vida. Afortunadamente, existe un desarrollo relativamente amplio de la Ingeniería forestal de las especies nativas de plantas leñosas de la región y la CAR posee una importante experiencia en la realización de proyectos de reforestación. Es necesario establecer, si se requiere implementar medidas para la propagación de especies, lo que en caso afirmativo, podría resolverse a través de la creación de viveros comunitarios que contribuyan la capacitación de la población. Además de las actividades propias de la siembra y el mantenimiento de plantaciones, se deben considerar medidas para el control de especies invasoras (retamo espinoso, retamo liso, ojo de poeta, helecho marranero, Acacias, pasto Kikuyo, buchón de tierras bajas, etc.)

Medidas relevantes a considerar en el área de trabajo son: la propagación de especies amenazadas, endémicas o raras.

Cabe recordar, que esta actividad está orientada a restaurar la estructura florística, es decir de composición de especies y la estructura fisonómica, es decir la estructura vertical y horizontal del ecosistema; por esta razón a diferencia de otras plantaciones, en este caso, se privilegiará el crecimiento espontáneo de hierbas nativas y la propagación y dispersión natural de árboles y arbustos, así como el arribo y la utilización de las plantas por parte de la fauna

Medidas de Manejo de la fauna. Con respecto a la fauna, hay un poco menos de control que con la vegetación; las actividades más importantes en este caso son el monitoreo y la estimulación del desarrollo de la estructura vegetal, para incrementar la oferta de recursos, especialmente hábitat y alimento. Las medidas para la estimulación de la actividad animal en las áreas de restauración son la instalación de perchas, nidos artificiales y madrigueras, la heterogeneidad brindada por el terreno, los materiales de construcción y la vegetación contribuyen a facilitar esta actividad. En el caso de la fauna también es necesario considerar medidas para la protección de la fauna amenazada, especialmente de la caza y de la captura ilegal; diseños, que faciliten el distanciamiento entre la fauna y las personas en algunas áreas favorecen el establecimiento de poblaciones; igualmente, se ha encontrado que el cerramiento de las áreas es una actividad de carácter obligatorio. Otro tipo de medidas, son las medidas de control que se requiere aplicar a las plagas (roedores), vectores (dipteros) y a los animales ferales (perros y gatos), que en algunos casos constituyen verdaderas medidas de salud pública; es posible, que sea necesario elaborar planes de contingencia, para la ocurrencia

ocasional de brotes de plagas agrícolas y forestales en las áreas aledañas o de especies invasoras en el área de los proyectos.

Monitoreo. En este espacio, se quiere resaltar, algunas consideraciones acerca del monitoreo biológico; como se señalo, se deben monitorear indicadores, de estado, de presión y de respuesta; esto quiere decir, que se deben monitorear tanto las medidas implementadas en los proyectos como sus consecuencias y algunos factores ambientales para las mismas, que pueden constituirse en oportunidades o en amenazas. De manera general, cada grupo biológico debe monitorearse por profesionales competentes diferentes, pues se requiere de técnicas específicas y la obtención de la información y la interpretación de los resultados también presenta condiciones particulares.

El monitoreo biológicos, requieren diseños de muestreo y de la caracterización inicial de las comunidades locales y de referencia; es previsible, que se requieran varias replicas y varios eventos de muestreo para obtener medidas representativas y significativas; diferentes parámetros ecológicos, se miden con diferente resolución y consecuentemente proveen información acerca de diferentes escalas. Se propone monitorear los atributos ecológicos: Cobertura por tipo de vegetación, Estructura de la comunidad de aves y artrópodos y Crecimiento, Morbilidad y Mortalidad en las plantaciones; en términos de amenazas: Proliferación de plantas invasoras, plagas y vectores de interés sanitario. En términos de salud del ecosistema, se requiere realizar estudios de línea base y diseños de monitoreo, para implementar, en la medida que sea oportuno, el monitoreo de: Estructura de la comunidad de artrópodos del suelo y de las comunidades microbianas del suelo (enzimas, salud del suelo), estructura de las comunidades de fitoplancton e invertebrados acuáticos y estructura de la comunidades de plantas epífitas.

5.2. Definición de metas globales de reducción de carga contaminante para cada tramo de la cuenca del rió Bogotá.

Esta actividad se desarrollará paralelamente con la fase de Legalización de vertedores (descrita anteriormente) y permitirá fortalecer y facilitar la implementación del cobro de la tasa retributiva.

Mediante Decretos 3100 del 30 de octubre de 2003 y 3440 del 21 de octubre de 2004, el Gobierno Nacional reglamentó el artículo 42 de la Ley 99 de 1993, en relación con las Tasas Retributivas por vertimientos puntuales, estableciéndose en el artículo 19 del Decreto 3100 de

2003, que las Corporaciones Autónomas Regionales son competentes para recaudar la tasa retributiva como rubro integrante de sus rentas de acuerdo con lo establecido en el artículo 46 de la Ley 99 de 1993.

Igualmente el Decreto 3100 de 2003, en su artículo 7º estipula que la autoridad ambiental competente establecerá cada cinco años una meta global de reducción de la carga contaminante para cada cuerpo de agua o tramo del mismo, de conformidad con el procedimiento descrito en el artículo 9º del citado Decreto

Por otra parte la meta global que se fije en la reducción de la carga contaminante de la cuenca, tramo o cuerpo de agua en forma conjunta con el avance en los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos deberá contribuir a alcanzar los objetivos de calidad del recurso, los cuales en la jurisdicción CAR están establecidos solamente en la cuenca del río Bogotá mediante Acuerdo 43 de 2006. Finalmente el Decreto 3100 establece metas sectoriales de acuerdo con la actividad económica a la cual pertenezcan los demás usuarios del recurso sujetos al pago de la tasa.

Para el cumplimiento de la meta global de reducción de la carga contaminante de la cuenca del río Bogotá, se deben establecer metas individuales de reducción de carga contaminante para las entidades prestadoras del servicio de alcantarillado sujetas al pago de la tasa retributiva y para aquellos usuarios sujetos al pago de dicha tasa cuya carga vertida sea mayor al 20 % del total que recibe el cuerpo agua.

Las metas globales de reducción de carga contaminante a 5 años que se establecerán serán una guía importante que tendrán que cumplir los vertedores puntuales de la cuenca del río Bogotá. Es decir que, por ejemplo, los municipios (entes territoriales) tendrán que programar planes y programas orientados a la eliminación progresiva de sus vertimientos contaminantes hasta llegar al tratamiento de los vertimientos de los puntos que no se puedan eliminar y garantizar que las aguas que dispongan en el río no causen deterioro a su calidad. Así mismo, los industriales y todas aquellas que viertan aguas residuales a las fuentes hídricas.

Se busca definir las metas de reducción de carga contamínate en términos de DBO y SST que los habitantes de la cuenca que vierten sus aguas residuales producto de sus actividades socio económicas deberán reducir a fin de lograr un mejoramiento en las condiciones de calidad del río Bogotá, y las cuales deberán propender por el logro de los objetivos de calidad propuestos.

La CAR inició en 2009 el proceso de consulta de metas de reducción de cargas contaminantes vertidas a los cuerpos de agua (Resolución 678 de abril de 2009).

5.3. Monitoreo de la calidad del agua en la Cuenca.

Estas acciones se ven complementadas con un programa de seguimiento y monitoreo de la calidad de las aguas del río el cual apoyará las labores de seguimiento y control de los vertedores de la cuenca, el cobro de la tasa retributiva y la alimentación de modelos matemáticos que soporten la toma de decisiones sobre las obras y acciones de saneamiento.

La Corporación cuenta con 32 estaciones de monitoreo sobre el rió Bogotá y 248 adicionales distribuidos en todas las subcuencas de orden 2; generalmente se realizan programas bianuales de muestreo, cuyos resultados permiten controlar la calidad de las aguas.

Para la administración del rió Bogotá se dispone de diversos modelos matemáticos, entre los que se destaca el modelo de calidad QUAL2KW, el cual se encuentra calibrado y es utilizado para el diseño y evaluación de las obras de saneamiento en la Cuenca.

6. RIESGOS Y BENEFICIOS DE LA ESTRATEGIA

La capacidad de asimilación de rió Bogotá en la cuenca alta es relativamente buena, debido a su pendiente , y los caudales de regulación que recibe del sistema de embalses (Sísga, Tominé y Neusa), adicionalmente recibe al río Teusacá el cual contribuyen a mejorar la calidad en este sector.

En la cuenca media el rió tiene baja capacidad de asimilación de carga orgánica debido al efecto agregado de caudales bajos (presentes por la derivación de caudal para el acueducto de Bogotá en la planta de Tibitoc y para el distrito de riego la Ramada, en conjunto del orden de 16 m^3/s), pendientes reducidas que limitan procesos de reaireación, y condiciones de altitud y temperatura que bajan la concentración de saturación del oxigeno.

Diversas actividades antrópicas, producen el deterioro de la calidad bacteriológica del agua entre ellas, los mataderos municipales, los efluentes de las PTAR de los municipios y emisarios finales de los municipios que aún no cuentan con sistemas de tratamiento. La calidad bacteriológica de las diversas descargas y afluentes al río (en su mayoría superando valores de 10^5 NMP/100 ml), el corto tiempo de transito y su baja capacidad de dilución, contribuyen a que la capacidad de recuperación bacteriológica del rió sea igualmente muy baja.

Lo anterior indica que los niveles de tratamiento requeridos para todos los efluentes descargados al río, requieran nivel secundario con remoción bacterial, de lo contrario no se alcanzarán los objetivos de calidad del Acuerdo 43 de 2006.

6.1. Análisis Cuantitativo de Escenarios de Calidad del Agua del río Bogotá

Para evaluar el beneficio de la ejecución de las obras de saneamiento del río Bogotá, se utilizaron herramientas de modelación matemática de la calidad del rio, en el análisis se evaluaron las obras de saneamiento ambiental que la CAR adelanta en toda la cuenca, al igual que los efectos de la PTAR Salitre y los interceptores de aguas residuales que construye la EAAB.

Para la modelación matemática del río Bogotá se utilizó el modelo de Calidad QUAL2Kw, el cual contiene una representación matemática suficientemente adecuada de los procesos físico-químicos y de las interacciones columna agua–sedimentos y representa adecuadamente los fenómenos de transporte y condiciones de auto-purificación propios de ríos de Montaña. El

modelo se encuentra debidamente calibrado y verificado y es utilizado por la CAR como herramienta de planificación del rió. Las condiciones hidrológicas evaluadas corresponden a caudales medios en la cuenca, para los cuales el Modelo QUAL2Kw se encuentra Calibrado y Verificado.

Los resultados producidos por el modelo QUAL2Kw, se comparan con los criterios de calidad del Acuerdo 43 de 2006, el cual establece los objetivos de calidad para el río Bogotá en condiciones de caudal promedio anual.

6.2. Escenarios de calidad analizados

Se estudiaron, el escenario de referencia (condición sin proyecto) y cinco escenarios adicionales que consideran niveles de tratamiento primario y secundario en la PTAR Salitre en interrelación con obras de los PSMV de los municipios de la cuenca. En el cuadro 21, se presentan los ejercicios de simulación desarrollados.

Cuadro 31 Resumen de escenarios de calidad, Modelo QUAL2Kw

Componentes del Plan de Saneamiento	PSMV en municipios BID 2	Metas de reduccion carga industrial Area CAR	PTAR Salitre			Interceptores rio Bogotá EAAB	Control conexiones erradas Bogotá		PTAR CANOAS Nivel secundario
			Nivel primario		Secundario		ARD	Control Industrias	
			4 m3/s	8 m3/s	8 m3/s				14 m3/s
Escenario de referencia	NO	NO	SI		NO	NO	NO	NO	NO
Escenario 1	SI	SI			SI	SI	NO	NO	NO
Escenario 2	SI	SI			SI	SI	NO	NO	SI
Escenario 3	NO	NO		SI		SI	NO	NO	NO
Escenario 4	NO	NO			SI	SI	NO	NO	NO
Escenario 5	SI	SI		SI		SI	NO	NO	NO

PSMV: Plan de saneamiento y manejo de vertimientos de los municipios en el área de la CAR
ARD: Aguas Residuales Domesticas de la Ciudad de Bogotá
PTAR: Planta de tratamiento de aguas residuales

Escenario de Referencia (sin proyecto)

Corresponde a la situación de la calidad del río a 2009; en la cuenca alta del rió Bogotá se incluyen las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales existente a la fecha, en 22 municipios. En la cuenca media se considera la operación de la PTAR Salitre tratando un caudal de 4 m^3/s a nivel primario.

En este escenario los ríos urbanos de la ciudad, Canal Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo, descargan sin tratamiento, por lo tanto se incluyen los aportes de conexiones erradas y vertimientos industriales de la ciudad de Bogotá.

Escenario 1: (Con obras de saneamiento cuenca alta del río Bogotá y PTAR Salitre con tratamiento Secundario, 8 m^3/s)

En este escenario se proyecta la calidad del rió con la ejecución de todas las obras del programa de saneamiento, previstas hasta el 2015, incluye las obras a cargo de la CAR, las ejecutadas en cumplimiento del Convenio 171 con la EAAA, y los interceptores de aguas servidas construidos por la EAAB. En detalle el escenario evalúa:

i. En la cuenca alta y media, ejecución de los PSMV de los municipios en el área de la CAR (Programa de manejo y saneamiento ambiental del rió Bogotá) y las metas de reducción de carga industrial fuera del perímetro de la ciudad de Bogotá. En los PSMV de los municipios de prevé que todas las plantas de tratamiento, tendrán tratamiento secundario, con remoción del 80% de DBO_5 y del 90% de SST. La metas de reducción de carga industrial, establecen que los sistemas de tratamiento permitirán reducir el 70% de DBO5 y del 80% de SST.

ii. En la cuenca media, el tratamiento de las aguas residuales domestica de la cuenca del río Salitre, optimización y ampliación de PTAR Salitre, tratamiento a nivel secundario, caudal afluente de 8 m^3/s, cumplimiento de calidad del efluente, según licencia ambiental. Adicionalmente considera la construcción de los interceptores de aguas residuales domesticas de las cuencas de los ríos Fucha y Tunjuelo y su descarga en el sector de Canoas-Alicachín. Los ríos urbanos de la ciudad, Canal Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo, transportan la carga contaminante de las conexiones erradas y los vertimientos industriales de la ciudad de Bogotá (se asume la condición más desfavorable, situación 2009).

Escenario 2: (Escenario 1, más PTAR Canoas con tratamiento Secundario, 14 m3/s)

Analiza la calidad del agua en el río en el largo plazo (después de 2015), corresponde al escenario 1, más la construcción de la Planta de Tratamiento de aguas residuales en el sitio de Canoas, PTAR Canoas; tratamiento a nivel secundario, caudal tratado de 14 m^3/s, cumplimiento de calidad del efluente de nivel secundario.

Escenario 3 (Sin obras de saneamiento cuenca alta del río Bogotá y PTAR Salitre con tratamiento Primario, 8 m^3/s)

Estudia la calidad del agua en el río en el corto plazo (2014-2015), en detalle el escenario evalúa:

i. En la cuenca alta y media, no se ejecutan los PSMV de los municipios en el área de la CAR (Programa de manejo y saneamiento ambiental del rió Bogotá), ni las metas de reducción de carga industrial fuera del perímetro de la ciudad de Bogotá.
ii. En la cuenca media, el tratamiento de las aguas residuales domestica de la cuenca del río Salitre, optimización y ampliación de PTAR Salitre, tratamiento a nivel primario, caudal afluente de 8 m^3/s, cumplimiento de calidad del efluente para tratamiento primario, según licencia ambiental.
iii. Adicionalmente considera la construcción de los interceptores de aguas residuales domesticas de las cuencas de los ríos Fucha y Tunjuelo y su descarga en el sector de Canoas-Alicachín.
iv. Los ríos urbanos de la ciudad, Canal Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo, transportan la carga contaminante de las conexiones erradas y los vertimientos industriales de la ciudad de Bogotá (se asume la condición más desfavorable, situación 2009).

Escenario 4 (Sin obras de saneamiento cuenca alta del río Bogotá y PTAR Salitre con tratamiento secundario, 8 m^3/s)

Estudia la calidad del agua en el río en el corto plazo (2014-2015), en detalle el escenario evalúa:

i. En la cuenca alta y media, no se ejecutan los PSMV de los municipios en el área de la CAR (Programa de manejo y saneamiento ambiental del rió Bogotá), ni las metas de reducción de carga industrial fuera del perímetro de la ciudad de Bogotá.
ii. En la cuenca media, el tratamiento de las aguas residuales domestica de la cuenca del río Salitre, optimización y ampliación de PTAR Salitre, tratamiento a nivel secundario, caudal afluente de 8 m^3/s, cumplimiento de calidad del efluente para tratamiento secundario, según licencia ambiental.
iii. Adicionalmente considera la construcción de los interceptores de aguas residuales domesticas de las cuencas de los ríos Fucha y Tunjuelo y su descarga en el sector de Canoas-Alicachín.
iv. Los ríos urbanos de la ciudad, Canal Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo, transportan la carga contaminante de las conexiones erradas y los vertimientos industriales de la ciudad de Bogotá (se asume la condición más desfavorable, situación 2009).

Escenario 5 (Con obras obras de saneamiento en la cuenca alta y PTAR Salitre con tratamiento primario, 8 m^3/s)

Estudia la calidad del agua en el río en el corto plazo (2014-2015), en detalle el escenario evalúa:

i. En la cuenca alta y media, ejecución de los PSMV de los municipios en el área de la CAR (Programa de manejo y saneamiento ambiental del rió Bogotá) y las metas de reducción de carga industrial fuera del perímetro de la ciudad de Bogotá.

    - En los PSMV de los municipios de prevé que todas las plantas de tratamiento, tendrán tratamiento secundario, con remoción del 80% de DBO_5 y del 90% de SST.
    - La metas de reducción de carga industrial, establecen que los sistemas de tratamiento permitirán reducir el 70% de DBO_5 y del 80% de SST.

ii. En la cuenca media, el tratamiento de las aguas residuales domestica de la cuenca del río Salitre, optimización y ampliación de PTAR Salitre, tratamiento a nivel primario, caudal afluente de 8 m^3/s, cumplimiento de calidad del efluente, según licencia ambiental.

iii. Adicionalmente considera la construcción de los interceptores de aguas residuales domesticas de las cuencas de los ríos Fucha y Tunjuelo y su descarga en el sector de Canoas-Alicachín.

iv. Los ríos urbanos de la ciudad, Canal Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo, transportan la carga contaminante de las conexiones erradas y los vertimientos industriales de la ciudad de Bogotá (se asume la condición más desfavorable, situación 2009).

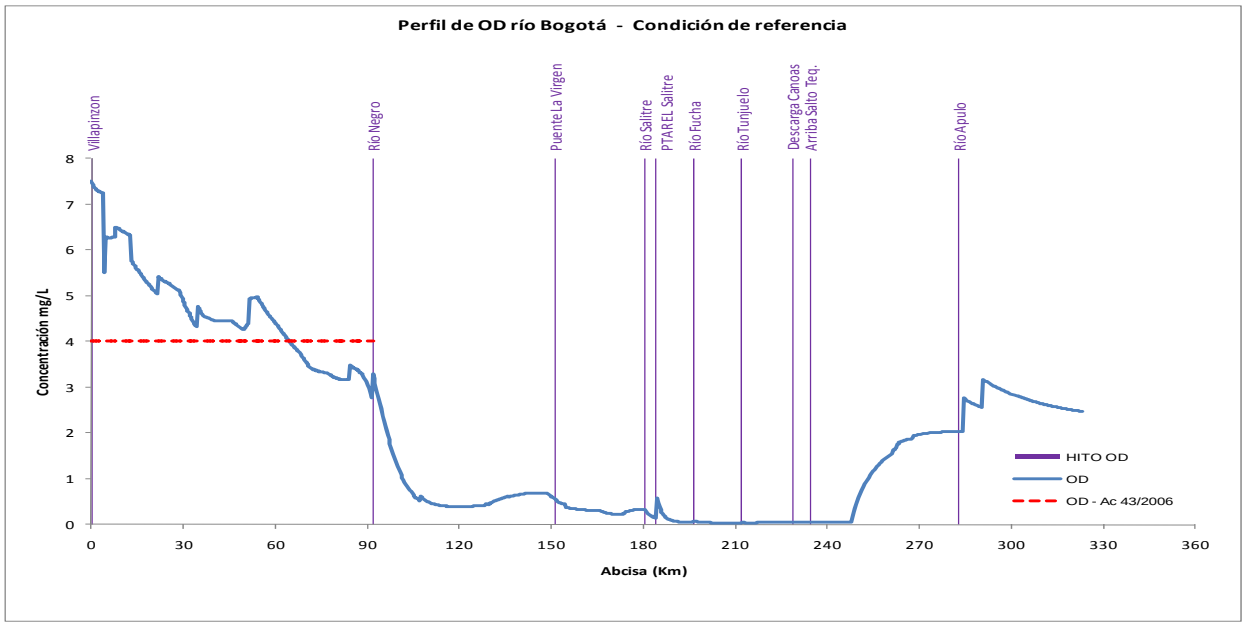
6.3. Resultados de las simulaciones de calidad.

A continuación se presentan los resultados de las simulaciones de calidad del agua del río Bogotá, de acuerdo con los escenarios propuestos previamente.

Calidad esperada en el escenario de referencia (sin proyecto).

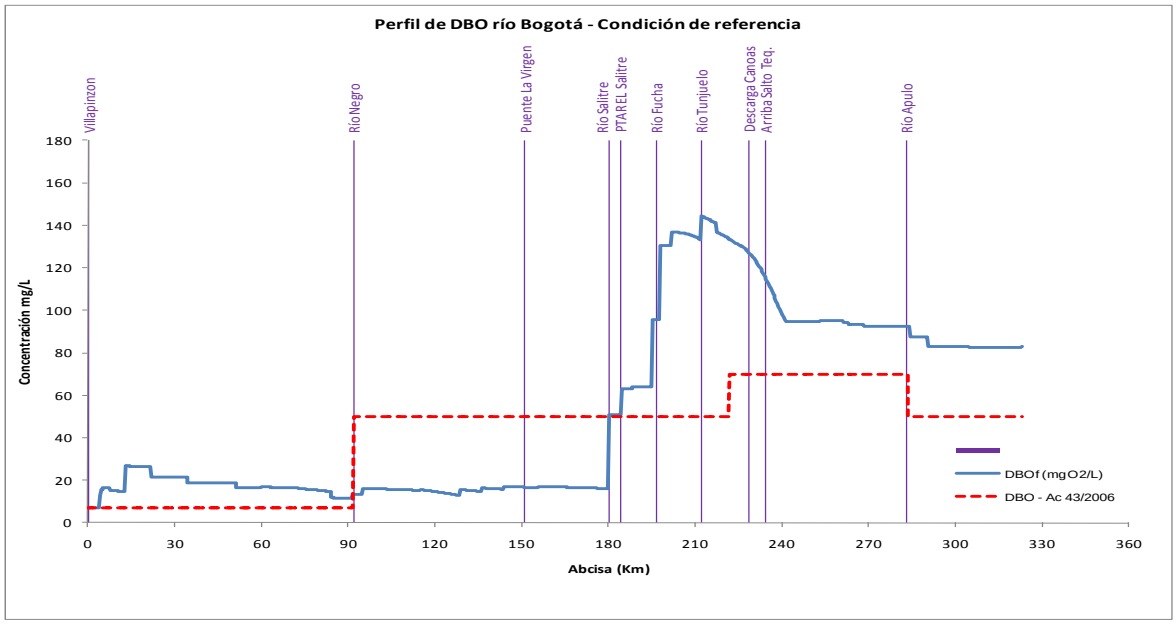
En este escenario se presenta la calidad del río en el año 2008, en el cual se manifiesta los beneficios de las obras de saneamiento adelantadas en los municipios de la cuenca en el periodo 1990 – 2000, que fueron fundamentalmente plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de pretratamiento en centros municipales para beneficio de animales. El análisis se realiza para caudales de referencia del rió Bogotá, correspondientes a caudales medios. Los parámetros indicadores de calidad utilizados son Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Suspendidos totales. Los resultados se presentan en las Figura 33, 34 y 35.

Figura 36 Perfil Oxígeno Disuelto: Condiciones de referencia



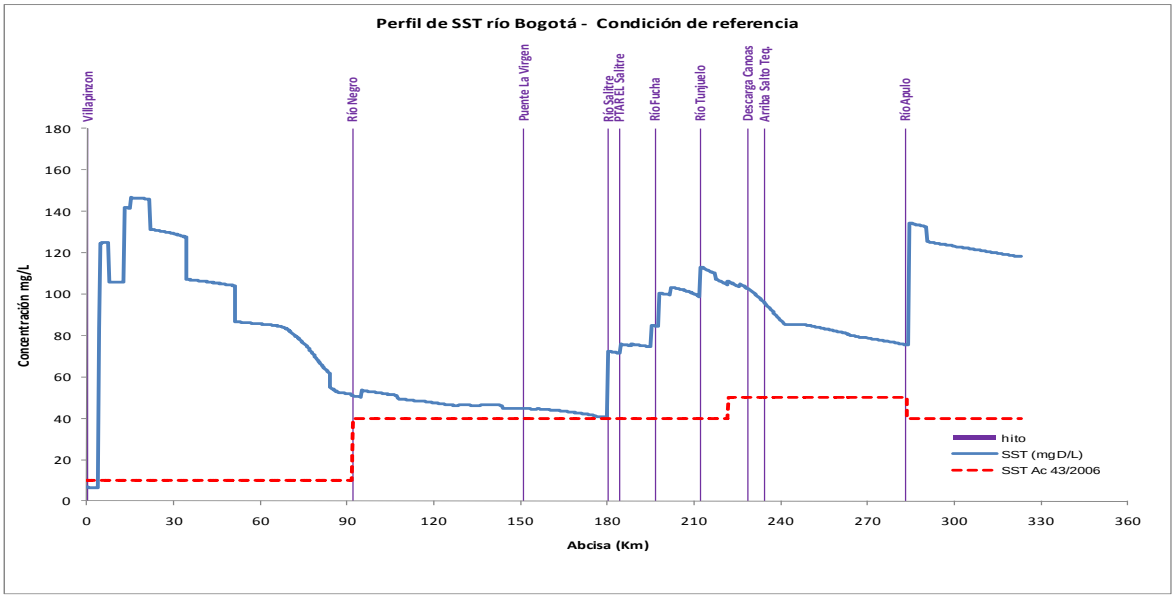
Nota: Clase II, Oxigeno disuelto mayor o igual a 4 mg/l, Acuerdo 43 de 2006

Figura 37 Perfil DBO_5: Condiciones de referencia



Nota: Demanda bioquímica de oxígeno, valor máximo permitido, Acuerdo 43 de 2006.

Figura 38 Perfil SST: Condiciones de referencia



Nota: Sólidos Suspendidos totales, valor máximo permitido, Acuerdo 43 de 2006.

Cuadro 32 Condiciones de referencia, calidad del río Bogotá 2008

Parámetro /Sector Concentración, intervalo	Villapinzón - Tibitoc	Tibitoc – Puente la Virgen	Puente la Virgen - Alicachín	Alicachín - Girardot
OD (mg/L)	3-7	0.8-3.5	0-2	0.5-0
DBO (mg/L)	8-25	15-19	19-145	82-95
SST (mg/L)	5-145	45-55	42-115	75-135

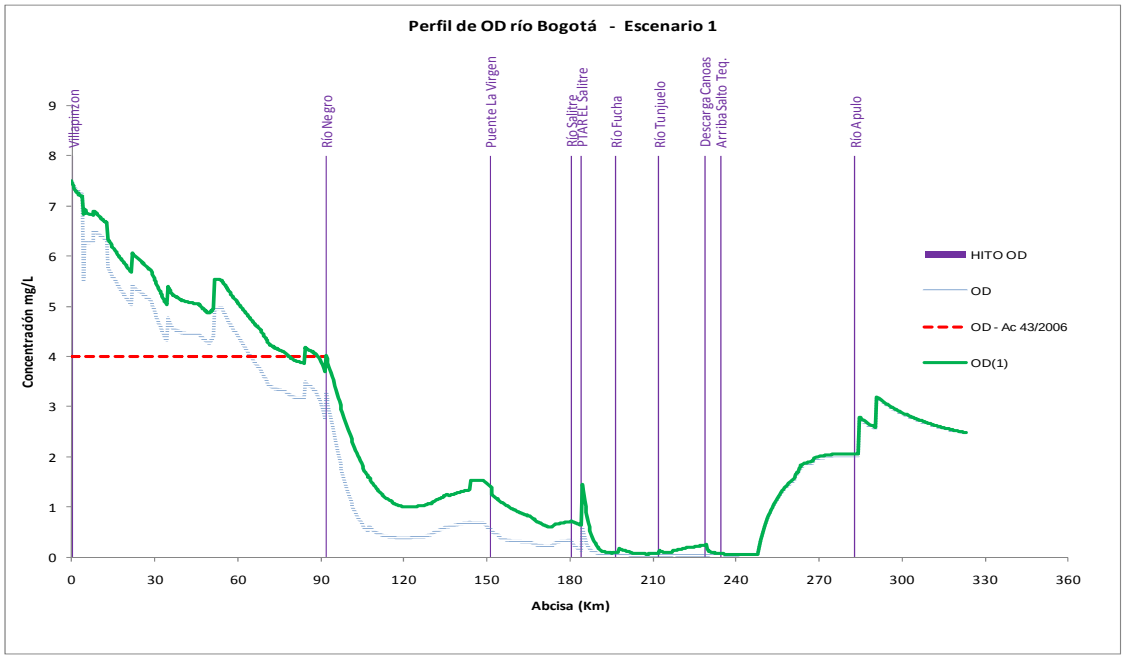
En relación con los Objetivos de Calidad del Acuerdo 43 de 2006, se encuentra que: (1) El objetivo de calidad de **Oxigeno Disuelto**, se cumple en la mayor parte del sector Villapinzón - Tibitoc. (2) El objetivo de calidad para **Demanda Bioquímica de Oxigeno**, no cumple en el sector Villapinzón Tibitoc; se cumple parcialmente en el sector Tibitoc – Alicachín; no se cumple en el sector Alicachín – Girardot. (3) El objetivo de calidad para **Sólidos Suspendidos Totales** no se cumple en ninguno de los sectores del rió Bogotá.

Por lo anterior, es contundente la necesidad de ejecutar las obras del programa de saneamiento previstas por la CAR para toda la cuenca, y las obras de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Bogotá, para alcanzar los objetivos de calidad del Acuerdo 43 de 2006.

Calidad esperada en el escenario 1, condiciones con proyecto.

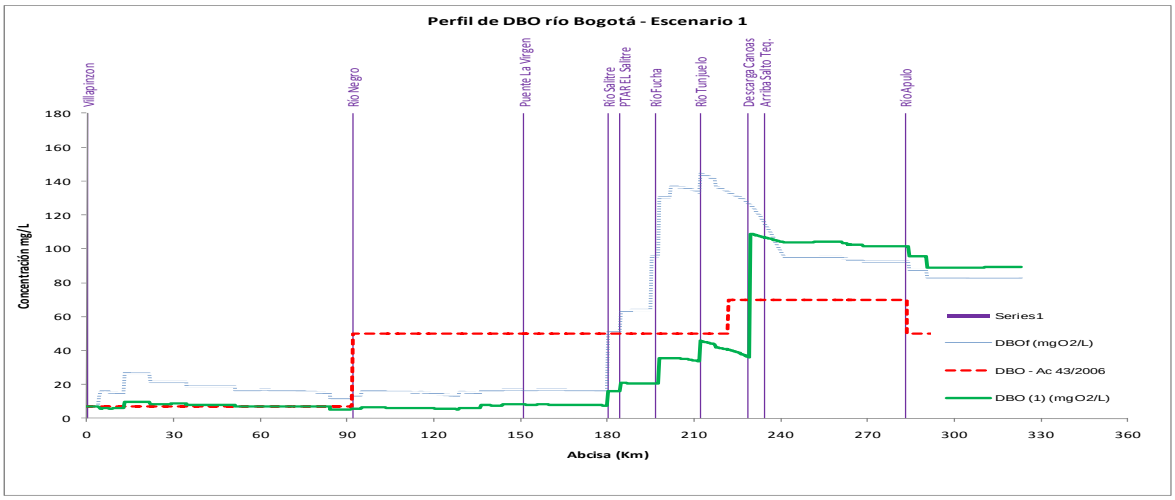
En este escenario se proyecta la calidad del rio con la ejecución de todas las obras del programa de saneamiento, previstas hasta el 2015, incluye las obras a cargo de la CAR, las ejecutadas en cumplimiento del Convenio 171 con la EAAA, y los interceptores de aguas servidas construidos por la EAAB. Los resultados del análisis se presentan en las figuras 36, 37 y 38 en el cuadro 23.

Figura 39 Perfil Oxígeno Disuelto: Escenario 1



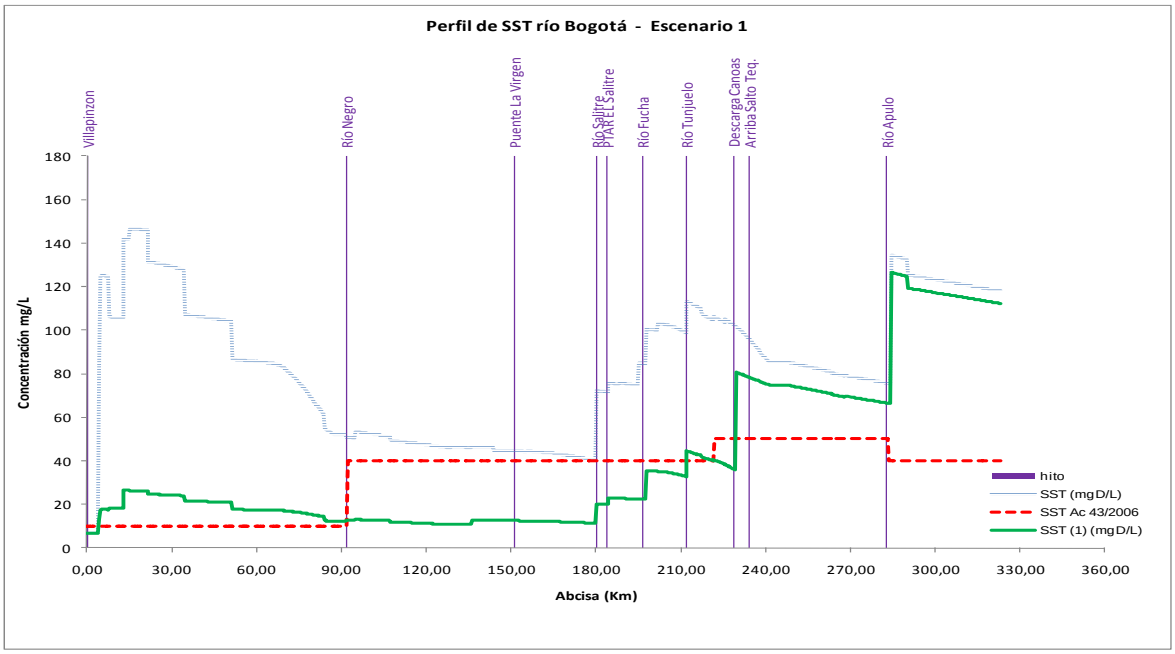
Nota: Clase II, Oxigeno disuelto mayor o igual a 4 mg/l, Acuerdo 43 de 2006. Las convenciones hacen referencia a OD: Condición actual, OD-AC 43/2006: Objetivo de calidad según Acuerdo 43 de 2006 y OD (1): Perfil de OD para escenario 1.

Figura 40 Perfil DBO_5: Escenario 1



Nota: Demanda bioquímica de oxígeno, valor máximo permitido, Acuerdo 43 de 2006. Las convenciones hacen referencia a DBOf: Condición actual, DBO-AC 43/2006: Objetivo de calidad según Acuerdo 43 de 2006 y DBO (1): Perfil de DBO para escenario 1.

Figura 41 Perfil SST: Escenario 1



Nota: Sólidos Suspendidos totales, valor máximo permitido, Acuerdo 43 de 2006. Las convenciones hacen referencia a SST: Condición actual, SSTAc 43/2006: Objetivo de calidad según Acuerdo 43 de 2006 y SST (1): Perfil de SST para escenario 1.

Cuadro 33 Calidad del río Bogotá con obras del Plan de Saneamiento de la CAR, ampliación PTAR Salitre, e interceptores de Aguas Residuales Domésticas de la EAAB, 2014.

Parámetro /Sector Concentración, intervalo	Villapinzón - Tibitoc	Tibitoc – Puente la Virgen	Puente La Virgen - Alicachín	Alicachín - Girardot
OD (mg/L)	4-7	1.5-4	0.3-1.0	0-3.0
DBO (mg/L)	8-10	6-10	10-110	90-105
SST (mg/L)	5-25	14-16	16-80	72-128

En relación con los Objetivos de Calidad del Acuerdo 43 de 2006, se encuentra que: (1) El objetivo de calidad de **Oxigeno Disuelto**, se cumple en el sector Villapinzón - Tibitoc. (2) El objetivo de calidad para **Demanda Bioquímica de Oxigeno**, se cumple en la mayor parte del sector Villapinzón - Tibitoc; se cumple en el sector Tibitoc – Alicachín, excepto inmediatamente después de la entrega de los interceptores de aguas residuales de la ciudad, aproximadamente en el Km. 230; no se cumple en el sector Alicachín – Girardot. (3) El objetivo de calidad para **Sólidos Suspendidos Totales**, no se cumple en el sector Villapinzón – Tibitoc; se cumple en el sector Tibitoc – Alicachín, excepto inmediatamente después de la entrega de los interceptores de aguas residuales de la ciudad, aproximadamente en el Km. 230; no se cumple en el sector Alicachín – Girardot. De lo anterior, se concluye:

i. En la cuenca alta, sector Villapinzón – Tibitoc, es necesario ejecutar las obras previstas en los PSMV, para cumplir el los objetivos de calidad de oxigeno disuelto y demanda bioquímica de oxigeno. En relación con la concentración de sólidos suspendidos totales, es necesario revisar la meta de reducción de carga de los usuarios del rió en este sector y solicitar a los usuarios controles adicionales.

ii. En la cuenca media, sector Tibitoc – Alicachín, es necesario ejecutar las obras previstas en los PSMV, se debe adelantar las obras de ampliación de la PTAR Salitre (tratamiento secundario con desinfección, caudal de 8 m3/s), y concluir las obras de los interceptores de agua residual de la ciudad. De esta forma se podrá alcanzar los objetivos de calidad en el río, en el sector que discurre frente a la ciudad de Bogotá y hasta la entrega de los interceptores de agua residual de la ciudad, a la altura del sitio Canoas.

iii. Solo con la construcción de la ampliación de la PTAR Salitre, con tratamiento a nivel secundario, se podrá alcanzar en el río Bogotá, en el sector Puente La Virgen – Canoas, la calidad de agua para riego correspondiente a clase IV, Acuerdo 43 de 2006.

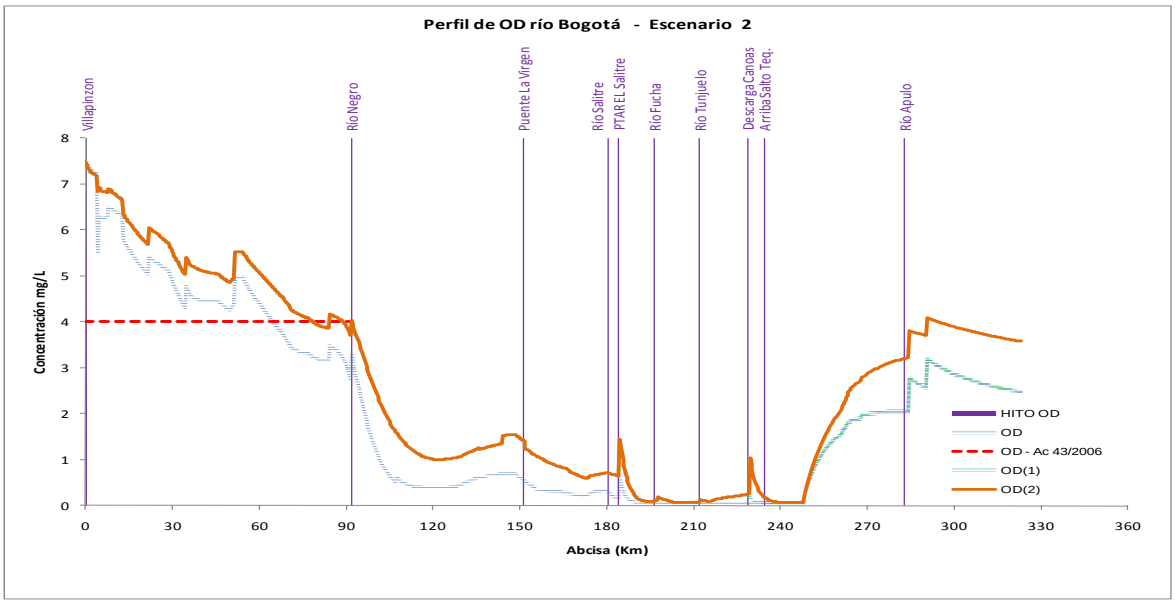
iv. Las obras del programa de saneamiento del río Bogotá, sin la construcción de la PTAR Canoas, no permiten alcanzar los objetivos de calidad en la cuenca baja.

Calidad esperada en el escenario 2, condiciones: Escenario 1 y PTAR Canoas.

Analiza la calidad del agua en el río en el largo plazo (después de 2019), corresponde al escenario 1, más la construcción de la Planta de Tratamiento de aguas residuales en el sitio de Canoas, PTAR Canoas; tratamiento a nivel secundario, caudal tratado de 14 m^3/s, cumplimiento de calidad del efluente de nivel secundario.

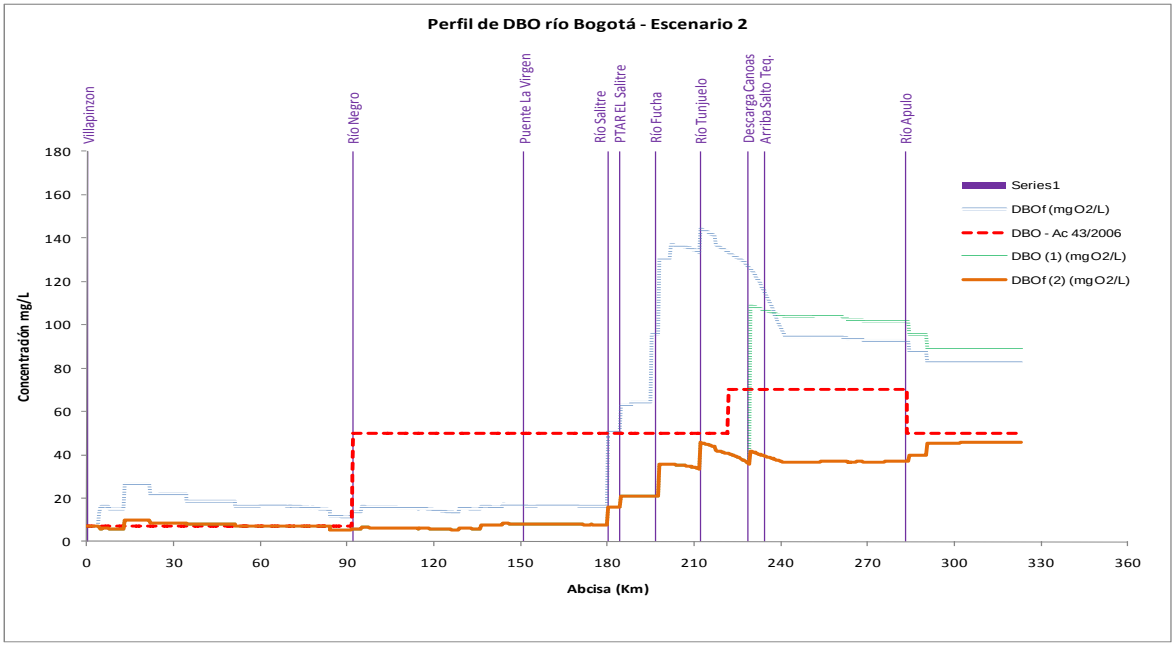
El efluente estimado para la PTAR Canoas, con tratamiento secundario sin remoción de nutrientes, se adopta como: Demanda bioquímica de oxígeno, DBO_5, 56 mg/l; Oxígeno Disuelto, OD, 3.5 mg/l; Temperatura, 22 °C; Nitrógeno amoniacal, NH4, 17.8 mg/l; Fósforo orgánico, 3.4 mg/l; Fósforo inorgánico, 4.8 mg/l.; pH 6.8 unidades. Los resultados del análisis se presentan en las figuras 39, 40 y 41 y en el cuadro 24.

Figura 42 Perfil Oxígeno Disuelto: Escenario 2



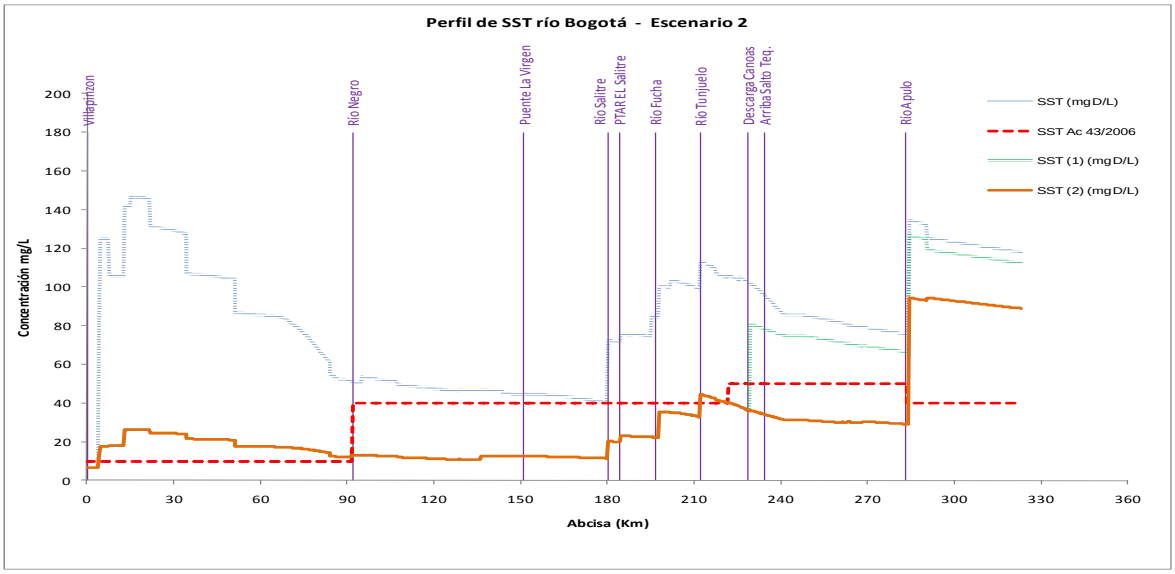
Nota: Clase II, Oxigeno disuelto mayor o igual a 4 mg/l, Acuerdo 43 de 2006. Las convenciones hacen referencia a OD: Condición actual, OD-AC 43/2006: Objetivo de calidad según Acuerdo 43 de 2006, OD (1): Perfil de OD para escenario 1 y OD (2): Perfil de OD para escenario 2.

Figura 43 Perfil DBO_5: Escenario 2



Nota: Demanda bioquímica de oxígeno, valor máximo permitido, Acuerdo 43 de 2006. Las convenciones hacen referencia a DBOf: Condición actual, DBO-AC 43/2006: Objetivo de calidad según Acuerdo 43 de 2006, DBO (1): Perfil de DBO para escenario 1 y DBO (2): Perfil de DBO para escenario 2.

Figura 44 Perfil SST: Escenario 2



Nota: Sólidos Suspendidos totales, valor máximo permitido, Acuerdo 43 de 2006. Las convenciones hacen referencia a SST: Condición actual, SSTAc 43/2006: Objetivo de calidad según Acuerdo 43 de 2006, SST (1): Perfil de SST para escenario 1 y SST (2): Perfil de SST para escenario 2.

Cuadro 34 Calidad del río Bogotá con obras del Plan de Saneamiento de la CAR, ampliación PTAR Salitre, y PTAR Canoas con tratamiento secundario

Parámetro /Sector Concentración, intervalo	Villapinzón - Tibitoc	Tibitoc – Puente la Virgen	Puente la Virgen - Alicachín	Alicachín - Girardot
OD (mg/L)	4-7	1.5-4	0.3-1.0	0-4.0
DBO (mg/L)	8-10	6-10	10-110	10-38
SST (mg/L)	5-25	14-16	16-80	32-95

En relación con los Objetivos de Calidad del Acuerdo 43 de 2006, se encuentra que: (1) El objetivo de calidad de **Oxigeno Disuelto**, se cumple en el sector Villapinzón - Tibitoc. (2) El objetivo de calidad para **Demanda Bioquímica de Oxigeno**, se cumple en la mayor parte del sector Villapinzón - Tibitoc; se cumple en el sector Tibitoc – Alicachín; se cumple en el sector Alicachín – Girardot. (3) El objetivo de calidad para **Sólidos Suspendidos Totales**, no se cumple en el sector Villapinzón – Tibitoc; se cumple en el sector Tibitoc – Alicachín, excepto inmediatamente después de la entrega de los interceptores de aguas residuales de la ciudad, aproximadamente en el Km. 230; se cumple parcialmente en el sector Alicachín – Girardot.

De lo anterior, se concluye:

ii. Para alcanzar los objetivos de calidad del rió en la cuenca baja, (Clase IV y Clase V), es necesario la construcción de la PTAR Canoas, con tratamiento secundario.

iii. Con la construcción de la PTAR Canoas, a nivel de tratamiento secundario, se podrán obtener condiciones aeróbicas en el río Bogotá en toda su cuenca baja.

iv. Beneficios significativos en la calidad del agua del río Magdalena, serán posibles en particular en épocas de verano, cuando se presentan los caudales mínimos en el río.

Calidad esperada sin la ejecución de los PSMV y con la construcción de la PTAR Salitre.

En esta sección se analiza la calidad del rio, sin las obras proyectadas por la CAR en la cuenca, en los escenarios de construcción de la PTAR Salitre con Tratamiento Primario (escenario 3) y con tratamiento secundario (escenario 4), ambos escenarios con un efluente de 8 m^3/s.

Análisis del comportamiento de la OD, escenarios 3 y 4.

Los resultados del análisis se presentan en las figuras 42 y 43. En estas figuras se observa que la cuenca media, construcción de la PTAR Salitre con tratamiento a nivel secundario, no indica mejoramiento sustancial con relación a los resultados del tratamiento a nivel primario, los resultados son prácticamente los mismos. Este fenómeno se interpreta por la alta carga orgánica de los ríos urbanos de la ciudad, los cuales en ambas situaciones agotan el oxigeno disuelto, con valores menores de 1 mg/l, en el sector Salitre – Alicachín.

Igual conclusión es extensiva a los niveles de oxígeno en la cuenca baja, no se evidencia en la simulación diferencias significativas en su concentración; el oxigeno disuelto presenta valores en el rango de 0 a 3 mg/l, debido al efecto de reaireación de las cadenas de generación de energía. Se anota que en ambos escenarios no se considera la PTAR Canoas.

Cuadro 35 Calidad del río Bogotá, intervalo de variación de OD mg/l, sin obras PSMV (BID 2) y con ampliación PTAR Salitre, e interceptores de Aguas Residuales Domésticas de la EAAB, 2014.

PTAR Salitre /Sector	Villapinzón - Tibitoc	Tibitoc – Puente la Virgen	Puente la Virgen - Alicachín	Alicachín - Girardot
Tratamiento Primario, 8 m^3/s	3.2 – 7.5	0.5 – 3.3	0.1 - 0.4	0.0 - 3.0
Tratamiento secundario, 8 m^3/s	3.2 – 7.5	0.5 – 3.3	0.1 – 1.1	0.0 - 3.0

Figura 45 Escenario 3, con PTAR Salitre tratamiento primario y caudal de 8 m^3/s

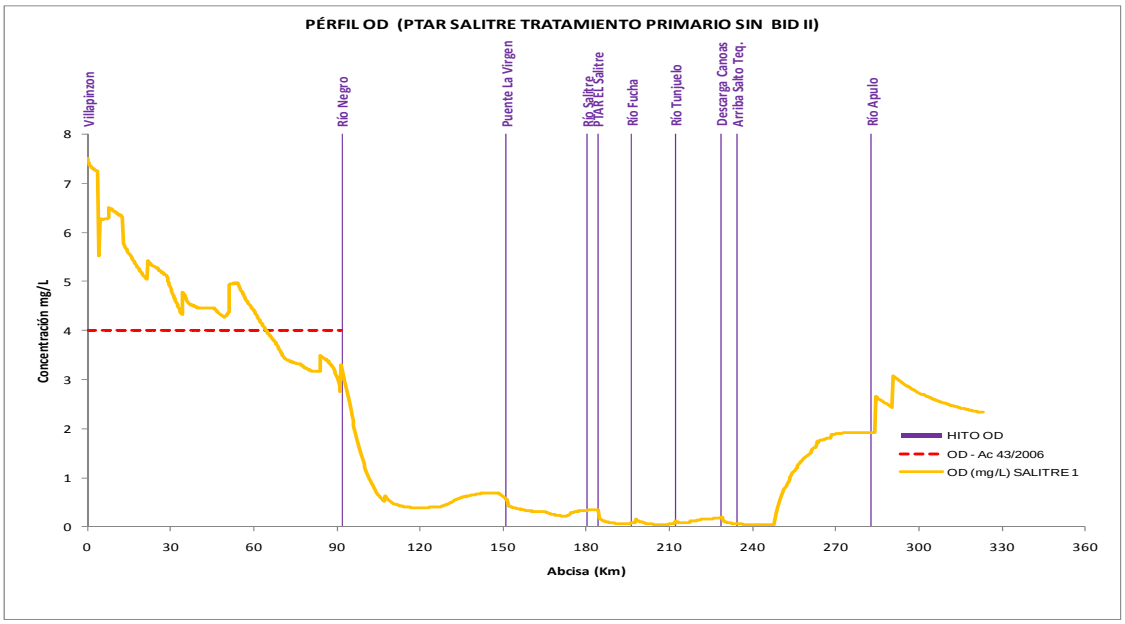
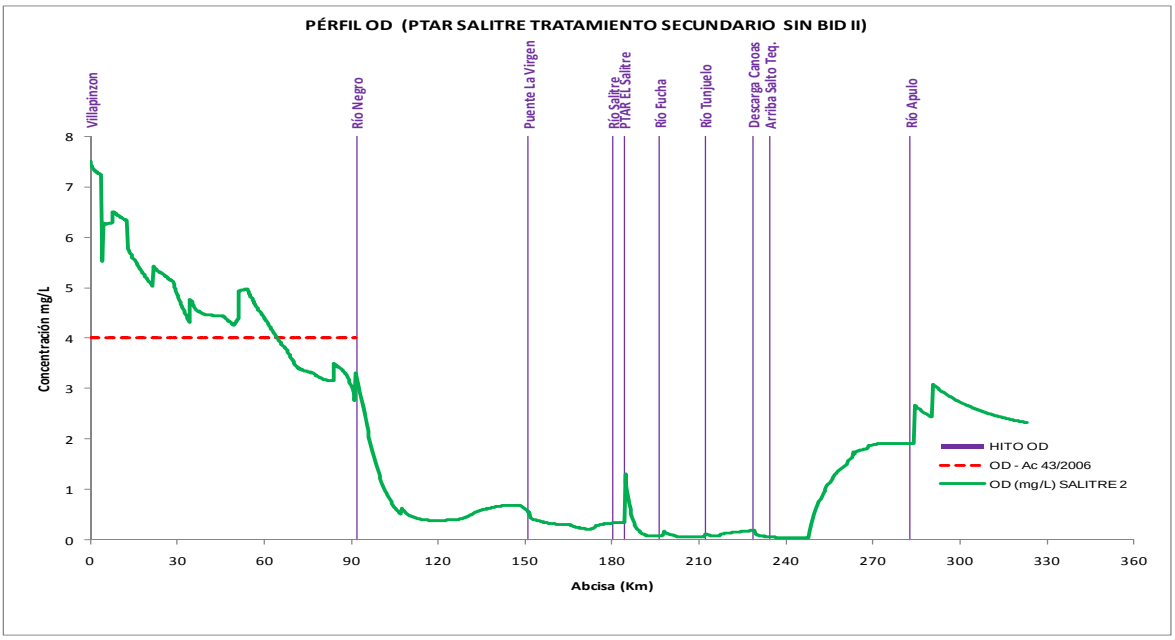


Figura 46 Escenario 4, con PTAR Salitre tratamiento secundario y caudal de 8 m^3/s



Análisis del comportamiento de la DBO_5, escenarios 3 y 4.

Los resultados del análisis se presentan en las figuras 44, 45. En estas figuras se observa que la cuenca media, construcción de la PTAR Salitre con tratamiento a nivel secundario, muestra mejoramiento sustancial con relación a los resultados del tratamiento a nivel primario; el beneficio del tratamiento secundario se presenta de manera especial en el sector rio Salitre hasta la descarga de los interceptores de ARD del rio Bogotá en Canoas.

Con la construcción del tratamiento secundario se tendrán concentraciones de DBO -5 en el rio Bogotá, en el rango entre 18 y 70 mg/l, que en términos generales cumplen los objetivos de calidad en la mayor parte del sector Puente La Virgen – Alicachín. El tratamiento secundario en la PTAR Salitre dará mayor garantía de cumplir los objetivos de calidad IV y V del acuerdo 43 de 2006.

En la cuenca baja no se evidencia mejora significativa cuando se realiza tratamiento secundario en la PTAR Salitre, frente a los resultados del tratamiento primario en esta planta. Lo anterior se permite concluir que la mejora en la concentración de DBO_5 en la cuenca baja estará fuertemente influenciada por la construcción de la PTAR Canoas.

Cuadro 36 Calidad del río Bogotá, intervalo de variación del parámetro DBO_5 mg/l, sin obras PSMV (BID 2) y con ampliación PTAR Salitre, e interceptores de Aguas Residuales Domésticas de la EAAB, 2014.

PTAR Salitre /Sector	Villapinzón - Tibitoc	Tibitoc – Puente la Virgen	Puente la Virgen - Alicachín	Alicachín - Girardot
Tratamiento Primario, 8 m^3/s	8 - 25	15 - 18	19 - 118	Menor 118
Tratamiento secundario, 8 m^3/s	8 - 25	15 - 18	19 - 118	Menor 118

Figura 47 Escenario 3, con PTAR Salitre tratamiento primario y caudal de 8 m3/s.

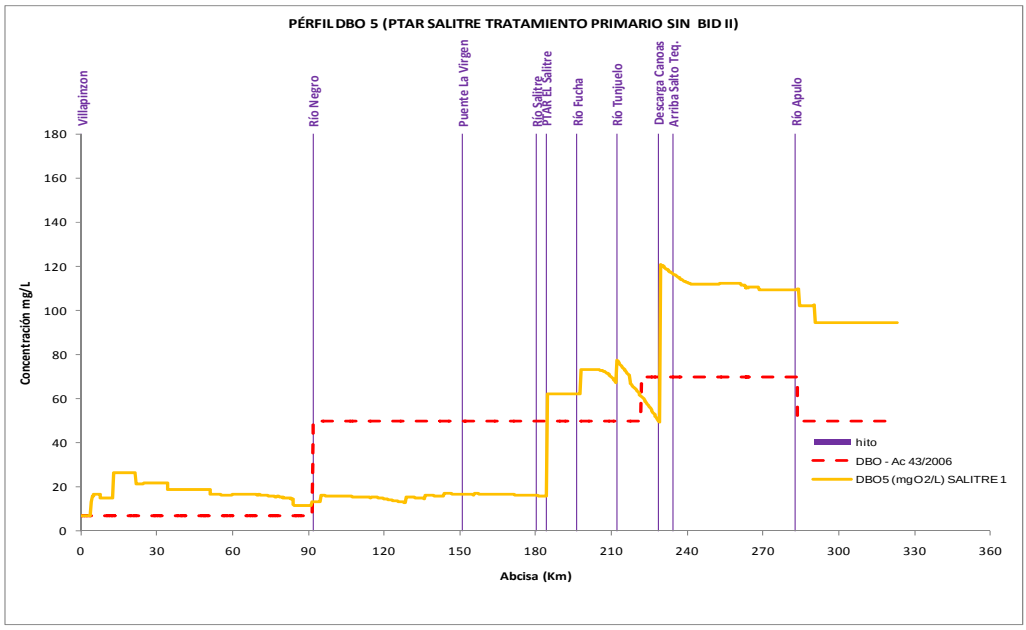
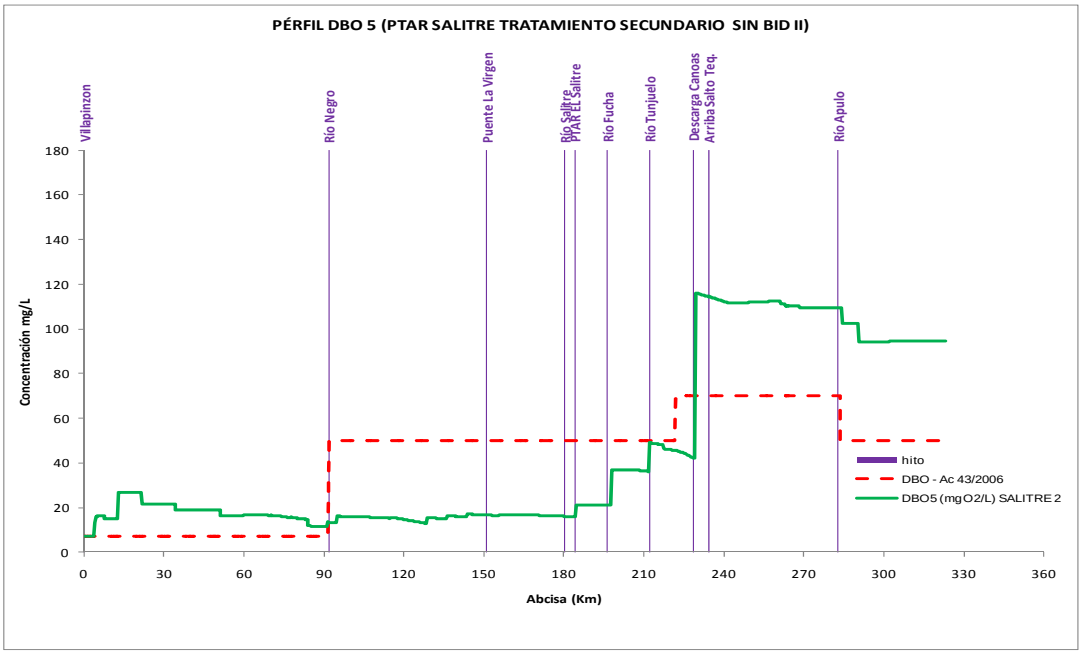


Figura 48 Escenario 4, con PTAR Salitre tratamiento secundario y caudal de 8 m3/s.



Análisis del comportamiento de los SST, escenarios 3 y 4.

Los resultados del análisis se presentan en las figuras 46, 47. En estas figuras se observa que la cuenca media, construcción de la PTAR Salitre con tratamiento a nivel secundario, muestra mejoramiento sustancial con relación a los resultados del tratamiento a nivel primario; el beneficio del tratamiento secundario se presenta de manera especial en el sector rio Salitre hasta la descarga de los interceptores de ARD del rio Bogotá en Canoas.

Con la construcción del tratamiento secundario se tendrán concentraciones de SST en el rio Bogotá, en el rango entre 45 y 95 mg/l, que en términos generales cumplen los objetivos de calidad en la mayor parte del sector Puente La Virgen – Alicachín. El tratamiento secundario en la PTAR Salitre dará mayor garantía de cumplir los objetivos de calidad IV y V del acuerdo 43 de 2006.

En la cuenca baja no se evidencia mejora significativa cuando se realiza tratamiento secundario en la PTAR Salitre, frente a los resultados del tratamiento primario en esta planta. Lo anterior se permite concluir que la mejora en la concentración de SST en la cuenca baja estará fuertemente influenciada por la construcción de la PTAR Canoas.

Cuadro 37 Calidad del río Bogotá, intervalo de variación del parámetro SST mg/l, sin obras PSMV (BID 2) y con ampliación PTAR Salitre, e interceptores de Aguas Residuales Domésticas de la EAAB, 2014.

PTAR Salitre /Sector	Villapinzón - Tibitoc	Tibitoc – Puente la Virgen	Puente la Virgen - Alicachín	Alicachín - Girardot
Tratamiento Primario, 8 m^3/s	8 - 145	45 - 55	45 - 175	90 - 140
Tratamiento secundario, 8 m^3/s	8 - 145	45 - 55	45 - 95	90 - 140

Figura 49 Escenario 3, con PTAR Salitre tratamiento primario y caudal de 8 m3/s.

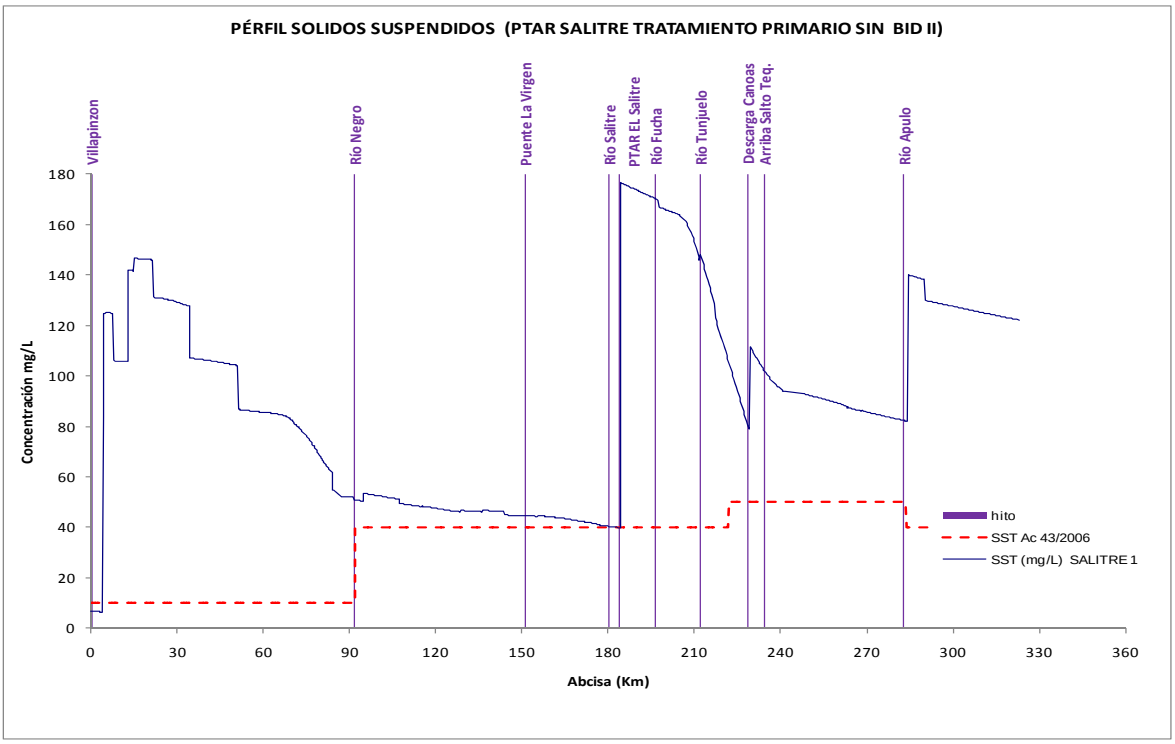
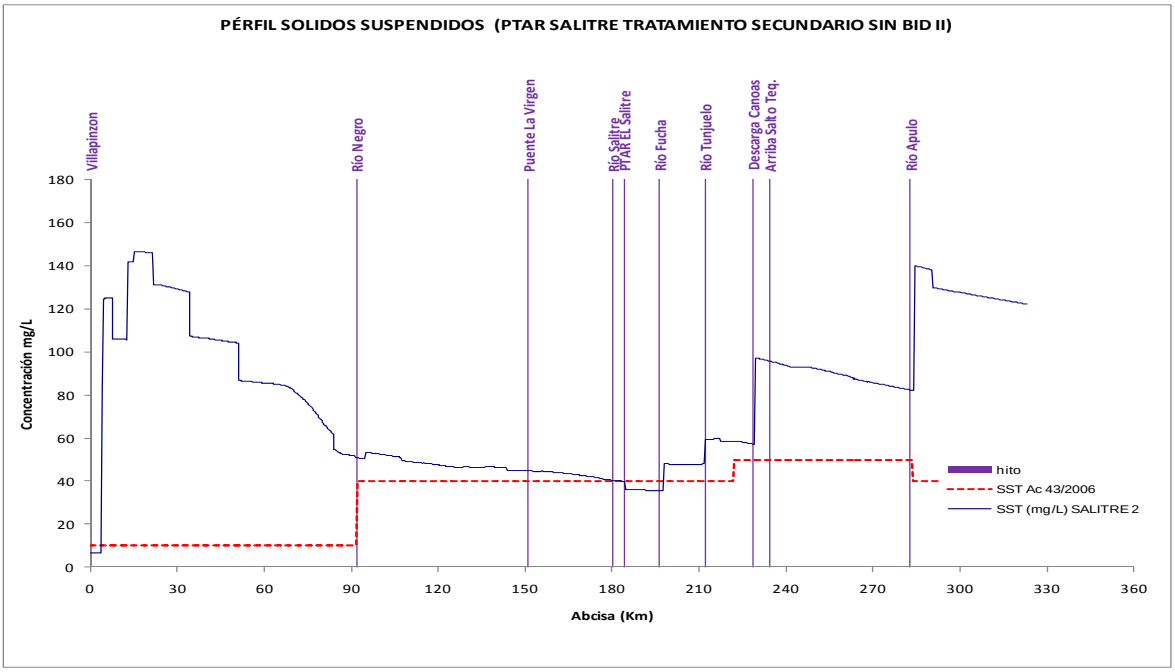


Figura 50 Escenario 4, con PTAR Salitre tratamiento secundario y caudal de 8 m3/s.



Calidad esperada en el escenario 5, con obras de saneamiento en la cuenca alta y PTAR Salitre con tratamiento primario, 8 m3/s)

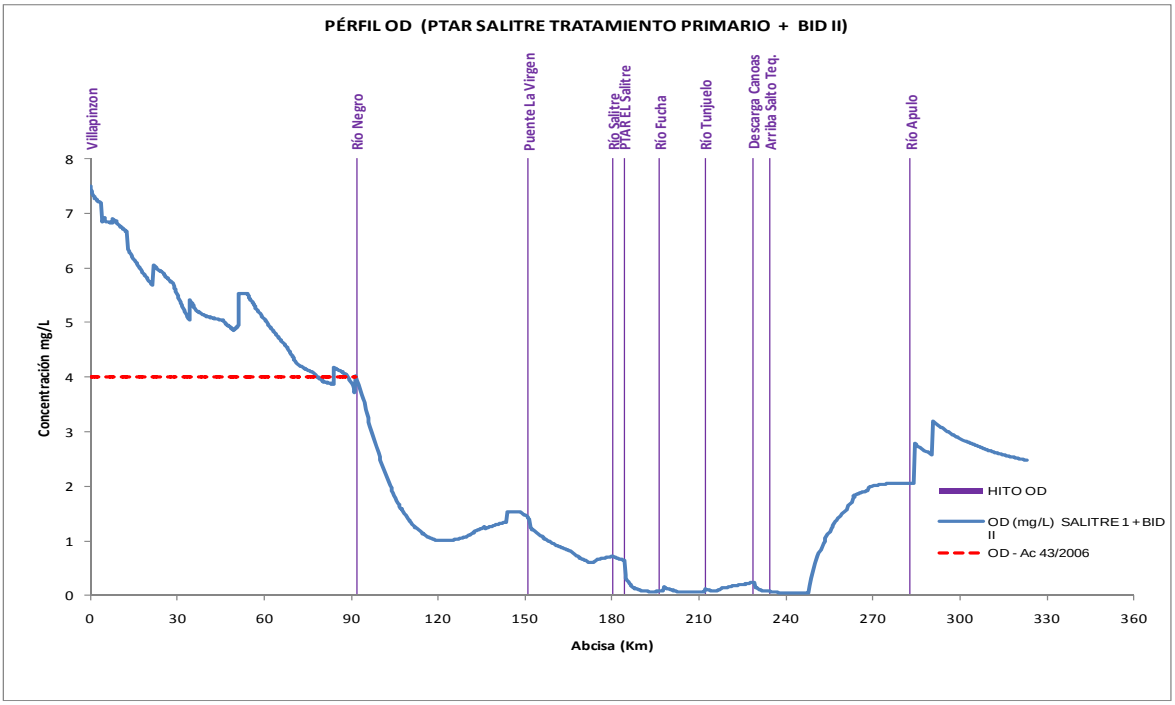
Parámetro OD

En la figura 48 se observa un perfil de concentración de oxigeno disuelto, muy similar al escenario 3, en donde no se consideran las obras de los PSMV en los municipios de la cuenca alta. En cercanías al sector Puente la Virgen, el beneficio de las obras de los PSMV, se refleja en un incremento en la concentración de oxigeno disuelto, pasando de 0.8 mg/l (sin PSMV, ver figura 42) a 1.6 mg/l (con PSMV, ver figura 48).

En los sectores siguientes del rio Bogotá, a partir del sitio Puente la Virgen, la concentración del oxigeno disuelto prácticamente es similar, con o sin obras de PSMV; por lo cual se concluye que las obras de los PSMV no tienen ningún beneficio relevante en las cuencas media baja y baja del rio Bogotá.

Los beneficios de los PSMV se manifiestan solo en la cuenca alta y media alta del rio Bogotá (Villapinzón – Pte. La Virgen).

Figura 51 Escenario 5, perfil de oxigeno disuelto, con PTAR Salitre, nivel de tratamiento primario.



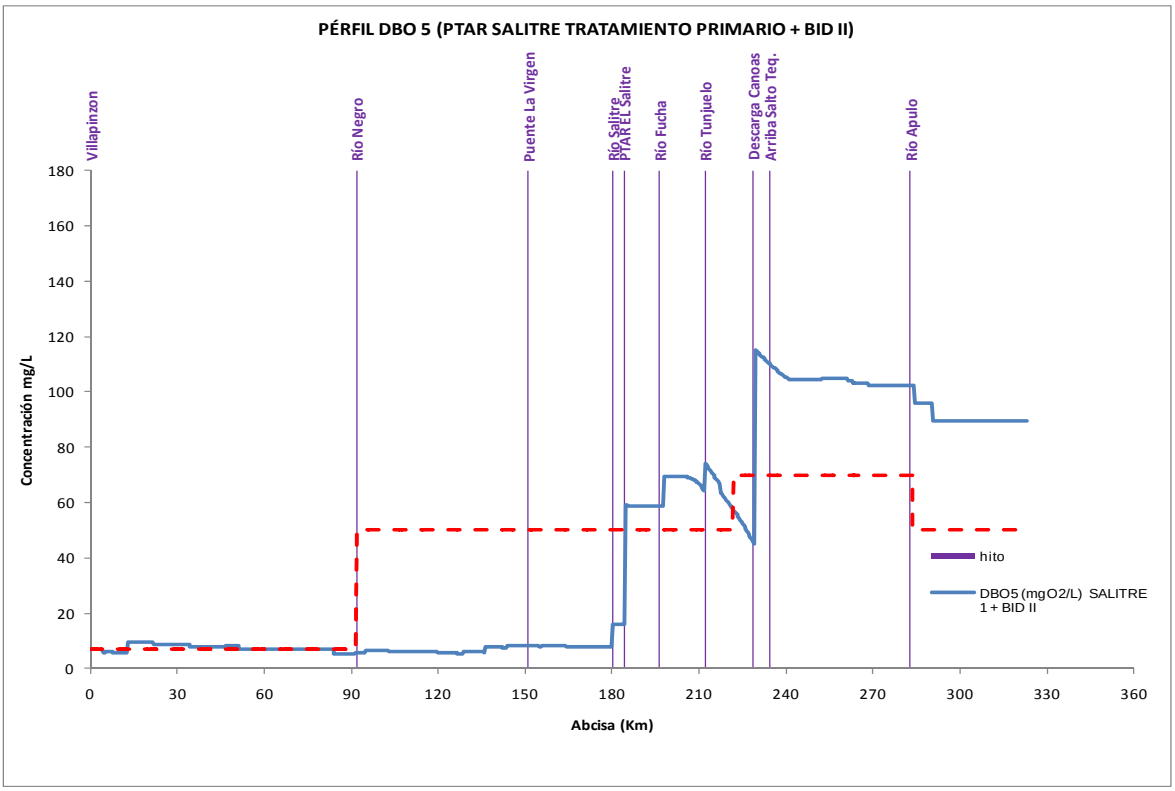
Parámetro DBO_5

En la figura 49 se observa un perfil de concentración de DBO_5, con mejora significativa respecto al escenario 3, en donde no se consideran las obras de los PSMV en los municipios de la cuenca alta. Desde el municipio de Villapinzón y hasta la confluencia del río Salitre , el beneficio de las obras de los PSMV, se refleja en una reducción de la concentración de DBO_5, pasando de valores del orden de 19 mg/l (sin PSMV, ver figura 44) a valores del orden de 8 mg/l (con PSMV, ver figura 49).

En los sectores siguientes del rio Bogotá, a partir de la confluencia del río Salitre, la concentración de DBO_5 prácticamente es similar, con o sin obras de PSMV; por lo cual se concluye que las obras de los PSMV no tienen ningún beneficio relevante en las cuencas media baja y baja del rio Bogotá.

Los beneficios de los PSMV se manifiestan solo en la cuenca alta y media alta del rio Bogotá (Villapinzón – Pte. La Virgen).

Figura 52 Escenario 5, perfil de DBO5, con PTAR Salitre, nivel de tratamiento primario.



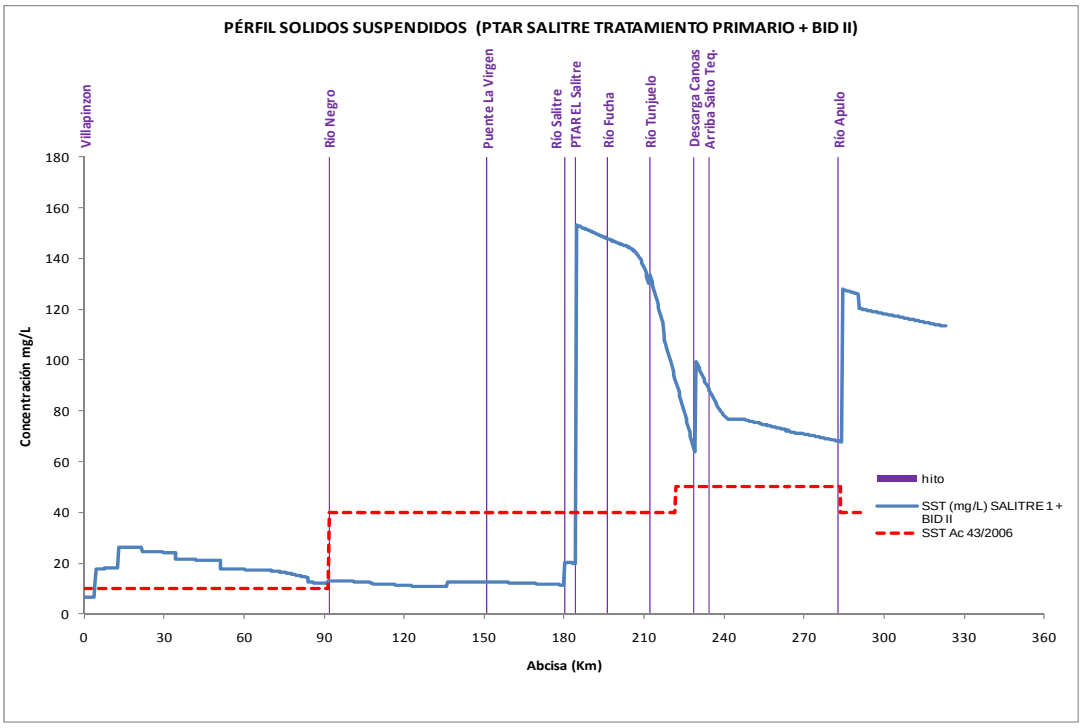
Parámetro SST

En la figura 50 se observa un perfil de concentración de SST, con mejora significativa respecto al escenario 3, en donde no se consideran las obras de los PSMV en los municipios de la cuenca alta. Desde el municipio de Villapinzón y hasta la confluencia del río Salitre, el beneficio de las obras de los PSMV, se refleja en una reducción de la concentración de SST. En el sitio Puente la Virgen se pasa de valores del orden de 500 mg/l (sin PSMV, ver figura 46) a valores del orden de 10 mg/l (con PSMV, ver figura 50).

En los sectores siguientes del rio Bogotá, a partir de la confluencia del río Salitre, la concentración de SST prácticamente es similar, con o sin obras de PSMV; por lo cual se concluye que las obras de los PSMV no tienen ningún beneficio relevante en las cuencas media baja y baja del rio Bogotá.

Los beneficios de los PSMV se manifiestan solo en la cuenca alta y media alta del rio Bogotá (Villapinzón – Pte. La Virgen).

Figura 53 Escenario 5, perfil de SST, con PTAR Salitre, nivel de tratamiento primario.



6.4. Calidad bacteriológica en el rio Bogotá

El análisis de calidad bacteriológica con motivo del proyecto, requiere incorporar indicadores de contaminación de los ríos urbanos tributarios y del rio Bogotá y estos deben ser comparables en términos de los objetivos de calidad del Acuerdo 43 de 2006.

La Secretaria Distrital del Ambiente ha establecido los objetivos de calidad de los ríos urbanos de la ciudad, para los próximos 4 y 10 años, en términos de coliformes fecales (Resolución 5731 de 2008, ver cuadro 28); entre tanto el Acuerdo 43 de 2006, establece objetivos de calidad en términos de Coliformes Totales.

Cuadro 38 Objetivos de calidad de ríos urbanos en Bogotá, Coliformes Fecales.

Rios urbanos Tramo de final , confluencia	Objetivos de Calidad Rios Urbanos SDA, 2009 - 2012	Objetivos de Calidad Rios Urbanos SDA, 2019
Canal Torca	1 000 000 , NMP/100 ml.	100.000 , NMP/100 ml.
Rio Salitre	1 000 000 , NMP/100 ml.	100.000 , NMP/100 ml.
Rio Fucha	1 000 000 , NMP/100 ml.	100.000 , NMP/100 ml.
Rio Tunjuelo	1 000 000 , NMP/100 ml.	100.000 , NMP/100 ml.

Nota: Concentración para los tramos de confluencia con el rio Bogotá

Adicionalmente las metodologías modernas para establecer la calidad bacteriológica en los cuerpos de agua, utilizan como indicador de referencia, coliformes totales y fecales expresados en términos de unidades formadoras de Colonias, UFC / 100 ml. Los Modelos de Calidad más recientes (QUAL2Kw), utilizan como indicador de calidad bacteriológica, UFC/ 100 ml.

En consideración a la necesidad de contar con indicadores de contaminación bacterial comparables para presentar conclusiones satisfactorias, se establece para los efectos de este estudio que por el momento no se dispone de información confiable para aplicar modelos de simulación, y se concluye sobre la necesidad de unificar la forma de expresar los parámetros de calidad bacteriológica en los Objetivos de Calidad de la CAR y de la SDA.

No obstante lo anterior, si es posible establecer de forma cualitativa el impacto de las cargas bacteriológicas de los ríos urbanos; en la figura 11, se observa que a partir de la estación Pte La Virgen la Concentración de E-Coli se incrementa de valores de 10^5 NMP/100 ml a valores del orden de 10^7 NMP/100 ml frente a la ciudad de Bogotá. Esto indica la alta dependencia que

tiene la calidad del rio Bogotá de los afluentes urbanos, representados por los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo.

6.5. Conclusiones sobre los escenarios de calidad.

i. Las obras de los PSMV de los municipios (BID 2), tienen beneficio directo en los sectores altos de la cuenca del rio Bogotá, entre el municipio de Villa pinzón y Puente la Virgen. Su ejecución no incide significativamente en la calidad del rio en la cuenca media y baja, debido a que las descargas de los ríos urbanos de Bogotá deterioran drásticamente la calidad del rio.

ii. El nivel de tratamiento primario de la PTAR Salitre no es suficiente para alcanzar los objetivos de calidad del rio Bogotá en el sector que discurre frente a la ciudad.

iii. El nivel de tratamiento de la PTAR Salitre que mejores beneficios representa para la recuperación del rio Bogotá, es el tratamiento secundario, principalmente en términos de reducción de la carga orgánica y los sólidos suspendidos.

iv. Mejorar los objetivos de calidad de los ríos urbanos de la ciudad de Bogotá, depende de los resultados de los programas que adelanta la EAAB y la SDA en relación con control de conexiones erradas y vertimientos industriales. En la medida que se avance en estos objetivos la expectativa de mejorar la calidad del agua en el río Bogotá será más cierta.

v. La recuperación ambiental del rió Bogotá en la cuenca media y baja, hasta obtener agua apta para riego, depende necesariamente de las obras en desarrollo y de la construcción de la PTAR Canoas, con tratamiento a nivel secundario y desinfección.

vi. Alcanzar el objetivo de calidad del rio Bogotá, Acuerdo 43 de 2006, en la cuenca media y baja del rio Bogotá, depende necesariamente de ejecutar la totalidad de las obras previstas en el plan de saneamiento del río. Además de construir la PTAR Salitre y la PTAR Canoas, se considera crítico que la Autoridades Distritales (SDA y EAAB), fortalezcan los controles de conexiones erradas y vertimientos industriales. De los logros alcanzados en los controles de conexiones erradas y de escorrentía superficial en la ciudad dependerá alcanzar los objetivos de calidad del rio Bogotá.

vii. Los parámetros de calidad del agua en el rio, que constituyen indicadores de éxito del proyecto son la Demanda Bioquímica de Oxigeno, DBO_5 y los Sólidos Suspendidos Totales, SST; con los valores límite indicados para la Clase IV en el Acuerdo 43 de 2006.

viii. Por el momento no es posible establecer un indicador de éxito del proyecto relacionado con calidad bacteriológica, se recomienda que la CAR y la EAAB establezcan el objetivo de calidad de los cuerpos de agua, adoptando un parámetro común expresado en términos de UFC / 100 ml.

6.6. Análisis cualitativo de efecto de escorrentía y conexiones erradas sobre la calidad del agua.

Como se indicó en el numeral 2.1.2., la mayor fuente de contaminación por efectos de escorrentía urbana y conexiones erradas al río Bogotá los constituyen los tributarios urbanos de la ciudad, Canal Torca, río Salitre, río Fucha y río Tunjuelo. La escorrentía urbana de las poblaciones asentadas en la cuenca alta y media es tratada en las PTAR municipales existentes, por lo cual en la práctica su efecto es marginal, frente al gran aporte de la ciudad capital.

6.6.1. Efecto de los tributarios urbanos en la cuenca media del río Bogotá.

En el estudio de Calidad del sistema hídrico de Bogotá, SDA, 2006, se analizó el efecto de las aguas entregadas por la red de tributarios urbanos al río Bogotá, en relación con los principales indicadores de calidad del agua, el trabajo concluye:

Grasas y Aceite. La concentración de grasas y aceites, registró un valor promedio de 21 mg/l a la entrada del perímetro urbano (aguas arriba de la descarga del canal del Torca), y a la salida del perímetro un valor de 25 mg/l, en El Cierre. El mayor valor promedio fue 100 m después de la descarga de la estación Gibraltar (142 mg/l).

OD. La tendencia, en general, del OD en esta cuenca fue la reducción, debido al consumo de la materia orgánica presente en los afluentes al rió. El rió a la entrada de la ciudad inicio con un valor promedio de 2,1 mg/l aguas arriba de la descarga del canal Torca; en Zona Franca la

concentración promedio fue de 0.7 mg/l y a la salida del perímetro urbano fue No Detectable (ND).

DBO. Las concentraciones de DBO5 registraron valores menores a los referenciados para aguas residuales, variando entre 6 mg/l al inicio de la cuenca (aguas arriba de la descarga del canal Torca) y 97 mg/l, la salida del perímetro urbano; situación debida a los efectos de sedimentación en el rió, ya que en la cuenca media la pendiente es mínima y las velocidades del flujo son bajas (los valores típicos de agua residual domestica son 250 mg/l).

DQO. La DQO, antes del perímetro urbano presento una concentración media de 33 mg/l, en el punto aguas arriba de la descarga del canal Torca, en Puente La Virgen registro un valor promedio de 41 mg/l y en El Cierre, a la salida del perímetro urbano, 291 mg/l (los valores típicos de agua residual domestica son 500 mg/l).

En el comportamiento espacial por concentraciones, se observo que el sector mayor incremento por materia orgánica total (DQO) es el comprendido entre El Cortijo, con un valor promedio de 114 mg/l, y 100 m antes de la estación Gibraltar, con un valor promedio de 233 mg/l; el incremento se relacionó con las descargas del rió Fucha, el interceptor Engativa Cortijo y a las estaciones de bombeo Villa Gladys, Navarra y Rivera. A través del análisis espacial se observo que el rió Bogotá, en su cuenca media, entra al perímetro urbano con valores promedio de la DQO de 33 mg/l, y sale del perímetro urbano con valores promedios de 291 mg/l, las mayores concentraciones se presentaron entre la descarga de la estación Gibraltar y El Cierre.

SST. Los Sólidos Suspendidos Totales, en promedio, reportaron el mayor valor en El Cierre con 124 mg/l, esto por ser el punto receptor de todas las descargas superficiales en el trayecto y por el aporte de vertimientos a través de las estaciones de bombeo. En la cuenca media del rió, el valor límite de los SST (40 mg/l) no se excede hasta Lisboa; desde El Cortijo hasta El Cierre los valores superaron este límite por las descargas de las fuentes superficiales y las descargas de las estaciones de bombeo de la ciudad.

Nitrógeno. Se observó aumento de la concentración, relacionado con el comportamiento de la materia orgánica (de la DBO5 y de la DQO), pasando de valores medios de 6 mg/l (sitio El Cortijo), hasta valores medios de 25 mg/l (sitio El Cierre)

Fósforo. Se observó aumento de la concentración, relacionado con el comportamiento de la materia orgánica (de la DBO_5 y de la DQO), pasando de valores medios de 1.4 mg/l (sitio El Cortijo), hasta valores medios de 5 mg/l (sitio El Cierre). El rió presento problemas de eutroficación por la presencia de nutrientes, donde se evidencia la llegada de aguas residuales que aportan nitrógeno total, amonio y fósforo total, lo que se relaciona con la proliferación de algas y macrófitas (buchón) en algunas zonas de la cuenca media.

Coliformes Totales. Las concentraciones de coliformes totales y los E. Coli se incrementaron con la entrada de los tributarios en la cuenca media; a la entrada del perímetro urbano se registraron valores del orden 10^5 NMP/100 ml y a la salida del orden de 10^8 NMP/100 ml.

6.6.2. Fundamentos técnicos del control de la calidad de escorrentía de los ríos urbanos de la ciudad de Bogotá.

La SDA y la EAAB, adelantan las actividades de control de la calidad de las aguas urbanas de escorrentía, a través de programas permanentes de control de vertimientos industriales y control de conexiones erradas.

El fundamento técnico de este control esta en el establecimiento de objetivos de calidad de los ríos urbanos por parte de la Secretaria Distrital del Ambiente (Resolución 5731 de 2008).

En el análisis de la calidad bacteriológica del rió Bogotá a partir de las obras de recuperación ambiental, se determinó el beneficio de los objetivos de calidad para establecer la calidad futura del rió, ver análisis de escenarios 2014 y 2019. Como se observó en el numeral 6.2, para alcanzar los objetivos de calidad de los ríos urbanos es fundamental que estos descarguen al Río Bogotá agua riego.

El control de vertimientos a la ciudad de Bogotá, es realizado por la SDA y la EAAB, con base en la norma técnica para el control y manejo de vertimientos a la red de alcantarillado público, Resolución 3957 del 19 de junio de 2009. La norma técnica adoptada orientará el control de vertimientos industriales en el perímetro sanitario, con lo cual se controlará la presencia de sustancias de interés sanitario y se reducirá la carga de los afluentes a las PTAR de la ciudad (PTAR Salitre y futura PTAR Canoas). En el Cuadro 39 se presenta la norma técnica adoptada.

Cuadro 39 Norma de calidad de agua para afluentes de la ciudad de Bogotá

Parámetro	Unidades	Valor
Color	Unidades Pt-Co	50 unidades en dilución 1/20
DBO	mg/L	800
DQO	mg/L	1500
Grasas y aceites	mg/L	100
pH	Unidades	5,0 - 9,0
Sólidos sedimentables	mg/L	2
Sólidos suspendidos totales	mg/L	600
Temperatura	oC	30
Tensoactivos	mg/L	10

Dentro de estas acciones, la Secretaría Distrital de Ambiente en calidad de autoridad ambiental desarrolla actividades de Control de Vertimientos de Aguas Residuales como[113]:

- Seguimiento a los vertimientos de industrias pertenecientes a los sectores productivos prioritarios.
- Programa de Producción más limpia en el marco del cual se presta asistencia técnica a industrias y se adelantan convenios de producción más limpia, buscando esquemas de producción sostenible.
- Control de vertimientos de aguas residuales domésticas en el área urbana mediante el programa de tasas retributivas y permisos de vertimiento con la EAAB-ESP.

6.6.3. Programa de control de Contaminación en la fuente.

La evaluación, seguimiento y monitoreo de la calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, lo realiza la EAAB, desde hace más de 13 años, donde se identificaron algunos usuarios de diferentes sectores productivos y la calidad de sus vertimientos y se creó la cultura de implementar sistemas de pre-tratamiento, como una acción inicial que permitiera disminuir la descarga de sólidos gruesos a la red de alcantarillado y por consiguiente a las fuentes superficiales. Un ejemplo de esta actividad fue la minimización de los residuos de cueros de las curtiembres.

[113] Oficio No. 1.2.01.03.014. Respuesta a la proposición No. 194 aprobada en la sesión de la Comisión de Presupuesto el día 28 de marzo de 2008 – radicación EAAB- ESP (E-2008-21084)- Saneamiento del río Bogotá.

Igualmente, la Empresa a través del tiempo ha registrado en sus diferentes sistemas la información que se ha generado de los usuarios no domésticos; sin embargo a pesar de las actividades que ha realizado la Empresa, por la dinámica y cantidad de usuarios industriales y comerciales que hay en el D.C, no ha sido posible caracterizar y realizar seguimiento a todos los usuarios. Por lo anterior, la Empresa ha realizado mayor seguimiento a los sectores que por su actividad y materias primas generaba mayor contaminación e impacto sobre las aguas residuales que transporta la red de alcantarillado de la Empresa.

Desde el año 2003 a la fecha, la EAAB y la Secretaría Distrital de Ambiente a través de Convenios han logrado aunar esfuerzos institucionales y presupuestales para fortalecer los mecanismos de cooperación técnica, científica tecnológica e investigativa, optimizando la unificación de criterios y procedimientos en la evaluación, control en pro de la recuperación gradual e integral del Sistema Hídrico en el Distrito Capital, procurando el buen funcionamiento de la red de alcantarillado.

Actualmente, el seguimiento del Sistema Hídrico se realiza a los diferentes componentes del sistema entre ellos, sector productivo, humedales, quebradas, descargas de los principales afluentes al río Bogotá, vertimientos a las sub-cuencas, aguas subterráneas, vertimientos que no son de la EAAB-ESP.

6.7. Riesgos y Medidas de Manejo

Los principales riesgos que se pueden presentar para el cumplimiento de los objetivos de calidad del rió Bogotá se enumeran a continuación y se proponen medidas de manejo en el cuadro:

1. No se alcanzan los objetivos de calidad de los ríos urbanos, para los años 2012 y 2019.
2. Los objetivos de calidad de los ríos urbanos no permiten cumplir la clase IV establecida por la CAR, Acuerdo 43 de 2006.

3. No cumplimiento de la calidad del efluente de la PTAR Salitre, en su etapa de operación.
4. No conclusión del programa de interceptores de aguas servidas de la ciudad de Bogotá.
5. Desarrollos urbanos irregulares en la zona occidental del rio, con vertimientos directos al rio Bogotá.
6. Inconformidad de las comunidades próximas a la PTAR Salitre que puedan afectar su operación normal.

Cuadro 40 Riesgos de no cumplir objetivos de calidad y medidas de manejo

No	Riesgo	Medida de manejo
1	No se alcanzan los objetivos de calidad de los ríos urbanos, para los años 2012 y 2019.	Coordinación SDA-EAAB, para asegurar la continuidad de los programas de control de vertimientos industriales y de conexiones erradas a los ríos urbanos de la ciudad.
2	Los objetivos de calidad de los ríos urbanos no permiten cumplir la clase IV establecida por la CAR, Acuerdo 43 de 2006 en cuanto a Coliformes Totales.	La CAR, la EAAB y la SDA deberán revisar las metas del PSMV de la Ciudad para establecer las acciones técnicas y los programas de control de vertimientos y de conexiones erradas, que permitan a los ríos urbanos de la ciudad, cumplir con la calidad de agua apta para riego, en clase IV, antes de 2020, específicamente para el parámetro de coliformes totales
3	No cumplimiento de la calidad del efluente de la PTAR Salitre, en su etapa de operación.	La EAAB cumplirá el Plan de Manejo Ambiental para la etapa de operación, según la Licencia Ambiental. La CAR ejercerá el control de la calidad del efluente de la PTAR y solicitará de ser necesario controles operacionales.
4	Atrasos en el programa de construcción de interceptores de aguas servidas de la ciudad de Bogotá.	La EAAB cuenta con el PSMV aprobado. La CAR ejercerá supervisión permanente del programa de ejecución de las obras.
5	Formación de nuevos desarrollos urbanos irregulares en la zona occidental del rio, con vertimientos directos al rio Bogotá.	Reforzar mecanismos de Coordinación interinstitucional con Autoridades Municipales y Gobernación de Cundinamarca para asegurar cumplimiento de los POT y del POMCA de la CAR.
6	Inconformidad de las comunidades próximas a la PTAR Salitre que puedan afectar su operación normal.	La EAAB cumplirá el Plan de Manejo Ambiental para la etapa de operación, según la Licencia Ambiental. La CAR verificará permanentemente las condiciones ambientales de operación de la PTAR y de ser necesario solicitará controles operacionales.

7. REFERENCIAS

- ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ. Decreto 619 de 2000. POT BOGOTA.
- ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ. Decreto Distrital 626 de 2007.
- COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÙBLICA. Ley 388 de 1997.
- COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÙBLICA. Ley 99 de 1993.
- COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Sistema Nacional Ambiental. (Online) www.dnp.gov.co
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. 2002. Guía ambiental. Formulación de planes de pre-tratamiento de efluentes industriales.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROOLLO TERRITORIAL. Decreto 1729 de 2002.
- CONCEJO DE BOGOTA. Acuerdo Distrital 01 de 2002.
- CONCEJO DE BOGOTÁ. Acuerdo Distrital 257 de 2006. Se creó en el año 2006, como producto de la transformación del Departamento Técnico Administrativo de Medio Ambiente –DAMA, en la reforma administrativa del Distrito.
- CONPES. 1991. Documento 2488.
- CONPES. 2004. Documento 3320.
- CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. 2009. Informe de calidad del agua del río Bogotá. Documento interno Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible.
- CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Acuerdo 13 de 1993. Por el cual se adopta el reglamento general para el funcionamiento del distrito de riego y drenaje de la Ramada.

- CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. ACUERDO CAR 43 de 2006. “Por el cual se establecen los objetivos de calidad en la cuenca del Río Bogotá”
- CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. DISTRITO CAPITAL. Convenio 171 de 2007.
- CORPORACIÒN AUTONÓMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Oficio No. 1.2.01.03.014. Respuesta a la proposición No. 194 aprobada en la sesión de la Comisión de Presupuesto el día 28 de marzo de 2008 – radicación EAAB- ESP (E-2008-21084)- Saneamiento del río Bogotá.
- CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. POMCA Río Bogotá, 2006 Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Bogotá. Instrumento de planeación reglamentado por el Decreto 1729 de 2002.
- DECRETO 1200 de 2004. Modificado por la Ley 1263 de 2008.
- DECRETO 1595 de 1984, “por el cual se establecen los requerimientos en cuanto a usos de agua y residuos líquidos”
- DONATO RONDÓN, JOHN CHARLES. 2008. Ecología de un río de montaña de los Andes Colombianos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ y HMV INGENIEROS. 2003. Estudio de actualización del plan maestro de alcantarillado de la cuenca del Fucha. Diseño de obras de expansión, diseños básicos del interceptor río Bogotá – Fucha – Tunjuelo. Tomo I.
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, HMV INGENIEROS Y IEH GRUCON S.A. 2008. Proyecto: Diseño de ingeniería básica del Interceptor Tunjuelo Canoas. Información final. Versión 0 – pendiente de correcciones según observaciones de Interventoría.
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, UNION TÈCNICA DE LA SABANA. 2003. Definición de la alternativa a seguir para el tratamiento de las aguas residuales de Bogotá.

- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. 2008. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de la ciudad de Bogotá
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. 2008. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de la ciudad de Bogotá.
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. 2009. Informe mensual enero PTAR Salitre.
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. s.f. Convenio Interadministrativo entre la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, Distrito Capital – Secretaria Distrital de Ambiente – SDA y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Anexo Técnico. Obras para el manejo de caudales de la cuenca del río Salitre, Interceptor Engativa-Cortijo, Fucha Tunjuelo y Tunjuelo-Canoas, Estaciones elevadoras de Tunjuelo y Canoas y obras complementarias.
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ...sf. Informe de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salitre
- FJELDSA, J. 1985. Origin, Evolution, and Status of the avifauna of Andean Wetlands. Ornithological Monographs 36: 85-112.
- FUNDACIÓN HUMEDAL LA CONEJERA. 2001. Reconformación hidrogeomorfológica de las biozonas 3 y4 del humedal la conejera y propagación de especies vegetales endémicas y fortalecimiento de la visión del uso racional al interior de la comunidad local. Manuscrito.
- HERNANDEZ, J. 1980. Extinción y peligro de extinción en la fauna silvestre de Colombia. Reunión iberoam. Zool. Vertebr. 1 1977: 73
- HMV INGENIEROS. 2003. Diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del río Bogotá en el sector Alicachín – La Conejera. Contrato 1-02-4100-158-2000. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 1433 de 2004.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Sistema de Información Ambiental Colombiano, 2009.
- MINISTERIO DE HACIENDA. Quienes somos? (Online) www.minhacienda.gov.co
- RISS W; OSPINA R; GUTIERREZ J.D. 2002. Construction of a biological indication system for aquatic macroinvertebrates of the Savanna of Bogotá. Caldasia 24(1): 135-156.
- SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. 2004. Proyecto de descontaminación y recuperación de la cuenca del Rió Bogotá.
- SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN BOGOTÁ. Cómo y con qué planeamos? (On line) www.sdp.gov.co
- VAN DER HAMMEN, T; GARY, F; ROSSELLI, L.; CHISACÁ, M; CAMARGO, G; GUILLOT, G; USECHE, Y; RIVERA, D. 2008. Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos. -- . -- 1a ed. – Bogotá.
- UNIVERSIDAD JAVERIANA: ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE: EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, 2008. Calidad del sistema hídrico de Bogotá. -- 1a ed. -- Bogotá: Editorial Pontificia