

**MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO  
TERRITORIAL**

**CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL URABA  
- CORPOURABA -**



**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
REQUERIMIENTO DE LOS PLANES DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE  
VERTIMIENTOS (PSMV) A LAS ENTIDADES PRESTADORAS DEL  
SERVICIO DE ALCANTARILLADO DE LA JURISDICCIÓN DE  
CORPOURABA**

**CUENCA DEL RÍO VOLCÁN  
MUNICIPIO DE ARBOLETES**

**Unidad de Aguas  
Subdirección Gestión y Administración Ambiental  
100-09-03-01-004**

**AGOSTO DE 2007**

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

---

**GABRIEL CEBALLOS ECHEVERRI**  
**Director General**

**HAROLD E. TRIANA GUTIÉRREZ**  
**Subdirector de Gestión y Administración Ambiental**

**JOSÉ DOMINGO NAVARRO ALZATE**  
**Subdirector de Planeación y Ordenamiento Territorial**

**ARBÉY MOLINA**  
**Subdirector Jurídico y Administrativo**

**Equipo Técnico**

**JUAN FERNANDO GOMEZ CATAÑO**  
**Ingeniero Sanitario**

**ELIZABETH ORTIZ BAQUERO**  
**Bióloga**

**JUAN DIEGO CORREA RENDÓN**  
**Ecólogo de Zonas Costeras**

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>1. SISTEMAS HIDROLOGICOS .....</b>	<b>8</b>
<b>2. ORDEN DE PRIORIZACIÓN POR MUNICIPIOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3. CLASIFICACIÓN DE USOS REALES Y POTENCIALES.....</b>	<b>16</b>
<b>4. TIPIFICACIÓN DE LA FUENTE, CRITERIOS DE CALIDAD Y CARGAS CONTAMINANTES DE ORIGEN PUNTUAL .....</b>	<b>18</b>
<b>6. SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA .....</b>	<b>23</b>
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>9. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>10. GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>33</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34</b>

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

---

**LISTADO DE TABLAS**

TABLA 1.	SISTEMAS HIDROECOLÓGICOS DE LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA .....	8
TABLA 2.	SUBSISTEMAS HIDROLÓGICOS EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA .....	10
TABLA 3.	ORDEN DE PRIORIDAD POR MUNICIPIO DE LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS .....	15
TABLA 4.	USOS REALES Y POTENCIALES EN EL TRAMO URBANO DEL RÍO VOLCÁN .....	17
TABLA 5.	TIPIFICACIÓN DEL TRAMO URBANO DEL RÍO VOLCÁN Y FUENTES DE VERTIMIENTOS LÍQUIDOS PUNTUALES.....	19
TABLA 7.	OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL TRAMO URBANO DEL RÍO VOLCÁN .....	22
TABLA 7.	CALIDAD DE AGUA EXIGIDA POR LA <i>AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE</i> .....	23
TABLA 8.	CALIDAD DE AGUAS EXIGIDO POR LA COMISIÓN PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DE NUEVA INGLATERRA .....	23
TABLA 9.	CALIDAD DE AGUAS EXIGIDO POR LAS NORMAS U.S.A. ....	24
TABLA 10.	CALIDAD DE AGUA EXIGIDA EN COLOMBIA POR EL DECRETO 1594 DE 1984 .....	24
TABLA 11.	MODELO DE SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO URBANO DEL RÍO VOLCÁN .....	25
TABLA 12.	ACCIONES PARA ALCANZAR OBJETIVOS DE CALIDAD EN EL TRAMO URBANO DEL RÍO VOLCÁN .....	28
TABLA 13.	NECESIDADES DE REDUCCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA DE ACUERDO CON LA VARIACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTUO EN EL TRAMO URBANO DEL RÍO VOLCÁN.....	29
TABLA 14.	ACCIONES A REALIZAR EN EL CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO EN EL TRAMO URBANO DEL RÍO VOLCÁN .....	31

**LISTADO DE MAPAS**

MAPA 1.	CASCO URBANO DE ARBOLETES Y RÍO VOLCÁN.....	16
---------	---	----

**LISTADO DE FOTOS**

FOTO 1.	PANORÁMICA DEL CASCO URBANO DE ARBOLETES Y RÍO VOLCÁN .....	16
---------	---	----

## **INTRODUCCIÓN**

En ejecución de la Política Nacional para el manejo de las aguas residuales municipales y en cumplimiento de lo estipulado por el decreto 3100 de 2003 sobre tasas retributivas, se establecieron los Objetivos de Calidad Mínimos para el río Volcán como fuente receptora de aguas residuales del casco urbano del municipio de Arboletes.

Este estudio se efectuó buscando que las actividades a desarrollar en los próximos años en cuanto a la recolección, manejo y tratamiento de las aguas residuales por parte de las empresas prestadoras del servicio de acueducto y alcantarillado, sean viables, socialmente aceptables y sostenibles económica y ambientalmente.

Los objetivos de calidad se trazan con base en las proyecciones de calidad del recurso obtenidas mediante simulación. En este sentido se empleó la metodología simplificada para la fijación de objetivos de calidad (MESOCA) establecida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Los objetivos de calidad del recurso se requieren para la concertación y el establecimiento de las Metas de reducción de cargas de DBO<sub>5</sub> Y SST, conforme lo determina el Decreto 3100 de 2003. Hasta cuando se lleve a cabo el ordenamiento del recurso hídrico, para la aplicación de los criterios de calidad y normas de vertimiento, se tiene en cuenta la destinación genérica del recurso al momento de vigencia del decreto 1594 de 1984, hecha por la Corporación.

El Capítulo III del Decreto 1594 de 1984, establece los siguientes usos del agua, sin que su enunciado indique orden de prioridad:

- a) Consumo humano y doméstico
- b) Preservación de flora y fauna
- c) Agrícola
- d) Pecuario
- e) Recreativo
- f) Industrial
- g) Transporte

Así mismo se considera que el empleo del agua para la recepción de vertimientos, siempre y cuando ello no impida la utilización posterior del recurso de acuerdo con el ordenamiento previo del mismo, se denominará

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

---

dilución y asimilación; su uso para contribuir a la armonización y embellecimiento del paisaje, se denominará estético.

La fijación de objetivos de calidad de un cuerpo de agua debe considerar las exclusiones y prohibiciones que establece la ley. No todas las fuentes de agua admiten ser utilizadas para verter aguas residuales. Al respecto, el Decreto 1541 establece la siguiente clasificación de las aguas con respecto a los vertimientos:

Clase I: Cuerpos de aguas que no admiten vertimientos

Clase II: Cuerpos de aguas que admiten vertimiento con algún tratamiento

Pertenece a la clase I:

- 1) Las cabeceras de las fuentes de agua
- 2) Las aguas subterráneas
- 3) Los cuerpos de agua de zonas costeras, utilizadas actualmente para recreación
- 4) Un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable
- 5) Aquellos que se declaren como especialmente protegidos de acuerdo con lo dispuesto por los artículos 70 y 137 del decreto ley 2811 de 1974.

Pertenece a la clase II los demás cuerpos de agua no incluidos en la clase I.

Los cuerpos de agua clase I tienen prelación en su uso y destinación y por lo tanto, al no ser receptores de vertimientos líquidos ni sólidos, resulta superfluo un proceso de concertación de metas de reducción de cargas contaminantes. La meta está fijada por ley y es de cero cargas contaminantes. Mientras no se cuente el ordenamiento del Recurso hídrico, se deben establecer objetivos de calidad respetando la normatividad y considerando los usos genéricos de las aguas establecidos en el decreto 1594 de 1984.

Los cuerpos de agua de las cabeceras urbanas y de los centros poblados del país, tienen una destinación prioritaria para el drenaje de aguas lluvias y el transporte de aguas residuales, por lo tanto su uso principal es el de la asimilación y la dilución.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

---

En algunos municipios de la Jurisdicción de CORPOURABA aun no existen sistemas de tratamiento de aguas residuales o no operan de forma eficiente. En este caso la metodología MESOCA adopta la asimilación y la dilución como los usos prevalecientes, por lo tanto los objetivos de calidad deben contribuir a minimizar el impacto sobre la salud de las poblaciones cercanas y la estética del espacio urbano. En este sentido la metodología propone priorizar los objetivos de calidad de la siguiente lista:

- 1-Eliminación de olores agresivos de la fuente de agua
- 2-Eliminación de sólidos flotantes desagradables a la vista
- 3-Eliminación de grasas y aceites
- 4-Eliminación de depósitos de lodos orgánicos
- 5-Reducción de la carga orgánica
- 6-Mejorar levemente los niveles de oxígeno disuelto de la fuente en el tramo o sector específico (entre 1 y 4 mg/l)

Generalmente los cuerpos de agua en áreas rurales presentan oxígeno disuelto por encima de los 5,0 mg/l y su DBO<sub>5</sub> es inferior a 2,0 mg/l, valores por debajo o por encima, respectivamente, indican que el agua está contaminada por vertimientos del sector agropecuario o industrial. Ya se indicó que los cuerpos de agua que abastecen los acueductos no deben ser receptores de vertimientos líquidos, por lo tanto sus objetivos de calidad deben mantener sus condiciones de calidad actuales.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

---

## 1. SISTEMAS HIDROLOGICOS

En la Jurisdicción de CORPOURABA se priorizaron cinco sistemas hidrológicos los cuales se describen en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Sistemas hidroecológicos de la jurisdicción de CORPOURABA

<b>Sistema hidrológico/cuenca</b>	<b>Descripción</b>
1. Río León	Recorre los municipios de Mutatá, Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo, desemboca directamente al golfo de Urabá, sirviendo como vía de salida de la producción bananera al exterior. Presenta restricciones altas para la mayoría de los usos después de la afluencia del río Carepa, la preservación de flora y fauna tiene limitantes por el oxígeno disuelto, el principal obstáculo para los fines agrícolas es el alto contenido de cloruros que pueden propiciar la salinización de los suelos <sup>1</sup> .
2. Río Sucio	Toma el nombre de río Sucio a partir de la confluencia de los ríos Cañasgordas y La Herradura a unos 800 msnm en la cordillera occidental. El río Cañasgordas nace en las inmediaciones del cerro de las Nutrias, 11 km al sur de la población de la que toma su nombre, en jurisdicción de los municipios de Abriaquí y Giraldo, a unos 3.300 msnm. La cuenca del río Cañasgordas limita con la divisoria de los ríos La Herradura y Tonusco, presentando como cima destacada el cerro de Las Nutrias (aprox. 3.300 msnm); por el Suroriente, con la divisoria del río Tonusco, destacándose el Boquerón de Toyo (Depresión natural 2.200 msnm), los altos Loma Grande (2.700 msnm) y Romero (2.930 msnm); y por el Nororiente con las divisorias de los ríos Cauca y El Chuzá. El río Sucio recorre los municipios de Cañasgordas, Uramita, Dabeiba y Mutatá para desembocar al río Atrato. Recibe las aguas residuales de Cañasgordas, Dabeiba y Uramita.
3. Río San Juan	Nace en la Serranía de Abibe en el alto de Quimarí a una altura de 670 msnm, recorre los municipios de San Pedro de Urabá, Arboletes y San Juan de Urabá donde desemboca directamente al mar Caribe. La cuenca tiene un área de 139.544 ha y el río principal una longitud de 183.38 km. Presenta limitaciones en la oferta debido a las condiciones climáticas donde dominan las bajas precipitaciones. Un factor que incide en la deficiente calidad del agua es la deforestación y pérdida de diversidad de las coberturas vegetales. La contaminación del agua es crítica en la parte media y baja por altos contenidos de materia orgánica y

---

<sup>1</sup> Tomado de Plan de Manejo Ambiental para el uso de agroquímicos en la agroindustria bananera del Urabá Antioqueño. AUGURA – Universidad de Antioquia. 2002



**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

<b>Sistema hidrológico/cuenca</b>	<b>Descripción</b>
	sedimentos que no la hacen apta para el consumo humano ni para el desarrollo de actividades recreativas. <sup>2</sup> Recibe las aguas residuales domésticas del municipio de San Pedro de Urabá y aguas abajo, cerca de su desembocadura, se encuentra el punto de captación para el abastecimiento de agua del área urbana del municipio de San Juan de Urabá.
4. Río Penderisco	Nace en el cerro Plateado entre los municipios de Urrao, Carmen de Atrato y Betulia, el municipio de Urrao conforma la cuenca del río Penderisco con un área de 255.000 Ha, posteriormente se une con el río Jengamecoda para conformar así el río Murrí afluente del Atrato.
5. Litoral	Enmarca todo el caribe antioqueño sobre el Golfo de Urabá, constituido por la zona costera de los municipios de Turbo, Necoclí, San Juan de Urabá y Arboletes alcanzando 420 km e longitud. En el litoral antioqueño se destacan las vertientes de los ríos Atrato y León, adicionalmente se encuentran más de 30 afluentes, entre ellos los ríos Turbo, Guadalito (El Tres) y Currulao. El mayor impacto ambiental y paisajístico lo causa el río Atrato al depositar gran cantidad de sedimentos, residuos sólidos y empalizadas sobre la costa oriental del Golfo.

Para cada sistema hidroecológico se determinaron los subsistemas que lo componen. En la Tabla 2 se hace una descripción de cada uno.

<sup>2</sup> Tomado de Implementación software cuenta física del agua cuencas de los ríos el Oso, Apucarco, el Tambo y San Juan de Urabá, Universidad Nacional, 2004

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

**Tabla 2.** Subsistemas hidrológicos en la jurisdicción de CORPOURABA

<b>Sistema hidrológico/cuenca</b>	<b>Subsistema/cuerpo de agua asociado</b>	<b>Descripción</b>
1. Río León	1.1 Río Apartadó	Ubicado en el municipio del mismo nombre y surte el acueducto del casco urbano, nace en la serranía de Abibe en el alto de Carepa a 1089 msnm y desemboca a 3 msnm en el río León, su cuenca tiene un área de 16.353 ha. Una vez ha recibido los vertimientos urbanos, los usos del agua para consumo humano y recreación quedan restringidos por el alto contenido de materia orgánica que disminuye el contenido del oxígeno disuelto. El uso agropecuario se permite hasta la parte media, donde la descarga del río Churidó eleva los parámetros por encima de la normatividad permitida para estos usos. Las condiciones ambientales que garantizan el ecosistema acuático se perturban aguas abajo por la disminución de los niveles de oxígeno <sup>3</sup> .
	1.2 Río Chigorodó	Nace en la vertiente occidental de la Serranía de Abibe a una altura de 1200 msnm y desemboca al río León. Abastece el acueducto del área urbana del municipio de Chigorodó, de uno de sus afluentes en la parte alta se abastece el acueducto del área urbana de Carepa. Su cuenca tiene un área 30.984 ha <sup>4</sup> . La calidad del agua se ve afectada en la parte media, quedando restringido su uso para consumo humano y recreativo por el mal manejo de los residuos sólidos y desechos líquidos del municipio. Casi todo el río permite actividades de carácter agropecuario, excepto en la desembocadura por la presencia de mercurio, nitritos y coliformes. La calidad es buena para la preservación de flora y fauna a lo largo de todo su recorrido, excluyendo el tramo final <sup>3</sup> .

<sup>3</sup> Tomado de plan de manejo ambiental para el uso de agroquímicos en la agroindustria bananera del Urabá Antioqueño. AUGURA – Universidad de Antioquia. 2002

<sup>4</sup> Tomado de Implementación software cuenta física del agua en las cuencas de los ríos Chigorodó, Carepa, Apartado y Turbo. Universidad Nacional, 2004.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

<b>Sistema hidrológico/cuenca</b>	<b>Subsistema/cuerpo de agua asociado</b>	<b>Descripción</b>
	1.3 Río Carepa	Ubicado en el municipio del mismo nombre, nace en el alto de Carepa en la serranía de Abibe, recorre el municipio de oriente a occidente hasta desembocar en el río León. Su cuenca tiene 24.225 ha y su cauce una longitud de 62.6 km. Para los usos de preservación de flora y fauna, recreación y consumo humano, presenta restricciones severas después de los vertimientos líquidos y sólidos del municipio. Los principales parámetros que limitan el uso son la turbiedad, sedimentos y el oxígeno disuelto. Las actividades agrícolas presentan restricción en el tramo final <sup>3</sup> debido a la calidad del agua.
	1.4. Río Vijagual	Representa el límite entre los municipios de Apartadó y Carepa, nace en la serranía de Abibe y desemboca en el río León. En algunos puntos presenta concentraciones de mercurio, hierro, coliformes, nitritos y déficit de oxígeno disuelto. Ningún tramo del río es apto para consumo humano y recreacional, las condiciones no son propicias para la conservación de flora y fauna por la baja concentración de oxígeno disuelto, el uso permisible es el agrícola, con algunas limitantes por la presencia de coliformes totales, fecales y la alta concentración de hierro <sup>5</sup> .
	1.5 Río Grande	Nace en la serranía de Abibe y define el límite entre los municipios de Turbo y Apartadó. El uso para consumo humano y recreacional es permitido sin ninguna restricción en la parte alta, con riesgo en la parte media por contaminación por materia orgánica y completamente restringidos antes de confluir al río León. Las actividades agropecuarias y de preservación de flora y fauna son factibles a lo largo del río, excepto en la desembocadura donde la baja concentración de oxígeno disuelto y la salinidad lo impiden <sup>5</sup> .
	1.6 Canales del Casco urbano de Nueva Colonia	En el casco urbano de este corregimiento se encuentra un sistema de canales o caños que drenan las aguas residuales de la población y las aguas lluvias, desembocando en el canal artificial que conduce hacia el río León, en el área de influencia de las barcadillas de las comercializadoras bananeras. Además de la carga orgánica, estos canales transportan gran cantidad de residuos sólidos que se concentran en sus desembocaduras.

<sup>5</sup> Tomado de plan de manejo ambiental para el uso de agroquímicos en la agroindustria bananera del Urabá Antioqueño. AUGURA – Universidad de Antioquia. 2002

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

<b>Sistema hidrológico/ cuenca</b>	<b>Subsistema/ cuerpo de agua asociado</b>	<b>Descripción</b>
2. Río Sucio	2.1 Río Mutatá	Nace en la serranía de Abibe desembocando en el río Sucio a 200 metros del casco urbano de Mutatá, surte el acueducto de este municipio y recibe sus aguas residuales. Presenta caudales aproximados de 5000 l/s en época de menores precipitaciones.
	2.3 Río el Cerro	Se encuentra dentro del complejo hídrico denominado Sistema del Río Sucio que es complementado por los ríos La Herradura, Verde, Nore, Chaquenodá, Carauta, Murri, Quiparadó y Musinga. Este complejo hídrico alimenta dos grandes ríos, El Murri y el Río Sucio que vierten sus aguas en el gran río Atrato.
	2.4 Río La Herradura	Nace en el alto El Junco (Páramo de Frontino) en el municipio de Abriaquí, a unos 3.400 msnm. Desemboca a 800 msnm en el río Cañasgordas o río Sucio, afluente del río Atrato, drenando una cuenca de 431.8 km <sup>2</sup> . En total recorre 50 km en dirección predominante sur – norte. En sus cabeceras (zona sur) la cuenca limita con las quebradas Noque (afluente del río Cauca) y Encarnación (afluente del Penderisco). La divisoria alcanza cerros de considerable altura como son: Morro Pelón (3.450 msnm), alto El Junco (3.400 msnm) y el alto El Toro (2.800 msnm).
4. Río Penderisco	4.1 Río Urrao	Abastece el acueducto del municipio de Urrao y hace parte de la cuenca del río Penderisco. Tiene su origen en el sistema lagunar de las sabanas de Puente Largo, en el Páramo del Sol, a una altura de 3.650 msnm, con relieve plano, ligeramente ondulado, circula por un lecho rocoso rodeado de franjas variables de bosque intervenido, potreros y diversidad de cultivos. Desemboca al río Penderisco a una altura de 1.850 msnm, la actividad agropecuaria y la explotación de madera son la base de la economía del municipio, destacándose cultivos de café, granadilla, fríjol, caña, fique, tomate de árbol, espárrago y grandes extensiones de pastos. En el sector pecuario se cuenta con cría de ganado vacuno, porcinos, aves y truchas <sup>6</sup> .

<sup>6</sup> Caracterización limnológica de la cuenca del río Urrao. 1998

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

Sistema hidrológico/ cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
5. Litoral	5.1 Río Turbo	La cuenca del río Turbo se encuentra localizada en su totalidad en la zona norte del municipio; posee una superficie aproximada de 150 km <sup>2</sup> y una longitud de 42.5 km. La cuenca se encuentra limitada al occidente por el golfo de Urabá, al oriente por la parte alta de la serranía de Abibe, al sur por la cuenca del río Guadalito y al norte por la cuenca del río Mulatos. Vierte sus aguas sobre el río Turbo las quebradas los Indios, La Playona, las Mercedes, San Felipe, las Cañas, la Pedregosa, Santa Bárbara y Aguas Frías <sup>7</sup> .
	5.2 Río Currulao	Tiene su división natural al oriente con la cuenca del río Mulatos (en la línea aproximada a los 800 msnm), al noroeste con la cuenca del río Grande y al occidente con la cuenca del río Apartadó (en línea aproximada a los 1.000 msnm). Posee un área de 239 km <sup>2</sup> y cubre una superficie aproximada de 178 km <sup>2</sup> (74% del área total) dentro de la jurisdicción del municipio. El río sigue su curso sur-norte dentro del municipio para luego descender al golfo de Urabá con un viraje en sentido oriente-occidente, regando la zona bananera del municipio de Turbo.
	5.3 Río Guadalito	Esta cuenca se encuentra completamente dentro de la jurisdicción de Turbo, su cuenca tiene un área aproximada de 121 km <sup>2</sup> . El caudal promedio multianual en la estación El Tres para el río Guadalito es de 2.73 m <sup>3</sup> /s. Se presenta en los meses de febrero y marzo un caudal mínimo de 1 m <sup>3</sup> /s y caudales en el período lluvioso que varían entre 3 y 5 m <sup>3</sup> /s a excepción del pequeño veranillo en el mes de septiembre en el cual los caudales se reducen a 2.5 m <sup>3</sup> /s.
	5.4 Río Volcán	Este río atraviesa el casco urbano de Arboletes en sentido sur-norte, desembocando en el mar Caribe. Tiene un valle aluvial con un ancho promedio de 200 m. y un bajo caudal promedio, el cual se ha estimado en 3m <sup>3</sup> /seg en época de lluvias. En su parte final la velocidad es extremadamente baja, siendo represado en su desembocadura durante la marea alta. El río presenta crecientes súbitas de corta duración en los periodos de alta precipitación.

<sup>7</sup> Tomado del POT del municipio de Turbo

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

---

<b>Sistema hidrológico/cuenca</b>	<b>Subsistema/cuerpo de agua asociado</b>	<b>Descripción</b>
	5.2 Caños Veranillo, Puerto Tranca y Bahía de Turbo	<p>Los caños Varanillo y Puerto Tranca constituyen las principales vías de evacuación de las aguas residuales que no son objeto de tratamiento en el casco urbano de Turbo. Ambos caños se caracterizan por su escaso caudal en época seca y desbordamiento durante las lluvias intensas. Ambos caños desembocan en el muelle el Waffe, donde se concentran la materia orgánica y los residuos sólidos transportados, los cuales son retenidos o desalojados por efectos de la marea o por las lluvias, constituyendo un foco de dispersión de contaminantes hacia la bahía Turbo y el Golfo de Urabá.</p> <p>La bahía Turbo está formada por la proyección norte sur de la Punta de las Vacas al oeste del casco urbano de este municipio. La bahía es importante para el transporte marítimo y la pesca artesanal, constituye un sistema estuarino donde hay mezcla del agua marina del Golfo y de los aportes continentales.</p>

Sobre cada sistema hidrológico se han identificado las principales fuentes puntuales de contaminación y los cuerpos de agua afectados por estos vertimientos, exceptuando el río San Juan donde no se presentan subsistemas de interés, por lo tanto no se incluye en la tabla 2. En total se han identificado 10 subsistemas, sobre los cuales se debe desarrollar el procedimiento para establecer los objetivos de calidad de acuerdo con la metodología MESOCA.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

## 2. ORDEN DE PRIORIZACIÓN POR MUNICIPIOS

A continuación se establece el orden de prioridad por municipio en la jurisdicción de CORPOURABA, para dar tratamiento a las aguas residuales municipales domésticas, teniendo en cuenta el impacto ambiental generado por los vertimientos, el tamaño de la población, la longitud de la corriente de agua receptora, porcentaje de cobertura de acueducto y alcantarillado y la relación entre ambas (Tabla 3).

El municipio de Arboletes se encuentra priorizado ocupando el decimocuarto lugar entre los 19 municipios de la jurisdicción. También se encuentra en el puesto 96 entre los 125 municipios del departamento de Antioquia, así como en el 727 entre los 1084 municipios del País.

**Tabla 3.** Orden de prioridad por municipio de la jurisdicción de CORPOURABA para el manejo de aguas residuales domésticas

Ítem	Municipio	Prioridad a nivel Nacional	% cobertura acueducto	% cobertura alcantarillado	Relación cobertura acueducto y alcantarillado
1	Apartadó	150	100	62.1	37.9
2	Urrao	158	100	87.6	12.4
3	Cañasgordas	166	96	88	8.0
4	Carepa	168	86.7	76.5	10.2
5	Chigorodó	171	54	68.2	-14.2
6	San Pedro de Urabá	225	95	93.7	1.3
7	Frontino	317	97	87.8	9.2
8	Dabeiba	427	95	86.8	8.2
9	Turbo	522	56.21	36.60	19.61
10	San Juan de Urabá	560	82	8.5	73.5
11	Giraldo	605	86	84	2.0
12	Peque	690	96	95.3	0.7
13	Abriaquí	718	100	92.4	7.6
<b>14</b>	<b>Arboletes</b>	<b>727</b>	<b>70</b>	<b>74.9</b>	<b>-4.9</b>
15	Mutatá	774	97.38	77	20.4
16	Necoclí	834	88	23.3	64.7
17	Vigía del Fuerte	838	80	0.20	79.8
18	Murindó	869	90	0	90.0
19	Uramita	978	88	74.9	13.1

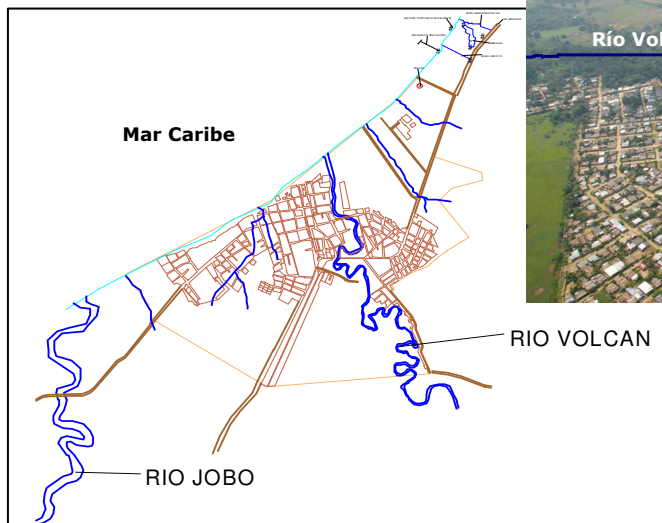
**Fuente:** Plan Nacional de Manejo de Aguas Municipales

### **3. CLASIFICACIÓN DE USOS REALES Y POTENCIALES**

Los criterios técnicos asumidos por la unidad de aguas de la Corporación para la clasificación de usos reales y potenciales de la cuenca del río Volcán son los siguientes:

- Un porcentaje de las aguas residuales del casco urbano de la cabecera de Arboletes es recolectado y llevado a una laguna de oxidación; el resto es vertido al río Volcán y otros caños sin ser objeto de tratamiento para la reducción de la carga orgánica contaminante.
- El centro urbano del municipio de Arboletes vierte las aguas residuales domésticas en el río Volcán sin ser objeto de recolección y tratamiento previo.
- Para los fines de este documento, solo se considera el tramo sobre el que se desarrolla el casco urbano Arboletes, ya que es allí donde se realiza el vertimiento de las aguas residuales domésticas.

**Tramo urbano:** El tramo inicia aguas arriba del casco urbano del municipio de Arboletes y se extiende hasta su desembocadura en el mar Caribe, alcanzando una longitud de 3 Km. aproximadamente (Mapa 1 y Foto 1). En sus márgenes se encuentra además del área urbana, zonas en rastrojo bajo y alto.



**Mapa 1.** Casco urbano de Arboletes y río Volcán



**Foto 1.** Panorámica del casco urbano de Arboletes



**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

---

En la Tabla 4 se indican los usos reales y potenciales en el tramo urbano del río Volcán, de acuerdo con el análisis de la unidad de de aguas de la Corporación.

**Tabla 4.** Usos reales y potenciales en el tramo urbano del río Volcán

<b>Tramo</b>	<b>Usos de los recursos hídricos</b>	<b>Real</b>	<b>Potencial</b>	
Urbano	1. Doméstico			
	2. Contacto primario			
	3. Contacto secundario			
	4. Transporte fluvial			
	5. Recreativo			
	6. Preservación y reproducción de flora y fauna			
	7. Pesca artesanal, deportiva e industrial			
	8. Riego			
	9. Agroindustrial			
	10. Paisajístico		X	<b>P</b>
	11. Transporte de aguas residuales y asimilación		<b>P</b>	X

P= Predominante

#### **4. TIPIFICACIÓN DE LA FUENTE, CRITERIOS DE CALIDAD Y CARGAS CONTAMINANTES DE ORIGEN PUNTUAL**

Los datos de la calidad del río Volcán corresponden a la información obtenida por la unidad de aguas de la Corporación en abril de 2006 en dos estaciones, la primera se ubica aguas arriba del casco urbano de Arboletes y la segunda en la desembocadura.

Se analizaron variables como temperatura, pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), sólidos suspendidos totales y coliformes totales y fecales. Los datos poblacionales fueron tomados de la Carta de Generalidades de Antioquia 2003-2004.

Fueron calculados algunos índices de calidad del agua a partir de los datos fisicoquímicos y microbiológicos, y los resultados fueron graficados. El índice de contaminación por minerales (ICOMI) relaciona los niveles de la alcalinidad, conductividad y dureza del agua. El índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) es calculado a partir del porcentaje de saturación de oxígeno, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y los coliformes totales. Adicionalmente se calculó el índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS). Los valores cercanos a cero (0) reflejan baja contaminación, y próximos a uno (1), alta contaminación por las variables involucradas.

Adicionalmente se calculó el índice de calidad del agua (ICA), desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos, que hace énfasis en contaminantes convencionales no en contaminantes tóxicos. Las variables incluidas en su cálculo son el porcentaje de saturación de oxígeno, coliformes fecales, pH, DBO, nitratos, fosfatos, temperatura, turbiedad y sólidos totales. Los rangos de calidad del agua que van desde muy mala hasta excelente, son los siguientes:

<b>Muy mala</b>	<b>0 - 25</b>
<b>Mala</b>	<b>26 - 50</b>
<b>Media</b>	<b>51 - 70</b>
<b>Buena</b>	<b>71 - 90</b>
<b>Excelente</b>	<b>91 - 100</b>

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

En la Tabla 5 se presenta la información correspondiente a la calidad del agua en el tramo urbano del río Volcán.

**Tabla 5.** Tipificación del tramo urbano del **río Volcán** y fuentes de vertimientos líquidos puntuales

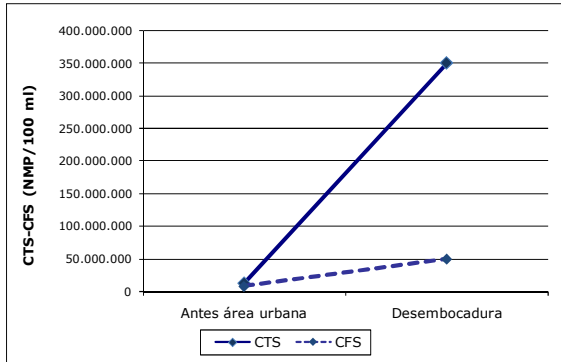
<b>SISTEMA: Río Volcán</b>									
Número de habitantes								12.427	
Factor per cápita de concentración doméstica						DBO		0,05	
						SST		0,04	
Descripción del vertimiento		La carga doméstica corresponde al vertimiento de las aguas residuales generadas por los habitantes del casco urbano del municipio de Arboletes. Las aguas residuales domésticas llegan al río Volcán sin ser sometidas a tratamiento para la disminución de su carga orgánica contaminante.							
Carga doméstica vertida (Kg/día)									
DBO (Kg/día)					SST (Kg/día)				
621					498				
Calidad del vertimiento									
Tramo	Q (m <sup>3</sup> /s)	Longitud (Km)	T °C	pH	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	SST (mg/l)	CTS (NMP 100ml)	CFS (NMP 100ml)
Urbano	0,3	3	29,5	7,5	0,0	65	94	13.000.000	8.000.000

Los coliformes fecales como indicadores de contaminación por materia fecal, exhiben valores extremadamente altos (Figura 1), lo que corresponde al vertimiento de las aguas residuales domésticas y el escaso caudal del río.

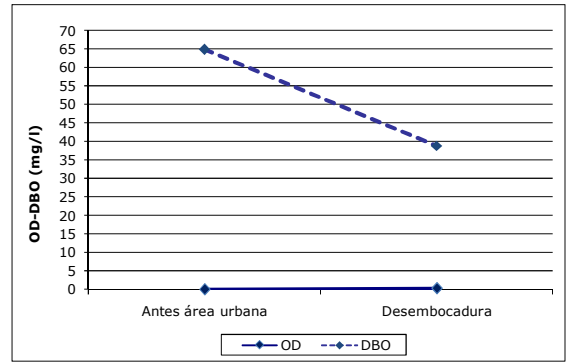
El río presenta condiciones anóxicas, situación favorecida por la escasa o inexistente corriente del río y el vertimiento de materia orgánica por medio de aguas residuales domésticas, que derivan en una alta demanda bioquímica de oxígeno (Figura 2). Esta situación permite la generación de olores ofensivos ya que se presentan procesos anaeróbicos de descomposición de la materia orgánica, afectando la calidad de vida de los habitantes en cercanías del río.

Los sólidos suspendidos totales se encuentran en altas concentraciones, presentándose una reducción en la desembocadura como efecto del represamiento del río, que permite la precipitación de los materiales en suspensión (Figura 3). Los valores del pH se encuentran entre 7 y 7,5 unidades (Figura 3. Variaciones de los sólidos suspendidos totales en el río ), por lo que el agua tiende a la neutralidad.

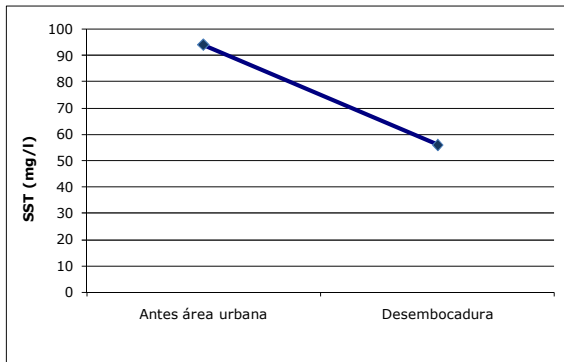
**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**



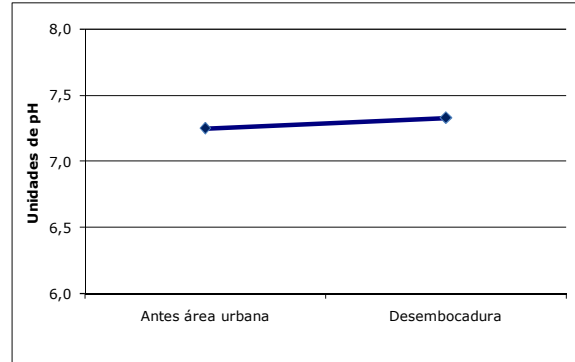
**Figura 1.** Variación de los coliformes totales (CTS) y fecales (CFS) en el río Volcán



**Figura 2.** Variaciones del oxígeno disuelto (OD) y de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en el río volcán



**Figura 3.** Variaciones de los sólidos suspendidos totales en el río Volcán

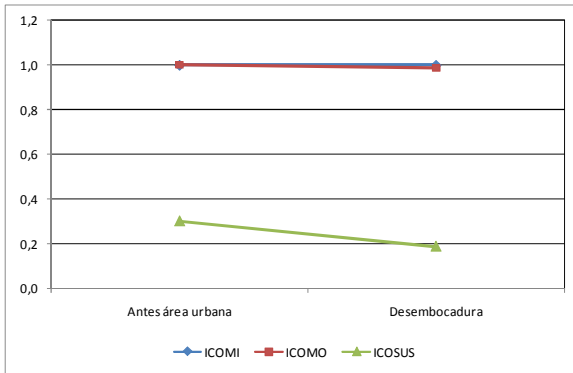


**Figura 4.** Variaciones del pH en el río Volcán

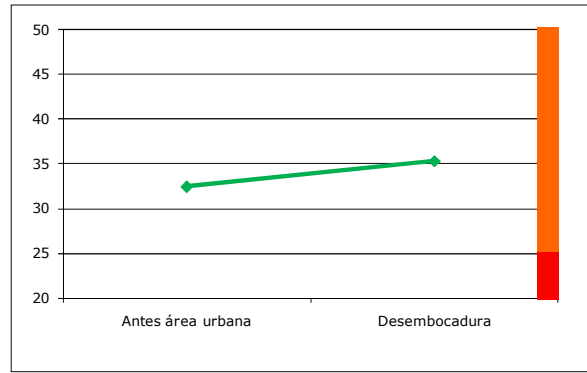
Los más altos valores de los índices de contaminación los obtuvieron el ICOMI y el ICOMO (Figura 5), correspondiendo a la gran contaminación por materia orgánica, coliformes y otros contaminantes. En cuanto al ICOSUS, a pesar que los valores calculados son más bajos que en los otros índices, indican contaminación por sólidos suspendidos tal como se había advertido.

Los valores del ICA muestran que la calidad del agua del río Volcán en su tramo urbano es mala. Este y los demás índices calculados, evidencian una situación crítica de contaminación derivada de las características hidrológicas del río y del vertimiento de las aguas residuales domésticas del casco urbano de Arboletes.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**



**Figura 5.** Variación de los índices de contaminación por minerales (ICOMI), materia orgánica (ICOMO) y sólidos suspendidos (ICOSUS) en el río Volcán



**Figura 6.** Variación del índice de calidad del agua (ICA) en el río Volcán

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

## 5. USOS, CRITERIOS Y OBJETIVOS DE CALIDAD

Se desarrollaron y establecieron los objetivos de calidad en el tramo urbano del río Volcán como sistema receptor de los vertimientos del casco urbano de Arboletes. En este tramo se deben garantizar niveles mínimos de oxígeno disuelto, de manera que se aseguren los procesos depurativos de la materia orgánica principalmente. Concentraciones de oxígeno disuelto entre 2 y 4 mg/l evitan procesos anaeróbicos generadores de olores ofensivos a causa del desprendimiento de gases como el ácido sulfhídrico y el metano.

De acuerdo con el PLAN DECENAL DE AGUAS RESIDUALES, el municipio de Arboletes ha sido priorizado para la inversión en saneamiento urbano en los próximos 10 años, indicando que necesariamente se deberá remover al menos el 50% de la carga de DBO<sub>5</sub>. Esto implica el desarrollo de sistemas de tratamiento preliminar para remover el 100% de los elementos flotantes, así como gran parte de los sólidos suspendidos.

El uso predominante del tramo urbano del río Volcán es la asimilación y transporte de aguas residuales domésticas, por lo tanto los objetivos de calidad deben contribuir a minimizar el impacto sobre la salud de la población y a la estética del espacio urbano. Por lo tanto, se han definido objetivos de calidad tendientes a eliminar olores ofensivos mediante el mantenimiento de los niveles de oxígeno disuelto, la reducción de la carga de DBO<sub>5</sub> y de los sólidos suspendidos principalmente.

**Tabla 6.** Objetivos de calidad para el tramo urbano del río Volcán

Parámetro	Índice			Objetivo de calidad
	Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado (técnica/ factible)	
<b>TRAMO</b>			<b>Urbano</b>	
<b>USO POTENCIAL PREDOMINANTE</b>			<b>Paisajístico</b>	
<b>OD (mg/l)</b>	0,0	≥4,0	≥4,0	≥2,0
<b>DBO<sub>5</sub> (mg/l)</b>	65	DBO <sub>5</sub> ≤ 5,0	DBO <sub>5</sub> ≤5	DBO <sub>5</sub> ≤10
<b>SST (mg/l)</b>	94	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	40
<b>pH (unidad pH)</b>	7,5	4,5 - 9,0	4,5 - 9,0	4,5 - 9,0
<b>T (°C)</b>	29,5	± 5 °C temp. ambiente	± 5 °C temp. ambiente	± 5 °C temp. ambiente
<b>Coliformes fecales (NMP/100 ml)</b>	8.000.000	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 10.000
<b>Olores ofensivos</b>	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
<b>Grasas y aceites (mg/l)</b>	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
<b>Material flotante (Perceptible a la vista)</b>	Presente	Ausente	Ausente	Ausente

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

## 6. SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA

Para aplicar el modelo de simulación, se tuvieron en cuenta los resultados del monitoreo realizado en el río Volcán en abril de 2006, los cuales corresponden a la época de estiaje. Se considera también la literatura disponible sobre la calidad del agua exigida dependiendo de los usos del agua proyectados, estos se mencionan a continuación:

**Tabla 7.** Calidad de agua exigida por la *American Petroleum Institute*

Parámetro	Unidad	Límites para los diferentes usos			
		Recreación	Vida acuática tolerante	Ganado y vida silvestre	Riego
Temperatura	°C	35	34	35	35
Oxígeno disuelto	mg/l	-	4	algo	algo
pH	Und. de pH	5-9	6-9	5-9	5-9
Coliformes	N/100 ml	10	-	-	-
Color, Olor, Turbidez, Sólidos en suspensión		No perceptibles	No perceptibles	No perceptibles	No perceptibles

**Tabla 8.** Calidad de aguas exigido por la Comisión para el control de la Contaminación del Agua de Nueva Inglaterra

Parámetro	Unidad	Límites para los diferentes usos			
		Abastecimiento de Agua	Vida acuática	Animales	Riego
Temperatura	°C	Temperatura natural	Incremento que no exceda el límite recomendable	Incremento que no exceda el límite recomendable	Incremento que no exceda el límite recomendable
Oxígeno disuelto	mg/l	> 5	>5	>3	>5
pH	Und. de pH	Valor natural	6.5-8.0	6.0-8.5	6.5-8.0
Coliformes	NMP/100 ml	100 en 100ml	No puede exceder una mediana de 1000 ml.	Ninguna que pueda impedir su utilización.	No puede exceder una mediana de 1000 ml.
Color, Olor, Turbidez, Sólidos en Suspensión	Ninguna	No perceptibles	Ninguna que pueda impedir su utilización	Ninguna que pueda impedir su utilización	Ninguna que pueda impedir su utilización

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

**Tabla 9.** Calidad de aguas exigido por las normas U.S.A.

Parámetro	Unidad	Límites para los diferentes usos			
		Abastecimiento de Agua	Vida acuática	Animales	Riego
Temperatura	°C	< 29	28-35	-	13-29
Oxígeno disuelto	mg/l	> 3	Fondo Aeróbico	-	-
pH	Und. de pH	5.0-8.5	7.0-9.2	6.0-8.5	4.5-9.0
Coliformes Fecales	N/100 ml	2.000	-	-	4.000

**Tabla 10.** Calidad de agua exigida en Colombia por el Decreto 1594 de 1984

Parámetro	Unidad	Límites para los diferentes usos			
		Abastecimiento de Agua con tratamiento	Contacto primario	Preservación de flora y fauna	Agrícola
Temperatura	°C	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/l	-	70% de la concentración de saturación	4.0	-
pH	Und. De pH	5.0-9.0	5.0-9.0	4.5-9.0	4.5-9.0
Coliformes totales y Fecales	N/100 ml	20.000	1.000 y 200 respectivamente	-	5.000 y 1.000 respectiva/
Grasas y aceites	% de sólidos secos	Ausentes	Ausentes	0.01 CL <sub>96</sub> , 50	-

En la simulación de la capacidad de carga de cada tramo, se corrió el modelo simplificado MESOCA, ajustando las variables al caudal y temperatura de la corriente en época de estiaje.

El modelo simplificado para cuerpos de agua corriente es aplicable de manera expedita para todos los subsistemas evaluados, siguiendo los procedimientos y las constantes indicadas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

A continuación se presenta la información correspondiente a la simulación de la capacidad de carga del tramo urbano del río Volcán (Tabla 11).



**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

**Tabla 11.** Modelo de simulación de la capacidad de carga del **tramo urbano del río Volcán**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
<b>Tramo</b>	<b>Urbano</b>		
Caudal del río	m <sup>3</sup> /seg	0,3	Medido en campo
Caudal del río	m <sup>3</sup> /h	1080	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto (Ca)	mg/L	0	Medido en campo
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	65	Evaluada en laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	94	Evaluados en laboratorio
Coliformes Fecales	NMP/100ml	8.000.000	Evaluados en laboratorio
Sustancias de Interés Sanitario	mg/L	-	
Grasas y Aceites	mg/L	Presentes	
Coliformes Totales	NMP/100ml	13.000.000	Evaluados en laboratorio
pH	Unid de PH	7,50	Evaluado en laboratorio
Temperatura	°C	29,5	Medida en campo
<b>CÁLCULOS SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO</b>			
<b>C<sub>s</sub></b> concentración de saturación de oxígeno	mg/L	7,7	Dato de la tabla 2, sobre saturación de oxígeno disuelto, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas, corregido teniendo en cuenta la temperatura medida en campo
<b>C<sub>c</sub></b> concentración mínima aceptable de oxígeno disuelto	mg/L	2	Deseado según criterios técnicos para proyectarlo en el tramo
<b>D<sub>a</sub></b> déficit inicial de Oxígeno disuelto	mg/L	7,7	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba
<b>D<sub>c</sub></b> déficit de saturación O <sub>2</sub> final	mg/L	5,7	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado
<b>D<sub>a</sub>/D<sub>c</sub></b>	adimensional	1,35	Cociente entre el déficit inicial de Oxígeno Disuelto y el Déficit de Saturación de Oxígeno
<b>K<sub>r</sub></b> Tasa de remoción de la DBO	K <sub>1</sub> tabla	0,80	Dato de la tabla 5, sobre tasa de remoción de la DBO a 20 °C, para caudales inferiores a 20 m <sup>3</sup> /s, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
<b>K<sub>r</sub></b> Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	K <sub>1</sub>	1,19	Corrección por temperatura ( $k_1=(k_1)_{20}*\theta^{T-20}$ ) . $\theta$ tiene un rango entre 1.01 y 1.075, se utilizó el dato medio (1.043)
<b>K<sub>2</sub></b> Tasa de reoxigenación	K <sub>2</sub> tabla	0,24	Dato de la tabla 4, sobre tasa la tasa de reaireación del agua a 20 °C, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas
<b>K<sub>2</sub></b> Tasa de reoxigenación (Ajustada a la temperatura)	K <sub>2</sub>	0,31	Corrección por temperatura ( $k_2=(k_2)_{20}*\theta^{T-20}$ ) . $\theta$ tiene un rango entre 1.024 y 1.028, se empleo el dato medio (1.026)
<b>f</b> constante de auto purificación del cuerpo de agua	adimensional	0,26	Cociente entre la constante de reoxigenación ( $k_2$ ) y la constante de remoción de la DBO ( $k_r$ )
<b>La/Dc</b>		0,2	Del monograma carga admisible para aguas receptoras de vertimientos, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas. Cociente entre la DBO en el punto de descarga y el déficit de Saturación de Oxígeno final
<b>La</b> concentración de DBO <sub>u</sub> inmediateamente después del punto de descarga	mg/L	1,14	Despeje de la formula
<b>DBO<sub>u</sub></b> máxima carga orgánica admisible por unidad de tiempo	Kg/h	-68,97	DBO a los 20 días, se obtiene el dato mediante calculo matemático, es de un 70 a 80% mayor que la DBO <sub>5</sub>
<b>DBO<sub>5</sub></b> Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	Kg/h	-51,73	La DBO5 es aproximadamente el 75% de la DBO <sub>u</sub>
<b>DBO<sub>5</sub></b> (Máx permisible)	Kg/día	-1241,44	Conversión de la DBO a días
Factor Per Capita (DBO <sub>5</sub> )	Kg/persona/día	0,05	Utilizado por CORPOURABA en los procesos de tasas retributivas
Carga equivalente	personas	-24828,77	Cociente entre la DBO <sub>5</sub> Kg/día y el factor per cápita
Población actual	Personas	12.427	Población estimada para este tramo del río
Carga de DBO <sub>5</sub> equivalente a la población actual	Kg/día	621	Este es la carga que genera la población actual del tramo (12.427 personas), se observa que el tramo no admite carga de DBO y que el aporte actual es de 621 Kg/día

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

---

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>SUSTENTACIÓN</b>
Saturación capacidad de carga del río	%		Porcentaje de saturación de la capacidad de carga del río respecto a la población actual
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años		El modelo no opera bajo las condiciones del tramo analizado. Sin embargo queda de manifiesto que la capacidad de carga del río ha sido sobrepasada

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

## 7. ACCIONES REQUERIDAS PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD PROPUESTOS

De acuerdo con el estado actual del tramo urbano del río Volcán, su capacidad de asimilación de la carga contaminante, los resultados del modelo de simulación, se deben realizar diversas acciones para alcanzar los objetivos de calidad propuestos (Tabla 12).

**Tabla 12.** Acciones para alcanzar objetivos de calidad en el tramo urbano del río Volcán

<b>Meta</b>	<b>Acciones requeridas para lograrlo</b>	<b>Resultado de calidad esperado</b>
Reducir olores ofensivos en las corrientes de agua (generación de ácido sulfhídrico H <sub>2</sub> S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar sólidos flotantes</li> <li>• Eliminar grasas y aceites orgánicos</li> <li>• Eliminar depósitos de lodos orgánicos.</li> <li>• Colectar e interceptar la carga orgánica, llevarla por fuera del área de influencia del tramo evaluado.</li> <li>• Reducir el 80% de los sólidos suspendidos totales y la DBO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de los olores ofensivos.</li> <li>• Concentración de oxígeno disuelto superior a 2 mg/l en periodo seco.</li> <li>• Reducción de la carga de DBO vertida.</li> </ul>
Eliminar los sólidos flotantes desagradables a la vista, tales como grasas, materia fecal, natas y residuos sólidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de colectores, interceptores, hasta sitios predeterminados para su posterior tratamiento.</li> <li>• Optimización y ajuste del sistema de tratamiento de aguas residuales.</li> <li>• Procesos de educación continuada a la comunidad</li> <li>• Limpieza periódica de las orillas del río y destaponamiento de la desembocadura, con adecuada disposición de los residuos recolectados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los sólidos flotantes en el cuerpo de agua.</li> <li>• Reducción de la carga orgánica aportada a la fuente.</li> <li>• Incremento del oxígeno disuelto en la corriente de agua.</li> <li>• Mejoramiento paisajístico, estético y visual de la corriente de agua.</li> </ul>
Mantener y elevar los niveles de oxígeno disuelto en el río.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección y tratamiento de los vertimientos de aguas residuales domésticas.</li> <li>• Adecuado manejo y disposición final de lodos resultantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento de los niveles de oxígeno en el cuerpo de agua.</li> <li>• Reducción en un 50% de la carga de DBO<sub>5</sub> en los diferentes tramos del río</li> </ul>

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

Meta	Acciones requeridas para lograrlo	Resultado de calidad esperado
Reducción del número de coliformes totales y fecales presentes en la corriente de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de colectores e interceptores y sistema de tratamiento primario y secundario.</li> <li>• Conservación de áreas de retiro</li> </ul>	• Disminución de los niveles de contaminación microbiológica en la corriente de agua.

Para definir los escenarios de metas de reducción de cargas contaminantes, se utilizó el modelo de simulación (MESOCA) con valores de oxígeno predeterminados, se establecieron los niveles de carga contaminante admisible y las necesidades de reducción para el tramo analizado en el río Volcán.

Como se puede apreciar en la Tabla 13, la carga de DBO actual sobrepasa la carga admisible que el modelo presenta con valores negativos, indicando que el tramo no admite materia orgánica. De esta manera el modelo de simulación presenta porcentajes mayores a 100, indicando que en cualquier caso se debe eliminar la carga de DBO por completo.

**Tabla 13.** Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el **tramo urbano** del río Volcán

Nivel de O <sub>2</sub> disuelto	Carga Admisible		Carga Actual		Necesidad De Reducción	
	Kg DBOu/día	Kg DBO <sub>5</sub> /día	Kg/día DBO actual	%	Kg/día DBO <sub>5</sub>	%
0,5	-1640,01	-1230,01	621	-51%	1851,4	297,96
1,0	-1642,25	-1231,69	621	-50%	1853,0	298,23
1,5	-1644,62	-1233,47	621	-50%	1854,8	298,51
<b>2,0</b>	<b>-1655,25</b>	<b>-1241,44</b>	<b>621</b>	<b>-50%</b>	<b>1862,8</b>	<b>299,80</b>
2,5	-1659,19	-1244,39	621	-50%	1865,7	300,27
3,0	-1662,87	-1247,15	621	-50%	1868,5	300,72
3,5	-1666,29	-1249,72	621	-50%	1871,1	301,13
4,0	-1669,46	-1252,09	621	-50%	1873,4	301,51
4,5	-1670,70	-1253,02	621	-50%	1874,4	301,66
5,0	-1674,30	-1255,73	621	-49%	1877,1	302,10
5,5	-1676,82	-1257,61	621	-49%	1879,0	302,40
6,0	-1679,07	-1259,30	621	-49%	1880,7	302,67
6,5	-1681,07	-1260,80	621	-49%	1882,2	302,91
7,0	-1682,80	-1262,10	621	-49%	1883,5	303,12

## **8. CONCLUSIONES**

El escaso caudal del río Volcán incrementa su susceptibilidad a la contaminación por materia orgánica, dada su ineficiente capacidad para depurarla, determinada por una baja o inexistente concentración de oxígeno disuelto y alta concentración de DBO.

La carga de DBO generada por la población del casco urbano de Arboletes sobrepasa ampliamente la capacidad de carga del tramo urbano del río Volcán. La carga actual de DBO es de 621 kg/día y para alcanzar las condiciones deseadas de oxígeno disuelto (2 mg/l) es necesario reducirla por completo, por lo que es necesario ampliar la cobertura del alcantarillado, reducir los puntos de vertimientos de aguas residuales y optimizar el sistema existente para la reducción de la carga orgánica contaminante (laguna de oxidación).

Varias de las actividades a realizar para dar cumplimiento al PSMV pueden estar sujetas a cofinanciación con recursos del fondo regional de descontaminación hídrica, siendo este un apoyo para apalancar la respectiva ejecución.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

---

## **9. RECOMENDACIONES**

A continuación se detallan las acciones que se deben realizar en el río Volcán en el corto, mediano y largo plazo para alcanzar objetivos de calidad establecidos.

El corto plazo se estima entre cero (0) y dos (2) años, el mediano plazo entre dos (2) y cinco (5) años, y el largo plazo de cinco (5) a diez (10) años.

**Tabla 14.** Acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazo en el tramo urbano del **río Volcán**

<b>TRAMO</b>	<b>PLAZO</b>	<b>ACCIONES</b>
Urbano	Corto	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Continuar actividades de recuperación y conservación de la cuenca alta del río Volcán, buscando la sostenibilidad del recurso hídrico.</li><li>2. Diseñar e invertir en proyectos de solución de procesos erosivos y reforestación de conservación y protección.</li><li>3. Establecer las distancias y áreas de retiro, así como las zonas de conservación las cuales se deben delimitar claramente.</li><li>4. Realizar procesos de educación y sensibilización en torno al agua y al manejo de residuos sólidos.</li><li>5. Realizar actividades tendientes a la disminución de los sitios o puntos de vertimiento del casco urbano de Arboletes.</li><li>6. Mantenimiento y optimización del sistema de bombeo y de tratamiento actual de las aguas residuales domésticas.</li><li>7. Después de realizar el mantenimiento, evaluar la eficiencia del sistema de tratamiento.</li><li>8. Proyectar el manejo adecuado de los lodos generados en la laguna de oxidación.</li></ol>
	Mediano	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Las actividades que se desarrollen en el área de influencia de este tramo, deberán contar con los respectivos sistemas de tratamiento para sus residuos a fin de evitar la contaminación directa de la corriente de agua.</li><li>2. Aumentar al 100% la cobertura del alcantarillado en el casco urbano de Arboletes.</li><li>3. Disminuir los puntos de vertimientos en un 80%.</li><li>4. Ampliar la cobertura del tratamiento de aguas residuales domésticas, mejorar y evaluar su eficiencia.</li><li>5. Dar un manejo adecuado a los lodos orgánicos generados en la laguna de oxidación.</li></ol>

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

---

<b>TRAMO</b>	<b>PLAZO</b>	<b>ACCIONES</b>
	Largo	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Disminuir los puntos de vertimiento en un 100%.</li><li>2. Alcanzar una eficiencia en el tratamiento de aguas residuales superior al 80%.</li><li>3. Dar un manejo adecuado a los lodos orgánicos generados en la laguna de oxidación.</li></ol>



## **10. GLOSARIO DE TÉRMINOS**

CFS: Coliformes fecales

CTS: Coliformes totales

CUASIMETAS: Opción metodológica cuando no se han implementado modelos de simulación de corrientes de agua.

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

ICOMI: Índice de contaminación por minerales

ICOMO: Índice de contaminación por materia orgánica

ICOSUS: Índice de contaminación por sólidos suspendidos

ICA: Índice de calidad del agua

MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

MESOCA: Metodología Simplificada para el Establecimiento de Objetivos de calidad.

OD: Oxígeno Disuelto

PSMV: Plan de Saneamiento y manejo de Vertimientos

SST: Sólidos Suspendidos Totales

## **11. BIBLIOGRAFÍA**

- AUGURA – Universidad de Antioquia. 2002. Plan de manejo ambiental para el uso de agroquímicos en la agroindustria bananera del Urabá Antioqueño.
- CETESB. II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Modelos simplificados de calidad de aguas, Enero a marzo de 1996.
- CONPES 3177. Plan de la Presidencia de la República, para la priorización de la inversión en saneamiento y manejo de aguas residuales domesticas municipales. 2002.
- CORPOURABA - Universidad Nacional. Implementación software cuenta física del agua cuencas de los ríos el Oso, Apucarco, el Tambo y San Juan de Urabá. 2004.
- CORPOURABA - Universidad Nacional. Implementación software cuenta física del agua en las cuencas de los ríos Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo. 2004.
- CORPOURABA, Recuperación y manejo del recurso hídrico, Monitoreo de calidad de agua, ríos Turbo, Currulao y Grande, Municipio de Turbo. 2006.
- Departamento de Antioquia. Carta de Generalidades de Antioquia. 2003-2004.
- Gobernación de Antioquia. Estudio de Impacto ambiental vía Herradura la Balsa, municipios de Frontino-Cañasgordas. 2005
- Gobernación de Antioquia. Atlas veredal de Antioquia. 2006.
- Hidrotec – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales. 2002.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 3100 Sobre las tasas retributivas. 2003.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
RÍO VOLCÁN, MUNICIPIO DE ARBOLETES  
2007**

---

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Fichas didácticas: perfil, línea base, objetivos y metas. 2005.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Modelo de gestión para el manejo integral del recurso Hídrico. 2005.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Plan Nacional de Manejo de aguas residuales municipales. 2004.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 1433 de 2004.

Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura y Departamento de Planeación. Decreto 1594 26 de junio de 1984.