

**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 JURISIDICCIÓN DE  
CORPOURABA**

**CUENCA DEL RÍO FRONTINO Y LAS QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO**

**Unidad de Aguas  
Subdirección Gestión y Administración Ambiental  
000194**

**2008**

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

---

**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**

**ARBEY MOLINA**  
**Subdirector Jurídico y Administrativo**

**Equipo Técnico**

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

**ANDRÉS FELIPE LÓPEZ GONZÁLEZ**  
**Ecólogo de Zonas Costeras**

**ALBERTO VIVAS NARVAEZ**  
**Ingeniero Forestal**

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

---

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>1. SISTEMAS HIDROLOGICOS .....</b>	<b>9</b>
<b>2. ORDEN DE PRIORIZACIÓN POR MUNICIPIOS .....</b>	<b>16</b>
<b>3. CLASIFICACIÓN DE USOS REALES Y POTENCIALES.....</b>	<b>17</b>
<b>4. TIPIFICACIÓN DE LA FUENTE, CRITERIOS DE CALIDAD Y CARGAS CONTAMINANTES DE ORIGEN PUNTUAL .....</b>	<b>20</b>
Río Frontino, quebradas Nore y La Común .....	22
<b>5. USOS, CRITERIOS Y OBJETIVOS DE CALIDAD .....</b>	<b>29</b>
<b>6. SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA .....</b>	<b>32</b>
<b>7. ACCIONES REQUERIDAS PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD PROPUESTOS.....</b>	<b>41</b>
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>9. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>10. GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>47</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>48</b>

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

---

**LISTADO DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Sistemas hidroecológicos de la jurisdicción de CORPOURABA .....	9
<b>Tabla 2.</b> Subsistemas hidrológicos en la jurisdicción de CORPOURABA .....	11
<b>Tabla 3.</b> Orden de prioridad por municipio de la jurisdicción de CORPOURABA para el manejo de aguas residuales domésticas .....	16
<b>Tabla 4.</b> Usos reales y potenciales del Tramo urbano en la cuenca del río Frontino.....	19
Tabla 5. Tipificación de los tramos del río Frontino y las quebradas Nore y La Común fuentes de vertimientos líquidos puntuales. ....	22
<b>Tabla 7.</b> Objetivos de calidad para el <b>río Frontino</b> .....	30
<b>Tabla 17.</b> Acciones para alcanzar objetivos de calidad en el tramo urbano del río Frontino y las quebradas Nore y La Común. ....	41
<b>Tabla 18.</b> Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el <b>tramo urbano (Frontino)</b> del río Frontino. ....	42
<b>Tabla 18.</b> Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el <b>tramo urbano (Frontino)</b> de la quebrada la Común. ....	43
<b>Tabla 18.</b> Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el <b>tramo urbano (Frontino)</b> de la quebrada Nore.....	43
<b>Tabla 22.</b> Acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazo en el tramo <b>Urbano del río Frontino y las quebradas Nore y Común.</b> .....	45

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

---

**LISTADO DE MAPAS**

**Mapa 1.** Ubicación de puntos en el tramo urbano en la cuenca del río Frontino y la quebrada Nore y La Común..... 18

**LISTADO DE FOTOS**

Foto 1. Panorámica del casco urbano de Frontino. .... 17

## **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 Frontino y las quebradas Nore y La Común, como fuentes receptoras de aguas residuales del centro urbano del municipio de Frontino.

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 técnicamente factibles, socialmente aceptables, económicamente viables y ambientalmente sostenibles.

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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

---

recurso de acuerdo con el ordenamiento previo del mismo, se denominará 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

Pertenecen 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.

Pertenecen 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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

---

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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

## 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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

<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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

**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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

<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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

<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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

<b>Sistema hidrológico/ Cuenca</b>	<b>Subsistema/ cuerpo de agua asociado</b>	<b>Descripción</b>
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.

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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

<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 14 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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

## 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 Frontino se encuentra priorizado ocupando el séptimo puesto, entre los 19 municipios de la jurisdicción. También se encuentran en el puesto 39 entre los 125 municipios del Departamento de Antioquia, así como el 317 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
<b>7</b>	<b>Frontino</b>	<b>317</b>	<b>97</b>	<b>87.8</b>	<b>9.2</b>
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
14	Arboletes	727	70	74.9	-4.9
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



**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

---

### **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 las cuencas del río Frontino y la Quebrada Nore son los siguientes:

- Al municipio de Frontino lo atraviesan tres corrientes de agua de gran importancia, ya que estas se convierten en las fuentes receptoras de la totalidad de aguas servidas del casco urbano de este municipio. La primera de ellas es el río Frontino que pasa por el margen derecho del pueblo y las quebradas La Nore y La Común que atraviesan el pueblo y luego pasan a ser tributarias de la misma cuenca vertiendo sus aguas finalmente al río Sucio.



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

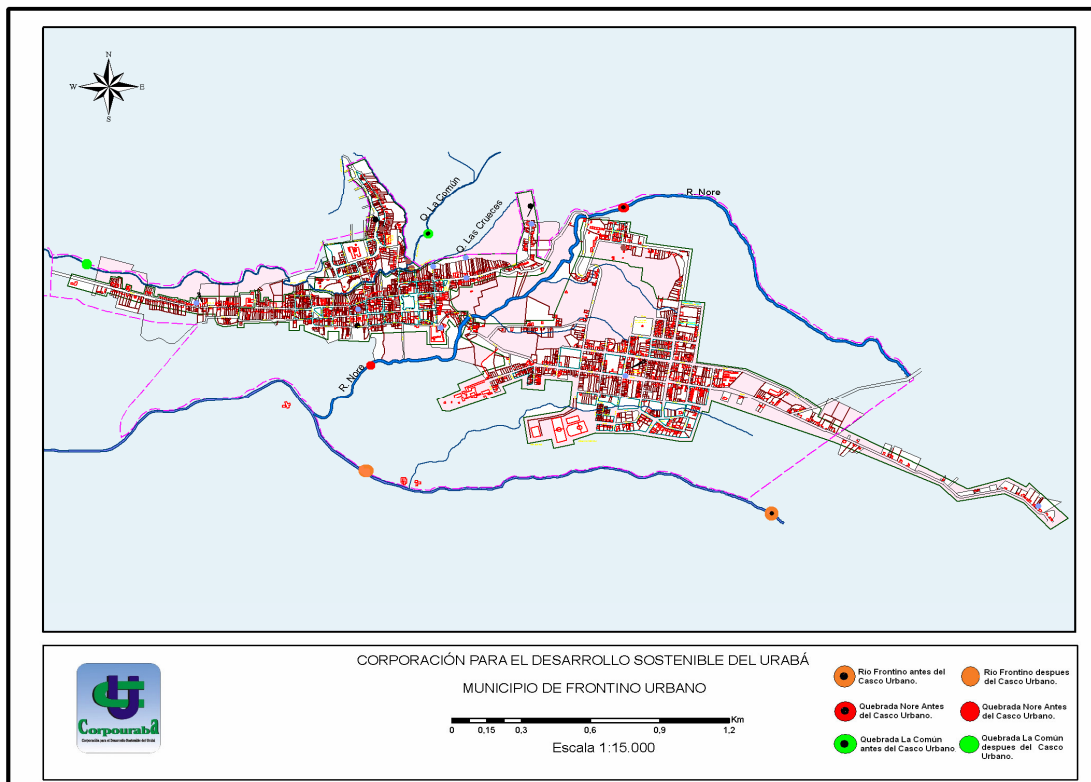
- Se definió una sección de análisis para cada río y quebrada, que está ubicada antes y después de la cabecera urbana del municipio de Frontino:

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

**Tramo Urbano Río Frontino:** El tramo inicia aguas arriba del casco urbano del municipio de Frontino en un puente llamado "El Cerro" y se extiende hasta un punto aguas abajo del casco urbano, alcanzando una longitud de 4.7 Km. Aproximadamente. En sus márgenes se encuentran áreas Potreros y pastos ganaderos principalmente.

**Tramo Urbano Río Nore:** El tramo inicia aguas arriba del casco urbano del municipio de Frontino en un balneario denominado "Puente la Represa" y se extiende hasta un punto aguas abajo del casco urbano, alcanzando una longitud de 2,8 Km. Aproximadamente. En sus márgenes se encuentra una laguna de oxidación que vierte directamente sus aguas a este tramo de la quebrada.

**Tramo Urbano Quebrada La Común:** El tramo inicia aguas arriba del casco urbano del municipio de Frontino en un puente llamado "El Cerro" y se extiende hasta un punto aguas abajo del casco urbano, alcanzando una longitud de 2.04 Km. Aproximadamente. En sus márgenes se encuentran áreas Potreros y pastos ganaderos principalmente.



**Mapa 1.** Ubicación de puntos en el tramo urbano en la cuenca del río Frontino y la quebrada Nore y La Común.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

En la tabla 4 se indican los usos reales y potenciales en los tramos urbanos del río Frontino, quebrada Nore y Quebrada La Común de acuerdo con el análisis de la unidad de de aguas de La Corporación.

**Tabla 4.** Usos reales y potenciales del Tramo urbano en la cuenca del río Frontino.

<b>Tramo</b>	<b>Usos de los recursos hídricos</b>	<b>Real</b>	<b>Potencial</b>
Tramo Urbano Frontino	1. Doméstico		
	2. Contacto primario		
	3. Contacto secundario		
	4. Transporte fluvial		
	5. Recreativo		
	6. Preservación y reproducción de flora y fauna	X	X
	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

**Tabla 5.** Usos reales y potenciales del tramo urbano de la quebrada Nore el municipio de Frontino.

<b>Tramo</b>	<b>Usos de los recursos hídricos</b>	<b>Real</b>	<b>Potencial</b>
Tramo Urbano Frontino	1. Doméstico		
	2. Contacto primario		
	3. Contacto secundario		
	4. Transporte fluvial		
	5. Recreativo	X	X
	6. Preservación y reproducción de flora y fauna	X	X
	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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

**Tabla 6.** Usos reales y potenciales del Tramo urbano de la quebrada La Común municipio de Frontino.

<b>Tramo</b>	<b>Usos de los recursos hídricos</b>	<b>Real</b>	<b>Potencial</b>
Tramo Urbano Frontino	1. Doméstico		
	2. Contacto primario		
	3. Contacto secundario		
	4. Transporte fluvial		
	5. Recreativo		
	6. Preservación y reproducción de flora y fauna	X	X
	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 Frontino, quebrada Nore y Quebrada la Común corresponden a la información obtenida por la unidad de aguas de la Corporación en septiembre de 2007 en inmediaciones al casco urbano de Frontino.

Los datos que se presentan del caudal del río Frontino y las quebradas Nore y La Común, corresponden a valores mínimos mensuales registrados en estaciones limnigráficas de la red del IDEAM en la época de estiaje y también se emplearon los datos de aforo correspondientes a la época de estiaje, obtenidos por la unidad de aguas.

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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

---

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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

## Río Frontino, quebradas Nore y La Común

En la tabla 5 se presenta la información correspondiente a la calidad del agua en los tramos analizados sobre estos tres cuerpos de agua.

**Tabla 5.** Tipificación de los tramos del río Frontino y las quebradas Nore y La Común fuentes de vertimientos líquidos puntuales.

<b>SISTEMA: Río Frontino</b>									
Número de habitantes									3300
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 Frontino, donde sus aguas residuales llegan parte al río Frontino y a las quebradas La Común y El Nore sin ser sometidas a tratamiento.							
Carga doméstica vertida (Kg/día)									
DBO (Kg/día)					SST (Kg/día)				
165					132				
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)
Punto antes de Área urbana	0,70464	4.7	18.9	6.29	7.14	15	222	160000	1400
Punto después de área urbana	1,26234		20.2	7.36	7.16	16	214	160000	35000
<b>SISTEMA: Quebrada Nore</b>									
Número de habitantes									<b>3300</b>
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 Frontino, donde sus aguas residuales llegan parte al río Frontino y a las quebradas La Común y El Nore sin ser sometidas a tratamiento.							
Carga doméstica vertida (Kg/día)									
DBO (Kg/día)					SST (Kg/día)				
165					132				

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

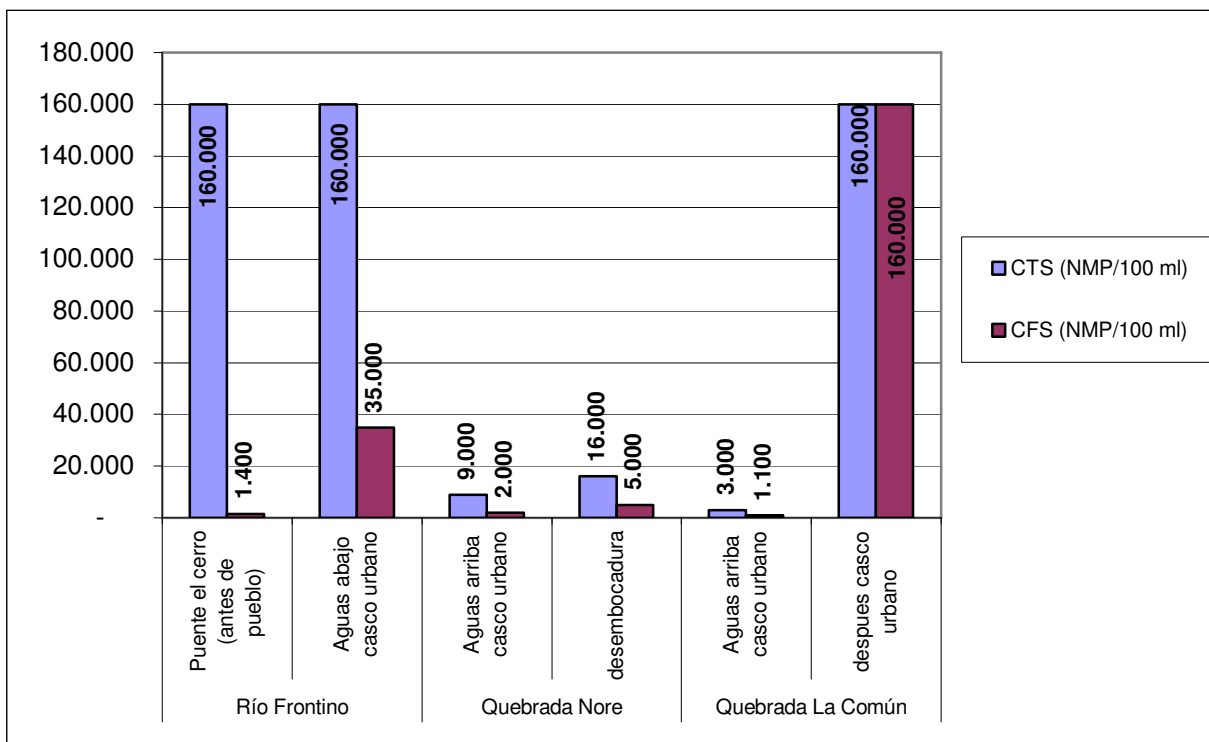
Calidad del vertimiento									
Tramo	Q (m <sup>3</sup> /s)	Longitud (Km)	T °C	pH	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	SST (mg/l)	CTS (NMP 100ml)	CFS (NMP 100ml)
Punto antes de Área urbana	0,264785	2.8	20,2	6,54	6,43	19	294	8.000	2.000
Punto después de área urbana			0,99392	21,3	5,5	7,12	18	182	16.000
<b>SISTEMA: Quebrada La Común</b>									
Número de habitantes								<b>946</b>	
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 Frontino, donde sus aguas residuales llegan parte al río Frontino y a las quebradas La Común y El Nore sin ser sometidas a tratamiento.							
Carga doméstica vertida (Kg/día)									
DBO (Kg/día)					SST (Kg/día)				
47.3					37.84				
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)
Punto antes de Área urbana	0,00514	2.04	20,2	6,2	7,48	1,6	20	3.000	1.100
Punto después de área urbana			0,081675	21,6	6,49	5,22	1,3	44	160.000

Es importante observar como las tres fuentes analizadas para el municipio de Frontino presentan aguas arriba una concentración de coliformes fecales inferiores o iguales a lo establecido por el decreto 1594 de 1984 (2000NMP/100ml), como es de esperarse los mas altos valores se encuentran después del área urbana relacionado con la descarga de las aguas residuales del municipio de Frontino. Como se puede apreciar en la ( Figura 1) el índice de coliformes fecales después de la descarga urbana alcanzan unos niveles muy elevados para la quebrada La Común asociado directamente al menor caudal que expone esta con respecto al río Frontino

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

y a la Quebrada Nore, disminuyendo notablemente su capacidad de depuración y dilución.

Es de anotar que los datos de coliformes Totales para El río Frontino y la Quebrada La Común según los resultados obtenidos, muestran unos valores expresados como mayores de 160.000 (NMP/100ml) por está razón se emplea el método propuesto por **(Ramírez, A., Viña, G. 1998)** para manipulación de datos no definidos, expone que para variables en las cuales su concentración se defina como mayor a, se sugiere asignarle dicho valor (ej: > a 160.000 NPM/100ml, asignar 160.000).



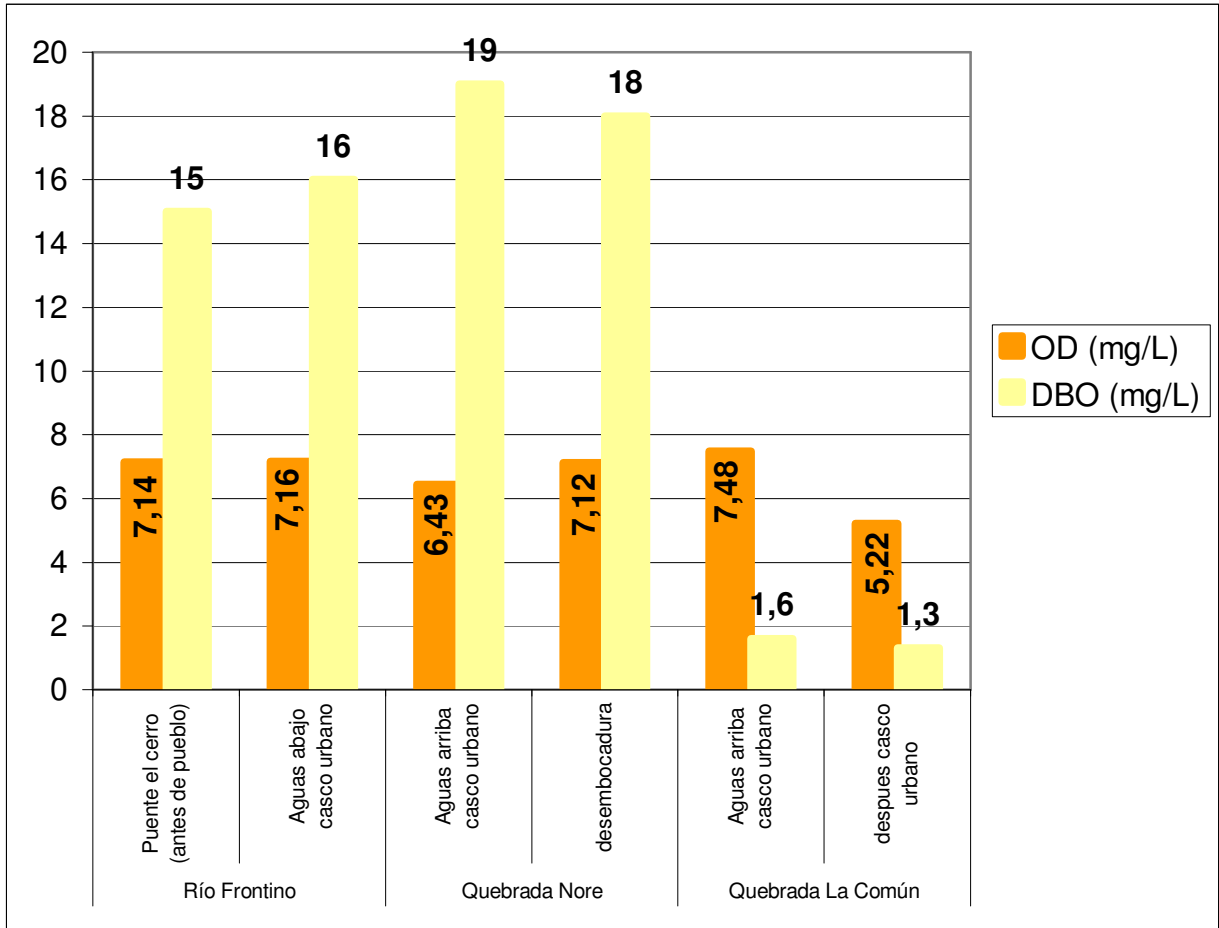
**Figura 1.** Variación de los coliformes totales (CTS) y fecales (CFS) en el río Frontino y las Quebradas Nore y La Común.

Las concentraciones de oxígeno para las tres fuentes analizadas en el municipio de Frontino se encuentran con valores adecuados para una correcta asimilación y/o depuración de la carga orgánica vertida en estas fuentes sin embargo los niveles de DBO muestran unos valores elevados propios de fuentes contaminadas, con excepción de la Quebrada la común para la Cual la \_DBO se encuentra en niveles aceptables. Se observa (Figura 2) para la Quebrada Nore y para Río Frontino, que después del



**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

tramo urbano hay un pequeño incremento del oxígeno, lo cual se debe a la buena reoxigenación que tienen estas dos fuentes, ya que su cauce en este tramo es abundante en rocas y saltos que permiten dicha oxigenación sumada a la temperatura media característica de estas fuentes que permite una mayor retención del gas, comparados con sistemas de altitudes menores como los del eje bananero y la zona norte del Urabá.

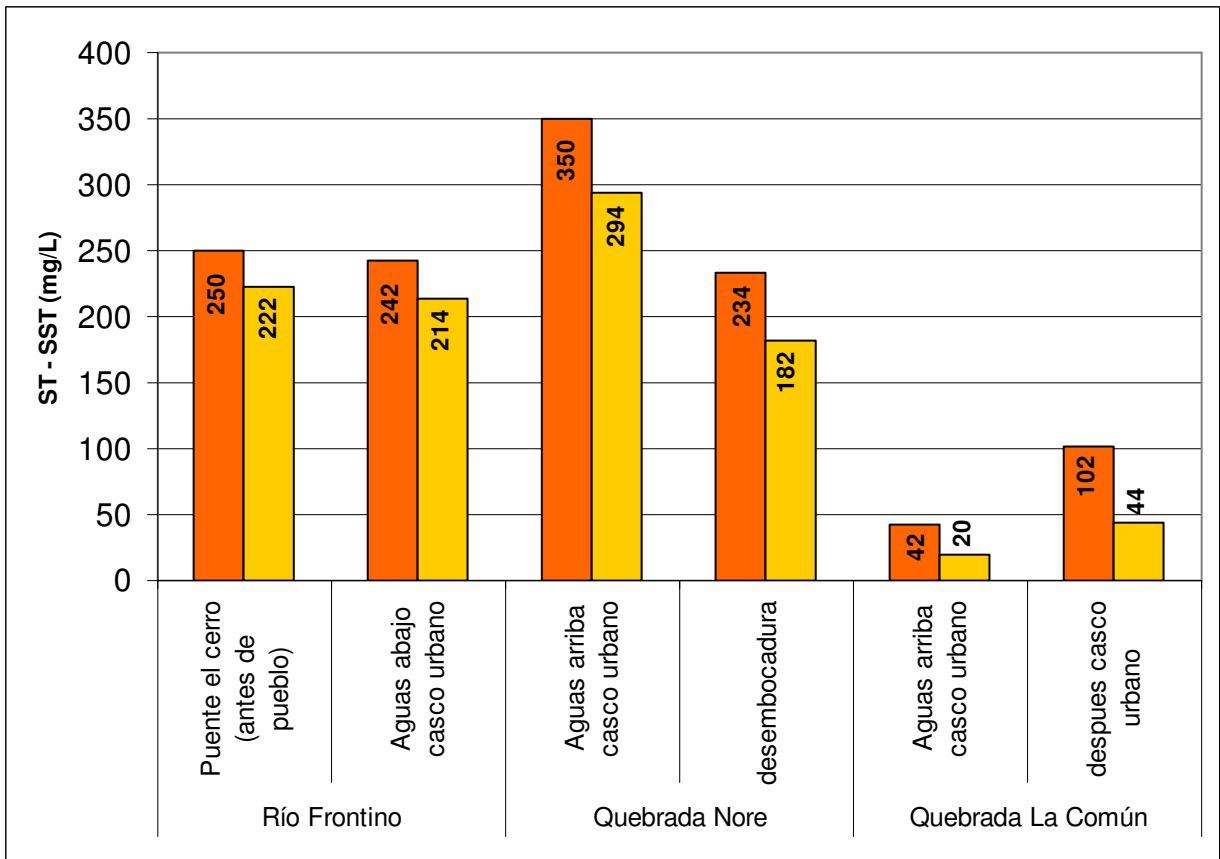


**Figura 2.** Variaciones del oxígeno disuelto (OD) y de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) los tramos analizados del río frontino y las Quebradas Nore y La Común en el municipio de Frontino.

Los sólidos suspendidos totales para las fuentes analizadas presentan una gran proporción frente a los sólidos totales, teniendo una mayor influencia estos en la Quebrada Nore y en el Río Frontino debido a su mayor recorrido, mayores niveles de erosión, transporte de sedimentos y una mayor

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

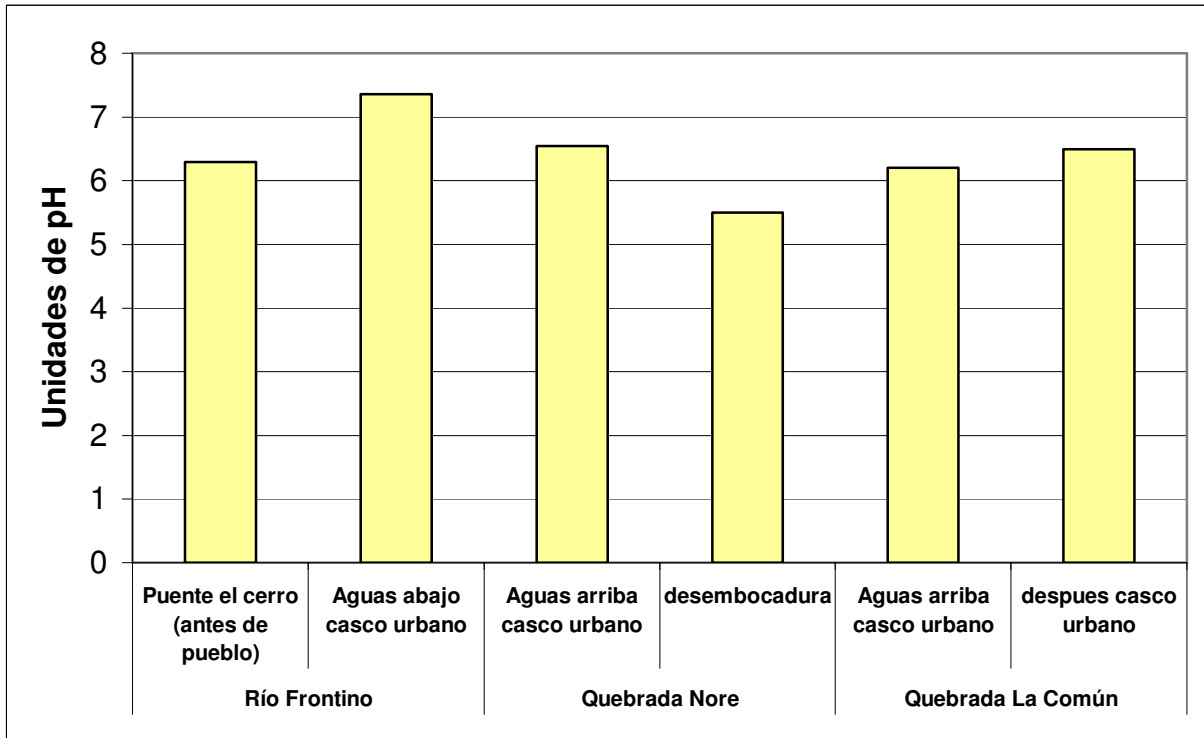
captación de vertimientos (Figura 3). Los sólidos suspendidos totales representan un componente importante en la contaminación de las fuentes superficiales en el municipio de Frontino teniendo una incidencia directa en la turbiedad actual de los sistemas ya mencionados.



**Figura 3.** Variaciones de los sólidos totales y los suspendidos totales en los tramos analizados para el río Frontino y las quebradas Nore y La Común.

Los niveles de pH se encuentran entre los exigidos por el decreto 1594 de 1984 ( entre 5 y 9 unidades), sin embargo se nota un descenso en la desembocadura de la quebrada Nore debido a los procesos oxidativos de la materia orgánica aportada a este sistema y a su menor caudal en comparación con el río Frontino (Figura 4).

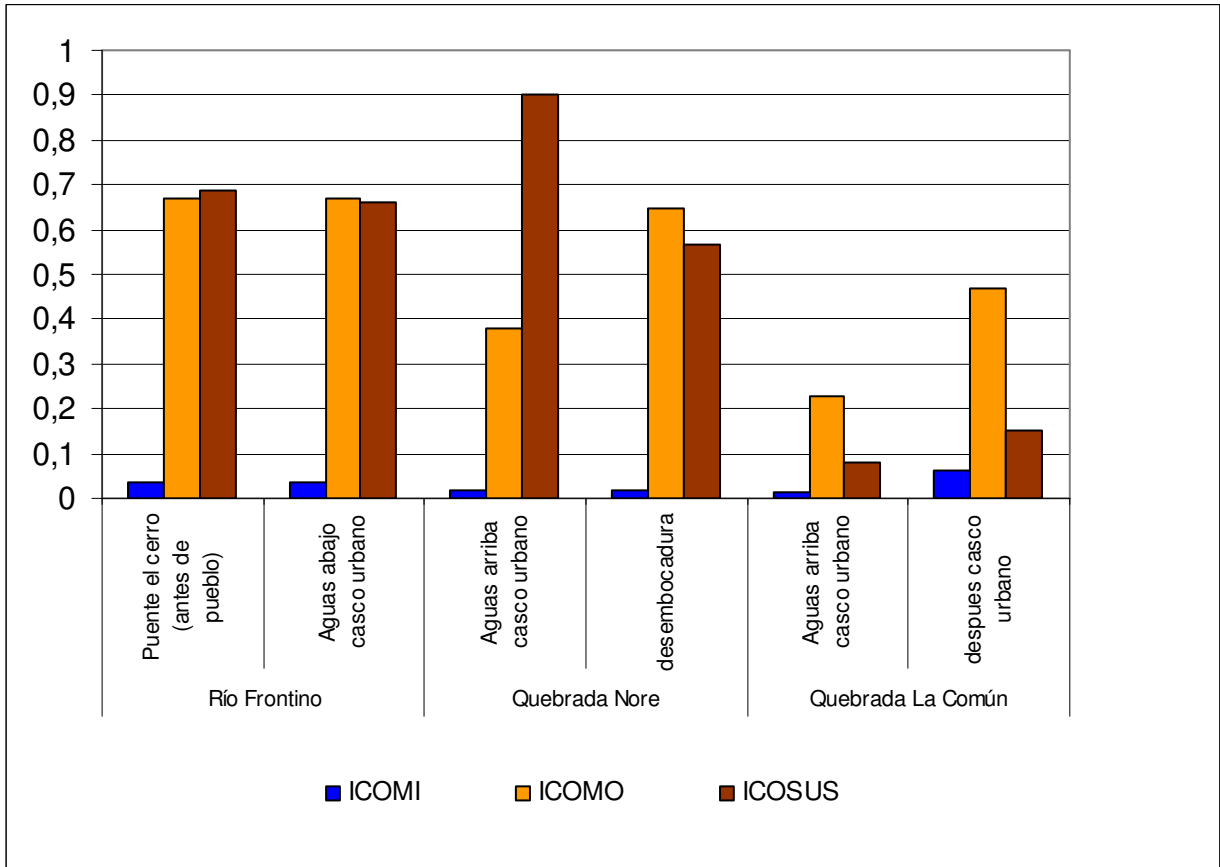
**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**



**Figura 4.** Variaciones del pH en los tramos analizados de las Fuentes receptoras del municipio de Frontino.

En cuanto a los valores de los índices de contaminación (Figura 5), se puede destacar que la mayor contaminación asociada para estos sistemas es por Materia orgánica (ICOMO) y por sólidos suspendidos (ICOSUS) mientras que el índice por mineralización (ICOMI) no presenta un problema para estas corrientes. En el caso de la quebrada Nore es más evidente el problema de los sólidos suspendidos debido a los problemas de erosión de cauce mas acentuados en esta quebrada mientras que el principal problema del río Frontino es el aporte orgánico de las descargas del casco urbano de Frontino aunque este problema también afecta a la quebrada Nore lo hace en menor medida.

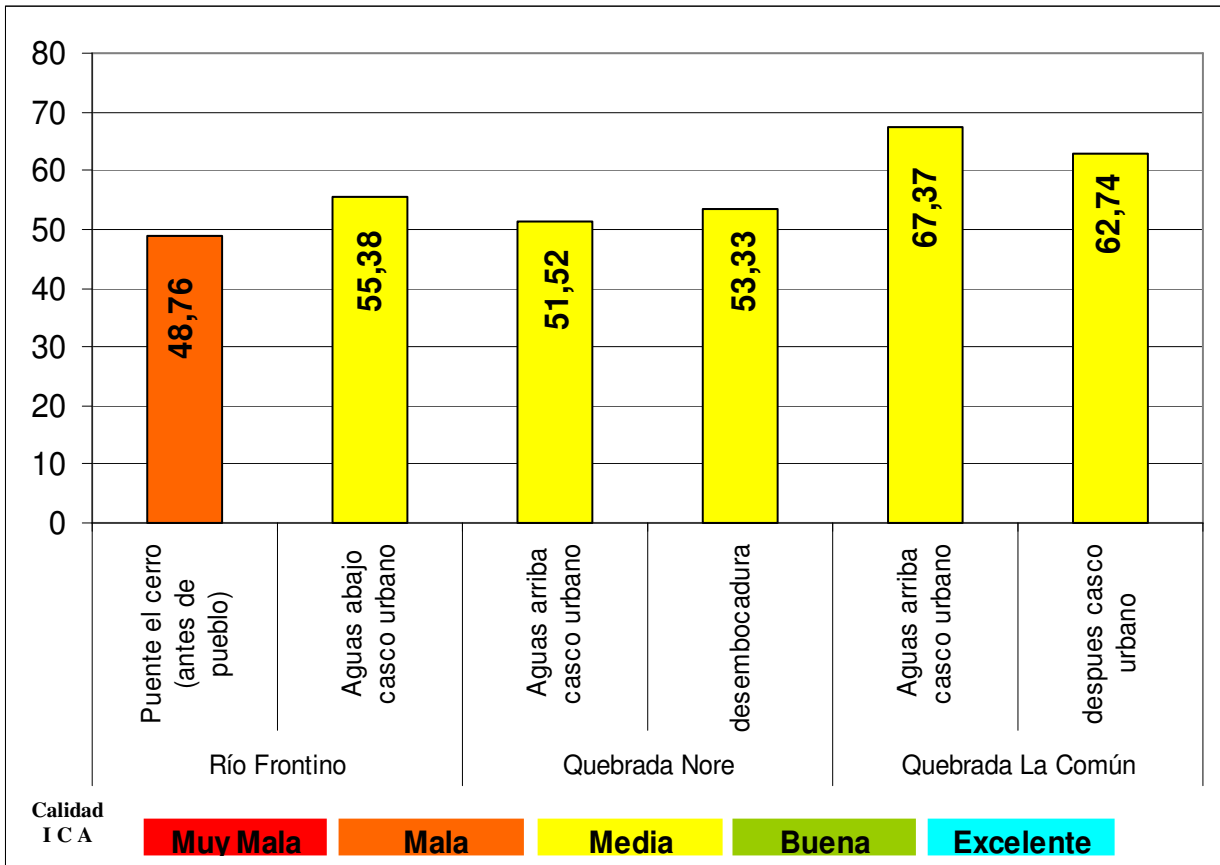
**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**



**Figura 5.** Variación de los índices de contaminación por minerales (ICOMI), materia orgánica (ICOMO) y sólidos suspendidos (ICOSUS) a través de los tramos analizados para las fuentes receptoras del municipio de Frontino.

Los valores del ICA muestran que la calidad del agua de estas fuentes superficiales están ubicados en el rango de calidad MEDIA pero con una fuerte tendencia a MALA, siendo la quebrada La Común la que se encuentra menos contaminada, el río Frontino se encuentra en calidad MALA antes de los vertimientos de la cabecera municipal y aguas abajo mejora su calidad a MEDIA lo que indica una adecuada capacidad de autodepuración del sistema.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**



**Figura 6.** Variación del índice de calidad del agua (ICA) a través del río Frontino y las quebradas Nore y La Común.

## 5. USOS, CRITERIOS Y OBJETIVOS DE CALIDAD

Se desarrollaron y establecieron los objetivos de calidad en el tramo Urbano del río Frontino y las quebradas Nore y la Común, como sistemas receptores de los vertimientos realizados en la cabecera urbana del Municipio de Frontino. En el tramo de las corrientes evaluadas se deben garantizar niveles mínimos de oxígeno disuelto, de manera que se aseguren los procesos depurativos de la materia orgánica y el desarrollo de los recursos hidrobiológicos. 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. Algunos peces tienen mayores requerimientos de oxígeno que otros, por lo que una

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

concentración entre 4 y 6 mg/l es adecuada para el desarrollo de las diferentes especies que se encuentran en esta corriente.

En cuanto a las condiciones del pH, técnicamente se requiere para cualquier uso evitar aguas ácidas o básicas, por lo que en general se desean valores próximos a la neutralidad (4.5 – 9.0).

La contaminación microbiológica del agua merece especial atención cuando el recurso es destinado al consumo humano, la norma colombiana (Decreto 1594/84) indica que los coliformes fecales no deben superar 2000 NMP/100ml cuando el agua es sometida a tratamiento convencional.

El uso predominante en los tramos evaluados 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 río Frontino**

Parámetro	Índice			Objetivo de calidad
	Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado (técnica/ factible)	
<b>TRAMO</b>			<b>Tramo Urbano (Frontino)</b>	
<b>USO POTENCIAL PREDOMINANTE</b>			<b>Paisajístico</b>	
<b>OD (mg/l)</b>	7.14	≥4,0	≥4,0	≥6
<b>DBO (mg/l)</b>	15	DBO <sub>5</sub> ≤ 5,0	DBO <sub>5</sub> ≤5	DBO <sub>5</sub> ≤5,0
<b>SST (mg/l)</b>	222	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	150
<b>pH (unidad pH)</b>	6.29	4,5 – 9,0	4,5 – 9,0	4,5 – 9,0
<b>T (°C)</b>	18.9	± 5 °C temp. Ambiente	± 5 °C temp. Ambiente	± 5 °C temp. ambiente
<b>Coliformes fecales (NMP/100 ml)</b>	1400	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 2.000
<b>Olores ofensivos</b>	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
<b>Grasas y aceites (mg/l)</b>		Ausentes	Ausentes	Ausentes
<b>Material flotante (Perceptible a la vista)</b>	presentes	Ausente	Ausente	Ausente

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

**Tabla 8.** Objetivos de calidad para la **quebrada Nore.**

Parámetro	Índice			Objetivo de calidad
	Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado (técnica/ factible)	
<b>TRAMO</b>			<b>Tramo Urbano (Frontino)</b>	
<b>USO POTENCIAL PREDOMINANTE</b>			<b>Paisajístico</b>	
OD (mg/l)	6.43	≥4,0	≥4,0	≥6
DBO (mg/l)	19	DBO <sub>5</sub> ≤ 5,0	DBO <sub>5</sub> ≤5	DBO <sub>5</sub> ≤5,0
SST (mg/l)	294	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	150
pH (unidad pH)	6.54	4,5 - 9,0	4,5 - 9,0	4,5 - 9,0
T (°C)	20.2	± 5 °C temp. Ambiente	± 5 °C temp. Ambiente	± 5 °C temp. Ambiente
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	2000	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 2.000
Olores ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Grasas y aceites (mg/l)		Ausentes	Ausentes	Ausentes
Material flotante (Perceptible a la vista)	presentes	Ausente	Ausente	Ausente

**Tabla 9.** Objetivos de calidad para la **quebrada La Común**

Parámetro	Índice			Objetivo de calidad
	Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado (técnica/ factible)	
<b>TRAMO</b>			<b>Tramo Urbano (Frontino)</b>	
<b>USO POTENCIAL PREDOMINANTE</b>			<b>Paisajístico</b>	
OD (mg/l)	7.48	≥4,0	≥4,0	≥6
DBO (mg/l)	1.6	DBO <sub>5</sub> ≤ 5,0	DBO <sub>5</sub> ≤5	DBO <sub>5</sub> ≤5,0
SST (mg/l)	20	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	20
pH (unidad pH)	6.2	4,5 - 9,0	4,5 - 9,0	4,5 - 9,0
T (°C)	20.2	± 5 °C temp. Ambiente	± 5 °C temp. Ambiente	± 5 °C temp. ambiente
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1100	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 2.000
Olores ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Grasas y aceites (mg/l)		Ausentes	Ausentes	Ausentes
Material flotante (Perceptible a la vista)	Ausentes	Ausente	Ausente	Ausente

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

## 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 Frontino, y las quebradas Nore y La Común en septiembre y octubre de 2007. 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 10.** 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 11.** 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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

**Tabla 12.** 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 13.** 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 del 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 el sistema evaluado, 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 de cada uno de los tramos del Frontino y las quebradas La Común y Nore (Tabla 14).

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

**Tabla 14.** Modelo de simulación de la capacidad de carga del **tramo urbano (Frontino) del río Frontino.**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
<b>Tramo</b>	<b>Urbano (Frontino) río Frontino</b>		
Caudal del río	m <sup>3</sup> /seg	0,70464	Caudal medido en campo
Caudal del río	m <sup>3</sup> /h	2536,704	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto Ca	mg/L	7,46	Evaluado en laboratorio
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15	Evaluado en laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	222	Evaluado en laboratorio
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1400	Evaluado en laboratorio
Coliformes Totales	NMP/100ml	160000	Evaluado en laboratorio
PH		6,29	Evaluado en laboratorio
Temperatura	°C	18,9	Medida en campo
<b>CÁLCULOS SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO</b>			
Cs concentración de saturación de oxígeno	mg/L	9,4	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.
Cc concentración mínima aceptable de oxígeno disuelto	mg/L	6	Deseado según criterios técnicos para proyectarlo en el tramo.
Da déficit inicial de Oxígeno disuelto	mg/L	1,94	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba.
Dc déficit de saturación O <sub>2</sub> final	mg/L	3,4	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado.
Da/Dc	Adimensional	0,57	Cociente entre el deficit inicial de Oxígeno Disuelto y el Déficit de Saturación de Oxígeno.
Kr Tasa de remoción de la DBO	K1 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.
Kr Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	K1	0,76	Corrección por temperatura ( $k_1=(k_1)_{20} \cdot \theta^{T-20}$ ). $\theta$ tiene un rango entre 1.01 y 1.075, se utilizó el dato medio (1.043)

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
K2 Tasa de reoxigenación	K2 tabla	0,67	Dato de la tabla 4, sobre tasa la tasa de reaireación del agua a 20 °C, para las condiciones típicas del río Turbo de baja velocidad y de curso léntico en época seca, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas.
K2 Tasa de reoxigenación (Ajustada a la temperatura)	K2	0,65	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).
f constante de auto purificación del cuerpo de agua	adimensional	0,85	Cociente entre la constante de reoxigenación (k2) y la constante de remoción de la DBO (kr).
La/Dc		1,6	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 deficit de Saturación de Oxígeno final.
La concentración de DBOu inmediateamente después del punto de descarga	mg/L	5,44	Despeje de la formula.
DBOu máxima carga organica admisible por unidad de tiempo	Kg/h	-24,25	DBO a los 20 días, se obtiene el dato mediante calculo matemático, es de un 70 a 80% mayor que la DBO5.
DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	Kg/h	-18,19	La DBO5 es aproximadamente el 75% de la DBOu.
DBO5 (Máx permisible)	kg/día	-436,52	Conversión de la DBO a días
Factor Per Capita (DBO5)	Kg/ persona/día	0,05	Utilizado por CORPOURABA en los procesos de tasas retributivas.
Carga equivalente	Personas	-8730,32	Cociente entre la DBO5 Kg/día y el factor per cápita.
Población actual	Personas	3.300	Población estimada para este tramo del río
Carga de DBO5 equivalente a la población actual	Kg/día	165	Este es la carga que genera la población actual del tramo (3300 personas), se observa el río no soporta mas carga debido a que ya se alcanzó el punto de saturación por ende el modelo arroja valores negativos.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Saturación capacidad de carga del río	%	-38%	Porcentaje negativo debido a que el modelo no aplica para este río debido a que supero por mucho la capacidad de carga para este tramo
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años	#iNUM!	No aplica el modelo. Actualmente el tramo supero la capacidad de carga para que la fuente pueda autodepurarse.

**Tabla 15.** Modelo de simulación de la capacidad de carga del **tramo urbano (Frontino) de la quebrada Nore.**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
<b>Tramo</b>	<b>Urbano (Frontino) la quebrada Nore</b>		
Caudal del río	m3/seg	0,264785	Caudal medido en campo
Caudal del río	m3/h	953,226	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto Ca	mg/L	6,43	Evaluado en laboratorio
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	19	Evaluado en laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	294	Evaluado en laboratorio
Coliformes Fecales	NMP/100ml	2000	Evaluado en laboratorio
Coliformes Totales	NMP/100ml	9000	Evaluado en laboratorio
PH		6,43	Evaluado en laboratorio
Temperatura	°C	20,2	Medida en campo
<b>CÁLCULOS SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO</b>			
Cs concentración de saturación de oxígeno	mg/L	9,2	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.
Cc concentración mínima aceptable de oxígeno disuelto	mg/L	6	Deseado según criterios técnicos para proyectarlo en el tramo.
Da déficit inicial de Oxígeno disuelto	mg/L	2,77	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba.
Dc déficit de saturación O2 final	mg/L	3,2	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado.
Da/Dc	Adimensional	0,87	Cociente entre el deficit inicial de Oxígeno Disuelto y el Déficit de Saturación de Oxígeno.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Kr Tasa de remoción de la DBO	K1 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.
Kr Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	K1	0,81	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).
K2 Tasa de reoxigenación	K2 tabla	0,46	Dato de la tabla 4, sobre tasa la tasa de reaireación del agua a 20 °C, para las condiciones típicas del río Turbo de baja velocidad y de curso léntico en época seca, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas.
K2 Tasa de reoxigenación (Ajustada a la temperatura)	K2	0,46	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).
f constante de auto purificación del cuerpo de agua	adimensional	0,57	Cociente entre la constante de reoxigenación (k <sub>2</sub> ) y la constante de remoción de la DBO (kr).
La/Dc		0,95	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.
La concentración de DBOu inmediatamente después del punto de descarga	mg/L	3,04	Despeje de la formula.
DBOu máxima carga organica admisible por unidad de tiempo	Kg/h	-15,21	DBO a los 20 días, se obtiene el dato mediante calculo matemático, es de un 70 a 80% mayor que la DBO5.
DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	Kg/h	-11,41	La DBO5 es aproximadamente el 75% de la DBOu.
DBO5 (Máx permisible)	Kg/día	-273,84	Conversión de la DBO a días
Factor Per Capita (DBO5)	Kg/persona/día	0,05	Utilizado por CORPOURABA en los procesos de tasas retributivas.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Carga equivalente	Personas	-5476,86	Cociente entre la DBO5 Kg/día y el factor per cápita.
Población actual	Personas	3300	Población estimada para este tramo del río
Carga de DBO5 equivalente a la población actual	Kg/día	165	Este es la carga que genera la población actual del tramo (3300 personas), en este momento el sistema no tolera mas capacidad de carga pues se encuentra ampliamente saturado.
Saturación capacidad de carga del río	%	-60%	No aplica pues el porcentaje de saturación del tramo se encuentra en niveles muy elevados.
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años	#iNUM!	No aplica. Actualmente este sistema se encuentra saturado y no tolera mas niveles de carga, de no reducir la carga contaminante el río no tiene la capacidad de autodepurarse.

**Tabla 16.** Modelo de simulación de la capacidad de carga del **tramo urbano (Frontino) de la quebrada La Común.**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
<b>Tramo</b>	<b>Urbano (Frontino) la quebrada La Común</b>		
Caudal del río	m <sup>3</sup> /seg	0,00514	Caudal medido en campo
Caudal del río	m <sup>3</sup> /h	18,504	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto (Ca)	mg/L	7,48	Medido en campo
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1,6	Evaluado en laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	20	Evaluado en laboratorio
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1100	Evaluado en laboratorio
Coliformes Totales	NMP/100ml	3000	Evaluado en laboratorio
pH	Unid de PH	6,20	Evaluado en laboratorio
Temperatura	°C	20,2	Medida en campo
<b>CÁLCULOS SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO</b>			
Cs concentración de saturación de oxígeno	mg/L	9,2	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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
			temperatura medida en campo.
Cc concentración mínima aceptable de oxígeno disuelto	mg/L	6	Deseado según criterios técnicos para proyectarlo en el tramo.
Da déficit inicial de Oxígeno disuelto	mg/L	1,72	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba.
Dc déficit de saturación O2 final	mg/L	3,2	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado.
Da/Dc	Adimensional	0,54	Cociente entre el déficit inicial de Oxígeno Disuelto y el Déficit de Saturación de Oxígeno.
Kr Tasa de remoción de la DBO	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.
Kr Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	Calculado	0,81	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).
K2 Tasa de reoxigenación	Tabla	0,36	Dato de la tabla 4, sobre tasa la tasa de reaireación del agua a 20 °C, para las condiciones típicas del río Turbo de baja velocidad y de curso léntico en época seca, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas.
K2 Tasa de reoxigenación (Ajustada a la temperatura)	K2	0,36	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).
f constante de auto purificación del cuerpo de agua	Adimensional	0,45	Cociente entre la constante de reoxigenación (k2) y la constante de remoción de la DBO (kr).
La/Dc	Adimensional	1,3	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.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>SUSTENTACIÓN</b>
La concentración de DBOu inmediatamente después del punto de descarga	mg/L	4,16	Despeje de la formula.
DBOu máxima carga organica admisible por unidad de tiempo	Kg/h	0,05	DBO a los 20 días, se obtiene el dato mediante cálculo matemático, es de un 70 a 80% mayor que la DBO5.
DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	Kg/h	0,04	La DBO5 es aproximadamente el 75% de la DBOu.
DBO5 (Máx permisible)	Kg/día	0,85	Conversión de la DBO a días.
Factor Per Capita (DBO5)	Kg/persona/día	0,05	Utilizado por CORPOURABA en los procesos de tasas retributivas.
Carga equivalente	Personas	17,05	Cociente entre la DBO5 Kg/día y el factor per cápita.
Población actual	Personas	946	Población estimada para este tramo del río
Carga de DBO5 equivalente a la población actual	Kg/día	47	Este es la carga que genera la población actual del tramo (946 personas), actualmente no admite mas capacidad de carga pues el sistema ya está saturado.
Saturación capacidad de carga del río	Porcentaje	5547,3%	Porcentaje de saturación de la capacidad de carga del tramo respecto a la población actual .
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años	-145,5	El modelo no opera bajo las excesivas cargas aportados para la fuente, se deja como precedente el hecho de que el sistema ya superó ampliamente su capacidad de carga y ha perdido su capacidad de autodepuración de continuar con los mismos niveles de aportes residuales.



**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

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

De acuerdo con el estado actual del río Frontino y las quebradas Nore y La Común, sus capacidades de asimilación de carga contaminante, los resultados del modelo de simulación y los objetivos de calidad deseados en los diferentes tramos, se deben realizar diversas acciones para obtener los objetivos propuestos, las cuales se presentan en las tablas 17.

**Tabla 17.** Acciones para alcanzar objetivos de calidad en el tramo urbano del río Frontino y las quebradas Nore y La Común.

<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 6 mg/l en periodo seco.</li> <li>• Reducción de la carga en 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>• Construcción de sistemas de pretratamiento de aguas residuales.</li> <li>• Procesos de educación continuada a la comunidad</li> <li>• Limpieza periódica de las orillas del río 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 las fuentes.</li> <li>• Incremento del oxígeno disuelto en las corrientes de agua.</li> <li>• Mejoramiento paisajístico, estético y visual de las corrientes 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 80% de la carga de DBO<sub>5</sub> en los diferentes tramos del río.</li> </ul>

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

Meta	Acciones requeridas para lograrlo	Resultado de calidad esperado
Reducción del número de coliformes totales y fecales presentes en el cuerpo 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 las corrientes 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 los tramos analizados en las corrientes de agua.

Como se puede apreciar en la tabla 18, la carga de DBO actual sobrepasa la carga admisible, por lo que la capacidad de depuración del tramo de la corriente de agua receptora se ha excedido. De esta manera el modelo de simulación presenta porcentajes de reducción muy elevados.

**Tabla 18.** Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el **tramo urbano (Frontino)** del río Frontino.

Nivel de O <sub>2</sub> disuelto	Carga Admisible		Carga Actual		Necesidad De Reducción	
	Kg DBO <sub>u</sub> /día	Kg DBO <sub>5</sub> /día	Kg/día DBO actual	%	Kg/día DBO <sub>5</sub>	%
0,5	7,91	5,94	165	2780%	159,1	96,40
1,0	211,87	158,90	165	104%	6,1	3,70
1,5	144,90	108,67	165	152%	56,3	34,14
2,0	55,40	41,55	165	397%	123,4	74,82
2,5	-31,05	-23,29	165	-709%	188,3	114,11
3,0	-114,46	-85,84	165	-192%	250,8	152,03
3,5	-194,82	-146,11	165	-113%	311,1	188,55
4,0	-255,70	-191,77	165	-86%	356,8	216,23
4,5	-316,58	-237,44	165	-69%	402,4	243,90
5,0	-404,25	-303,19	165	-54%	468,2	283,75
5,5	-485,83	-364,37	165	-45%	529,4	320,83
<b>6,0</b>	<b>-582,02</b>	<b>-436,52</b>	<b>165</b>	<b>-38%</b>	<b>601,5</b>	<b>364,56</b>
6,5	-657,21	-492,91	165	-33%	657,9	398,73

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

**Tabla 19.** Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el **tramo urbano (Frontino)** de la quebrada la Común.

Nivel de O <sub>2</sub> disuelto	Carga Admisible		Carga Actual		Necesidad De Reducción	
	Kg DBO <sub>u</sub> /día	Kg DBO <sub>5</sub> /día	Kg/día DBO actual	%	Kg/día DBO <sub>5</sub>	%
0,5	6,63	4,97	47	951%	42,3	89,49
1,0	6,21	4,66	47	1016%	42,6	90,16
1,5	5,62	4,21	47	1123%	43,1	91,10
2,0	4,73	3,54	47	1335%	43,8	92,51
2,5	4,32	3,24	47	1461%	44,1	93,15
3,0	3,56	2,67	47	1773%	44,6	94,36
3,5	3,14	2,35	47	2010%	44,9	95,03
4,0	2,75	2,07	47	2291%	45,2	95,63
4,5	2,32	1,74	47	2723%	45,6	96,33
5,0	1,90	1,43	47	3318%	45,9	96,99
5,5	1,18	0,88	47	5349%	46,4	98,13
6,0	1,14	0,85	47	5547%	46,4	98,20
6,5	-0,11	-0,08	47	-56805%	47,4	100,18

**Tabla 20.** Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el **tramo urbano (Frontino)** de la quebrada Nore.

Nivel de O <sub>2</sub> disuelto	carga admisible		carga actual		Necesidad de reduccion	
	Kg DBO <sub>u</sub> /dia	Kg DBO <sub>5</sub> /dia	Kg/dia DBO actual	%	Kg/dia DBO <sub>5</sub>	%
0,5	-116,22	-87,16	165	-189%	252,2	152,83
1,0	-143,90	-107,92	165	-153%	272,9	165,41
1,5	-170,44	-127,83	165	-129%	292,8	177,47
2,0	-195,83	-146,87	165	-112%	311,9	189,01
2,5	-220,08	-165,06	165	-100%	330,1	200,04
3,0	-243,19	-182,39	165	-90%	347,4	210,54
3,5	-265,15	-198,86	165	-83%	363,9	220,52
4,0	-285,97	-214,48	165	-77%	379,5	229,99
4,5	-305,64	-229,23	165	-72%	394,2	238,93
5,0	-324,17	-243,13	165	-68%	408,1	247,35
5,5	-350,02	-262,52	165	-63%	427,5	259,10
6,0	-365,12	-273,84	165	-60%	438,8	265,97
6,5	-379,08	-284,31	165	-58%	449,3	272,31

## **8. CONCLUSIONES**

Los grandes aportes de aguas residuales a las tres corrientes monitoreadas, sumado a las altas concentraciones de sólidos disueltos y cargas microbiológicas hacen que estas fuentes se encuentren saturadas, no permitiendo realizar los respectivos procesos oxidativos que conlleven la autodepuración de estas corrientes.

Para mejorar las condiciones de calidad de estos ríos es necesario desarrollar en el mediano y largo plazo, sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas generadas en el centro urbano. Estas inversiones deben ser consecuentes con el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico que determina las prioridades en esta materia, dando mayor importancia a las acciones relacionadas con el suministro de agua potable, luego la inversión en sistemas de recolección de aguas residuales y residuos sólidos, dejando en un nivel posterior la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Por lo anterior y considerando la nula capacidad de asimilación de la materia orgánica que tienen el tramo evaluado en el río Frontino y las quebradas Nore y la Común, las recomendaciones dadas se someten a las prioridades de inversión señaladas, sin dejar de lado la necesidad de disminuir el número de vertimientos a las corrientes, la carga de DBO, los sólidos suspendidos totales, garantizar la ausencia de sólidos flotantes y aumentar la eficiencia en el tratamiento realizado al agua residual en mas de un 80 % tal como lo indica la norma de vertimientos.

Las estimaciones del crecimiento poblacional incluidas en la simulación de calidad de los ríos mencionados indican que Frontino saturó la capacidad de depuración de los tramos asociados para mantener el oxígeno disuelto por encima de 6 mg/l que constituye uno de los principales objetivos de calidad se requiere regular los vertimientos de forma mas eficiente.

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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

## 9. RECOMENDACIONES

A continuación se detallan las acciones que se deben realizar en cada una de las corrientes evaluadas, 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 10.** Acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazo en el tramo Urbano del río Frontino y las quebradas Nore y Común.

TRAMO	PLAZO	ACCIONES
Inicial Urbano: Frontino	Corto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Continuar actividades de recuperación y conservación de la cuenca alta del río Frontino y las quebradas Nore y la Común, buscando la sostenibilidad del recurso hídrico.</li> <li>2. Terminar la construcción de la planta de tratamiento para aguas residuales y ponerla en funcionamiento con eficiencia mayor al 80%.</li> <li>3. Iniciar la construcción de los colectores que optimicen el transporte de aguas residuales a la planta de tratamiento a fin de evitar la escorrentía de aguas residuales a cielo abierto.</li> <li>4. Establecer las distancias y áreas de retiro, así como las zonas de conservación las cuales se deben delimitar claramente.</li> <li>5. Realizar procesos de educación y sensibilización en torno al agua y al manejo de residuos sólidos.</li> <li>6. Realizar actividades tendientes a la disminución de los sitios o puntos de vertimiento en las tres fuentes receptoras, el porcentaje de disminución deberá ser mayor al 40 % respecto al estado actual.</li> </ol>
	Mediano	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. continuar actividades de recuperación y conservación de la cuenca alta del río Frontino y las quebradas Nore y la Común, buscando la sostenibilidad del recurso hídrico.</li> <li>2. Asegurar el 100% de la cobertura del alcantarillado en el casco urbano de Frontino.</li> <li>3. mantener una eficiencia superior al 80% en el tratamiento de las aguas residuales en la planta de tratamiento.</li> <li>4. Continuar con 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 en las tres fuentes receptoras, el porcentaje de disminución deberá ser mayor al 80 % respecto al estado actual.</li> </ol>

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

---

<b>TRAMO</b>	<b>PLAZO</b>	<b>ACCIONES</b>
	Largo	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Continuar con procesos de educación y sensibilización en torno al agua y al manejo de residuos sólidos.</li><li>2. Mantener las condiciones de cobertura en alcantarillado y acueducto, además de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales.</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  
CUENCA DEL RÍO FRONTINO, QUEBRADAS NORE Y LA COMÚN  
MUNICIPIO DE FRONTINO  
2008**

---

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.