

**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 PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAO**

**Unidad de Aguas
Subdirección Gestión y Administración Ambiental
000196**

2008

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAO
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

ARBEO MOLINA
Subdirector Jurídico y Administrativo

Equipo Técnico

JUAN FERNANDO GOMEZ CATAÑO
Ingeniero Sanitario

ANDRÉS FELIPE LÓPEZ GONZÁLEZ
Ecólogo de Zonas Costeras

ALBERTO VIVAS NARVAES
Ingeniero Forestal

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAAO
2008**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
1. SISTEMAS HIDROLOGICOS	3
2. ORDEN DE PRIORIZACIÓN POR MUNICIPIOS	3
3. CLASIFICACIÓN DE USOS REALES Y POTENCIALES.....	3
4. TIPIFICACIÓN DE LA FUENTE, CRITERIOS DE CALIDAD Y CARGAS CONTAMINANTES DE ORIGEN PUNTUAL	3
4.1 Río Penderisco.	3
5. USOS, CRITERIOS Y OBJETIVOS DE CALIDAD	3
6. SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA	3
7. ACCIONES REQUERIDAS PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD PROPUESTOS.....	3
8. CONCLUSIONES	3
9. RECOMENDACIONES	3
10. GLOSARIO DE TÉRMINOS	3
11. BIBLIOGRAFÍA.....	3

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Sistemas hidroecológicos de la jurisdicción de CORPOURABA	3
Tabla 2. Subsistemas hidrológicos en la jurisdicción de CORPOURABA	3
Tabla 3. Orden de prioridad por municipio de la jurisdicción de CORPOURABA para el manejo de aguas residuales domésticas	3
Tabla 4. Usos reales y potenciales del Tramo urbano en la cuenca del río Penderisco.	3
Tabla 5. Tipificación de los tramos del río Penderisco y fuentes de vertimientos líquidos puntuales.....	3
Tabla 6. Objetivos de calidad para el río Penderisco	3
Tabla 7. Calidad de agua exigida por la <i>American Petroleum Institute</i>	3
Tabla 8. Calidad de aguas exigido por la Comisión para el control de la Contaminación del Agua de Nueva Inglaterra	3
Tabla 9. Calidad de aguas exigido por las normas U.S.A.	3
Tabla 10. Calidad de agua exigida en Colombia por el Decreto 1594 de 1984.....	3
Tabla 11. Modelo de simulación de la capacidad de carga del tramo urbano (Urrao) del río Penderisco	3
Tabla 12. Acciones para alcanzar objetivos de calidad en el tramo urbano del Penderisco.	3
Tabla 13. Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el tramo urbano (Urrao) del río Penderisco.	3
Tabla 14. Acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazo en el tramo Urbano del río Penderisco	3

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

LISTADO DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de puntos en el tramo urbano en la cuenca del río Penderisco. 3

LISTADO DE FOTOS

Foto 1. Panorámica del casco urbano de Urrao y Río Penderisco. 3

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

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 Penderisco como fuente receptora de aguas residuales del centro urbano del municipio de Urrao.

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 DBO₅ 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 PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
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 PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAO
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 DBO₅ 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 PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAO
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

Sistema hidrológico/cuenca	Descripción
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 ¹ .
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

¹ 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 PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

Sistema hidrológico/cuenca	Descripción
	sedimentos que no la hacen apta para el consumo humano ni para el desarrollo de actividades recreativas. ² 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.

² 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 PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

Para cada sistema hidroecológico se determinaron los subsistemas que lo componen. En la

Tabla 2 se hace una descripción de cada uno.

Tabla 2. Subsistemas hidrológicos en la jurisdicción de CORPOURABA

Sistema hidrológico/ cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
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 ³ .

³ 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 PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAAO
2008**

Sistema hidrológico/ cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
	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 ⁴ . 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 ³ .
	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 ³ 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 ⁵ .

⁴ Tomado de Implementación software cuenta física del agua en las cuencas de los ríos Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo. Universidad Nacional, 2004.

⁵ 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 PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAAO
2008**

Sistema hidrológico/ cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
	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 ⁵ .
	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.
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 ² . 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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAAO
2008**

Sistema hidrológico/ cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
		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 ⁶ .
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 ² 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 ⁷ .
	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 ² y cubre una superficie aproximada de 178 km ² (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 ² . El caudal promedio multianual en la estación El Tres para el río Guadualito es de 2.73 m ³ /s. Se presenta en los meses de febrero y marzo un caudal mínimo de 1 m ³ /s y caudales en el período lluvioso que varían entre 3 y 5 m ³ /s a excepción del pequeño veranillo en el mes de septiembre en el cual los caudales se reducen a 2.5 m ³ /s.

⁶ Caracterización limnológica de la cuenca del río Uraao. 1998.

⁷ Tomado del POT del municipio de Turbo

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAAO
2008**

Sistema hidrológico/ cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
	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
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAO
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 Urao se encuentra priorizado ocupando el segundo puesto, entre los 19 municipios de la jurisdicción. También se encuentran en el puesto 22 entre los 125 municipios del Departamento de Antioquia, así como el 158 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	Urao	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
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 PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
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 Penderisco son los siguientes:

- El río Penderisco a través de su recorrido pasa por el costado izquierdo del área urbana del municipio de Urrao, convirtiéndose esta en una usuaria directa del río, aportando la totalidad de las aguas residuales de casco urbano.



Foto 1. Panorámica del casco urbano de Urrao y Río Penderisco.

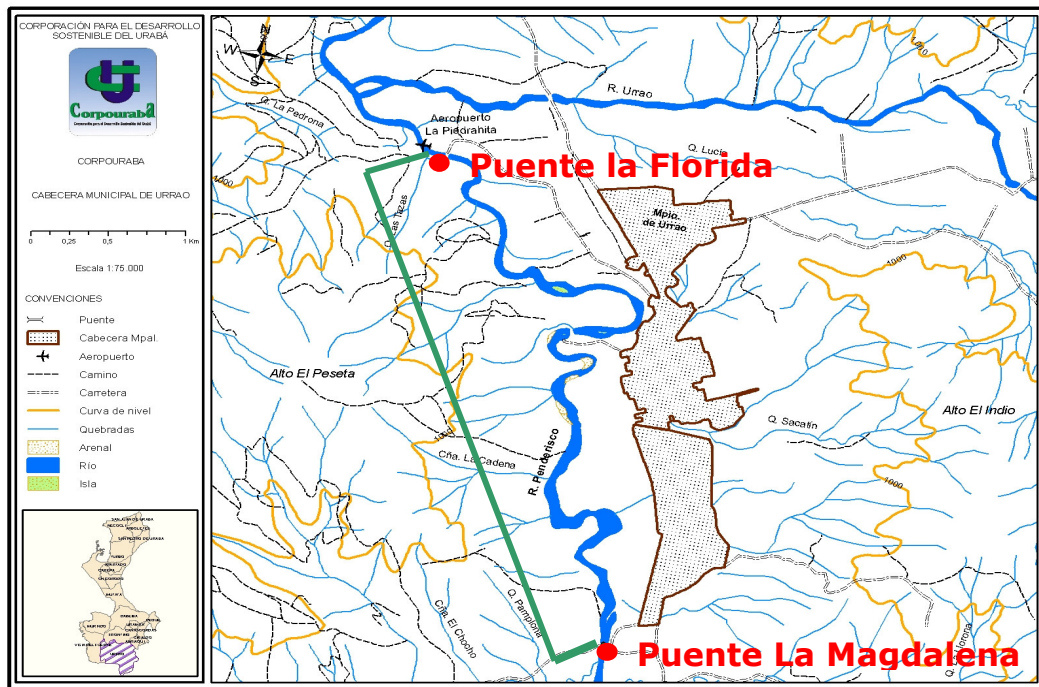
- Se definió una sección de análisis del río, que está ubicada antes y después de la cabecera urbana del municipio de Urrao:

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

Tramo Urbano: El tramo inicia aguas arriba del casco urbano del municipio de Urrao en un puente llamado "La Magdalena" y se extiende hasta un punto aguas abajo del casco urbano en un puente denominado "la Florida", alcanzando una longitud de 5.905 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 Penderisco.



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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

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

Tramo	Usos de los recursos hídricos	Real	Potencial
Tramo Urbano Urrao	1. Doméstico		
	2. Contacto primario	X	X
	3. Contacto secundario	X	X
	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	P
	11. Transporte de aguas residuales y asimilación	P	X

P= Predominante

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

Los datos de la calidad del río Penderisco corresponden a la información obtenida por la unidad de aguas de la Corporación en septiembre de 2007 en inmediaciones al casco urbano de Urrao.

Los datos que se presentan del caudal del Penderisco, 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 (DBO₅), 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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

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:

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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

Río Penderisco.

En la tabla 5 se presenta la información correspondiente a la calidad del agua en los tramos analizados sobre del río Penderisco.

Tabla 5. Tipificación de los tramos del **río Penderisco** y fuentes de vertimientos líquidos puntuales

SISTEMA: Río Penderisco									
Número de habitantes								15,136	
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 Urrao. En todos los casos las aguas residuales domésticas llegan al río Penderisco sin ser sometidas a mas que un leve tratamiento en una planta desarenadora para la disminución de su carga orgánica contaminante.							
Carga doméstica vertida (Kg/día)									
DBO (Kg/día)					SST (Kg/día)				
756.8					605.44				
Calidad del vertimiento									
Tramo	Q (m ³ /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	87.700	5.905	20.2	7.30	7.3	3.3	261	800	230
Punto después de área urbana	87.700		21	7.3	6.6	1.8	684	3000	1100

El importante caudal del río Penderisco permite la dilución de la carga microbiológica contaminante vertida por los habitantes del casco urbano. Los coliformes fecales como indicadores de contaminación por materia fecal exhiben como era de esperarse el más alto valor en el punto después del área urbana (Figura 1), relacionado con la descarga de las aguas residuales del municipio de Urrao. Aguas arriba los coliformes fecales se encuentran en concentraciones menores a 2000NMP/100ml.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

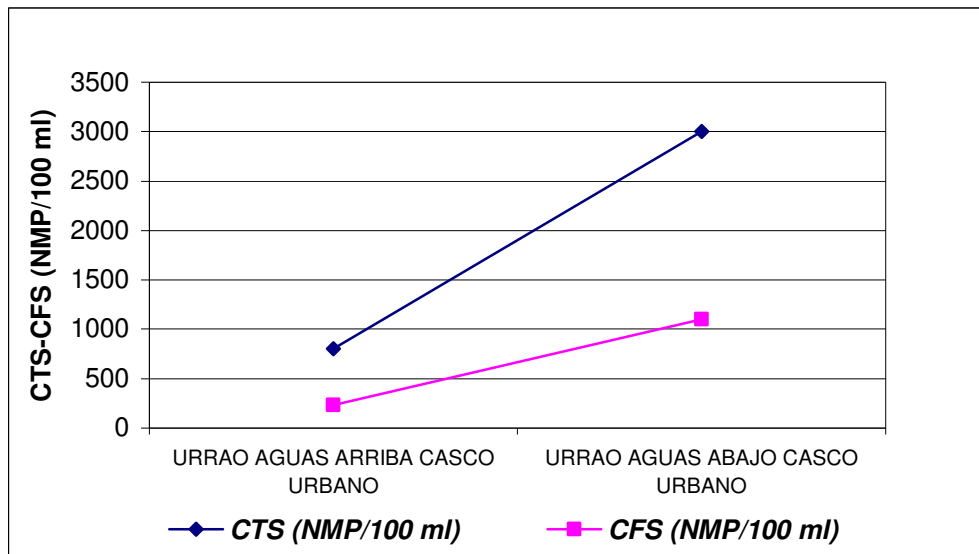


Figura 1. Variación de los coliformes totales (CTS) y fecales (CFS) en los dos puntos del tramo urbano del río Penderisco.

El casco urbano del municipio de Urrao tiene un tamaño poblacional medio, y sus descargas no son tan elevadas como para evitar que no se den los procesos de oxigenación de la materia orgánica producto de estas. Esto se ve reflejado en las altas concentraciones de oxígeno en los dos puntos muestreados de este tramo (7.3 y 7.05 mg/l) y sus bajos valores de DBO (3.3 y 1.8 mg/l) encontrados en la (figura 2). El abundante oxígeno es producto de la adecuada tasa de reoxigenación del agua y al tener niveles de temperatura relativamente bajos permiten una mayor retención del gas.

Se nota una mayor carga de DBO al inicio del tramo, lo que demuestra que la capacidad de autodepuración del río Penderisco es muy elevada asociada directamente con las características de oxígeno, caudal y temperatura, antes mencionadas.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

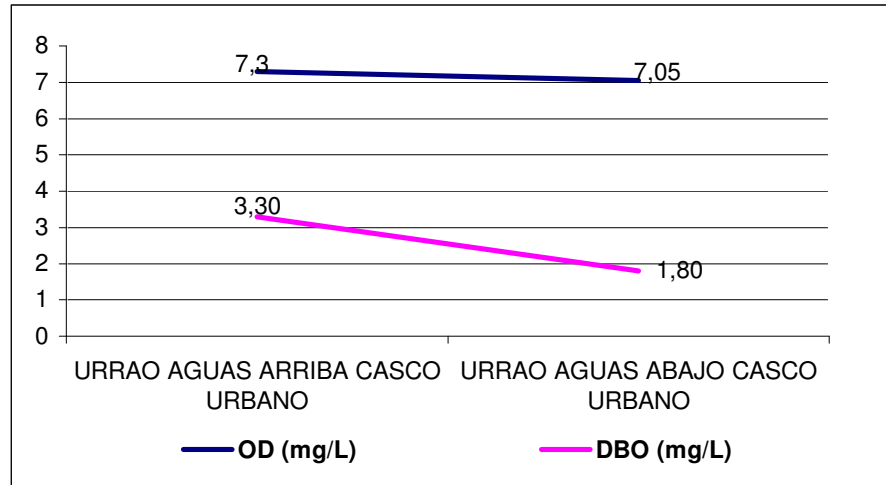


Figura 2. Variaciones del oxígeno disuelto (OD) y de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en los dos puntos del tramo urbano del río Penderisco.

Los sólidos suspendidos totales representan uno de los componentes principales de contaminación del Penderisco, su concentración es alta en ambos puntos del tramo (Figura 3), como consecuencia de esto se aprecia una alta turbiedad en las aguas del río (260 y 230 NTU) respectivamente para los puntos anterior y posterior al tramo del casco urbano de Urrao. Estos valores están determinados por el aporte de aguas residuales domésticas y por la fuerte corriente y gran caudal del río que favorecen los procesos erosivos y transporte de sedimentos. No obstante en el monitoreo realizado, se presenta una concentración menor de los sólidos suspendidos.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

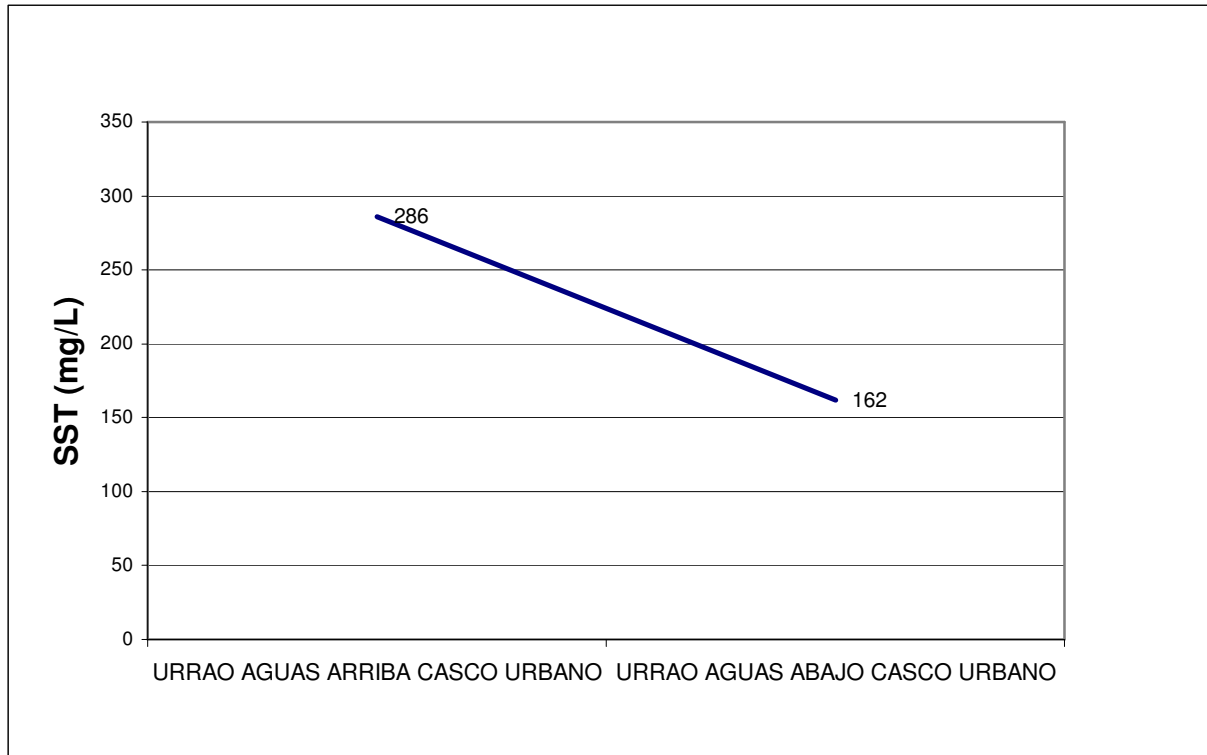


Figura 3. Variaciones de los sólidos suspendidos totales a través del río Penderisco.

Por otro lado, los valores del pH son 7.3 unidades (Figura 4), por lo que el agua es neutra. Estos niveles tan estables de pH nos indica que no hay fuertes reducciones de carbonatos por procesos de oxidación de la materia orgánica, ni aportes de elementos aumenten niveles de basicidad.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

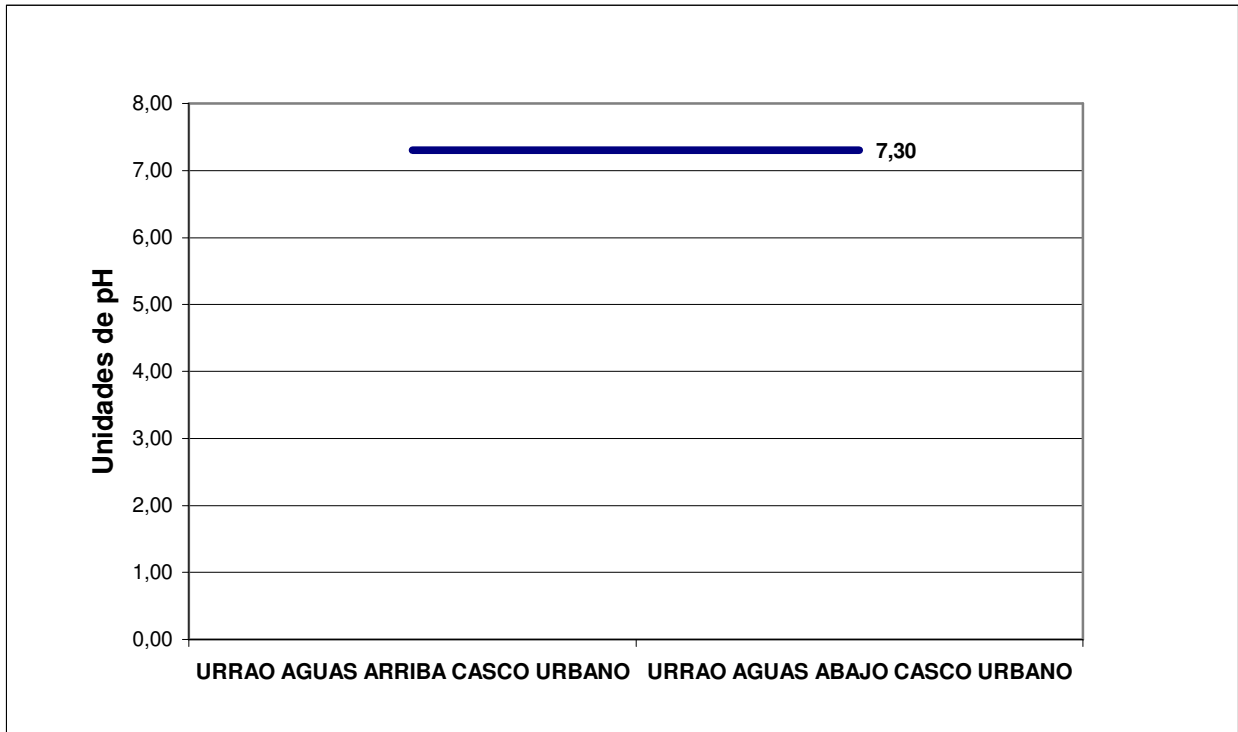


Figura 4. Variaciones del pH a través del río Urrao

En cuanto a los valores de los índices de contaminación (Figura 5), se puede destacar que los más altos valores los obtuvo el ICOSUS como resultado de la alta concentración de los sólidos suspendidos totales ya descrita. El ICOMO muestra un leve aumento en el punto aguas abajo del tramo urbano del río, tal como sucede con los coliformes totales. Por su parte el ICOMI muestra niveles bajos y estables.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

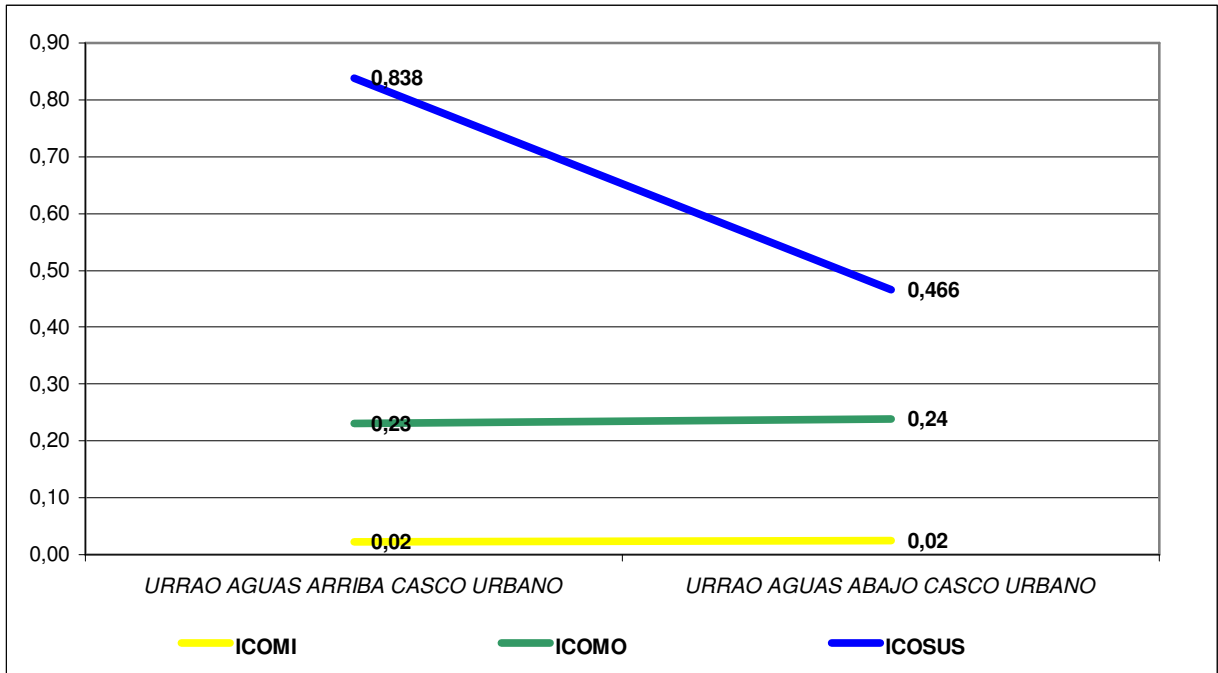


Figura 5. Variación de los índices de contaminación por minerales (ICOMI), materia orgánica (ICOMO) y sólidos suspendidos (ICOSUS) a través del río Penderisco.

Los valores del ICA muestran que la calidad del agua del río Penderisco es media en el tramo urbano del municipio Urrao. Este y los demás índices calculados, evidencian que el casco urbano actualmente no tiene mayor influencia en el deterioro de la calidad del agua del río Penderisco.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

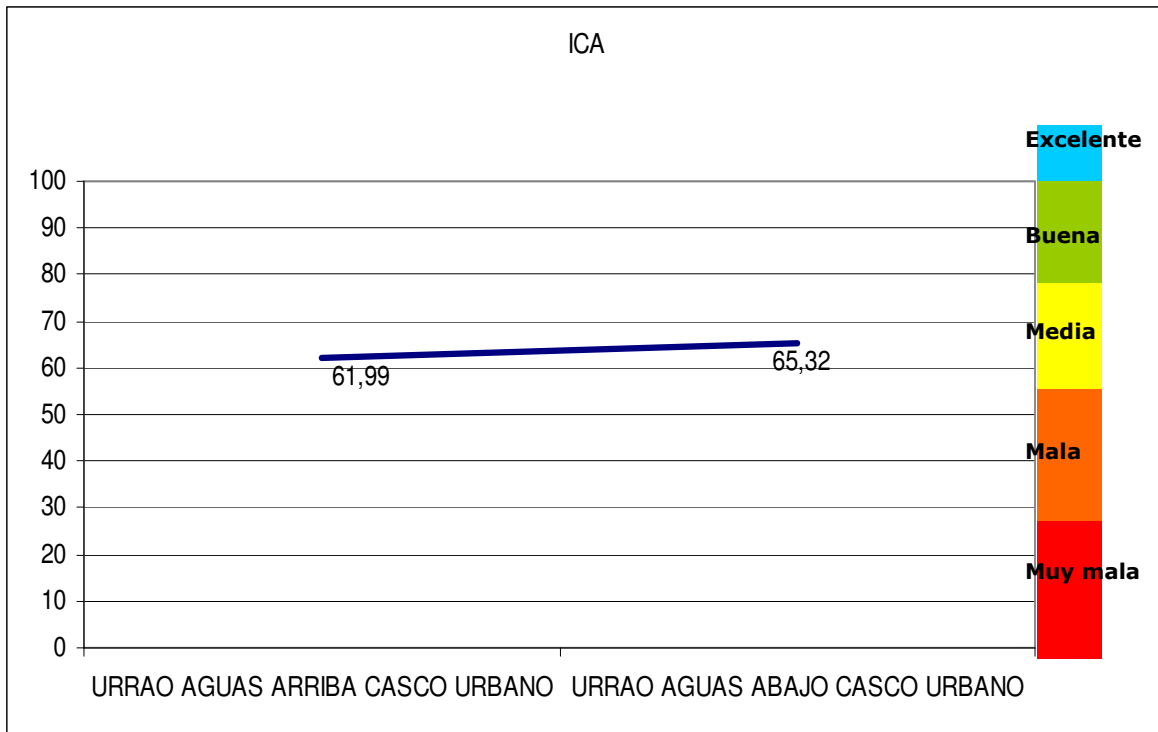


Figura 6. Variación del índice de calidad del agua (ICA) a través del río Sucio.

5. USOS, CRITERIOS Y OBJETIVOS DE CALIDAD

Se desarrollaron y establecieron los objetivos de calidad en el tramo Urbano del río Penderisco como sistema receptor de los vertimientos realizados en la cabecera urbana del Municipio de Urrao. En el tramo de la corriente evaluada 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 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).

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAAO
2008**

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 el tramo evaluado del río Penderisco 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 DBO₅ y de los sólidos suspendidos principalmente.

Tabla 6. Objetivos de calidad para el río Penderisco

Parámetro	Índice			Objetivo de calidad
	Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado (técnica/ factible)	
TRAMO			Tramo Urbano (Uraao)	
USO POTENCIAL PREDOMINANTE			Paisajístico	
OD (mg/l)	7.3	≥4,0	≥4,0	≥6
DBO₅ (mg/l)	3.3	DBO ₅ ≤ 5,0	DBO ₅ ≤5	DBO ₅ ≤5,0
SST (mg/l)	286	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	200
pH (unidad pH)	7.3	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)	230	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 2.000
Olores ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Grasas y aceites (mg/l)	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Material flotante (Perceptible a la vista)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

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 Penderisco en septiembre 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:

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAO
2008**

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

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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

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 ₉₆ , 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 río Penderisco (Tabla 11).

Tabla 11. Modelo de simulación de la capacidad de carga del **tramo urbano (Urrao) del río Penderisco.**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Tramo	Urbano (Urrao)		
Caudal del río	m ³ /seg.	87,700	Medido en campo
Caudal del río	m ³ /h	315720	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto (Ca)	mg/L	7,3	Medido en campo
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	3.3	Evaluada en laboratorio

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAAO
2008**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	286	Evaluados en laboratorio
Coliformes Fecales	NMP/100ml	230	Evaluados en laboratorio
Coliformes Totales	NMP/100ml	800	Evaluados en laboratorio
pH	Unid de PH	7,30	Evaluado en laboratorio
Temperatura	°C	20,2	Medida en campo
CÁLCULOS SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO			
C_s 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
C_c concentración mínima aceptable de oxígeno disuelto	mg/L	6	Deseado según criterios técnicos para proyectarlo en el tramo
D_a déficit inicial de Oxígeno disuelto	mg/L	1,9	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba
D_c déficit de saturación O ₂ final	mg/L	3,2	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado
D_a/D_c	adimensional	0,59	Cociente entre el déficit inicial de Oxígeno Disuelto y el Déficit de Saturación de Oxígeno
K_r Tasa de remoción de la DBO	K ₁ tabla	0,80	Dato de la tabla 5, sobre tasa de remoción de la DBO a 20 °C, para caudales inferiores a 20 m ³ /s, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas
K_r Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	K ₁	0,81	Corrección por temperatura ($k_1=(k_1)_{20}*\theta^{T-20}$) . θ tiene un rango entre 1.01 y 1.075, se utilizó el dato medio (1.043)
K₂ Tasa de reoxigenación	K ₂ 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 Penderisco de aguas rápidas y de cauce profundo, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas.
K₂ Tasa de reoxigenación (Ajustada a la temperatura)	K ₂	0,67	Corrección por temperatura ($k_2=(k_2)_{20}*\theta^{T-20}$) . θ tiene un rango entre 1.024 y 1.028, se empleo el dato medio (1.026)

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAO
2008**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
f constante de auto purificación del cuerpo de agua	adimensional	0,83	Cociente entre la constante de reoxigenación (k_2) y la constante de remoción de la DBO (k_r)
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 déficit de Saturación de Oxígeno final
La concentración de DBOu inmediatamente después del punto de descarga	mg/L	4,8	Despeje de la formula
DBOu máxima carga orgánica admisible por unidad de tiempo	Kg/h	473,58	DBO a los 20 días, se obtiene el dato mediante calculo matemático, es de un 70 a 80% mayor que la DBO ₅
DBO₅ Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	Kg/h	355,19	La DBO ₅ es aproximadamente el 75% de la DBOu
DBO₅ (Máx permisible)	Kg/día	8524,44	Conversión de la DBO a 5 días
Factor Per Capita (DBO ₅)	Kg/persona/día	0,05	Utilizado por CORPOURABA en los procesos de tasas retributivas
Carga equivalente	personas	170488,80	Cociente entre la DBO ₅ Kg/día y el factor per. Cápita
Población actual	Personas	15.136	Población estimada para este tramo del río
Carga de DBO ₅ equivalente a la población actual	Kg/día	756,80	Este es la carga que genera la población actual del tramo (15136 personas), se observa que el río admite una carga muy superior a la que se le está aportando.
Saturación capacidad de carga del río	%	9%	Porcentaje de saturación de la capacidad de carga del río respecto a la población actual
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años	87,74	De seguir igual las condiciones, la simulación arroja como resultado que debe transcurrir un periodo de 87 años para que se supere el nivel de carga que el río pueda depurar.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAO
2008**

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

De acuerdo con el estado actual del río Penderisco, su capacidad de asimilación de la 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 la tabla 12.

Tabla 12. Acciones para alcanzar objetivos de calidad en el tramo urbano del Penderisco.

Meta	Acciones requeridas para lograrlo	Resultado de calidad esperado
Reducir olores ofensivos en las corrientes de agua (generación de ácido sulfhídrico H ₂ S).	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar sólidos flotantes. • Eliminar grasas y aceites orgánicos. • Eliminar depósitos de lodos orgánicos. • Colectar e interceptar la carga orgánica, llevarla por fuera del área de influencia del tramo evaluado. • Reducir el 70% de los sólidos suspendidos totales y la DBO. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de los olores ofensivos. • Concentración de oxígeno disuelto superior a 6 mg/l en periodo seco. • Reducción de la carga en DBO vertida.
Eliminar los sólidos flotantes desagradables a la vista, tales como grasas, materia fecal, natas y residuos sólidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de colectores, interceptores, hasta sitios predeterminados para su posterior tratamiento. • Construcción de sistemas de pretratamiento de aguas residuales. • Procesos de educación continuada a la comunidad • Limpieza periódica de las orillas del río con adecuada disposición de los residuos recolectados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de los sólidos flotantes en el cuerpo de agua. • Reducción de la carga orgánica aportada a las fuentes. • Incremento del oxígeno disuelto en las corrientes de agua. • Mejoramiento paisajístico, estético y visual de las corrientes de agua.
Mantener y elevar los niveles de oxígeno disuelto en el río.	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección y tratamiento de los vertimientos de aguas residuales domésticas. • Adecuado manejo y disposición final de lodos resultantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de los niveles de oxígeno en el cuerpo de agua. • Reducción en un 80% de la carga de DBO₅ en los diferentes tramos del río.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAAO
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"> • Construcción de colectores e interceptores y sistema de tratamiento primario y secundario. • Conservación de áreas de retiro 	• 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 el tramo analizado en la corriente de agua.

Como se puede apreciar en la tabla 13, la carga de DBO actual no sobrepasa la carga admisible, por lo que la capacidad de depuración del tramo de la corriente de agua receptora no se ha excedido. De esta manera el modelo de simulación presenta porcentajes de reducción negativos.

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

Nivel de O ₂ disuelto	Carga Admisible		Carga Actual		Necesidad De Reducción	
	Kg DBO _u /día	Kg DBO ₅ /día	Kg/día DBO actual	%	Kg/día DBO ₅	%
0,5	11365,92	8524,44	757	2%	-7767,4	-1026,08
1,0	111689,11	83766,83	757	0%	-83009,8	-10965,63
1,5	103354,10	77515,57	757	0%	-76758,6	-10139,84
2,0	83016,68	62262,51	757	0%	-61505,5	-8124,90
2,5	75515,17	56636,38	757	0%	-55879,4	-7381,69
3,0	68013,67	51010,25	757	0%	-50253,2	-6638,47
3,5	60512,16	45384,12	757	2%	-44627,1	-5895,26
4,0	53010,65	39757,99	757	2%	-39001,0	-5152,05
4,5	45509,14	34131,86	757	2%	-33374,9	-4408,83
5,0	38007,64	28505,73	757	3%	-27748,7	-3665,62
5,5	19852,47	14889,36	757	5%	-14132,4	-1866,89
6,0	11365,92	8524,44	757	9%	-7767,4	-1026,08
6,5	3637,09	2727,82	757	28%	-1970,8	-260,35
7,0	-5001,00	-3750,75	757	-20%	4507,8	595,48

8. CONCLUSIONES

Las características hidrológicas del río Penderisco dan a esta corriente una buena capacidad de depuración de la carga orgánica que es vertida por el casco urbano del Municipio de Urrao. El mantenimiento de buenos caudales aun en época de estiaje, la turbulencia y la temperatura media sus aguas, permiten su reaireación constante, retenimiento de oxígeno y la oxidación de la materia orgánica, manteniendo valores bajos de DBO.

No obstante, para mantener las condiciones de su calidad es necesario desarrollar en el corto, y mediano, 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 capacidad de asimilación de la materia orgánica que tiene el tramo evaluado en el río Penderisco, las recomendaciones dadas se someten a las prioridades de inversión señaladas, sin dejar de lado la necesidad de no aumentar el número de vertimientos a la corriente, 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 del río Penderisco indican que Urrao puede llegar a saturar la capacidad de depuración del tramo asociado en un promedio de 87 años, para mantener el oxígeno disuelto por encima de 6 mg/l que constituye uno de los principales objetivos de calidad se requiere seguir regulando los vertimientos de forma mas eficiente.

La carga de DBO generada por la población del casco urbano de **Urrao** se encuentra en un 9% de la capacidad de admisión que tiene el tramo correspondiente. La carga actual de DBO es de 756.80 kg/día vertidos diariamente (según seguimientos registrados para los vertimientos). Según el modelo se necesitaría el aporte de 170.488 personas para llegar a saturar el río.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

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.

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 14. Acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazo en el tramo **Urbano del río Penderisco**

TRAMO	PLAZO	ACCIONES
Inicial Urbano: Urrao	Corto	<ol style="list-style-type: none">1. Continuar actividades de recuperación y conservación de la cuenca alta del río Penderisco, buscando la sostenibilidad del recurso hídrico.2. Diseñar e invertir en proyectos de solución de procesos erosivos y reforestación de conservación y protección.3. Controlar la extracción de material de arrastre del río.4. Establecer las distancias y áreas de retiro, así como las zonas de conservación las cuales se deben delimitar claramente.5. Realizar procesos de educación y sensibilización en torno al agua y al manejo de residuos sólidos.6. Realizar actividades tendientes a la disminución de los sitios o puntos de vertimiento del casco urbano de Urrao.7. Optimizar la planta de tratamiento de aguas residuales construida y garantizar la cobertura de alcantarillado al menos en un 90%

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO PENDERISCO
MUNICIPIO DE URRAO
2008**

TRAMO	PLAZO	ACCIONES
	Mediano	<ol style="list-style-type: none">1. Mantener en un 100% la cobertura del alcantarillado en el casco urbano de Urrao.2. Garantizar que el 100% de las aguas residuales sean llevadas a la planta de tratamiento3. Complementar y optimizar la planta de tratamiento a fin de alcanzar una eficiencia mayor al 80% en la reducción de la carga contaminante.4. continuar con programas de educación sobre el adecuado uso del agua y el correcto manejo de los residuos sólidos.
	largo plazo	<ol style="list-style-type: none">1. Mantener las condiciones de cobertura en alcantarillado y acueducto, además de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales.2. Continuar los programas de educación sobre el adecuado uso del agua y el correcto manejo de los residuos sólidos.

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 PENDERISCO
MUNICIPIO DE URAAO
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.