

**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**

**CUENCAS RÍO PEQUE Y QUEBRADA SAN JUAN
MUNICIPIO DE PEQUE**

**Unidad de Aguas
Subdirección de Gestión y Administración Ambiental
000195**

FEBRERO 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

ARBÉY MOLINA
Subdirector Jurídico y Administrativo

Equipo Técnico

JUAN FERNANDO GOMEZ CATAÑO
Ingeniero Sanitario

ANDRES FELIPE LOPEZ GONZALEZ
Ecólogo de Zonas Costeras

ALBERTO VIVAS NARVAEZ
Ingeniero Forestal

TABLA DE CONTENIDO

LISTADOS DE FOTOS.....	5
INTRODUCCIÓN	6
INTRODUCCIÓN	6
1. SISTEMAS HIDROLOGICOS	9
2. ORDEN DE PRIORIZACIÓN POR MUNICIPIOS	15
3. CLASIFICACIÓN DE USOS REALES Y POTENCIALES.....	17
4. TIPIFICACIÓN DE LA FUENTE, CRITERIOS DE CALIDAD Y CARGAS CONTAMINANTES DE ORIGEN PUNTUAL	20
5. USOS, CRITERIOS Y OBJETIVOS DE CALIDAD	30
6. SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RÍO PEQUE.....	32
7. CONCLUSIONES	42
8. RECOMENDACIONES	43
9. GLOSARIO DE TÉRMINOS	44
10. BIBLIOGRAFÍA.....	45

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Sistemas hidroecológicos de la jurisdicción de CORPOURABA	9
Tabla 2. Subsistemas hidrológicos en la jurisdicción de CORPOURABA	11
Tabla 3. Orden de prioridad por municipio de la jurisdicción para el manejo de aguas residuales domésticas.....	16
Tabla 4. Usos reales y potenciales por tramos en la cuenca del río Peque y la quebrada San Juan en el municipio de Peque.....	19
Tabla 5. Tipificación de los tramos del río Peque y la quebrada San Juan, fuentes de vertimientos líquidos puntuales.....	21
Tabla 6. Objetivos de calidad para el río Peque y la quebrada San Juan municipio de Peque.....	31
Tabla 7. Calidad de agua exigida por la <i>American Petroleum Institute</i>	32
Tabla 8. Calidad de aguas exigido por la Comisión para el control de la Contaminación del Agua de Nueva Inglaterra	33
Tabla 9. Calidad de aguas exigido por las normas U.S.A.	33
Tabla 10. Calidad de agua exigida en Colombia por el Decreto 1594 de 1984.....	33
Tabla 11. Modelo de simulación de la capacidad de carga del tramo inicial de la quebrada San Juan municipio de Peque	34
Tabla 12. Modelo de simulación de capacidad de carga para el río Peque.....	37
Tabla 13. Acciones para alcanzar objetivos de calidad en el río Peque y la quebrada San Juan.....	40
Tabla 14. Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el tramo urbano de la quebrada San Juan municipio de Peque.	41
Tabla 15. Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el tramo urbano del río Peque.	42
Tabla 16. Acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazo en los tramos analizados en el Río Peque y la quebrada San Juan.....	43

LISTADO DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de puntos de monitoreo en los ríos Peque y San Juan..... 18

LISTADOS DE FOTOS

Foto 1. Panorámica del casco urbano de Peque..... 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 Peque y La Quebrada San Juan como fuentes receptoras de aguas residuales en el municipio de Peque.

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

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

Los objetivos de calidad del recurso se requieren para la concertación y el establecimiento de las Metas de reducción de cargas de 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 recurso de acuerdo con el ordenamiento previo del mismo, se denominará

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

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

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

Clase I: Cuerpos de aguas que no admiten vertimientos

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

Pertenece a la clase I:

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

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

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

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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
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 DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
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 DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
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.

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

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 DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

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 .
	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 .

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

⁴ 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 DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

Sistema hidrológico/ Cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
	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 .
	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.

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 DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

Sistema hidrológico/ Cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
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 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 .

⁶ Caracterización limnológica de la cuenca del río Urrao. 1998

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

Sistema hidrológico/ Cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
5. Litoral	5.1 Río Turbo	La cuenca del río Turbo se encuentra localizada en su totalidad en la zona norte del municipio; posee una superficie aproximada de 150 km 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.

⁷ Tomado del POT del municipio de Turbo

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

Sistema hidrológico/ Cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
	5.2 Caños Veranillo, Puerto Tranca y Bahía de Turbo	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. 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.

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.

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 del cuerpo de agua receptor, porcentaje de cobertura de acueducto y alcantarillado y la relación entre ambas (Tabla 3).

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

El municipio de Peque se encuentra priorizado ocupando el doceavo entre los 19 municipios de la jurisdicción. También se encuentra en el puesto 93 entre los 125 municipios del Departamento de Antioquia y el 690 entre los 1084 municipios del País.

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

Ítem	Municipio	Prioridad a nivel Nacional	% cobertura acueducto	% cobertura alcantarillado	Relación cobertura acueducto y alcantarillado
1	Apartadó	150	100	62.1	37.9
2	Urrao	158	100	87.6	12.4
3	Cañasgordas	166	96	88	8.0
4	Carepa	168	86.7	76.5	10.2
5	Chigorodó	171	54	68.2	-14.2
6	San Pedro de Urabá	225	95	93.7	1.3
7	Frontino	317	97	87.8	9.2
8	Dabeiba	427	95	86.8	8.2
9	Turbo	522	56.21	36.60	19.61
10	San Juan de Urabá	560	82	8.5	73.5
11	Giraldo	605	86	84	2.0
12	Peque	690	96	95.3	0.7
13	Abriaquí	718	100	92.4	7.6
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

3. CLASIFICACIÓN DE USOS REALES Y POTENCIALES

Los criterios técnicos asumidos por el grupo de aguas de la Corporación, para la clasificación de usos reales y potenciales de la cuenca del río Peque y la quebrada San Juan, son los siguientes:

- El río Peque y la quebrada San Juan atraviesan en su recorrido el casco urbano del municipio de Peque, siendo receptores de la totalidad de aguas residuales generadas por la zona urbana de este municipio.
- Las aguas residuales que reciben estas dos corrientes no tienen ningún tratamiento para disminuir su carga contaminante y son múltiples los puntos de vertimientos que caen a estos, contaminando directamente en un tramo del río Peque y la quebrada San Juan.



Foto 1. Panorámica del casco urbano de Peque.

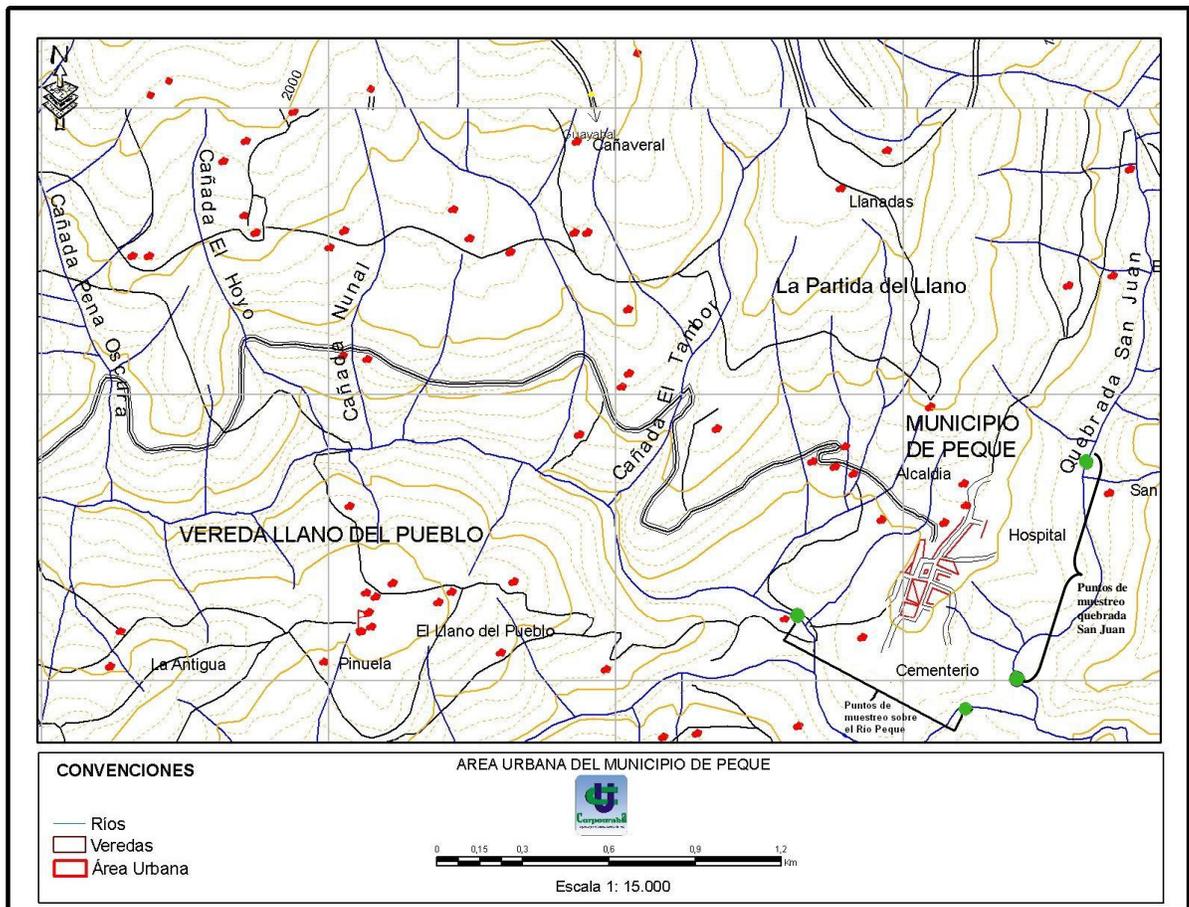
Se distinguen dos (2) tramos de análisis, los cuales se identifican en el Mapa 1.

Tramo Urbano Río Peque: Inicia aguas arriba del casco urbano de Peque y se extiende hasta un punto 100 metros después del último vertimiento del centro poblado. Este tramo alcanza una longitud de 366 m en sus márgenes se encuentran principalmente pastos empleados en

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

la producción ganadera, rastrojo alto y bajo, así como pequeñas áreas dedicadas a los cultivos agrícolas.

Tramo Urbano Quebrada San Juan: Inicia antes del centro del municipio de Peque y se extiende hasta un punto aguas abajo del poblado donde vierte al río Peque. El tramo tiene una longitud aproximada de 2.593 m y no pasa directamente sobre el casco urbano pero gran parte de la población vierte sus aguas residuales a este río, en sus márgenes se encuentran potreros ganaderos y rastrojos bajos.



Mapa 1. Ubicación de puntos de monitoreo en los ríos Peque y San Juan.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

En la Tabla 4 se indican los usos reales y potenciales en los tramos del río San Juan, de acuerdo con el análisis del grupo de aguas de la Corporación.

Tabla 4. Usos reales y potenciales por tramos en la cuenca del río Peque y la quebrada San Juan en el municipio de Peque.

Tramo	Usos de los recursos hídricos	Real	Potencial
Tramo Urbano Río Peque	1. Doméstico		
	2. Contacto primario	X	X
	3. Contacto secundario	X	X
	4. Transporte fluvial		
	5. Recreativo		
	6. Preservación y reproducción de flora y fauna		
	7. Pesca artesanal, deportiva e industrial		
	8. Riego		
	9. Agroindustrial		
	10. Paisajístico	X	P
	11. Transporte de aguas residuales y asimilación	P	X
Tramo Urbano Río San Juan (Peque)	1. Doméstico		
	2. Contacto primario	X	X
	3. Contacto secundario	X	X
	4. Transporte fluvial		
	5. Recreativo		X
	6. Preservación y reproducción de flora y fauna		
	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 fisicoquímicos y microbiológicos del río Peque y la quebrada San Juan corresponden a la información obtenida en el monitoreo efectuado por el grupo de aguas de la Corporación en octubre de 2007. Adicionalmente se emplean los datos de caudal obtenidos mediante el aforo de estas fuentes en la misma época.

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 2003-2005 y del atlas veredal de Antioquia 2006.

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

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

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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

En la Tabla 5 se presenta la información correspondiente a la calidad del agua en el río San Juan y Peque, datos del monitoreo realizado por la Unidad de Aguas de CORPOURABA en octubre de 2007.

Tabla 5. Tipificación de los tramos del río Peque y la quebrada San Juan, fuentes de vertimientos líquidos puntuales

SISTEMA: quebrada San Juan municipio de Peque										
Número de habitantes									1.606	
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 Peque. En este caso las aguas residuales domésticas llegan a la quebrada San Juan y al río Peque sin ser sometidas a tratamiento para la disminución de su carga orgánica contaminante.								
Carga doméstica vertida (Kg/día)										
DBO (Kg/día)					SST (Kg/día)					
80.3					64.24					
Calidad del vertimiento										
Tramo	Q (m ³ /s)	Longitud (m)	T °C	pH	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	SST (mg/l)	CTS (NMP 100ml)	CFS (NMP 100ml)	
Punto inicial del Tramo Urbano (antes del Pueblo)	1,15428	2.593	18.1	8,3	7.88	1.2	60	1100	140	
Punto Final Tramo Urbano (después del pueblo)	1,30393		21	8.69	7.64	1.4	82	3300	1300	

SISTEMA: Río Peque										
Municipio de Peque										
Número de habitantes									1.606	
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 Peque. En este caso las aguas residuales domésticas llegan a la quebrada San Juan y al río Peque sin ser sometidas a tratamiento para la disminución de su carga orgánica contaminante.								
Carga doméstica vertida (Kg/día)										
DBO (Kg/día)					SST (Kg/día)					
80.3					64.24					
Calidad del vertimiento										

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

Tramo	Q (m ³ /s)	Longitud (m)	T °C	pH	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	SST (mg/l)	CTS (NMP 100ml)	CFS (NMP 100ml)
Punto inicial Tramo urbano (antes del pueblo)	0,30888	366	20.9	7.4	7.2	1.2	10	3300	700
Punto final Tramo urbano (después del pueblo)	0,485162		20.3	8.06	7.16	1.6	52	28000	1700

Es notable que la contaminación microbiológica está mas acentuada en el río Peque que en la quebrada San Juan, los valores de los coliformes totales y fecales incrementan como es de esperarse cada vez que el río atraviesa los asentamientos humanos, sin embargo este incremento sobre todo en coliformes fecales no es muy elevado, de modo que no exceden el criterio de calidad para consumo doméstico (2.000 NMP/100 ml), por lo que se requiere implementar medidas para evitar que estos aumenten por encima de los niveles encontrados. Los coliformes fecales también provienen del material ruminal generado por el ganado que pasta a orillas de ríos, el cual puede tener una influencia considerable en aquellos sectores donde estos animales tienen acceso directo a la corriente de agua, donde los establos y encierros se encuentran en sus orillas.

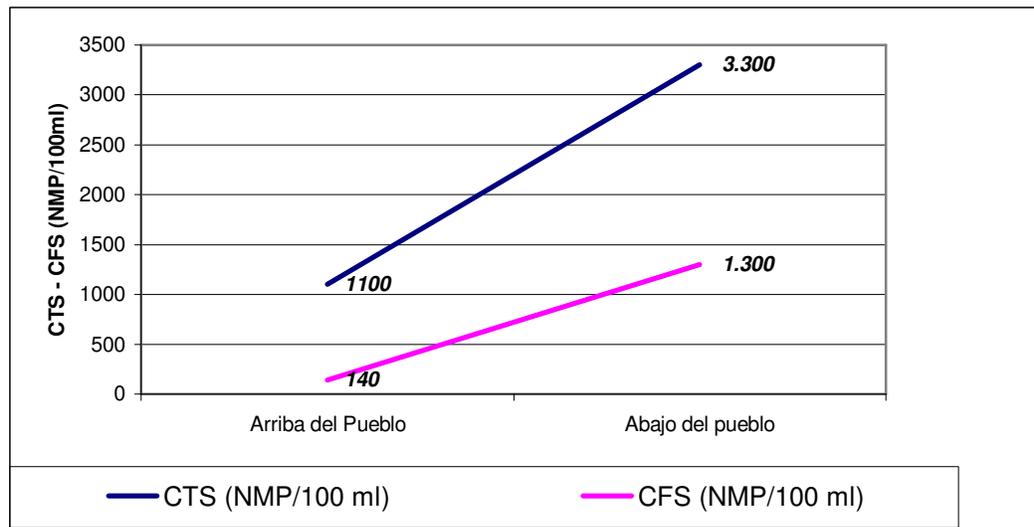


Figura 1. Variaciones de los coliformes totales (CTS) y fecales (CFS) a través de la quebrada San Juan municipio de Peque.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

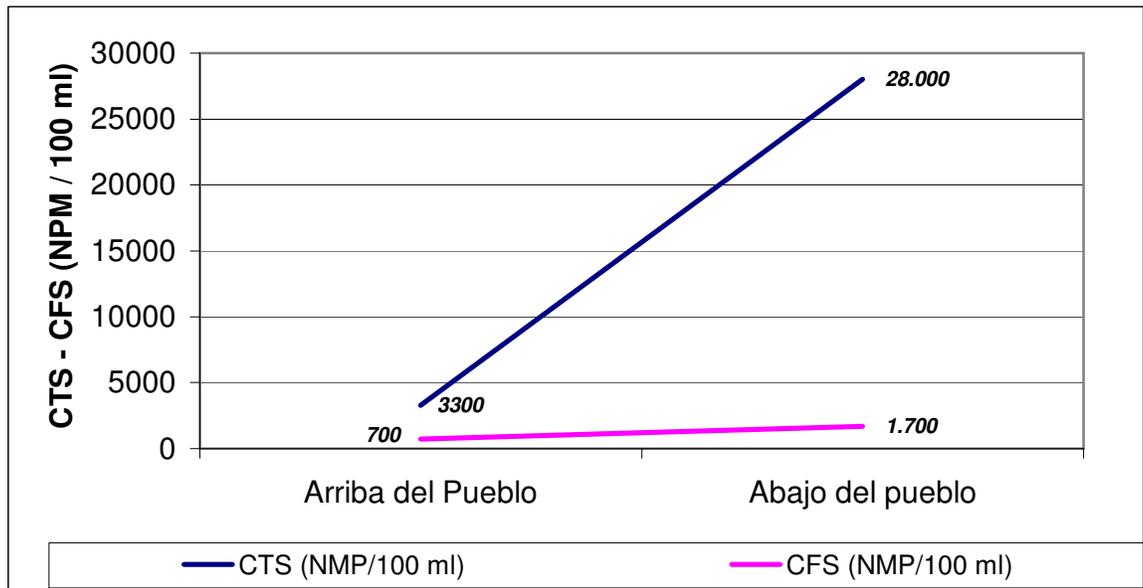


Figura 2. Variaciones de los coliformes totales (CTS) y fecales (CFS) a través del río Peque.

En general los valores del oxígeno disuelto son aceptables en los tramos urbanos de los dos ríos pues se encuentra muy por encima de 4 mg/l , concentración adecuada para el desarrollo de la fauna acuática y la depuración de la materia orgánica. En ambos casos el oxígeno disminuye levemente después del casco urbano por los aportes de aguas servidas de este. Esta pequeña disminución de oxígeno después del casco urbano tiene una influencia directa en el aumento de la DBO en los tramos post-urbanos condición que se cumple para ambos ríos y que se evidencia claramente en las (figuras 3 y 4).

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

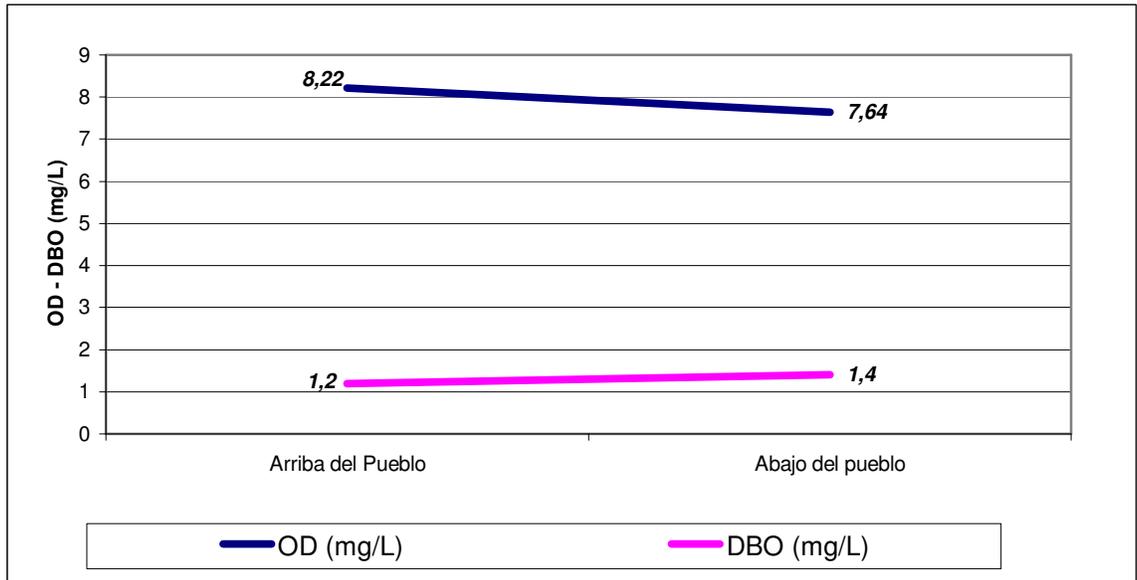


Figura 3. Variaciones de los coliformes totales (CTS) y fecales (CFS) a través de la quebrada San Juan

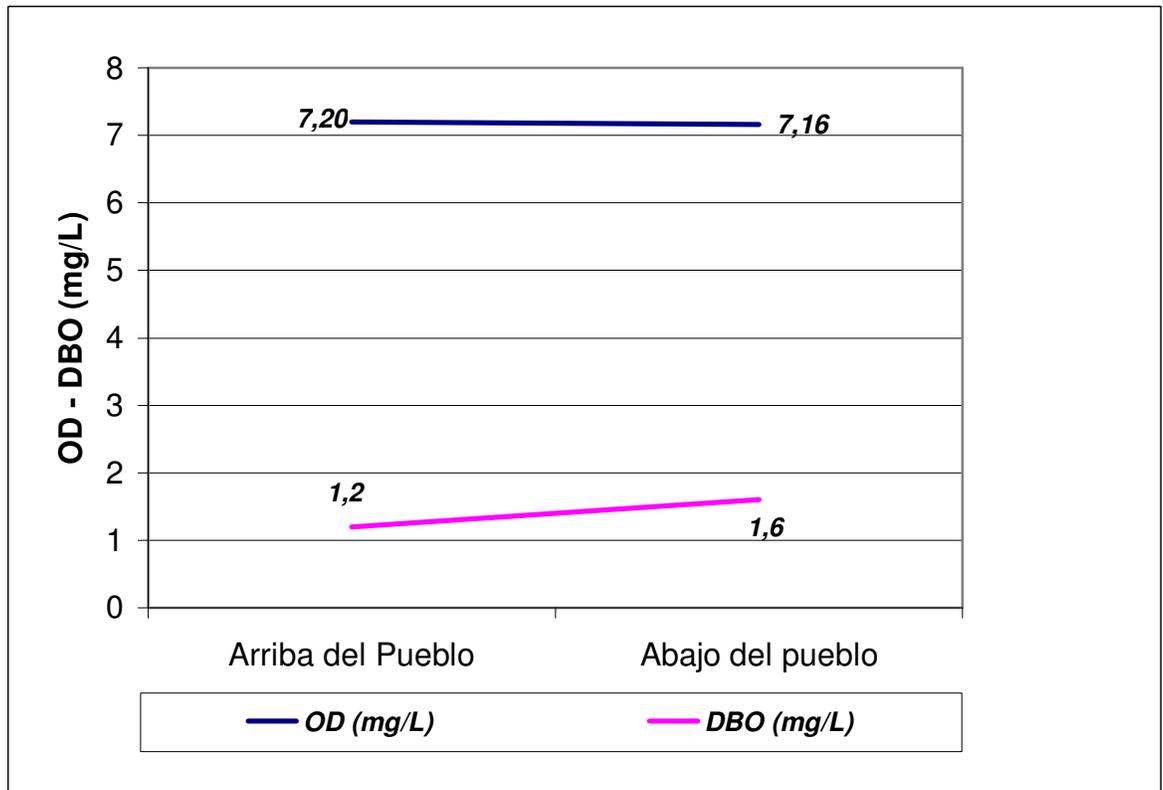


Figura 4. Variaciones del oxígeno disuelto (OD) y de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) a través del río Peque.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

Los sólidos suspendidos tienen un comportamiento similar al de la DBO que se incrementa después de los vertimientos del casco urbano del municipio de Peque, son incrementos moderados que se pueden apreciar en las figuras 5 y 6 estos niveles de sólidos suspendidos sugieren una calidad media de las fuentes analizadas.

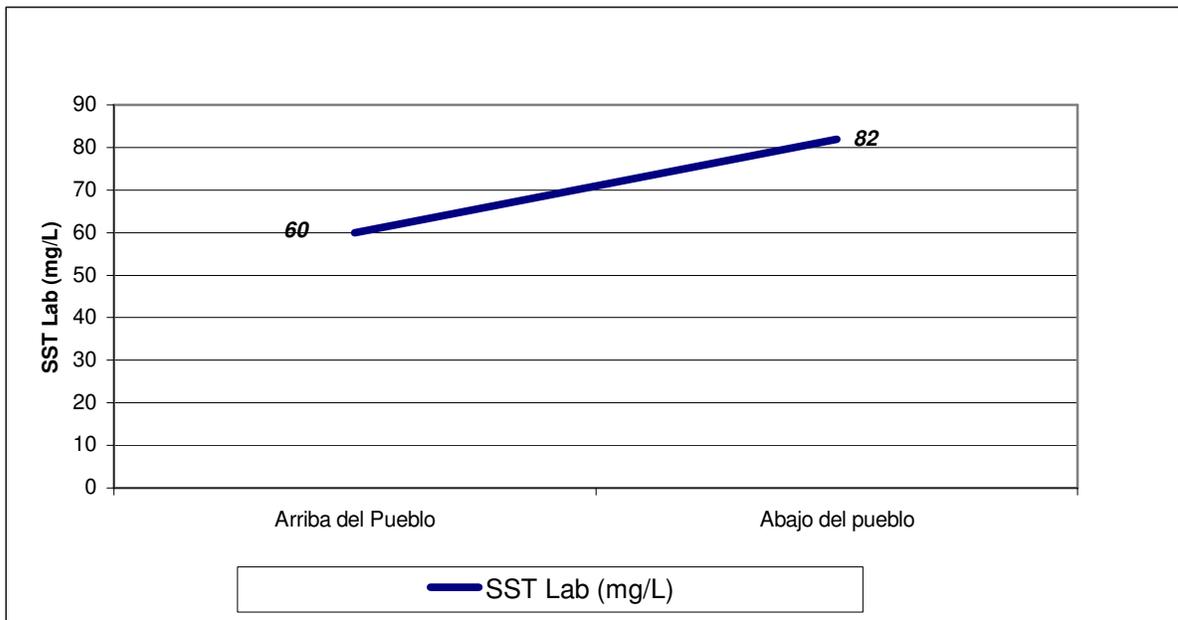


Figura 5. Variaciones de los sólidos suspendidos totales a través de la quebrada San Juan.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

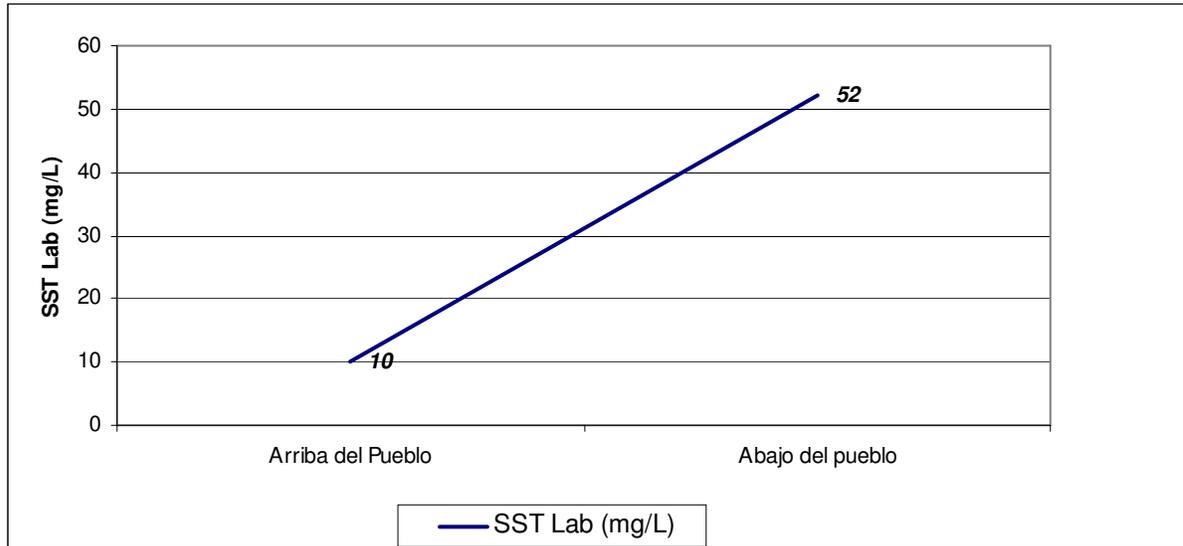


Figura 6. Variaciones de los sólidos suspendidos totales a través del río Peque.

Los valores del pH tienden a ser básicos, en ambas corrientes se encuentran por encima de 7,4 (Figura 7 y 8) este hecho evidencia que los procesos oxidativos de la materia orgánica no son muy abundantes permitiendo inferir una moderada contaminación de estas fuentes hídricas.

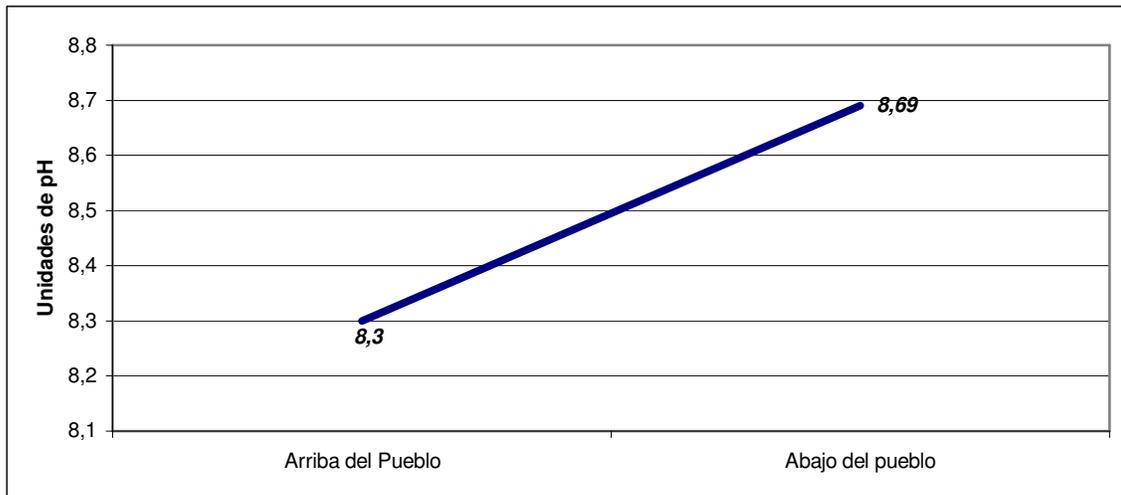


Figura 7. Variaciones del pH a través de la quebrada San Juan

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

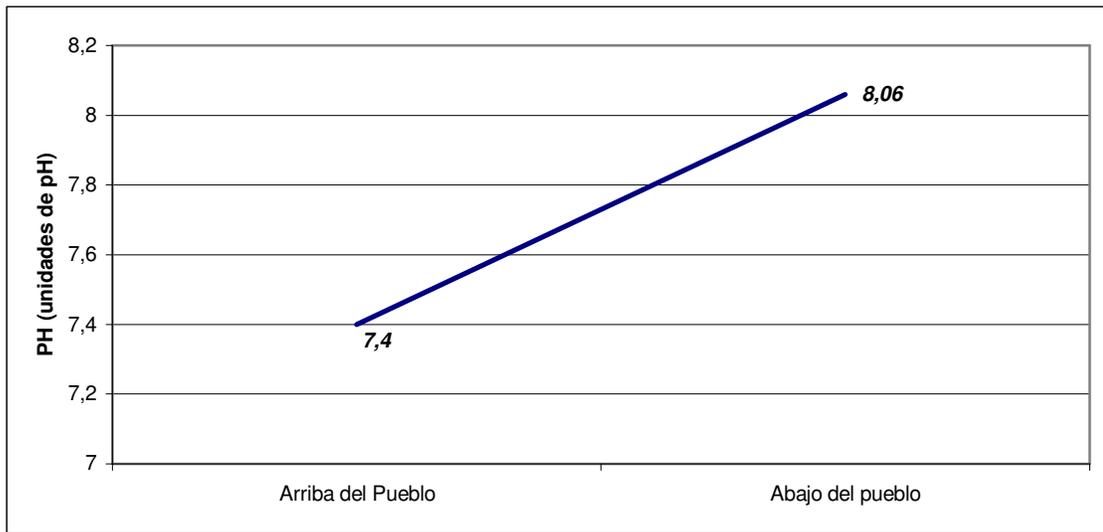


Figura 8. Variaciones del pH a través del río Peque

En cuanto a los valores de los índices de contaminación (Figura 10), el ICOMI muestra los mayores valores, siendo más elevados en la quebrada San Juan que en río Peque, en ambos ríos se evidencia un incremento después de la descarga urbana. Sin embargo también muestran un grado de contaminación por mineralización abundante antes de la cabecera, debido a las características del lecho de ambos sistemas que es bastante rocoso lo cual nos permite tener una elevada dureza, alcalinidad y por ende conductividad.

El índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) muestra su mayor valor en el río Peque después de su paso por el área urbana, esto debido a que el río Peque posee la mayor presión frente a las descargas con respecto a la quebrada San Juan, que tiene una cantidad menor de vertimientos de aguas residuales del casco urbano. Este proceso se evidencia en los valores expuestos en las (figuras 9 y 10) donde el (ICOMO) aumenta casi al doble en el río Peque después del vertimiento urbano, mientras que la quebrada San Juan aumenta levemente.

Los valores del índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) son más bajos en el río Peque que en la quebrada San Juan, al parecer esto tiene una incidencia directa de los procesos erosivos mas evidentes en la quebrada San Juan que en el río Peque.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

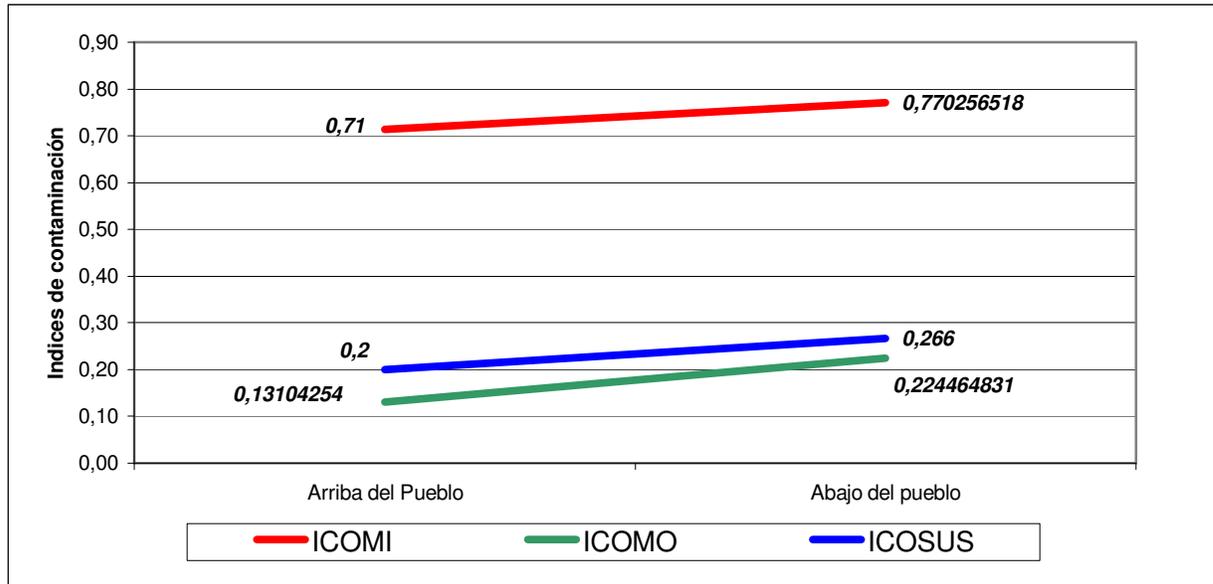


Figura 9. Índices de contaminación por minerales (ICOMI), materia orgánica (ICOMO) y sólidos suspendidos (ICOSUS) en la quebrada San Juan.

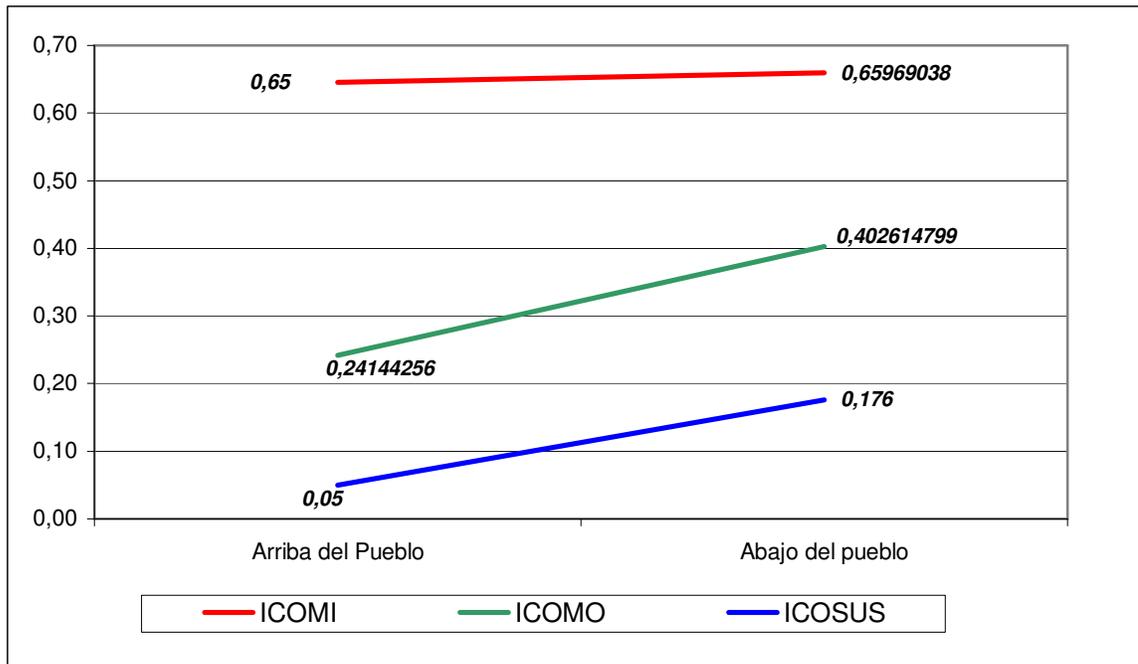
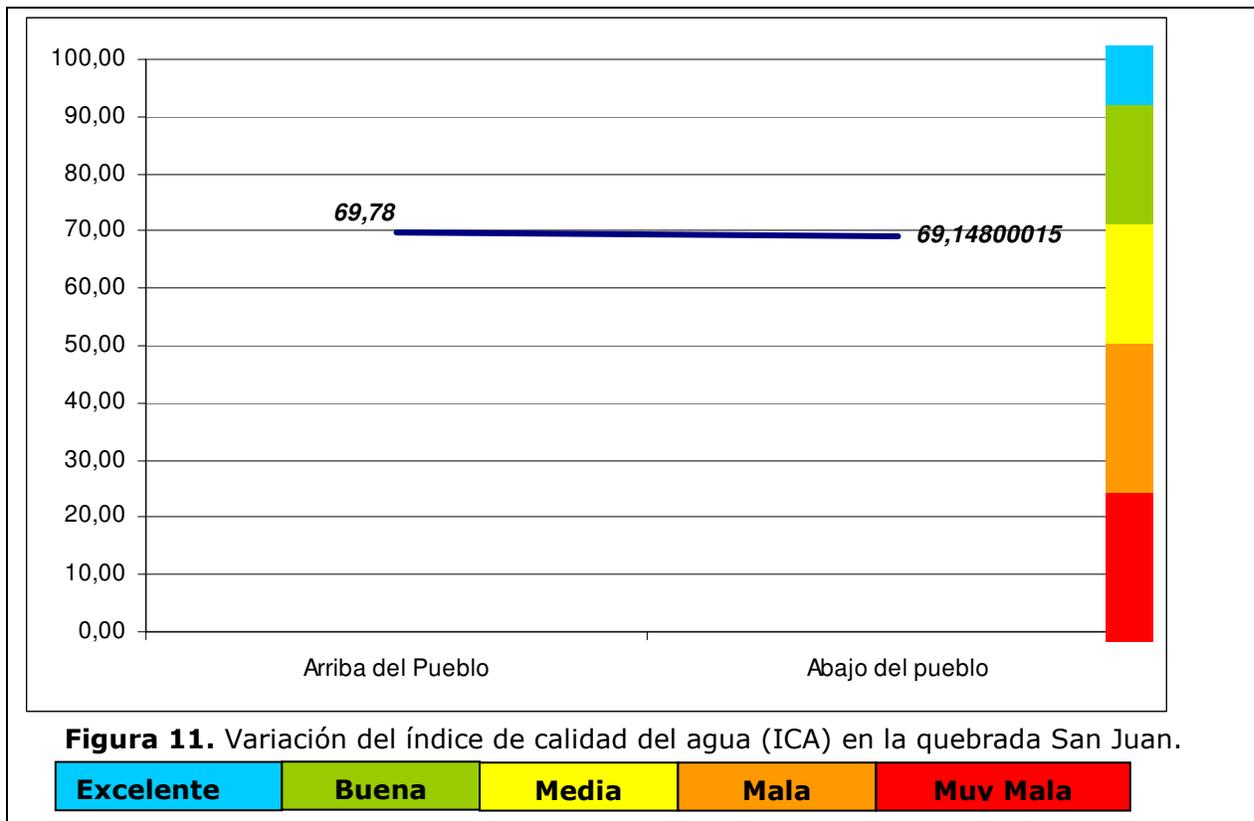


Figura 10. Índices de contaminación por minerales (ICOMI), materia orgánica (ICOMO) y sólidos suspendidos (ICOSUS) en el río Peque.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

Los valores del índice de calidad del agua (ICA) permanecen en la categoría media a través del tramo urbano de la quebrada San Juan y el río Peque. Este índice no tiene aumentos ni descensos significativos en el tramo urbano analizado para los dos ríos como resultado del vertimiento de las aguas residuales domésticas en el asentamiento humano y por ende podemos asumir una capacidad de depuración del río adecuada, lo que permite tener una calidad media (con tendencia a buena) de las aguas de las dos fuentes monitoreadas.



**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

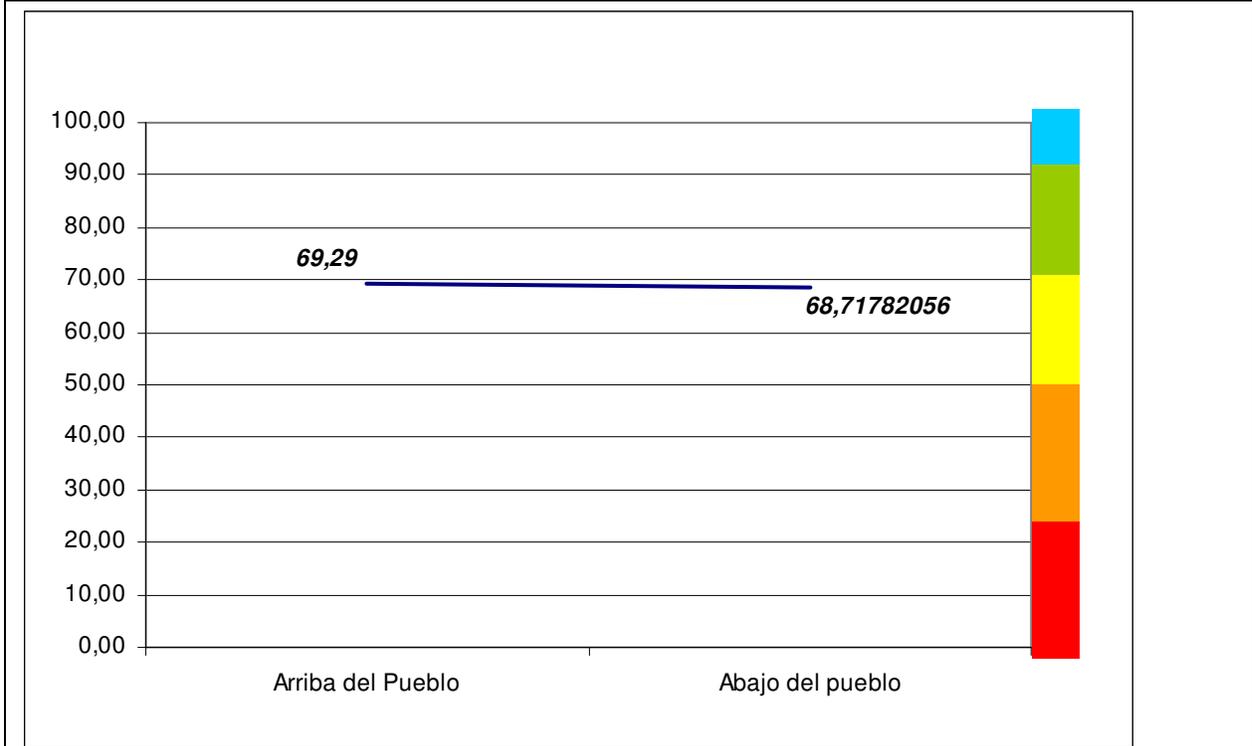


Figura 12. Variación del índice de calidad del agua (ICA) en el río Peque.



5. USOS, CRITERIOS Y OBJETIVOS DE CALIDAD

Se desarrollaron y establecieron los objetivos de calidad en el tramo urbano de la quebrada San Juan y el río Peque como sistemas receptores de los vertimientos del asentamiento humano relacionado. En los tramos 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 2 y 4 mg/l es adecuada para el desarrollo de las diferentes especies que se encuentran en estas corrientes.

De acuerdo con el PLAN DECENAL DE AGUAS RESIDUALES, el municipio Peque ha sido priorizado para la inversión en saneamiento urbano en los próximos 10 años, indicando que necesariamente se deberá remover al

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

menos el 50% de la carga de DBO₅. Esto implica el desarrollo de sistemas de tratamiento preliminar para remover el 100% de los elementos flotantes, así como gran parte de los sólidos suspendidos.

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.

Ya se ha mencionado que en el caso de las corrientes o tramos donde el uso predominante es la asimilación y transporte de aguas residuales domésticas, 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, la reducción de la carga de DBO₅ y de los sólidos suspendidos principalmente.

Tabla 6. Objetivos de calidad para el río Peque y la quebrada San Juan municipio de Peque.

Parámetro	Índice			Objetivo de calidad
	Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado (técnica/ factible)	
TRAMO			Tramo urbano quebrada San Juan	
USO POTENCIAL PREDOMINANTE			Paisajístico	
OD (mg/l)	7.88	≥4,0	≥4,0	≥6,0
DBO₅ (mg/l)	1.2	DBO ₅ ≤ 5,0	DBO ₅ ≤5	DBO ₅ ≤5,0
SST (mg/l)	60	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	50
pH (unidad pH)	8.3	4,5 – 9,0	4,5 – 9,0	4,5 – 9,0
T (°C)	18.1	± 5 °C temp. ambiente	± 5 °C temp. ambiente	± 5 °C temp. ambiente
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	140	≤ 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)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

Parámetro	Índice			Objetivo de calidad
	Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado (técnica/ factible)	
TRAMO			Tramo urbano Río Peque	
USO POTENCIAL PREDOMINANTE			Paisajístico	
OD (mg/l)	7.2	≥4,0	≥4,0	≥6,0
DBO₅ (mg/l)	1.2	DBO ₅ ≤5,0	DBO ₅ ≤5,0	DBO ₅ ≤5,0
SST (mg/l)	152	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	50
pH (unidad pH)	7,4	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0
T (°C)	20,9	± 5°C temp. ambiente	± 5°C temp. ambiente	± 5°C temp. ambiente
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	700	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 2.000
Olores ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Grasas y aceites (mg/l)	223	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Material flotante (Perceptible a la vista)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

6. SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RÍO PEQUE.

Para aplicar el modelo de simulación, se tuvieron en cuenta los resultados del monitoreo realizado en los ríos en octubre de 2007 y la literatura disponible sobre la calidad del agua exigida dependiendo de los usos del agua proyectados, estos se mencionan a continuación:

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

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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

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

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	-

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

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

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

A continuación se presenta la información correspondiente a la simulación de la capacidad de carga de cada uno de los tramos de la quebrada San Juan (Tabla 11).

Tabla 11. Modelo de simulación de la capacidad de carga del **tramo inicial** de la quebrada San Juan municipio de Peque

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Tramo	Tramo urbano quebrada San Juan Municipio de Peque		
Caudal del río	m ³ /seg	1,15428	Medido en campo
Caudal del río	m ³ /h	4155,408	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto (Ca)	mg/L	7,88	Medido en campo
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1,2	Evaluada en laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	60	Evaluados en laboratorio
Coliformes Fecales	NMP/100ml	140	Evaluados en laboratorio
Sustancias de Interés Sanitario	mg/L		Evaluados en laboratorio
Grasas y Aceites	mg/L		Evaluado en laboratorio

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Coliformes Totales	NMP/100ml	1100	Medida en campo
CÁLCULOS SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO			
Cs concentración de saturación de oxígeno	mg/L	9.5	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	1.62	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba.
Dc déficit de saturación O2 final	mg/L	3.5	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado.
Da/Dc	Adimensional	0.46	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 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.
Kr Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	Calculado	0.74	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	Tabla	0.46	Dato de la tabla 4, sobre la tasa de reaireación del agua a 20 °C, para las condiciones típicas del río san Juan de grandes cursos pero baja velocidad, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas.
K2 Tasa de reoxigenación (Ajustada a la temperatura)	K2	0.44	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).
f constante de auto purificación del cuerpo de agua	Adimensional	0.59	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

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
			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 inmediatamente después del punto de descarga	mg/L	4.55	Despeje de la formula
DBOu máxima carga orgánica admisible por unidad de tiempo	Kg/h	13.92	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	10.44	La DBO5 es aproximadamente el 75% de la DBOu.
DBO5 (Máx permisible)	Kg/día	250.57	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	5011.42	Cociente entre la DBO5 Kg/día y el factor per cápita
Población actual	Personas	803	Población estimada para este tramo del río
Carga de DBO5 equivalente a la población actual	Kg/día	40	Este es la carga que genera la población actual del tramo (803 personas), se observa que la máxima carga que puede asimilar es de 250,57 Kg/d, la cual es una carga aportada por 5011 personas aproximadamente.
Saturación capacidad de carga del río	Porcentaje	16.0%	Porcentaje de saturación de la capacidad de carga del tramo respecto a la población actual.
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años	66.3	De acuerdo con el crecimiento de la población y las condiciones actuales de este tramo del río, faltan 66.3 años para que se alcance el punto de saturación para este tramo del río.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

Tabla 12. Modelo de simulación de capacidad de carga para el río Peque.

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Tramo	Tramo urbano del río Peque.		
Caudal del río	m ³ /seg	0,309	Caudal medido en campo
Caudal del río	m ³ /h	1111,68	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto Ca	mg/L	7,2	Medido en campo
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1,2	Evaluado en laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	10	Evaluado en laboratorio
Coliforme Fecales	NMP/100ml	700	Evaluado en laboratorio
Sustancias de Interés Sanitario	mg/L	-	
Grasas y Aceites	mg/L	223	
Coliforme Totales	NMP/100ml	3300	Evaluado en laboratorio
PH			
Cs concentración de saturación de oxígeno	mg/L	9	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	1.8	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba.
Dc déficit de saturación O2 final	mg/L	3	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado.
Da/Dc	Adimensional	0.60	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 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.
Kr Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	K1	0.83	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).

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
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	0.47	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).
f constante de auto purificación del cuerpo de agua	adimensional	0.57	Cociente entre la constante de reoxigenación (k_2) y la constante de remoción de la DBO (k_r).
La/Dc		1.5	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	4.5	Despeje de la formula
DBOu máxima carga orgánica admisible por unidad de tiempo	Kg./h	3.67	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	2.75	La DBO5 es aproximadamente el 75% de la DBOu.
DBO5 (Máx permisible)	kg/día	66.03	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	1320.68	Cociente entre la DBO5 Kg/día y el factor per cápita.
Población actual	Personas	803	Población estimada para este tramo del río.
Carga de DBO5 equivalente a la población actual	Kg/día	40	Este es la carga que genera la población actual del tramo (803 personas), de acuerdo con los datos suministrados por el modelo de simulación para las condiciones deseadas de oxígeno disuelto, este tramo del río tiene una carga máxima permisible

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
			de DBO5 de 66.03 kg/día la cual es generada aproximadamente por 1320 personas.
Saturación capacidad de carga del río	%	61%	Porcentaje de saturación de la capacidad de carga del río respecto a la población actual.
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años	18.03	Con las condiciones de contaminación actuales de este tramo del río, el modelo de simulación indica que faltan 18 años aproximadamente para que el río bajo las condiciones de crecimiento poblacional establecidas supere la capacidad de carga.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

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

De acuerdo con el estado actual del río Peque y la quebrada San Juan, su capacidad de asimilación de la carga contaminante y los resultados del modelo de simulación, se deben realizar diversas acciones para alcanzar los objetivos de calidad planteados en los diferentes tramos (Tabla 13).

Tabla 13. Acciones para alcanzar objetivos de calidad en el río Peque y la quebrada San Juan.

Meta	Acciones requeridas para lograrlo	Resultado de calidad esperado
Reducir olores ofensivos en el cuerpo 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 80% de los sólidos suspendidos totales y la DBO. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de los olores ofensivos. • Concentración de oxígeno disuelto iguales ó superiores a 6 mg/l en periodo seco. • Reducción de la carga de 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 y optimización de la eficiencia de sistemas de pretratamiento de aguas residuales. • Procesos de educación continuada a la comunidad. • Limpieza periódica de las orillas del río. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de los sólidos flotantes en el cuerpo de agua. • Reducción de la carga orgánica aportada a la fuente. • Asegurar óptimos niveles del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua. • Mejoramiento paisajístico, estético y visual del cuerpo 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 DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
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 el cuerpo 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 cada cuerpo de agua. En las Tabla 14 y 15. Se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 14. Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el **tramo urbano** de la quebrada San Juan municipio de Peque.

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	421.36	316.02	40	13%	-275.9	-687.10
1.0	1406.19	1054.64	40	4%	-1014.5	-2526.76
1.5	1316.43	987.32	40	4%	-947.2	-2359.09
2.0	1226.68	920.01	40	4%	-879.9	-2191.43
2.5	1136.92	852.69	40	5%	-812.5	-2023.76
3.0	1047.16	785.37	40	5%	-745.2	-1856.09
3.5	927.49	695.62	40	6%	-655.5	-1632.54
4.0	812.80	609.60	40	7%	-569.4	-1418.30
4.5	678.16	508.62	40	8%	-468.5	-1166.80
5.0	553.50	415.13	40	10%	-375.0	-933.94
5.5	458.76	344.07	40	12%	-303.9	-756.96
6.0	334.09	250.57	40	16%	-210.4	-524.09
6.5	269.27	201.95	40	20%	-161.8	-403.00

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

Tabla 15. Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el tramo urbano del río Peque.

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	417.01	312.76	40	13%	-272.6	-678.98
1.0	352.18	264.14	40	15%	-224.0	-557.87
1.5	318.16	238.62	40	17%	-198.5	-494.33
2.0	285.48	214.11	40	19%	-174.0	-433.27
2.5	259.33	194.50	40	21%	-154.3	-384.43
3.0	232.12	174.09	40	23%	-133.9	-333.60
3.5	202.77	152.08	40	26%	-111.9	-278.77
4.0	174.76	131.07	40	31%	-90.9	-226.44
4.5	150.48	112.86	40	36%	-72.7	-181.09
5.0	138.74	104.05	40	39%	-63.9	-159.16
5.5	112.72	84.54	40	47%	-44.4	-110.57
6.0	88.05	66.03	40	61%	-25.9	-64.47
6.5	61.36	46.02	40	87%	-5.9	-14.63

7. CONCLUSIONES

- Ambos sistemas monitoreados están por encima de los niveles de oxígeno sugeridos (6 mg/l) sin embargo se requiere dar un manejo a la carga contaminante vertida a fin de no aumentar los niveles y cumplir con los objetivos de calidad establecidos. Según el modelo la carga aportada a la quebrada San Juan es de 40 Kg/día este aporte está por debajo de su carga admisible (250,57Kg/día) dicha carga sería aportada por aproximadamente 5011 personas. De acuerdo con los datos estimados, se requiere que transcurra un periodo de 66 años para que se sobrepase la capacidad de autodepuración en este tramo del río. Es necesario no aumentar y/o reducir la contaminación microbiológica, aunque está por debajo de los niveles máximos exigidos por el decreto 1594 de 1984.
- Para el río Peque la carga aportada es de 40 Kg/día este aporte aún no está saturando la capacidad de carga del río, según el modelo la carga aportada al río Peque es de 40kg/día de DBO este aporte está por debajo de su carga admisible que es de (66.3 kg/día) que serían aportados por 1320 personas aproximadamente. De acuerdo con los datos estimados se requiere que transcurra un periodo de 18 años

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

para que sobre pase la capacidad de autodepuración en este tramo del río.

8. 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 16. Acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazo en los tramos analizados en el Río Peque y la quebrada San Juan.

TRAMO	PLAZO	ACCIONES
Tramo urbano quebrada San Juan y río Peque (municipio de Peque)	Corto	<ol style="list-style-type: none">1. Continuar actividades de recuperación y conservación de la cuenca alta de la quebrada San Juan, 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.4. Establecer las distancias y áreas de retiro, así como las zonas de conservación las cuales se deben delimitar claramente.5. Realizar o complementar los diseños de los sistemas de tratamiento para aguas residuales del casco urbano del municipio de Peque.6. Implementar planes de educación ambiental que enfatizan en prácticas de buen uso del agua y manejo de residuos sólidos.7. Disminución de puntos de vertimientos realizados a los dos ríos en cantidad mayor al 80%

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

TRAMO	PLAZO	ACCIONES
	Mediano	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano del municipio de Peque con eficiencia mayor al 80%. 2. Las actividades que se desarrollen en el área de influencia de este tramo, deberán contar con los respectivos sistemas de tratamiento para sus residuos a fin de evitar la contaminación directa del cuerpo de agua. 3. Realizar actividades tendientes a la disminución de los sitios o puntos de vertimientos del casco urbano en el municipio de Peque. 4. Aumentar la cobertura del alcantarillado y la reducción de los puntos de vertimiento a las fuentes receptoras en mínimo un 95% 5. continuar con planes de educación ambiental que enfatizen en prácticas de buen uso del agua y manejo de residuos sólidos.
	Largo	<ol style="list-style-type: none"> 1. mantener en un 100% la cobertura de alcantarillado la cabecera municipal de Peque. 2. garantizar la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales del casco urbano, de modo que su eficiencia sea mayor al 80%. 3. Garantizar la continuidad de los planes de educación en buenas practicas de usos del agua y en adecuado manejo de residuos sólidos en la población del municipio de Peque.

9. 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

10. 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.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN JUAN Y EL RIO PEQUE
2008**

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.

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.