

**ANÁLISIS A LA GESTIÓN DEL PLAN DE SANEAMIENTO HÍDRICO DE
PEREIRA DESDE LA PERSPECTIVA INTEGRAL DEL RECURSO, HACIENDO
USO DE WEAP COMO SISTEMA SOPORTE DE DECISIÓN**

NATALIA CÁRDENAS VÉLEZ

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PERERIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
PEREIRA
2012**

**ANÁLISIS A LA GESTIÓN DEL PLAN DE SANEAMIENTO HÍDRICO DE
PEREIRA DESDE LA PERSPECTIVA INTEGRAL DEL RECURSO, HACIENDO
USO DE WEAP COMO SISTEMA SOPORTE DE DECISIÓN**

NATALIA CÁRDENAS VÉLEZ

**Proyecto de grado para optar por el título de
Administradora Ambiental**

**Director
Carlos Andrés Sabas Ramírez
Ingeniero Ambiental
M. Sc. en Ecotecnología
Profesor Auxiliar**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
PEREIRA
2012**

AGRADECIMIENTOS

Al Grupo de Investigación en Ecología, Ingeniería y Sociedad de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira

A Carlos Andrés Sabas Ramírez, docente del Programa de Administración Ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira, por su acompañamiento y asesoría

A Alberto Ramírez Acevedo, Coordinador del Laboratorio SIG de la Facultad de Ciencias Ambientales por su apoyo para el emprendimiento del proyecto

A Adalberto Arroyave Gutiérrez y al Grupo de Control de Vertimientos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira, por su tiempo e información suministrados

Y a todas las personas que contribuyeron de alguna forma a la conclusión de este importante trabajo

RESUMEN

El análisis de los resultados de las obras de infraestructura ejecutadas en el marco del Plan de Saneamiento Hídrico de la ciudad de Pereira, con la mirada integral que implica la adecuada Gestión del Recurso Hídrico, para examinar su efectividad en la recuperación ambiental de las corrientes hídricas de su área urbana. Reconociendo en el panorama actual, el producto de la planificación territorial, la gestión socioambiental y la inversión pública, se establece el escenario de gestión para ser modelado en el Sistema Soporte de Decisión WEAP (*Water Evaluation And Planning System*) con datos históricos de la calidad del recurso hídrico como elemento determinante en la obtención de resultados, que permiten conocer entre otras cosas, si han sido pertinentes las acciones propuestas dentro del PSH, para ayudar a mejorar la calidad ambiental en el tramo urbano de la ciudad de Pereira. Recopilación y revisión de información secundaria, clasificación y síntesis de datos históricos de calidad del agua y del proceso de ejecución del PSH, junto al reconocimiento en campo del estado actual de las obras físicas de saneamiento y el estado de las corrientes hídricas, son procesos previos a la modelación, que permiten la discusión de lo esperado frente a la realidad que maneja hoy, tanto la Empresa de Acueducto y Alcantarillado como la población del municipio de Pereira: corrientes hídricas en las que la gestión para su saneamiento se enfrenta a las complejas interacciones entre lo natural, lo social y lo construido.

Palabras Clave: Análisis, Área urbana, Datos históricos, Escenarios, Gestión Integral del Recurso Hídrico, Modelación, Obras de Infraestructura, Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira, Sistema Soporte de Decisión.

ABSTRACT

The analysis of the results of infrastructure projects implemented under the Water Sanitation Plan Pereira, using the integrated view which implies the adequate water resources management, to examine its effectiveness in environmental recovery of water flows Pereira urban area. Recognizing in the current scenario, the product of spatial planning, environmental and social management and government investment, the management scenario is established to be modeled with the Decision Support System WEAP (Water Evaluation And Planning System) using historical data on water quality, being this the key element in obtaining results to know, among other things, pertinent actions have been proposed within the Pereira Water Sanitation Plan, to help get better environmental quality in the urban section of the city of Pereira. Secondary information gathering and its review, classification and synthesis of historical data on water quality and WSP execution process, followed to field recognition of the current state of the physical works of sanitation and the state of water flows, are modeling processes prior to, that allow the discussion of the expected scenario facing the reality that handles, today not only the Public Enterprise for Water and Sewer but also the population of city: water flows, where the sanitation management faces complex interactions between the natural, social and built.

Key Words: Analysis, Decision Support System, Infrastructure projects, Integrated Water Resource Management, Historical data, Scenarios, Modeling, Pereira Water Sanitation Plan, Urban area.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO I	
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.2. OBJETIVOS	5
1.3. METODOLOGÍA	6
1.4. ANTECEDENTES	7
CAPÍTULO II	
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	12
2.1.1. Ubicación	12
2.1.2. Clima.....	13
2.1.3. Sistema Hidrográfico.....	14
2.1.4. Población.....	16
2.2. PLAN DE SANEAMIENTO HÍDRICO DE PEREIRA.....	16
2.3. REFERENTE HISTÓRICO NORMATIVO E INSTITUCIONAL DE LA GESTIÓN DEL SANEAMIENTO HÍDRICO EN LAS CORRIENTES SUPERFICIALES DEL ÀREA URBANA DE PEREIRA	24
2.4. CAPÍTULO III: ANÁLISIS A LA GESTIÓN DEL PLAN DE SANEAMIENTO HÍDRICO	
3.1. MODELO WEAP: Sistema de Saneamiento Hídrico de Pereira	60
3.1.1. Fases del Plan de Saneamiento Hídrico.....	60
3.1.2. Escenarios de Modelación.....	61
3.2. SANEAMIENTO AMBIENTAL.....	84
3.2.1. Aportes al Desarrollo Sostenible.....	84
3.2.2. Perspectiva futura de calidad ambiental en el AMCO.....	86
CAPÍTULO IV	
4.1. CONCLUSIONES	87
4.2. RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA.....	90
ANEXOS.....	95

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Límites espaciales del municipio de Pereira	12
Figura 2. Sistema Hidrográfico del municipio de Pereira	14
Figura 3. Red Hídrica del área urbana de Pereira.....	15
Figura 4. Línea Cronológica de la Gestión del Saneamiento del Recurso Hídrico en el área urbana de Pereira	25
Figura 5. Instrumentos de Gestión del Saneamiento Hídrico en Pereira	34
Figura 6. Comportamiento Demográfico en el área urbana de Pereira.....	53
Figura 7. Comportamiento Histórico Producción de Agua Potable en Pereira	53
Figura 8. Comportamiento Histórico del Consumo Promedio Mensual de Agua Potable por Suscriptores Residenciales en Pereira	54
Figura 9. Comportamiento Histórico de Pérdidas de Agua Potable en Pereira.....	54
Figura 10. Corrientes hídricas intervenidas en el marco del PSH.....	55
Figura 11. Modelo Conceptual WEAP: Sistema de Acueducto y Alcantarillado de Pereira	57
Figura 12. Histórico de vertimientos en el área urbana de Pereira	58
Figura 13. Destino de los vertimientos en la cuenca del Río Otún provenientes del área urbana de Pereira	59
Figura 14. Destino de los vertimientos en la subcuenca del Río Consota provenientes del área urbana de Pereira.....	60
Figura 15. Procedencia de los vertimientos en el área urbana de Pereira con destino a las corrientes hídricas de la cuenca del Río Otún	61
Figura 16. Procedencia de los vertimientos en el área urbana de Pereira con destino a las corrientes hídricas de la subcuenca del Río Consota	62
Figura 17. Inversiones realizadas para el Saneamiento Hídrico de las Corrientes Urbanas	63
Figura 18. Inversiones realizadas por Corriente Hídrica en el área urbana de Pereira	63
Figura 19. Inversiones realizadas para el Saneamiento de Quebradas El Calvario, Zanjón Hondo y La Cristalina.....	64
Figura 20. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebradas El Calvario, Zanjón Hondo y La Cristalina	65

Figura 21. Inversiones realizadas para el Saneamiento de Quebrada El Erazo ...	65
Figura 22. Parámetros Físico-Químicos en Quebrada El Erazo	66
Figura 23. Inversiones realizadas para Saneamiento en Río Otún	67
Figura 24. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en el Río Otún	67
Figura 25. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebradas El Chocho y La Mina	68
Figura 26. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebradas La Mina y El Chocho	69
Figura 27. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebrada Boston y Caño Boston	70
Figura 28. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebrada Boston y Caño Boston	70
Figura 29. Inversiones realizadas para Saneamiento en los tributarios de la Quebrada La Dulcera: La Julita, Caño UTP, Caño Torres de León, Caño Terminal y Quebrada La Arenosa	71
Figura 30. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en los tributarios de la Quebrada La Dulcera: La Julita, Caño UTP, Caño Torres de León, Caño Terminal y Quebrada La Arenosa	72
Figura 31. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebrada La Dulcera ...	73
Figura 32. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebrada La Dulcera	73
Figura 33. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebradas La Parida, El Tigre y Bedoya	74
Figura 34. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebradas La Parida, El Tigre y Bedoya	75
Figura 35. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebrada San José	76
Figura 36. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebrada San José	77
Figura 37. Inversiones realizadas para Saneamiento en los tributarios de la Quebrada El Oso	77
Figura 38. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en los tributarios de la Quebrada El Oso: Caño Condina, Quebradas Letras y San Joaquín	78
Figura 39. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebrada El Oso	79
Figura 40. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebrada El Oso	79

Figura 41. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebradas Puntaepiedra y La Mielita.....	80
Figura 42. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos Quebradas Puntaepiedra y La Mielita	81
Figura 43. Inversiones realizadas para Saneamiento en el Río Consota.....	82
Figura 44. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en el Río Consota..	83

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Resumen de la Metodología.....	6
Tabla 2. Comportamiento de la Demanda de Recurso Hídrico en la ciudad de Pereira	35
Tabla 3. Nombres asignados a Distritos Sanitarios del Sistema de Alcantarillado	56
Tabla 4. Recursos invertidos por unidad de parámetro recuperado	83

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Red Hídrica Urbana del Municipio de Pereira, esquema en WEAP	95
ANEXO B. Obras e Inversiones ejecutadas en el marco del Plan de Saneamiento Hídrico en Pereira	96
ANEXO C. Matriz cualitativa para determinar los años estratégicos para analizar cambios en el escenario del proceso de Saneamiento Hídrico en Pereira en el sistema soporte de decisión WEAP	99
ANEXO D. Descripción del proceso de Modelación en WEAP versión 3.22 de la Gestión del Saneamiento Hídrico en la zona urbana del municipio de Pereira ...	101
ANEXO E. Reconocimiento en campo del estado de las Corrientes Hídricas y Obras de infraestructura para Saneamiento Hídrico del Área Urbana de Pereira	120

INTRODUCCIÓN

El saneamiento hídrico es un tema que además de relacionarse con los servicios públicos, lo hace con la salud, el ambiente, la ocupación del territorio, las actividades humanas generadoras de residuos líquidos y la agricultura, en el caso de las corrientes hídricas receptoras de las aguas residuales¹; siendo entonces el propósito de este trabajo lograr en parte la integración de algunas de estas variables desde la modelación, la revisión y el análisis de la experiencia del Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira, en la efectividad de su gestión. Reconociendo la significancia de este instrumento para la ciudad, con lo que respecta a la planificación del mismo y cada uno de los procesos económicos, políticos y sociales requeridos para su definición, el análisis de la efectividad de sus acciones sobre el territorio, visto como cuenca, es sumamente relevante.

Viendo cómo la modelación de sistemas se convierte y reconoce académica y normativamente como la herramienta más útil para representar y analizar concretamente los efectos de actuaciones de las políticas públicas locales sobre el recurso hídrico como principal componente territorial, se utiliza el Sistema de Evaluación y Planeación del Agua (WEAP, por sus siglas en inglés) en su última versión 3,22 de 2011, siendo éste un Sistema de Soporte de Decisiones para la Gestión Integral del Recurso Hídrico que opera bajo el principio básico de balance hídrico y puede ser aplicado a un sistema municipal o agrícola, a una microcuenca o un complejo sistema de redes hídricas como en este caso específico, donde se relaciona la demanda con la oferta, la cantidad y la calidad de las aguas superficiales del área urbana de Pereira, en el pasado y en la actualidad, como método para determinar la efectividad tanto de obras físicas de infraestructura y la inversión en ellas, como de la gestión socioambiental aplicada en el municipio al comprar el modelo con la realidad.

Con la ayuda de un compendio histórico que permite entender la transformación del territorio y las actividades de planificación que mediaron para la configuración del estado actual del recurso hídrico en el área urbana del municipio de Pereira; se establece a través de un modelo conceptual diseñado en WEAP, el escenario de gestión reconocido en el desarrollo del Plan de Saneamiento Hídrico en Pereira, y en su comparación con la realidad, permiten obtener conclusiones acerca de la efectividad de los procesos llevados a cabo con el propósito de sanear las corrientes hídricas urbanas.

¹ GOZÁLEZ, Dora E. y ECHEVERRI, Jorge A. Saneamiento Hídrico en Colombia: Instituciones y situación actual. Ecos de Economía N°18. Departamento de Economía, Universidad EAFIT. Medellín. Abril, 2004.

La definición del marco temporal para la modelación que tiene como línea base el año 1997 y final, el año 2010, se sustenta, por ser el período donde se reconocen respectivamente tanto, el inicio de las actividades individuales de la Empresa de Servicios de Acueducto y Alcantarillado de Pereira, como el término de la segunda de tres de las fases de ejecución del Plan de Saneamiento Hídrico en el municipio. Los límites espaciales que corresponden al área urbana de Pereira, incluyendo el área de influencia de la descarga de la quebrada Dosquebradas, son el área de desarrollo de dicho Plan, que junto a los componentes escogidos para el análisis del complejo sistema (población, servicios públicos de acueducto y alcantarillado y calidad del recurso hídrico) hacen parte de la configuración de los escenarios en WEAP.

Aspectos tanto de gestión, como físicos, naturales y culturales, incidieron e inciden hoy en las condiciones ambientales de las corrientes urbanas de Pereira que pueden ser analizadas con el uso del software siempre y cuando esté acompañado de una mirada social y natural del territorio. La visita en campo a obras y el recorrido por los cauces de las corrientes hídricas objeto de saneamiento en la zona urbana, influyen en la discusión y el análisis frente a los resultados generados en la modelación sobre el estado ambiental del municipio por efecto de la gestión de obras físicas de infraestructura y actividades socioambientales alrededor del recurso hídrico en el área urbana.

JUSTIFICACIÓN

El Administrador Ambiental se enfrenta constantemente a la toma de decisiones que le exigen además de instrumentos financieros, valerse de herramientas técnicas de análisis para garantizar la efectividad de sus acciones. Es por ello que en la clase de proyectos que tienen su objetivo dirigido al impacto ambiental, prever y hacer análisis del mismo no es aparte a su satisfactorio desarrollo.

Teniendo presente que los ríos - y en general las corrientes hídricas superficiales- son sistemas altamente dinámicos y complejos en los cuales sus características hidrológicas, hidráulicas, sedimentológicas, morfológicas y de calidad de sus aguas varían tanto temporal como espacialmente, es [...] necesario su continuo estudio, máxime que cualquier intervención natural o artificial que se realice en estos origina cambios, tanto localmente como aguas arriba y aguas abajo del sector intervenido (Holguín et al. 2007). Los estudios previos a la materialización de las obras de infraestructura y otras gestiones sociales y económicas del Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira, prepararon el terreno frente a algunas proyecciones y expectativas, y dieron vía libre a su desarrollo; de la misma manera con la normatividad actual en el Ordenamiento del Recurso Hídrico (Decreto 3930 de 2010), se reconoce el deterioro de la calidad del recurso y se expresa como una necesidad “*La aplicación y calibración de modelos de simulación de la calidad del agua...*”. Así la modelación en la situación actual de ejecución del Plan, permitirá analizar la efectividad de sus acciones en la restauración ecológica de las corrientes hídricas del área urbana.

Desde el punto de vista del perfil profesional, con este trabajo se pretende ser gestor de tecnologías pero no concentrándose únicamente en parámetros, también en visualizar el territorio desde otros muchos aspectos que lo componen en factores tan importantes como la población, incluyendo los sectores de la producción y, su bienestar expresado en la calidad ambiental. Esta mirada sistémica la permite el uso de WEAP, ya que como modelo de gestión, presenta un enfoque integral en la visión de cuenca, además de permitir el análisis de la calidad y cantidad en el recurso hídrico.

No se trata de un ejercicio “de escritorio” como el método ideal de la administración, por el contrario cuando se toma una decisión desde la mesa de trabajo es porque se tiene el previo y detallado conocimiento del espacio y el recurso hídrico sobre el que se quiere planificar, lo que evita en gran medida la subjetividad y la improvisación en las acciones.

CAPÍTULO I

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Dentro de la figura de “Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Pereira” a cargo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P Aguas y Aguas de Pereira S.A., se formula y actualmente se desarrolla el Plan de Saneamiento Hídrico para la ciudad, que tiene como fin el saneamiento de sus dos principales ríos (Otún y Consota) y, por ende, las quebradas y caños que les tributan en el área urbana, cuyo estado de contaminación obliga no sólo a la gestión para embellecimiento paisajístico sino, principalmente porque se deben garantizar condiciones de salud ambiental puesto que éstas inciden en la calidad de vida de la población.

La significancia del Plan de Saneamiento Hídrico para la ciudad de Pereira, con lo que respecta a la planificación del mismo y cada uno de los procesos económicos, políticos y sociales requeridos para su definición, sugiere que el análisis de la efectividad de dichas acciones sobre el territorio, visto como cuenca, es sumamente relevante sobre su gestión; para visualizar los aciertos y logros, vistos tanto en su culminación con el impacto del proyecto, como en el planteamiento, en la gestión de recursos financieros y hasta en su materialización.

De acuerdo a lo anterior se busca responder a los interrogantes:

- a. ¿Qué tan efectivas en su propósito han sido las obras físicas, planes de inversión y procesos sociales planteados o desarrollados ya en el marco del Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira?
- b. ¿Es consecuente el panorama de la Gestión Integral del Recurso Hídrico en Pereira, con lo que implica realmente “Saneamiento Ambiental”² en la visión de cuenca, más que Saneamiento Hídrico?
- c. ¿Son suficientes y pertinentes las acciones propuestas para mejorar la Calidad Ambiental de las corrientes hídricas en el tramo urbano de la ciudad de Pereira?
- d. ¿Es pertinente la utilización WEAP como soporte de decisión, para el análisis o la previsión, sobre las acciones en el territorio y los recursos naturales del municipio de Pereira?

² Entendido para la autora y de acuerdo con CEPIS, 2003 y Durán, 2006, como “Un conjunto de acciones técnicas, económicas y sociales, llevadas a cabo para evitar la exposición de la población a los efectos del inadecuado manejo de los residuos sólidos, las aguas residuales y lodos, la fauna nociva o vectores, y los contaminantes atmosféricos”.

En este sentido se propone el uso principalmente del software WEAP (*Water Evaluation And Planning System*) desarrollado en 2005 por el *Stockholm Environment Institute*, apoyándose en escenarios generados en SIG. Así WEAP puede responder dentro de una investigación detallada a cuestiones tan técnicas como es el comportamiento histórico de los parámetros de calidad del recurso hídrico en la zona de estudio, como a otras multidisciplinarias entre las que están la incidencia de la población en el territorio, en su calidad ambiental, los efectos de las políticas administrativas sobre los mismos y la disposición del plan de inversiones del proyecto.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar la efectividad del Plan de Saneamiento Hídrico de la ciudad de Pereira desde la perspectiva integral de la Gestión del Recurso Hídrico, soportada en el uso de WEAP para modelación de la calidad del recurso

Objetivos Específicos

- Reconocer el contexto histórico, normativo e institucional en que se desarrolla del Plan de Saneamiento Hídrico de la ciudad de Pereira
- Modelar las corrientes hídricas del área urbana del municipio de Pereira utilizando WEAP, teniendo como base las fases planteadas para la ejecución del Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira
- Analizar la efectividad de las inversiones realizadas en las diferentes fases del Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira con base en la calidad del agua de las corrientes superficiales del área urbana de la ciudad

1.3 METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el análisis propuesto, el trabajo gira principalmente en torno al desarrollo de un modelo de gestión integral del recurso hídrico con el Software WEAP (versión 3,22 de 2011)³. Planteándose para tal fin:

Tabla 1. Resumen de la Metodología

Proceso	Producto	Herramienta
1. Revisión y síntesis de información histórica normativa y de gestión	Referente histórico, normativo e institucional de la Gestión del Saneamiento Hídrico	Instrumentos de Planificación, Información Oficial
2. Recopilación y clasificación de datos históricos de calidad del agua, inversiones y obras en las fases del PSH	Base de datos para la alimentación del modelo WEAP en sus diferentes escenarios	Estudios de Calidad del Agua e Informes Limnológicos, Información de Inversión
3. Reconocimiento en campo del estado actual de obras de saneamiento y el estado de las corrientes hídricas superficiales	Información para triangular tanto en el diseño del modelo como para discutir en los resultados de la modelación	Informes, evidencia fotográfica
4. Generación de Escenarios de Gestión para la Modelación de las corrientes hídricas del área urbana del municipio de Pereira utilizando WEAP	Modelo Conceptual WEAP Comparación con el escenario del Plan de Saneamiento Hídrico	SIG, HIDRO-SIG, WEAP, Base de Datos, Matriz Cualitativa de decisión
5. Análisis de información generada a partir del modelo WEAP	Resultados de la gestión física, socioambiental y financiera sobre el saneamiento hídrico de las corrientes superficiales urbanas	Escenarios, Gráficas

Elaboración propia

En la aplicación del software *WEAP* enfocado a la gestión de la calidad del recurso hídrico, se realiza lo siguiente:

- a. **Establecimiento y acople del modelo conceptual – Schematic Set Up:** El modelo conceptual se define a partir de las preguntas de investigación, para establecer la cantidad de componentes requeridos. Este modelo se ensambla esquemáticamente haciendo uso de algunos de los componentes del software: fuentes hídricas (superficiales), sitios de demanda y vertimientos, en los límites espaciales que corresponden al área urbana de Pereira, incluyendo el área de influencia de la descarga de la quebrada Dosquebradas.

³ Licencia adquirida de forma gratuita por tratarse de una Investigación realizada por una estudiante universitaria de un país en desarrollo.

b. Definición de la línea base – Currents Accounts: Se define el marco temporal de referencia, que sería el año 1997, para ingresar al modelo la información de los componentes del sistema, bases para el desarrollo de escenarios:

- Sitios de demanda – *Demand Sites*
- Sitios de oferta y retorno del agua residual – *Supply and Resources*

c. Elaboración, Evaluación y Contraste del Escenario de Gestión – Scenarios: Se define el escenario en el que se espera indagar sobre la efectividad de las obras de saneamiento, lo que implica realizar algunos cambios en la línea base ó incorporar componentes nuevos, para lograr un cambio específico en la calidad del recurso hídrico, con la gestión del saneamiento hídrico de las corrientes urbanas, acompañado de la gestión en la demanda o la reducción de pérdidas, etc.

De esta manera, se obtienen resultados que al compararse con la demás información gestionada en la investigación alrededor de las variables de calidad ambiental y procesos sociales realizados en el marco del Plan de Saneamiento Hídrico, se da respuesta a las preguntas de investigación inicialmente planteadas.

1.4 ANTECEDENTES

Entre algunas de las experiencias de Saneamiento Hídrico en Colombia tenemos:

- Plan Integral de Saneamiento Hídrico y control pluvial de Bucaramanga y su Área Metropolitana- PISAB, Santander
- Proyecto de Descontaminación y Recuperación de la Cuenca del Río Bogotá, Cundinamarca
- PTAR de Cañaveralejo en Cali, Valle del Cauca
- Programa de Saneamiento del río Medellín y sus quebradas afluentes, Antioquia
- Tratamiento de aguas residuales en la jurisdicción de CORNARE, Antioquia
- Plan de Saneamiento Hídrico de Ibagué, en las vertientes de los ríos Combeima y Chipalo, Tolima

Estas experiencias en su mayoría no han resultado tan exitosas como se planearon, en muchos casos por sobredimensionar sus beneficios o por no prever las externalidades que influyen sobre proyectos de este tipo. Estas dificultades pudieron anticiparse con la modelación no sólo en la calidad de los cuerpos hídricos sino también con el análisis de otras variables incidentes sobre la efectividad de las acciones planificadas.

Actualmente, la modelación de sistemas y la medición son las dos principales tecnologías empleadas para analizar, predecir, y gestionar las complejas características y comportamientos del recurso hídrico en el ecosistema de una cuenca hidrográfica (Ouyang, 2008), y en el caso específico de WEAP, los costos y planes de ejecución también son objeto de análisis, permitiéndose con este instrumento un abordaje verdaderamente integral en la gestión.

Encontramos a nivel local algunas de las experiencias puntuales en la generación de modelos con la utilización diferentes software para modelación del recurso hídrico:

- *Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental del Programa de Agua Potable y Saneamiento de Pereira* realizados en 1997 por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, con un modelo *QUAL2E*, con el que se demuestra que el río Consota presenta una relativamente buena capacidad de autodepuración en el tramo final antes de la desembocadura, donde las condiciones geográficas y considerable lejanía del área urbana se lo permiten. Mientras el río Otún, evidencia también la buena capacidad de autodepuración, pero más por efecto de las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, esto dado a las características propias de la corriente. Estos estudios argumentan cómo el hecho de la demora en la implementación de la planta de tratamiento, después de puesta en funcionamiento la red de colectores e interceptores, podría puntualizar la contaminación y afectar más la calidad del agua.
- La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira, para argumentar la *viabilidad económica del Programa de Agua Potable y Saneamiento de Pereira* presentado al BID en 1998, donde agrupa las obras de agua potable en función de los tipos de beneficios que producen: incremento de la oferta disponible de agua potable o en una mejor asignación de recursos, resultando la identificación de tres subcomponentes: agua no contabilizada; construcción de tanques de almacenamiento y redes expresas. Para evaluar los subcomponentes, se utilizó el modelo *SIMOP* que simula el comportamiento de la producción, la distribución y del consumo de agua en un sistema público, calculando los beneficios correspondientes al incremento del excedente del consumidor resultante de la ejecución de cada obra. De igual modo se procedió a un agrupamiento para las obras de alcantarillado, resultando en la identificación de dos subcomponentes: limpieza de las quebradas y limpieza de los ríos. Los beneficios, de estos

componentes fueron calculados a partir de datos de disposición a pagar por los servicios obtenidos en dos encuestas realizadas en la ciudad de Pereira⁴.

- Entre 2007 y 2008 *CARDER* implementa un modelo de simulación de calidad *QUAL-2K* en el río Otún y en la quebrada Dosquebradas, en los tramos definidos para los objetivos de calidad, que permitió corroborar en el tramo urbano la regular condición de calidad del cuerpo de agua debido a los vertimientos municipales (Pereira y Dosquebradas) realizados de forma directa a través de la red de alcantarillado⁵.

En relación a *WEAP* como Sistema Soporte de Decisión para Gestión Integral del Recurso Hídrico, ha sido más usualmente utilizado para analizar los efectos del cambio climático en la disponibilidad del recurso en diferentes lugares del mundo⁶, en el ámbito más cercano:

- La Universidad Nacional sede Medellín y Aguas y Aguas de Pereira, con *HidroSIG*, realizaron en 2005 el *Balance Hídrico en la Subregión 1 del Risaralda*; mostrando un *Índice de escases* medio en la fuente de abastecimiento del área urbana de la ciudad y, más recientemente en su *Actualización (2009)*, con este mismo Software se garantiza la oferta hídrica para la ciudad en el largo plazo.
- Por investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma de Tamaulipas en 2009, para analizar la relación de oferta/demanda del recurso hídrico en la cuenca del Sinú, Colombia, teniendo en cuenta los valores actuales y proyectados a los años 2015 y 2025 por el Instituto de Hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). El trabajo denominado “*Analysis of the water supply-demand relationship in the Sinú-Caribe basin, Colombia, under different climate change scenarios*”⁷ incluye los posibles cambios en la relación oferta/demanda, debidos al cambio climático, aplicando *WEAP*, para analizar y simular sistemas del agua y orientar políticas de manejo.
- Por *CORPOCALDAS* y la Universidad Tecnológica de Pereira con el Grupo de Investigación Ecología, Ingeniería y Sociedad, en 2010, para la “Definición del

⁴ Propuesta de AAP ante el Banco Interamericano de Desarrollo para el financiamiento de la Fase I del Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira: RESUMEN EJECUTIVO, PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE PEREIRA (CO - 0182). Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira S.A.E.S.P. (AAP) 1998: p38.

⁵ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA-CARDER. PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO OTÚN. CARDER – UAESPNN: 2008. p. 59.

⁶ <http://www.weap21.org/index.asp?action=216>

⁷ http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/atmosfera/acervo/vol_22_4/06.pdf

Índice de Escasez e implementación del modelo de Gestión integral del recurso hídrico WEAP en la cuenca alta del río Chinchiná⁸, mostrando la oferta limitada del recurso hídrico para consumo humano en el área de estudio alcanzando un máximo de escasez, lo que sugiere un replanteamiento en la distribución de caudales para la reglamentación del recurso hídrico.

- Por la Subdirección de Ejecución de Políticas Ambientales de la CRQ en conjunto con en el Grupo de Investigación, Desarrollo y Estudios del Recurso Hídrico y el Ambiente (CIDERA) de la Universidad del Quindío en 2011, para la “Estimación de caudales ecológicos mediante métodos hidrológicos e hidráulicos para la cuenca del río Quindío⁹”, incluyendo del Método Lluvia Escorrentía de la FAO, para generar un modelo en cantidad del recurso.

Muy puntualmente para analizar la calidad del recurso hídrico, WEAP ha sido utilizado:

- Por la *American University of Beirut*, Líbano en 2006, en el trabajo de investigación denominado "*Development of an Integrated Decision Support System for Water Quality Control in the Upper Litani Basin, Lebanon*"¹⁰, un lugar con una situación similar a la nuestra, en donde se reconoce el incremento de la demanda, la inversión insuficiente en infraestructuras, y el deterioro de la calidad del agua por el vertimiento directo de aguas residuales a corrientes superficiales. Se utiliza entonces el Sistema de Soporte a la Decisión de la Cuenca Alta del río Litani (fuente abastecedora) para evaluar el estado actual y explorar el potencial de alternativas de solución.

en el ámbito local y regional:

- Por *CARDER* y la Universidad Tecnológica de Pereira con el Grupo de Investigación Ecología, Ingeniería y Sociedad, entre 2008 y 2010, en el estudio denominado “Aplicación del Software WEAP para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en las cuencas de los ríos Barbas, Cestillal y Consota¹¹”, por un lado estimando la oferta hídrica se determina la disponibilidad del recurso teniendo en

⁸ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CALDAS. Informe Final: “Definición Del Índice de Escasez e implementación del modelo de Gestión integral del recurso hídrico WEAP en la cuenca alta del río Chinchiná”. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, Grupo de Investigación en Ecología, Ingeniería y Sociedad, Laboratorio SIG. CORPOCALDAS: 2010. p. 36.

⁹ Ibid., p. 88.

¹⁰ http://www.weap21.org/downloads/WEAP_Lebanon_HamedAssaf.pdf

¹¹ INFORME I. RECOPIACIÓN Y REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN: Ordenación del Recurso Hídrico en la Cuenca del Río la Vieja Mediante el Desarrollo de una Metodología con Criterios de Eficiencia Económica e Implementación de Herramientas de Apoyo a la Decisión. CRQ, CARDER y CVC: 2011. p. 92.

cuenta los caudales ecológicos y la calidad del agua; estudio que llevó a declarar agotados algunos tramos de los ríos Barbas y Cestillal para evitar otorgarse nuevas concesiones o incremento de los volúmenes de agua actualmente distribuidos a de los operadores o empresas prestadoras del servicio público de acueducto de agua, por parte de la autoridad ambiental competente. Mientras en el río Consota la modelación se dio con respecto al cumplimiento de los objetivos de calidad, de conformidad con el ordenamiento del recurso hídrico, generando escenarios con las obras de las Fase I y Fase II del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Pereira.

- En la *Universidad del Quindío* en 2010, para la realización del proyecto denominado “Implementación de un sistema soporte de decisión para la planificación y gestión del recurso hídrico en la UMC del río Quindío¹²”, aplicado tanto en la parte de cantidad como de calidad del agua, con escenarios en la demanda hídrica y la aplicación un sistema de tratamiento de aguas residuales.
- *CARDER*, en conjunto con CRQ y CVC, actualmente en la Facultad de Ciencias Ambientales específicamente el Grupo de Investigación Ecología, Ingeniería y Sociedad, desarrolla el proyecto denominado “Ordenación del Recurso Hídrico en la cuenca del río La Vieja mediante el desarrollo de una metodología con criterios de eficiencia económica e implementación de herramientas de apoyo a la decisión¹³” que pretende facilitar la adecuada reglamentación y eficiente ordenación del recurso hídrico en la cuenca del río La Vieja.

¹² INFORME I. RECOPIACIÓN Y REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN: Ordenación del Recurso Hídrico en la Cuenca del Río la Vieja Mediante el Desarrollo de una Metodología con Criterios de Eficiencia Económica e Implementación de Herramientas de Apoyo a la Decisión. CRQ, CARDER y CVC: 2011. p. 87.

¹³ <http://www.utp.edu.co/investigacion/proyectos/detalleProyectoHTML.php?cod=1219>

CAPÍTULO II

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1. Ubicación

El municipio de Pereira, capital del departamento de Risaralda, está localizado en el centro de la región occidental de Colombia a latitud norte de 4°49' y longitud oeste de 75°42', a 1411 msnm; de acuerdo con la sectorización del departamento, de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda –CARDER, el municipio de Pereira se ubica en la Subregión I del Departamento de Risaralda, junto con los municipios de Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella, con quienes limita al Norte; mientras al Sur limita con Ulloa (Valle del Cauca), Filandia y Salento (Quindío); al Oriente con el Parque Nacional Natural (PNN) Los Nevados, Santa Isabel, Ibagué y Anzoátegui (Tolima) y, al occidente con Cartago y Ansermanuevo (Valle del Cauca), Balboa y La Virginia.

Figura 1. Límites espaciales del municipio de Pereira



Fuente de información SIG de la Facultad de Ciencias Ambientales, UTP. Elaboración propia en WEAP

Con una superficie total de 604.75 km² de los cuales 28.615 km² (5%) corresponden al área urbana¹⁴, Pereira, hace parte del Área Metropolitana Centro Occidente -AMCO junto a los municipios de Dosquebradas y La Virginia¹⁵.

¹⁴ Secretaría de Planeación Municipal. Dirección Operativa Desarrollo Urbano. Expediente Municipal. Alcaldía de Pereira, 2011. p13.

¹⁵ ALCALDÍA DE PEREIRA, FUNDACIÓN SUPERIOR PARA EL DESARROLLO INTEGRAL (FUNDASUPERIOR). AGENDA AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE PEREIRA. ACTUALIZACIÓN. PEREIRA, AGOSTO DE 2007. 102 p.

2.1.2. Clima

Este municipio en general cuenta con variedad de pisos térmicos que va desde las nieves perpetuas en el Nevado de Santa Isabel a 5.200 msnm, hasta los 900 msnm en el río Cauca, encontrando que el clima en el territorio de Pereira se distribuye en: 9,9 % Cálido, 60,7 % Clima Medio, 11,5% Frío y, 17,7% Páramo.

La precipitación media anual en el municipio es de 2.750 mm con un régimen de lluvias de distribución bimodal representados en dos periodos lluviosos y dos periodos secos o de lluvias bajas. Los periodos lluviosos ocurren con posterioridad a los equinoccios y corresponden a los meses de abril a mayo, con lluvias máximas en mayo (294 mm en promedio); y de octubre a noviembre, cuyo extremo máximo ocurre en octubre (promedio de 390 mm). Por su parte, los periodos secos corresponden a los meses de enero a febrero (177 mm) y de julio a agosto (184 mm).

El brillo solar presenta los máximos en períodos secos y los mínimos en los de mayor precipitación ya que depende directamente de la nubosidad y, su comportamiento es inversamente proporcional a la altura, puesto que en zonas bajas se encuentran los mayores valores de brillo solar, disminuyendo a medida que aumenta la elevación sobre el nivel del mar.

También se presenta una distribución de tipo bimodal en la Humedad Relativa, en mayo y octubre con valores promedio de 79%, y mínimos con 71% y 72% en enero y febrero, respectivamente¹⁶. Durante el día se incrementan los porcentajes de humedad, situación ligada a los desplazamientos de los vientos de ladera provenientes del valle del río Cauca; que por efecto de la condensación, explica la cantidad de lluvias registradas en la zona.

Debido al cambio climático por el que atraviesa actualmente el planeta, la distribución bimodal de lluvias ha variado en los últimos años, ya que junto a los fenómenos climatológicos, se han intensificado tanto los períodos de lluvia como los períodos secos.

2.1.3. Sistema Hidrográfico

En un territorio conformado principalmente por, la gran cuenca del río Cauca, las cuencas de los ríos Otún y La Vieja, las subcuencas de los ríos Consota y Barbas, se hace énfasis en los ríos Otún y Consota cuyos tramos incluyen el área urbana del municipio de Pereira, jugando cada uno un papel importante tanto en la dinámica ambiental de este territorio como en la ocupación del mismo:

¹⁶ Según datos de la Estación Meteorológica localizada en el Aeropuerto Matecaña

Figura 2. Sistema Hidrográfico del municipio de Pereira



Fuente de información SIG de la Facultad de Ciencias Ambientales, UTP. Elaboración propia en WEAP

La cuenca del río Otún cubre un área de 480,62 km² y su corriente superficial tiene 66 km de curso bañando tierras de Marsella, Pereira y Santa Rosa de Cabal. Inicialmente el río avanza en dirección oeste, en un descenso pronunciado, lo cual hace que la velocidad de la corriente sea alta; esta característica la conserva hasta la ciudad de Pereira, a la cual baña por su costado Norte; con un lecho bastante pedregoso finalmente, su velocidad disminuye y toma una dirección norte hasta tributar sus aguas al río Cauca a 875 msnm. La cuenca del río Otún se divide en las subcuencas de los ríos Azul, Barbo, San José y las quebradas Dosquebradas y Combia, donde drenan sus aguas un total de 50 microcuencas.

El Río Otún nace en el caño Alsacia, afluente de la Laguna del Otún, a una altura de 3980 msnm y es la única fuente abastecedora del acueducto municipal, tiene un recorrido de 35 km hasta la Bocatoma San José a 1514 msnm donde alcanza un caudal promedio de 12,19 m³/s, de los cuales se captan 8.7 m³/s: 2 m³/s fueron concesionados¹⁷ y se conducen a plantas de tratamiento con destino al acueducto de Pereira (1,2m³/s) y Dosquebradas (0.35 m³/s) y, 7,5m³/s se destinan a la generación de energía por parte de la empresa de Energía de Pereira, respetando un índice de escasez medio y un caudal ecológico de 1,5 m³/s establecido por la Autoridad Ambiental¹⁸.

¹⁷ CARDER. Resolución #3160 del 4 de Agosto de 2010. Por La cual se prorroga una concesión para el uso de aguas superficiales, y se dictan otras disposiciones.

¹⁸ CONTRALORIA MUNICIPAL DE PEREIRA. INFORME DEL ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEL MEDIO AMBIENTE. VIGENCIA 2003. Pereira, Septiembre de 2004. p 99.

La subcuenca del río Consota pertenece a la cuenca del río La Vieja y cubre un área de 132 km²; su corriente superficial que tiene 45 km de curso baña el suroeste del municipio de Pereira y va en sentido Oriente-Occidente por cerca de 9 km en el área urbana. Al igual que el río Otún nace en el Parque Nacional Natural los Nevados, pero desemboca en el río La Vieja en una zona aledaña al municipio de Cartago. En la subcuenca de la quebrada Dosquebradas y en el río Otún – al igual que en el río Consota-, los sistemas de alcantarillado municipal son las principales fuentes de contaminación por vertimientos puntuales, mientras que las industrias, vierten las aguas residuales provenientes de sus establecimientos con previo tratamiento¹⁹. La apariencia física de esta corriente muestra fuerte deterioro y mucha sedimentación. Si bien no se utiliza actualmente como fuente de abastecimiento de la ciudad sí lo ha hecho durante varios años como receptora de la mayor cantidad de las aguas residuales domésticas conducidas por colectores de gran parte de la ciudad, y afecta a otros asentamientos humanos especialmente a la ciudad de Cartago, puesto que poco antes de la captación de agua para el servicio de acueducto de este municipio, desemboca en el río La Vieja.

Figura 3. Red Hídrica del área urbana de Pereira



Fuente de información SIG de la Facultad de Ciencias Ambientales, UTP. Elaboración propia en WEAP

2.1.4. Población

El 78% del territorio del Municipio de Pereira se encuentra en suelo Rural seguido del Suelo Suburbano con el 14% que es casi tres veces el tamaño del suelo

¹⁹ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA-CARDER. PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO OTÚN. CARDER – UAESPNN: 2008. p.52

Urbano. Esquemáticamente el área urbana del municipio no cuenta con una única estructura geométrica en las zonas edificadas pues a medida que se aleja del centro histórico comienza a sufrir transformaciones y deformaciones que terminan generando una ruptura en su linealidad para convertirse en una implantación orgánica adaptada totalmente a la topografía y a la existencia de suelos de protección especialmente en la zona de la quebrada El Oso²⁰. El 22,6% del suelo urbano y el 25,8% del suelo de expansión urbana del municipio, está definido como suelo de protección, porcentajes que corresponden principalmente a las áreas forestales protectoras de los ríos Otún y Consota y de las demás corrientes hídricas.

De acuerdo con las estimaciones del DANE, el municipio de Pereira cuenta al año 2011 con un total de 459.667 habitantes, de los cuales 386.126 se concentran en 19 Comunas, 421 Barrios²¹ de su área urbana, es decir, un 84% de la población total. En donde, de acuerdo con datos de proyección del DANE, la cobertura tanto del servicio de Acueducto como de Alcantarillado, alcanza el actualmente el 100%, abastecida mediante 7 tanques de almacenamiento con capacidad total para 36,55 m³ de agua, que equivale al 17,5% de la producción diaria en 3 Plantas de Tratamiento de Agua Potable con Capacidad Total de 2,14 m³/s, una más en la comuna Villa Santana con capacidad para abastecer principalmente la venta en bloque al municipio de Dosquebradas y parcialmente a Pereira. Así pues, según la última actualización al Balance Hídrico en el área metropolitana, la demanda residencial, se observa “como la que mayor presión ejerce sobre el recurso hídrico en los municipios de interés de este estudio, siendo la participación de otros sectores muy pequeña y en ocasiones nula”.

2.2 PLAN DE SANEAMIENTO HÍDRICO DE PEREIRA

El Plan de Saneamiento Hídrico – PSH 2003-2018 tiene como objetivo mejorar la calidad ambiental de los ríos y sus quebradas tributarias del tramo urbano de la ciudad de Pereira, mediante su descontaminación. Así entre sus prioridades está la de restablecer el balance hídrico en el área urbana, con la integración de las aguas residuales del sistema Otún con el sistema Consota en una sola planta de tratamiento con descarga al río Otún, teniendo la posibilidad de integrar también para su tratamiento, las aguas residuales del municipio de Dosquebradas.

²⁰ Secretaría de Planeación Municipal. Dirección Operativa Desarrollo Urbano. Expediente Municipal. Alcaldía de Pereira, 2011. p.14

²¹ *Ibíd.*, p.11

El PSH se concentra en el saneamiento de la red hídrica urbana del municipio de Pereira, en un total de 28 corrientes superficiales entre ríos, quebradas y caños (Anexo A), en los que se han venido desarrollado obras físicas paralelas, adicionales a la red de alcantarillado para el transporte de aguas residuales domésticas y pluviales, complementadas con obras para la gestión del riesgo y con actividades de gestión socioambiental que permitieran la sostenibilidad de las obras y el saneamiento ambiental en el sentido de la palabra; han sido y serán entonces intervenidas,

del sistema hídrico del río Otún:

- Quebrada El Calvario
- Quebrada Zanjón Hondo
- Quebrada La Cristalina
- Quebrada Dosquebradas²²
- Colector Egoyá²³
- Quebrada El Erazo
- Río Otún

del sistema hídrico del río Consota:

- Quebrada La Mina
- Quebrada El Chocho
- Quebrada La Julita
- Caño UTP
- Caño Torres de León
- Caño Terminal
- Quebrada La Arenosa
- Quebrada La Dulcera
- Quebrada Boston
- Caño Boston
- Quebrada La Parida
- Quebrada El Tigre
- Quebrada San José
- Quebrada Bedoya
- Caño Condina
- Quebrada Letras
- Quebrada San Joaquín
- Quebrada El Oso
- Quebrada Puntaepiedra
- Quebrada La Mielita
- Río Consota

²² Esta corriente está sujeta a la gestión del municipio de Dosquebradas y hace parte del PSH en su Fase III.

²³ La Q. Egoyá también hace parte de la red hídrica del sistema Otún pero hace varios años fue canalizada por administración municipal y convertida en Colector Egoyá, sus obras de saneamiento están proyectadas para sus últimos 500 metros en la última fase del PSH.

2.3 REFERENTE HISTÓRICO NORMATIVO E INSTITUCIONAL DE LA GESTIÓN DEL SANEAMIENTO HÍDRICO EN LAS CORRIENTES SUPERFICIALES DEL ÀREA URBANA DE PEREIRA

De acuerdo con lo que se narra en “Historia de Pereira”²⁴ el territorio en el que se levantó esta ciudad contenía los elementos indispensables para tal resultado, incluyendo el recurso hídrico: “un espeso sistema circulatorio de ríos, quebradas y riachuelos”; dando lugar a afirmar que sin la abundancia de este recurso no hubiera sido posible el desarrollo agropecuario de la época, como lo describe el texto; en un territorio que se caracteriza por soportar varios períodos de crecimiento acelerado, entre 1870 y 1880, se registran las primeras gestiones entorno a los servicios públicos de la población que aumentaba: se contrata la construcción de un acueducto pero, “la frágil construcción de madera no resistió y el modesto acueducto tuvo una vida efímera”, llevando a que en 1887 se construya en barro, un acueducto cuya fuente de abastecimiento era la quebrada El Chocho. Más adelante, se afirma que, entre 1905 y 1930 la ciudad da un gran salto en su crecimiento, siendo el urbanismo y los servicios públicos, los aspectos que experimentan la mayor transformación; de hecho en 1918 se contrata “la construcción de un moderno acueducto dotado de planta de purificación y una completa red de conducción a base de tubería metálica”, momento en el cual la ciudad contenía más de 50.000 habitantes y arribaba cada día más población golpeada por la violencia, tanto del área rural como de las demás ciudades del antiguo departamento de Caldas, y de otros como Antioquia, Valle y Tolima.

Sin datos sobre la existencia de sistema de alcantarillado alguno para la época, podemos suponer que la cantidad de aguas residuales que caían a la red descrita de corrientes hídricas continúa aumentando con la población durante las siguientes décadas. “Este crecimiento acelerado en el número de habitantes aumentó a su vez la demanda de bienes de todo tipo presentando un déficit en vivienda, educación, empleo, servicios públicos, entre otros. Pues el crecimiento de la ciudad se daba a un ritmo mayor que las respuestas que se podían ofrecer a las necesidades. Sólo en la década del 50 Pereira crece el 104% en su área”²⁵. La ausencia de políticas en el crecimiento de la ciudad, impide la planificación en la

²⁴ DUQUE GÓMEZ, Luis. et. al. Historia de Pereira. Club Rotario de Pereira, 2002: p. 368, 374, 375, 382, 385, 386.

²⁵ ROJAS MUNERA, Beatriz E. La urbanización y dinámica poblacional en la generación de condiciones de riesgo en Pereira. Una evaluación ambiental histórica (1950-2000). Tesis de Pregrado del programa Administración del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira, 2003: p. 42.

ocupación del territorio, llevando a la improvisación en las acciones administrativas para perjudicar a futuro el comportamiento del metabolismo urbano.

Según el Expediente Municipal entre los años 1950 y 1970 se presenta el crecimiento de Pereira en dirección oriente-occidente sobre lo que se reconoce actualmente como el centro de la ciudad, tiempo en el cual, el territorio va revelando su linealidad con respecto a la fuente de abastecimiento de agua, el río Otún. Calculando su población para el año 1962, en más de 200.000 habitantes, Pereira “se ha colocado a la cabeza de las ciudades del Departamento y por su desarrollo económico se disputa con la ciudad de Bucaramanga el quinto lugar entre las ciudades industriales del país”²⁶, posición que indica la fuerte y ascendente dinámica en el consumo de recursos del entorno natural y la configuración de los efectos antrópicos sobre éste; cien años después de la fundación de la ciudad, en donde “lo más probable es que la proporción de la población urbana con respecto a la rural se haya modificado en forma todavía más fuerte a favor de la primera, pues en los últimos años han surgido nuevas industrias y la ciudad ha recibido varios miles de inmigrantes de regiones vecinas que han venido a situarse en la zona urbana”²⁷. Así pues, por la llegada de personas en busca de las oportunidades del crecimiento económico de la época, desde “la década de los 60 ya se empiezan a visualizar ciertos problemas en el ámbito social, en especial, frente al tema de la vivienda y de los servicios a razón del crecimiento de la población urbana”²⁸, por lo que en la ciudad “la zona de Cuba resulta ser el mayor proceso de asentamiento de población en la década del 60, con intervención del sector institucional (Instituto de Crédito Territorial) y donde la comunidad misma se encargó de la construcción paulatina de sus viviendas”²⁹.

Sin referirse a un control o seguimiento frente a la construcción de barrios; la dotación de sus redes de servicios públicos, es de suponer, vino posteriormente legalizando el impacto sobre la nutrida red hídrica del municipio ya que según la Evaluación Ambiental Histórica de Múnera (2003) el proceso de urbanización con la aparición del UPAC a mediados de los 70's, permitió canalizar recursos del

²⁶ DUQUE GÓMEZ, Luis. et. al. Historia de Pereira. Club Rotario de Pereira, 2002: p.386.

²⁷ *Ibíd.*, p.395

²⁸ DÍAZ GIRALDO, Carolina. Metodología Interdisciplinaria desde el estudio de la problemática ambiental del tramo urbano de la cuenca del río Consota: Hacia el fortalecimiento de la Gestión Ambiental Local. [Tesis de Maestría]. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2007. p. 53.

²⁹ ROJAS MUNERA, Beatriz E. La urbanización y dinámica poblacional en la generación de condiciones de riesgo en Pereira. Una evaluación ambiental histórica (1950-2000). Tesis de Pregrado del programa Administración del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira, 2003: p. 43.

Estado para la ampliación en la cobertura de los servicios públicos; es así que entre el 1970 y 1980, empieza a consolidarse el Sub Centro de Cuba, en la cuenca del río Consota, con la construcción de urbanizaciones y barrios bajo la figura de vivienda de interés social, pero con ella se levantaban también invasiones y viviendas ilegales, sin control alguno, configurándose zonas de riesgo sísmico, hidrológico y geotécnico.

De allí que junto a la pobre visión de territorio, fue en aumento el nivel de contaminación en las corrientes superficiales al interior de estas zonas sometidas al crecimiento del conglomerado urbano y la presión demográfica, motivando en las fuentes hídricas, la disposición de residuos sólidos, acompañados de olores desagradables y la formación de focos de vectores y roedores, situaciones que en cadena hacen de las corrientes, “cloacas urbanas”, producto de la cobertura insuficiente e ineficiente de la red de alcantarillado, diseñada para combinar aguas pluviales con sanitarias y, descargar el agua contaminada sin tratamiento alguno; condiciones que van deteriorando el paisaje y la calidad de vida: “Fuentes hídricas intervenidas en sus cauces, rectificadas y con sus zonas de inundación ocupadas, generan grandes afectaciones al manifestar sus propios procesos de regulación en épocas de invierno, principalmente [...]. Otros factores intensificaban las condiciones de vulnerabilidad de la población de estas zonas: una precaria infraestructura de servicios, asociada a los procesos de contaminación de la fuentes hídricas (disposición de residuos líquidos y sólidos) representan los problemas de salubridad”³⁰. Tan notorio es el impacto que de hecho, en el primer Plan de Desarrollo de Pereira ya se reconoce la contaminación del río Consota y sus quebradas afluentes como uno de los problemas ambientales de la ciudad.

A la oleada ambientalista de esta época en el mundo, se le debe que en Colombia se defina el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974) donde se reconoce la utilidad pública e interés social de los recursos naturales y, como objeto de conservación y restauración frente a los efectos nocivos de la actividad antrópica, pero en este como en otros casos pasa tiempo antes de ver algún efecto del acto legislativo, sirviendo de ejemplo el cobro por vertimientos a fuentes hídricas, que viene a ser aplicable varios años después.

³⁰ ROJAS MUNERA, Beatriz E. La urbanización y dinámica poblacional en la generación de condiciones de riesgo en Pereira. Una evaluación ambiental histórica (1950-2000). Tesis de Pregrado del programa Administración del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira, 2003: p. 45

A nivel local, a comienzos de los 80, para cuando se crea Área Metropolitana Centro Occidente-AMCO (Dosquebradas, Pereira y La Virginia) y la Corporación Autónoma Regional de Risaralda-CARDER, los esfuerzos se concentran en mitigar los riesgos que se presentan para la época en la cuenca del río Otún, en este sentido “se desarrolla el primer programa de intervención institucional para atender la problemática ambiental de la zona del río Otún, a través del Plan de Ordenamiento, Prevención de Desastres y Saneamiento Ambiental en el Tramo Urbano del río Otún (TURO) promovido por la CARDER. Como resultados de este plan se logra finalmente la reubicación de aproximadamente 1300 viviendas, se realizan obras de estabilización, control y prevención de inundaciones. Además se logra instalar un sistema de alcantarillado, estas acciones configuran para finales de los 80’s una situación menos crítica en el sector del TURO”³¹; mientras tanto en la cuenca del río Consota continúa el proceso de expansión urbana, como un asunto desintegrado a la gestión ambiental del territorio: “en la década de los 80’s, buscando solucionar su problema de vivienda, la gente construyó sus casa en terrenos que no contaban con vocación urbanística”³², por ende la ausencia de redes de alcantarillado, junto a otros servicios básicos.

Para la misma época el tratamiento de aguas residuales en Pereira se dio sólo en algunos casos puntuales como proyectos piloto teniendo en cuenta que para entonces no existía la normalización técnica: en los años 80, a algunos efluentes de unidades residenciales cerradas se les aplicaron tecnologías de tratamiento primario, que en su mayoría fueron abandonadas posteriormente. En el ámbito municipal se tiene que para el año 1985 se realizaron estudios de calidad fisicoquímica a lo largo de los Ríos Otún y Consota gracias al convenio de asistencia técnica entre los gobiernos de Holanda y Colombia, con lo cual se pudo establecer la necesidad de formular un Plan de Saneamiento Hídrico, dando lugar al diseño básico de una planta de tratamiento para 30,000 habitantes, que aparentemente quedó archivado, sin embargo su diagnóstico serviría para la formulación futura.

Así, se parte de la idea de que la línea histórica del Saneamiento Hídrico en la ciudad ha sido dada por indicaciones de tipo normativo que inicialmente no fueron bien orientadas; para la muestra, el Decreto 1594 de 1984 en cuanto que referencia la modelación del comportamiento de la calidad del recurso hídrico

³¹ ROJAS MUNERA, Beatriz E. La urbanización y dinámica poblacional en la generación de condiciones de riesgo en Pereira. Una evaluación ambiental histórica (1950-2000). Tesis de Pregrado del programa Administración del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira, 2003: p. 58

³² *Ibíd.*, p. 44.

como instrumento útil para la planificación sobre el recurso sin establecer en ese momento una definición integral de la Cuenca Hidrográfica como base territorial, impidiendo la Gestión Integral en el sentido de la palabra; como lo indica el diagnóstico del Plan Nacional de Desarrollo 1990-1994, el sector de agua potable y saneamiento para la época tiene graves dificultades: “un sistema altamente centralizado, inestabilidad institucional, baja cobertura y calidad de los servicios, ineficiencias operativas y administrativas, influencia política, y deficiencias en la equidad en la prestación de los servicios”. Con la Ley Ambiental, la Ley 99 de 1993, sólo se tienen logros a nivel de institucionalidad; sin embargo este tiempo es clave para la ciudad, teniendo en cuenta que en el año 1991 se definen los términos de referencia para consultores del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Pereira - PMAA, y dos años más tarde (1993) se contrata al Consorcio conformado por Ingeniería y Estudios Técnicos S.A, dando visibilidad a un proyecto de tal magnitud para el desarrollo urbano.

Cuando se establece con la Ley 142 de 1994, el régimen de los servicios públicos, se define además como actividad complementaria del servicio público domiciliario de alcantarillado, el tratamiento de las aguas residuales, buscando con ésta y otras medidas, la modernización y eficiencia en la prestación de los servicios domiciliarios. En este, paralelamente, uno de los años con más actividad en la construcción en Pereira, CARDER inicia el Monitoreo de la Calidad del Recurso Hídrico, cuyo propósito es evaluar la polución generada por el crecimiento antrópico, como proceso de consolidación de información que según el Primer Informe de Monitoreo de la Calidad del Agua de los río Otún y Consota y quebradas afluentes, da los argumentos básicos para el desarrollo del PMAA; logrando que en marzo de 1995, con un Resumen Ejecutivo se concluya su formulación, orientada por una serie de estudios de planificación que integran a las ciudades de Pereira y Dosquebradas.

En el PMAA se plantea como objetivos, el mejoramiento de la calidad de estos servicios en una visión a largo plazo, la ampliación de su cobertura y capacidad de tratamiento, además del control y reducción de pérdidas. Particularmente en el servicio de Alcantarillado se planea conseguir la separación de aguas pluviales, de las residuales domésticas en toda la ciudad de Pereira, buscando el saneamiento de los ríos y quebradas en el área urbana. Este objetivo, teniendo en cuenta que el Sistema de Alcantarillado es Combinado con el Sistema de Drenaje Pluvial, implica entonces la construcción de sistemas de alcantarillados separados para las nuevas urbanizaciones y para los sistemas de alcantarillado existentes, la construcción de estructuras de alivio que desvían las aguas lluvia y, sistemas de interceptores y colectores que conducen las aguas residuales domésticas a dos

Plantas de Tratamiento, propuestas a la fecha, una localizada en el sector de la vereda El Tigre, dispuesta para los drenajes del río Consota en la misma cuenca, y la otra en el sector del Parque de la Vida, para los drenajes del río Otún. Plan que vislumbrado sólo para el municipio de Pereira, presupuesta costos directos de US\$161 millones para ejecutar en 5 años, con un nivel de inversión anual de US\$32 millones³³.

La Alcaldía Municipal, en conjunto con CARDER, la Gobernación, las Empresas Públicas y Área Metropolitana, plantean como medida de gestión ambiental en 1996, el “Plan de Acción Ambiental Pereira Centro Occidente” con el objetivo de “Superar los problemas ambientales urbanos y promover un desarrollo sostenible de la región” en el marco del cual, se formaliza entre otras acciones, para resaltar, la recuperación físico-ambiental de la quebrada Egoyá y el control y monitoreo de la calidad ambiental urbana (Díaz, 2007). En este mismo año las Empresas Públicas de Pereira en cumplimiento de la Resolución 369 de 1994, expedida por CARDER; inicia el proceso de Monitoreo de la Calidad de Agua del río Otún, a la vez que por Sentencia C – 495, la Corte Constitucional indica que los vertimientos de aguas residuales, generarán recursos a ser invertidos por la autoridad ambiental, en el saneamiento de los afluentes utilizados por las entidades prestadoras del servicio público domiciliario de alcantarillado.

En el año siguiente (1997) al mismo tiempo en que se expide la Ley 388 para el ordenamiento del territorio teniendo en cuenta al medio ambiente para la planificación de las acciones urbanísticas, y ya divididas las EEP - la Ley 142 de 1994, se crea la empresa con el nombre comercial de Aguas y Aguas de Pereira S.A. para prestar el Servicio de Acueducto y Alcantarillado- ésta entidad contrata y amplía el monitoreo de la Calidad del Agua al río Consota y quebradas afluentes, con el fin de evaluar el proceso de polución de estas dos fuentes. Desde entonces el monitoreo que se realiza de tipo Limnológico, que incluye además del análisis de variables fisicoquímicas y bacteriológicas, el muestreo biológico que permite establecer el grado de impacto y de desequilibrio del ecosistema sobre la parte biótica.

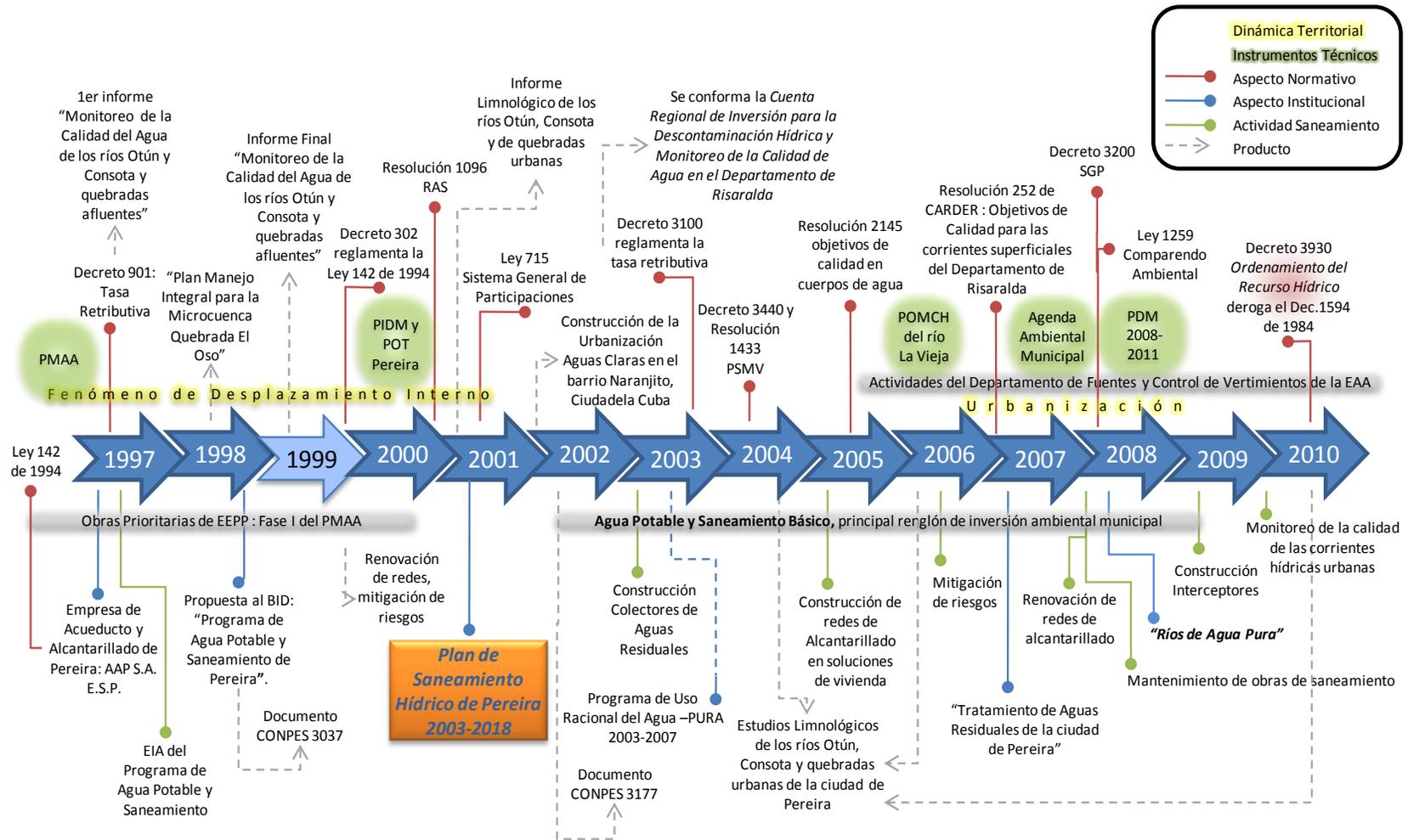
En el componente de Alcantarillado del PMAA, se proyecta: un sistema de recolección y transporte de aguas servidas que además de minimizar el riesgo de inundaciones en las márgenes de las quebradas, con el saneamiento hídrico logre

³³ Propuesta de AAP ante el Banco Interamericano de Desarrollo para el financiamiento de la Fase I del Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira: RESUMEN EJECUTIVO, PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE PEREIRA (CO - 0182). Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira S.A.E.S.P. (AAP) 1998: 56 pág.

el mejoramiento de la calidad del agua en ríos y quebradas urbanas, junto a la calidad de vida de la población; pero el déficit financiero que sostenía el servicio de agua potable y alcantarillado en figura de las EEP en 1996 indica las dificultades para financiar el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado. Sin embargo en el PMAA, se tenía definido un plan de inversiones para ejecutar en dos fases entre 1996 y 2004, y con el desarrollo de emergencia de la primera fase se ejecutaron *Obras Prioritarias* de la Fase I entre 1996 y 1999, por un valor de US\$ 18 millones, de los que la Nación aportó recursos no reembolsables por US\$ 5 millones para el mantenimiento, protección y reforestación de la cuenca alta del río Otún, la ampliación del almacenamiento, construcción y renovación de redes expresas y redes locales, la canalización y construcción de interceptores en la Quebrada El Oso, obras que además de financiarse con recursos nacionales, se utilizaron recursos propios de la Empresa, aportes regionales y un crédito de FINDETER.

A partir de lo propuesto en 1995 con el PMAA ante el Banco Interamericano de Desarrollo –BID para su cofinanciación, se realizan una serie de ajustes hasta el año 2000 en planes de inversión, diseños de obras y fases de ejecución del Plan de Saneamiento Hídrico, condicionado a la dinámica institucional y del territorio, la disponibilidad de recursos de financiación, la reglamentación a nivel nacional y la discusión en torno a la gestión integral del recurso hídrico en el contexto regional y local.

Figura 4. Línea Cronológica de la Gestión del Saneamiento del Recurso Hídrico en el área urbana de Pereira



Elaboración propia

Año 1997

En la cuenca alta de la fuente abastecedora y al interior del parque Ucumarí se presenta explotación agrícola, piscícola y ganadera, causando riesgo en la calidad del agua para consumo humano en el área urbana de la ciudad de Pereira; adicional a esto, antes de la Bocatoma Nuevo Libaré existen diversos cultivos, que permiten encontrar en el agua captada, trazas de agroquímicos, cuyo uso no se ha podido reglamentar y, a pesar de que se prohíbe la construcción de nuevas viviendas, se da lugar a la pavimentación de la vía de Pereira hacia el corregimiento La Florida. Así, mientras los esfuerzos institucionales siguen enfocados en subsanar las deficiencias en el sistema de abastecimiento de agua potable y se busca la modernización del mismo, para los vertimientos de aguas residuales domésticas y pluviales se hace uso de una red de Alcantarillado antigua, que supera los 50 años de uso en algunos sectores como en la Comuna Otún y zona centro de la ciudad³⁴, lo que la convierte en una red obsoleta.

Con la reglamentación de la Ley 99 de 1993, se expiden decretos como el de la Tasa Retributiva (Dec.901/97) replanteando el Recurso Hídrico desde el concepto de un Servicio Ambiental que amerita el cobro por su uso, conllevando a la parametrización en las corrientes superficiales, y esto asociado a la Política Nacional de Producción Más Limpia, permite que algunas de las empresas del sector manufacturero estudien la posibilidad de instalar plantas de tratamiento primario de aguas residuales de acuerdo con las características de sus sistemas productivos, mientras del total de las descargas de agua residual del municipio, el 33% son hechas al sistema Otún y el 67% al sistema Consota, a través de una red con insuficiencia hidráulica en cerca del 50% de los colectores principales existentes³⁵; sumándose a ello altas escorrentías pluviales por el conflicto que se asocia al uso del suelo (bosques y pastos) del momento en el que fue concebido el sistema de alcantarillado frente al grado de urbanización alcanzado. Este diagnóstico da lugar a que en el marco del desarrollo de emergencia de la Fase I, en el plan de Obras Prioritarias las EE.PP. se adelante la renovación de redes en los sectores más antiguos de la ciudad, en la medida que se pavimentan las calles o se resuelven problemas operativos de la red. Entre tanto la reconstrucción del colector y el saneamiento de la quebrada Egoyá, afectado con el terremoto de 1995, es asumido por la División de Macroproyectos de las EEPs en forma

³⁴ ESTUDIOS DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE PEREIRA – COLOMBIA. Informe Final. BETA Studio s.r.l. Water and Natural Resources Consultants. SOIL WATER STRUCTURES Engineering Services s.r.l. BID - Banco Interamericano de Desarrollo Washington, D.C. 20577. 1997. [Versión html]

³⁵ -----

independiente al PMAA, de acuerdo a las disposiciones de la Administración Municipal de este período.

De la revisión del PMAA se prioriza un Programa con costos de US\$102,9 millones (US\$61, 6 posible financiamiento del BID) para ejecutar en dos fases (US\$38,6 y US\$23) en 4 subprogramas. Frente al plan de ejecución de estos recursos, los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental del Programa de Agua Potable y Saneamiento de Pereira indican con la utilización de un modelo QUAL2E que el río Consota presenta una relativamente buena capacidad de autodepuración en el tramo final antes de la desembocadura, donde las condiciones geográficas y relativa lejanía del área urbana se lo permiten. Mientras el río Otún, evidencia también la buena capacidad de autodepuración, pero por efecto de las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, esto dado a las características propias de la corriente. Estos estudios argumentan cómo el hecho de la demora en la implementación de la planta de tratamiento, después de puesta en funcionamiento la red de colectores e interceptores, podría puntualizar la contaminación y afectar más la calidad del agua.

Para este mismo año se concreta la reorganización empresarial de la EEPP con desarticulación en los servicios de telefonía, energía y, acueducto y alcantarillado, además de una empresa de recaudo como se había mencionado anteriormente. En el mes julio de 1997 las empresas individuales de servicios inician actividades y, meses más tarde es originado el primer informe de progreso en el “Monitoreo de la Calidad del Agua de los río Otún y Consota y quebradas afluentes” de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira; monitoreo para el cual se seleccionan puntos en las corrientes superficiales urbanas de la ciudad, bajo criterios: físicos del área tributaria, socioeconómicos de la ciudad y de usos del suelo; puntos de monitoreo la mayoría de los cuales siguen vigentes en los estudios actuales.

Año 1998

Son varias las dificultades que se tienen en contexto de los Servicios de Acueducto y Alcantarillado, presentándose deficiencias de abastecimiento y de continuidad en el servicio de acueducto, al igual que presiones inadecuadas en la red en aproximadamente 50% del área urbana, generando parte de las pérdidas del recurso hídrico tratado. Del mismo modo en el servicio de alcantarillado, la ausencia de interceptores y canalizaciones en las quebradas principales de la ciudad, provoca inundaciones en periodos de lluvias de moderada y alta intensidad, situación que da lugar a la formulación del Plan Manejo Integral para la

Microcuenca Quebrada El Oso gestionado principalmente por CARDER, con el que inician las obras de mitigación a los desbordamientos de esta quebrada.

Para este período ya se cuenta con el 95% de diseños finales de ingeniería para las obras de la Fase I y con el 70% para las obras de la Fase II del Componente de Alcantarillado en el Plan Maestro, planteando proyectos y obras como: renovación de redes, compra de terrenos, reubicación de familias, construcción de Interceptores en las dos principales corrientes Otún y Consota, Colectores de aguas residuales en las quebradas y caños, y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, entre otros. Se propone la ejecución de este Componente como Plan de Saneamiento Hídrico-PSH, inicialmente pensado para desarrollarse en el período entre los años 1999 y 2004: la Fase I ejecutada en cinco años, entre 1999 y 2003. La Fase II puesta en marcha al iniciar el cuarto año de la Fase I, y tendría una duración de tres años entre el 2002 y el 2004, entre cuyas metas al finalizar el año 2003 estaba *la disminución de riesgos por inundaciones en las vías públicas y en la zona aledañas a las fuentes superficiales de agua y la interceptación del 75% de las aguas residuales*. Pero la baja disponibilidad de recursos para financiar las obras, da lugar a modificaciones. La propuesta que se presenta al Banco Interamericano de Desarrollo-BID, para lograr apoyo en la financiación de estos y otros proyectos que incluyen además el fortalecimiento institucional y mejoramiento en el sistema de acueducto, es denominada “Programa de Agua Potable y Saneamiento de Pereira” conformado por cuatro Subprogramas a ejecutarse en dos fases; cada fase buscando ser respaldada por un préstamo separado del BID de US\$38,6 millones y US\$23 millones. Así pues, el documento Programa de Agua Potable y Saneamiento de Pereira plantea como objetivos: La sostenibilidad financiera de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado; el mejoramiento en la eficiencia de distribución del agua, así como la provisión a nuevos asentamientos y zonas marginales; *promover la participación privada en la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y mejorar las condiciones sanitarias de la ciudad*.

Para este último objetivo que corresponde al PSH se proponen como metas globales a ser alcanzadas a partir de 2003, en la Fase I: eliminar cinco puntos críticos de inundaciones existentes a lo largo de la quebrada El Oso, junto a las descargas de 7,7 ton/día de DBO en las quebradas de la ciudad; mientras que las metas para la Fase II a partir del 2005, se concentran en evitar los deslizamientos en los cauces de la quebrada La Dulcera y en eliminar la descarga de 16 toneladas/día de DBO en los principales ríos que cruzan la ciudad. Para esto el programa incluye cuatro subprogramas en:

1. *Desarrollo empresarial y participación del sector privado: subprograma enfocado en el fortalecimiento institucional.*
2. *Inversión en obras de agua potable, específicamente en la disminución del índice de Agua No Contabilizada a menos del 30% y, en la ampliación y mejoramiento del abastecimiento de agua.*
3. *Inversión en obras de alcantarillado: para ser ejecutado en la **Fase I**, cuyas metas mencionadas anteriormente, van dirigidas a **mejorar las condiciones sanitarias de las quebradas del área urbana y a controlar las inundaciones**. Además a reubicar las familias afectadas por las obras y, a realizar acciones de educación y control ambiental. En este sentido, el Subprograma 3 tiene como componentes: Saneamiento de las quebradas, Reasentamiento y Educación y control ambiental.*
4. *Inversión en obras de alcantarillado: para ser ejecutada en la **Fase II**, buscando con sus metas **mejorar las condiciones sanitarias de los ríos de la ciudad** mediante la conducción de las aguas residuales y pluviales a los límites del casco urbano para su posterior conducción hasta la **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**. Este subprograma indica como componentes: Saneamiento de los ríos Otún y Consota, Reasentamiento y, Educación y control ambiental.*

Año 1999

Para la gestión ambiental en el municipio, en este año se muestra un nivel de inversión bastante alto (31mil millones de pesos), “cifra que contrasta con las vigencias anteriores y posteriores al año del terremoto, en proyectos que beneficiaron directamente al tramo urbano del Consota a través de la construcción de parques, la estabilización de taludes y programas de capacitación en el manejo de riesgos”³⁶. El evento sísmico del 25 de enero de este año dinamiza tanto la construcción como la reinvasión, situación que en lugar de convertirse en la oportunidad para corregir errores de planificación, compromete aún más la vulnerabilidad tanto social como ambiental de la ciudad. El Municipio de Pereira cuenta ahora con una población urbana aproximada de 365mil habitantes, asociada a una tasa de crecimiento promedio del 2% anual, esto ligado al hecho de que desde el inicio de la década de los 80’s se viene expandiendo la Ciudadela

³⁶ DÍAZ GIRALDO, Carolina. Metodología Interdisciplinaria desde el estudio de la problemática ambiental del tramo urbano de la cuenca del río Consota: Hacia el fortalecimiento de la Gestión Ambiental Local. [Tesis de Maestría]. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2007. p. 84.

Cuba (zona occidente) -con residencias que invaden cauces de quebradas como El Oso en el sector de los 2500 Lotes, y San Joaquín- al tiempo que se consolida también la zona oriental en el sector de Pinares, Álamos y la avenida Circunvalar.

Con una cobertura en el servicio de alcantarillado que desciende al 90%, éste es atendido mediante un sistema de tipo combinado en su mayor parte y redes que presentan problemas de fugas y baja capacidad hidráulica, provocando inundaciones en zonas residenciales para temporadas de lluvia. Puesto que no ha cambiado la situación de disposición de las aguas residuales, sin ningún tratamiento en los cuerpos de agua de las cuencas de los ríos Otún y Consota, es fácilmente visible el deterioro en la calidad de los ríos, caños y quebradas; corroborándolo el Informe Final de Monitoreo de la Calidad del Agua de los ríos Otún y Consota y quebradas afluentes de este año.

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado continúa con su gestión en el marco del PMAA y como soporte para la gestión de recursos internacionales se genera el “Documento CONPES 3037: Garantía de la Nación a una operación de crédito externo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira S.A. para el Plan Maestro de Acueducto, y Saneamiento Hídrico de Pereira”, enmarcándolo en la política sectorial del Plan Nacional de Desarrollo (1998-2002), en el Plan para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico definido por el CONPES, y el Plan de Reconstrucción del Eje Cafetero. Adicional al acuerdo de préstamo entre la banca multilateral y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado-EAAP, y el contrato de garantía de la Nación, el proyecto incluye dos acuerdos adicionales entre las partes: i) un acuerdo entre el Municipio de Pereira, CARDER, Gobernación de Risaralda y la EAAP, con el propósito de asegurar la transferencia de fondos de cada entidad a la empresa de servicios públicos, en relación con la contrapartida al proyecto; y ii) un acuerdo entre el Gobierno Nacional, el Municipio de Pereira y EAAP para la transferencia de recursos de la contrapartida Nacional al proyecto por valor de \$10 mil millones. Así pues, la financiación del plan en su Fase I proviene además del préstamo de la banca multilateral a la empresa Aguas de Pereira por US\$38,6 millones (60% del total), de la Nación por US\$6,25 (9%), de recursos municipales por US\$4,4 (7%), de una contrapartida de la empresa por US\$11,5 millones (6%), y de CARDER, Gobernación de Risaralda y Área Metropolitana Centro Occidente por US\$1,25 (2%) cada uno.

Año 2000

Con la expedición del Decreto 302 se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado,

y específicamente para este último servicio se solicita que *“Todo predio o edificación nueva deberá dotarse de redes e instalaciones interiores separadas e independientes para aguas lluvias, aguas negras domésticas y aguas negras industriales, cuando existan redes de alcantarillado igualmente separadas e independientes”*, situación que para la fecha no es viable ya que la red de alcantarillado en el contexto local continúa siendo combinada, de tal manera que el crecimiento urbanístico de la ciudad sigue contaminando las fuentes hídricas sin control. El decreto también sostiene que *“Los usuarios o suscriptores de las entidades prestadoras de los servicios, deberán hacer uso de los servicios de acueducto y alcantarillado en forma racional y responsable, [...], en orden a garantizar el ahorro y uso eficiente del agua, la prevención de la contaminación hídrica por parte de sustancias susceptibles de producir daño en la salud humana y en el ambiente y la normal operación de las redes de acueducto y alcantarillado; esta norma viene a reforzar aún más los argumentos legislativos para la ejecución del Plan de Saneamiento Hídrico - PSH. Como instrumento técnico que lo avala, en el componente general del Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira, se presentan las “Estrategias para lograr un desarrollo sostenible” donde se plantea *garantizar a largo plazo la disponibilidad en cantidad y calidad del recurso hídrico, protegiendo como fuentes alternas y zonas de recarga de los acuíferos, las cuencas altas de ríos como el Consota, y reducir la vulnerabilidad frente a las amenazas naturales, identificando y garantizando la no ocupación de los suelos expuestos a amenazas hidrológica y geotécnica.**

Mientras en Pereira se consolidan entidades como CARDER y, AMCO con el Acuerdo Metropolitano No 004 de 2000 (Plan Integral de Desarrollo Metropolitano 2000-2013), en su Capítulo 5 en materia del Sistema de Servicios Públicos Domiciliarios, entre sus directrices está la de *“Proteger las fuentes receptoras de las aguas servidas de los municipios que conforman el AMCO [...] mediante la construcción de un sistema de tratamiento que incluya colectores a interceptares y plantas de tratamiento, ajustándose a los lineamientos de la Ley 142 de 1994 de servicios públicos”*. Y dentro de las Normas Generales de Servicios Públicos Domiciliarios adopta exigencias como: la distancia mínima para protección de fuentes hídricas; sistemas de alcantarillado separado en nuevas urbanizaciones e industrias y, la construcción de plantas de tratamiento propias en las industrias existentes más contaminantes; todo esto dentro de la línea estratégica de Ordenamiento Territorial Subregional.

Teniendo en cuenta que desde los años 90 viene en crecimiento la zona sur de la ciudad (El Poblado, Samaria), el Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira de este año, identifica y localiza en la cuenca del río Consota, áreas de expansión

urbana en Pereira y formula también como uno de los objetivos *la recuperación de las márgenes del río Consota con el diseño y la ejecución de obras de saneamiento básico* (Díaz, 2007), dando soporte político y de planificación a las obras propuestas para tal fin desde la gestión de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado que para enero de este año (2000) tiene aproximadamente el 90% de obras de Alcantarillado y Saneamiento aprobadas para su ejecución. Sin embargo el hecho de que en la ciudad se vienen dando cambios demográficos y aumento en el consumo de recursos, esto lleva a la redefinición del Plan de Inversiones del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado planteado en 1995, teniendo en cuenta las condiciones en las que ahora se transforma el territorio puesto que continúa la migración interna en el país: “el fenómeno de la violencia y los enfrentamientos de grupos de insurgencia, militares y paramilitares en ciertos municipios del departamento y en otros departamentos, han ocasionado una fuerte corriente de familias desplazadas hacia la ciudad, entre los años 1997 y 2000 ingresaron a la ciudad 579 familia desplazadas, de éstas el 34%, provienen de municipios del mismo departamento”³⁷. En este sentido los estudios de factibilidad en saneamiento hídrico identifican que la solución de tratamiento para las aguas residuales descargadas en el sistema Otún debe ser en el contexto metropolitano (Pereira y Dosquebradas), teniendo en cuenta que 55% del total de la carga contaminante viene del municipio de Dosquebradas y que existe la necesidad de que en el mediano plazo se logre el saneamiento del río Consota y sus quebradas afluentes.

Con la Resolución 1096 en este mismo año se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS del Ministerio de Desarrollo Económico, documentación técnico-normativa que señala los requisitos para las obras, equipos y procedimientos operativos desarrollados en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y sus actividades complementarias señaladas en la Ley 142 de 1994³⁸. Documento que en la Sección II, Título E de *Tratamiento de Aguas Residuales*, hace referencia a los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y la Caracterización de las mismas. También en el Título D de la misma sección; indica los requisitos de los *Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y*

³⁷ ROJAS MUNERA, Beatriz E. La urbanización y dinámica poblacional en la generación de condiciones de riesgo en Pereira. Una evaluación ambiental histórica (1950-2000). Tesis de Pregrado del programa Administración del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira, 2003: p. 46-47

³⁸ http://www.cra.gov.co/normas_clasificadas.shtml?s=c&m=b&cmd%5B101%5D=c-1-%27Reglamento%20T%E9cnico%20del%20sector%20%28RAS%29%27 [Consultado el 21 de junio de 2011]

Pluviales, donde hace referencia a Redes de Colectores, Redes de Sistema de Alcantarillado Combinado y Estructuras Complementarias. Todo un instrumento, orientador en la realización de obras y en el cumplimiento de las normas dirigidas a la prestación eficiente de los servicios públicos.

Año 2001

Se presenta el documento del Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira –PSHP 2003-2018 cuyo objetivo es mejorar la calidad ambiental de los ríos y de las quebradas del tramo urbano de la ciudad, mediante su descontaminación, considerando en el momento 20 quebradas y caños además de las dos principales corrientes superficiales de la ciudad. Así entre sus prioridades está la de restablecer el balance hídrico en el área urbana, teniendo en cuenta el agua que se trasvasa del río Otún en buen estado al río Consota como agua residual, para que después de someterse a tratamiento, retorne a la fuente. El PSHP reconoce la situación menos crítica de calidad del agua del río Otún frente a la del río Consota, pues su caudal y, sus condiciones hidráulicas y ambientales, hacen que tenga una mayor capacidad de autodepuración. En el Plan se define como “mejor esquema desde el punto de vista técnico, económico y ambiental”: La integración de las aguas residuales del sistema Otún con el Consota una sola planta de tratamiento con descarga al río Otún, teniendo la posibilidad de integrar para su tratamiento las aguas residuales del municipio de Dosquebradas. Se explica la necesidad de bombeo en 3 sitios: en la zona de expansión occidental, en Ciudadela del Café (parte baja) y en Otún Bajo. El documento precisa la localización de la planta de tratamiento de aguas residuales en el sector de La Siria, sobre la margen derecha del río Otún, en el predio El Paraíso, donde la construcción de la PTAR que se estima en US\$22.5 millones.

El PSHP define una secuencia de desarrollo que en su etapa inicial que va de 2005 a 2008, siendo la *obra cúlmine la construcción del túnel Consota* con tratamiento preliminar de aguas residuales junto a otras obras que ya se han ejecutado y otras que a este año (2003) ya están en ejecución; la segunda etapa de 2008 a 2013, busca completar el *saneamiento total del río Consota con obras complementarias y la entrada de Dosquebradas al sistema* y, la etapa final, de 2013 a 2018, trae consigo la *construcción del túnel Otún, al tiempo que Dosquebradas sea vinculado al interceptor de la quebrada La Dulcera.*

En el marco del PMAA, la EAA avanzó en Fortalecimiento Institucional, Gestión Socioambiental y Optimización de la Infraestructura de Acueducto y Alcantarillado, y en esta vigencia Calvario, San José, El Chocho, El Oso, Cundina, Puntaepiedra

y La Dulcera son las quebradas objeto de monitoreo por parte de la empresa Ingeniería y Laboratorio Ambiental LTDA. – ILAM de la ciudad de Bogotá, que presenta el informe Limnológico de los ríos Otún, Consota y de las quebradas urbanas mencionadas para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira.

De acuerdo al Informe de la Contraloría Municipal para este año se adelantan los estudios de factibilidad técnica, económica, ambiental, financiera, institucional y legal y, diseños preliminares del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Pereira y de su construcción y operación con la participación del sector privado, y al finalizar este año se expide la Ley 715 sobre la conformación del Sistema General de Participaciones, donde el Congreso de la República asigna el 41% de los recursos destinados al municipio por la Nación, para inversiones en Agua Potable y Saneamiento Básico, con base en el numeral de Participación General; convirtiéndose este rubro en otra fuente de financiación para las obras de saneamiento. Así inician actividades tendientes al saneamiento de las principales fuentes, contaminadas por las aguas residuales en el municipio; partiendo del hecho de que desde el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de 1995 se han venido realizando ajustes de acuerdo a la descripción de la infraestructura que en él se presentó.

Figura 5. Instrumentos de Gestión del Saneamiento Hídrico en Pereira



Año 2002

Ya que la Política de Agua Potable y Saneamiento Básico de 2000 establece la necesidad de formular un Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales viable y sostenible económica, social y ambientalmente, en este año se definen con el

documento CONPES 3177 los criterios para la priorización de los municipios en la construcción de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, donde Pereira cumple los criterios establecidos, contemplando que: es un municipio donde el vertimiento produce impacto nocivo importante, teniendo en cuenta la capacidad de asimilación de la fuente receptora -en este caso el río Consota al cual va dirigida la mayor cantidad de vertimientos del caso urbano, aún con menor capacidad de autodepuración que el río Otún; posee Sistema de Acueducto con planta de potabilización de agua, -que para la época era más que una obligación legal, sanitaria- y, una cobertura del servicio de Alcantarillado que ha alcanzado un nivel mayor del 80%. Por otro lado no tiene garantizados aún los recursos para la construcción de emisarios finales de su sistema de Alcantarillado pero con la sostenibilidad financiera, operativa e institucional de sus sistemas, con la solidez alcanzada en los últimos años puede resolver esta situación de parcialidad en el cumplimiento del criterio de recursos financieros. Este documento sirve de instrumento para facilitar precisamente el direccionamiento de recursos para la continuidad en el desarrollo de obras de saneamiento.

La inversión ambiental está direccionada a la compra de predios en la cuenca alta de la fuente abastecedora, a la reforestación y a la sensibilización en el uso racional y ahorro del agua, esto ayuda a que en general el servicio de acueducto sea prestado de forma satisfactoria como lo indica el Informe del Estado de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente del municipio. También la cobertura alcanzada por el servicio de alcantarillado, es adecuada; gracias a la reposición y ampliación de redes de alcantarillado, permiten calificar en buenos términos la calidad de este servicio, pero no se tiene el mismo concepto sobre las condiciones sanitarias y ambientales en el área urbana debido a la visible contaminación de las corrientes hídricas como receptoras de las aguas residuales domésticas, industriales y comerciales. Según la Contraloría Municipal³⁹ dentro de los problemas ambientales priorizados del municipio de Pereira, se tiene: la inexistencia de correlaciones entre las entradas y salidas del metabolismo municipal, una deficiente gestión ambiental del recurso hídrico, la dirección inadecuada de los residuos sólidos, acompañados por la insuficiencia en procesos de educación y cultura ambiental; todo estos, son problemas asociados con el estado de contaminación hídrica y conforman la problemática ambiental urbana.

En el contexto local de alguna u otra manera y pese a muchas situaciones de insuficiencia a nivel de gestión ambiental como el hecho de que “el principio de

³⁹ CONTRALORÍA MUNICIPAL. INFORME DEL ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEL MEDIO AMBIENTE. Municipio de Pereira. VIGENCIA 2002. Pereira, Septiembre de 2003. p. 33.

sustentabilidad ambiental en la ejecución del Plan de Desarrollo -Municipal- es casi inexistente”, la calificación hecha por la Contraloría Municipal de la Gestión Ambiental de Pereira en la vigencia 2002, fue de “Eficiente”. Lo que se logra por la gestión de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, reconociendo que “Aguas y Aguas de Pereira es el mayor ejecutor de obras”, desarrollando numerosos de estudios y obras para la protección de la cuenca abastecedora, el abastecimiento de agua potable, la recolección, transporte y tratamiento de las aguas residuales, sólo hasta ahora concentrados en proyectos de infraestructura, que muestran cómo Agua Potable y Saneamiento Básico, continúa siendo el renglón de inversión prioritario, representando el 57,25% del presupuesto total municipal ejecutado en programas y proyectos de naturaleza ambiental, mientras que aún son pocos los recursos asignados a los programas de Educación y Sensibilización Ambiental. Esto se da gracias a que a partir de este año el municipio de Pereira transfiere a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira el porcentaje de recursos que le corresponde según la norma del Sistema General de Participaciones para las inversiones en Agua Potable y Saneamiento Básico, permaneciendo bajo su interventoría.

La empresa de servicios pone en marcha el Plan de Saneamiento Hídrico ahora con el replanteamiento de influencia metropolitana, debido el contexto en el que se despliega el sistema hídrico del área urbana de Pereira en interacción con el municipio de Dosquebradas y los alcances de las obras sobre el municipio de Cartago, al desembocar el río Consota en el río La Vieja. Inicia la construcción de colectores e interceptores en el marco del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado sin empalme aún, que permita notar cambio alguno en el saneamiento o recuperación; al tiempo que comienza la construcción de la Urbanización Aguas Claras en el barrio Naranjito de la Ciudadela Cuba con la interventoría de la Corporación Minuto de Dios, en cuanto al Plan de Reasentamiento de Familias cuyas viviendas se encuentran ubicadas sobre las márgenes de las corrientes objeto de las obras de instalación de los colectores e interceptores: Calvario, La Cristalina, Zanjón Hondo, La Arenosa, La Dulcera, San Joaquín, Boston, El Oso, Bedoya y Letras.

Hasta ahora entre las acciones que se ejecutan para incidir positivamente sobre la calidad del recurso hídrico, resaltadas en el Informe del Estado de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente está el Programa de Saneamiento Hídrico adelantado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, al igual que los programas de reforestación realizados sobre las cuencas y microcuencas por parte de instituciones como la Alcaldía Municipal, CARDER, Federación de Cafeteros y entre ellas también la EAA; el reordenamiento de la cuenca alta y

media del río Otún, para su protección y recuperación paisajística además del control ambiental llevado a cabo por las autoridades del municipio y la autoridad ambiental acompañado del monitoreo ambiental sobre los ríos, que se cataloga como una actividad sumamente importante.

Año 2003

Para febrero de este año finaliza la construcción de la Urbanización Aguas Claras en el barrio Naranjito del Plan de Reasentamiento de Familias afectadas por las obras del Plan de Saneamiento y mediante convenio con el Municipio de Pereira la urbanización es equipada con un moderno colegio para educación de básica primaria, beneficiando a 42 familias y 180 personas en total.

Los resultados de gestión ambiental presentados a la Contraloría Municipal, argumentan que la disminución en la cobertura del servicio de Alcantarillado entre el período 2001-2003, se explica por el aumento de los asentamientos humanos ilegales, en los sectores suburbanos, situación que se refleja en la diferencia entre la tasa de crecimiento de los suscriptores y la tasa de crecimiento de los domicilios; esto se presenta a pesar de que Agua Potable y Saneamiento Básico, continúa siendo el renglón de inversión prioritario para la actual administración, representando el 74,4% del presupuesto total ejecutado en programas y proyectos de naturaleza ambiental, ejecutados en su mayor proporción por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado y, la Empresa de Aseo de Pereira. Lo que se ve favorecido porque a nivel nacional la fusión de los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Económico, permite la coordinación administrativa de las acciones en torno a agua y saneamiento, que anteriormente, se vieran entorpecidas por las decisiones que no lograban el equilibrio entre el desarrollo y el ambiente. Así pues, para hacer más eficiente el servicio de recolección y transporte de aguas residuales (servicio de alcantarillado) la EAA continúa durante la vigencia 2003 con la ejecución de actividades en instalación de nuevas conexiones de alcantarillado, aplicación de software para análisis y diseños de redes de alcantarillado, control de vertimientos con la realización de aforos en la bocatoma San José, toma de muestras de sistema de pretratamiento y realización de visitas a establecimiento comerciales, mantenimiento preventivo y construcción de sumideros en zonas vulnerables de inundación, y como parte del Plan de Saneamiento Hídrico al año 2018, en este año además de lograr la recuperación paisajista de microcuencas y la reducción de olores, se termina la construcción de colectores en 13 corrientes superficiales.

De estas obras parten los estudios de viabilidad, técnica, financiera, social y ambiental para el tratamiento de las aguas residuales del municipio, en los que se realiza una evaluación que considera 8 alternativas para su tratamiento, y es elegida la de menor costo de construcción con un valor de US\$32,73 millones. Alternativa que contempla la integración de las aguas residuales del Otún y Consota, en una única planta de tratamiento, cuyo receptor final debe ser el Río Otún. La planta propuesta tiene la capacidad de tratar todas las aguas residuales de Pereira y Dosquebradas hasta el año 2030 y también de la futura área de expansión urbana en Cerritos.

En octubre de este año con el Decreto 3100 se reglamentan la tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones; específicamente en el Artículo 20 sobre la Destinación del recaudo, la norma indica que *“Los recaudos de la tasa retributiva por vertimientos se destinarán exclusivamente a proyectos de inversión de descontaminación hídrica y monitoreo de calidad de agua”* -recursos que se agregan para el desarrollo del PSHP- y se relaciona el *Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos* como instrumento de evaluación al cumplimiento (Plan de Cumplimiento). De la misma manera en la norma se pide a las Autoridades Ambientales Competentes efectuar Programas de Monitoreo de las fuentes hídricas, cuyas actividades ya se vienen realizando en Pereira desde 1996.

Dentro de los proyectos que cobija el servicio de Acueducto se presenta el Programa de Uso Racional del Agua –PURA 2003-2007, aprobado por CARDER; con lo que se busca entre otras cosas, racionalizar y optimizar las inversiones en los sistemas de acueducto y alcantarillado, minimizar el costo de tratamiento de las aguas residuales, reducir costos de producción, operación y mantenimiento y propender por el uso sostenible del recurso hídrico y la calidad del medio ambiente. Este programa contiene el subprograma de *conservación, preservación y saneamiento hídrico de ríos y quebradas en el tramo urbano de la ciudad*, además de contar con otro subprograma en Educación Ambiental para desarrollar en los proyectos de, *Confianza Ciudadana* orientado a *la sostenibilidad de obras de infraestructura y del recurso hídrico* y, *Cultura del Agua*, buscando la conciencia y corresponsabilidad frente al consumo de agua y el cuidado de la fuentes hídricas.

Año 2004

La cobertura del servicio de Acueducto Urbano se estima es menor a la del año 2003, situación que se relaciona con procesos de legalización de zonas de

invasión, mientras que la percepción en el incremento en la cantidad de carga contaminante del río Otún, se asocia con la población flotante producto del fenómeno de desplazamiento al interior del país por los problemas de violencia, con viviendas que no están conectadas a la red de alcantarillado descargando directamente a las corrientes que han sido ya objeto de obras.

En cuanto a recursos de financiamiento del PSH, con los recursos recaudados por la CARDER de tasas retributivas (Decreto 3100 de 2003), se conforma la *Cuenta Regional de Inversión para la Descontaminación Hídrica y Monitoreo de la Calidad de Agua en el Departamento de Risaralda*, con los que se apoya la ejecución de las obras para el saneamiento hídrico en los municipios del departamento y, específicamente para el área urbana de la capital se apoyan obras como la construcción del colector de la Quebrada El Oso entre la Urbanización Terranova y el Barrio Los Sauces. Adicional a esto, bajo la suscripción de convenios hechos en su mayoría en 2003 y terminados en 2004, se transfieren recursos del Sistema General de Participaciones al servicio de Agua Potable y Saneamiento Básico, de tal manera que del monto total dispuestos por el SGP, el 56,66% (\$3.865'982.938) se ejecutan en el sector urbano para Agua Potable y Saneamiento Básico para el desarrollo de varias obras que ayudan a que éste sea el renglón de inversión más importante con el 46% del presupuesto total asignado para programas ambientales; de acuerdo a esto la EAA, logra una inversión total de casi 12mil millones, que incluyen la gestión socioambiental de la misma, dentro de acciones interinstitucionales en las cuales para este período, se tuvo mayor interés en la educación y sensibilización ambiental ciudadana. A diferencia del año anterior (2003) disminuye un poco la inversión, según la Contraloría, frente “al año de la construcción de colectores e interceptores”.

En octubre de 2004 con el Decreto 3440 se modifica el Decreto 3100 de 2003 en cuanto al cobro por parte de las Autoridades Ambientales Competentes de la tasa retributiva por vertimientos puntuales en cuenca identificadas como prioritarias por sus condiciones de calidad, para ahora concentrarse en todos los cuerpos hídricos en su jurisdicción. Siendo importante resaltar también que en el capítulo de Definiciones, donde se definen “*Proyectos de inversión en descontaminación hídrica*” como “*todas aquellas inversiones cuya finalidad sea mejorar la calidad físico química y/o bacteriológica de los vertimientos o del recurso hídrico. Se incluyen inversiones en interceptores, emisarios finales y sistemas de tratamiento de aguas residuales, así como los estudios y diseños asociados a los mismos*”, en su modificación se le agrega en lugar de “estudios y diseños asociados a los mismos”, “*la elaboración de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico*”.

Según la norma los usuarios prestadores del servicio de alcantarillado y los municipios o distritos sujetos al pago de la tasa, pueden hacer autodeclaraciones presuntivas de sus vertimientos. Siendo este el argumento por el cual la EAA comience sus propios estudios de monitoreo y da aún más validez a sus reportes a CARDER con el Informe Final del proyecto contratado en 2003 de Estudios Limnológicos de los ríos Otún, Consota y quebradas urbanas de la ciudad de Pereira, realizado por la firma INGESAM de Santiago de Cali para la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira –EAAP, Estudios que vienen realizándose desde 1997.

Con la Resolución 1433 de este año se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-PSMV que deben ser presentados por las personas prestadoras del servicio público de alcantarillado; se definen como un conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, planes que deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental, para ello se exige el diagnóstico del sistema de alcantarillado, la identificación de la totalidad de los vertimientos puntuales, la caracterización de las descargas de aguas residuales y de las corrientes antes y después de la descarga, las proyecciones de la carga contaminante generada, los objetivos de reducción del número de vertimientos puntuales y, por supuesto, la descripción detallada de los programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones en las fases de corto, mediano y largo plazo; además se solicita en el caso en que no se cuente con sistema de tratamiento de aguas residuales, indicar las fechas previstas de construcción e iniciación de operación del sistema de tratamiento y, por último la formulación de indicadores de seguimiento que reflejen el avance físico de las obras programadas.

Año 2005

De acuerdo al censo de población y vivienda realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas para este año, de la población total del municipio, el 83.8% (358.681) son habitantes del área urbana. La Contraloría Municipal de Pereira sostiene que son muchos los daños causados al ambiente y a los recursos naturales por la acción antrópica en el municipio, los que se quedan sin ser revelados ni identificados por las entidades de control y vigilancia y, a

pesar de que la cuantificación de los Costos Ambientales no sea precisa y se subestime, en el municipio de Pereira, alcanzan los casi 3 mil millones de pesos de los cuales la Empresa de Acueducto y Alcantarillado debe compartir a través la limpieza de descoles, quebradas y estructuras de interceptores en diferentes sectores de la ciudad además de los Estudios Limnológicos que se realizan en ríos y quebradas. Al mismo tiempo con la Resolución 2145 de este año se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-PSMV para exigir a la Autoridad Ambiental, notificar los objetivos de calidad en los cuerpos de agua que fueran definidos por la misma, y a partir de esto la norma determina un plazo para que los prestadores del servicio de alcantarillado presenten los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.

En este año, en el que el municipio de Dosquebradas se acoge al Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira, se ejecutan obras de Saneamiento Básico y Agua Potable, con el 58,32% de las inversiones hechas en el sector urbano del municipio de Pereira, mediante la ejecución de convenios hechos con la alcaldía municipal (recursos de la Ley 715, SGP) que fueron suscritos en 2003 y 2004 para la construcción de redes de Alcantarillado sanitario y pluvial, y de Acueducto para el Barrio Los Paraísos y para el Plan de Vivienda Tokio Fase I. También con recursos de la Cuenta Regional de Inversión para la Descontaminación Hídrica y Monitoreo de la Calidad de Agua en el Departamento de Risaralda se apoya principalmente la construcción del Sistema de Tratamiento La Bananera al inicio de la cuenca media de la fuente de abastecimiento de agua potable río Otún, y el mantenimiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.

Por otra parte continúa la canalización y la construcción de colectores de la quebrada El Oso con otras obras que se extienden hasta el puente de la Avenida de las Américas, trayendo consigo valor agregado en amoblamiento urbano (áreas empedradas, ciclo ruta, andenes y barandas de protección). Mientras la construcción de los interceptores en los ríos Otún y Consota se proyecta para el año 2007, se tiene planeado para el año 2008, el inicio de la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, precisando la construcción de colectores de aguas residuales durante varios años hasta el año 2018.

Como resultado parcial a 2005 de PURA 2003-2007, se realizan talleres de formación, jornadas educativas en barrios y/o comunas y se logra la conformación de clubes defensoras del agua. Pese a esto las auditorias fiscales públicas indican que la Educación Ambiental continúan ocupando los últimos renglones de inversión en el municipio de Pereira.

Año 2006

Se da lugar a la formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca Hidrográfica – POMCH del río La Vieja, “El Rejuvenecer de La Vieja”⁴⁰; desde 2004 es un proceso liderado por las Corporaciones Autónomas Regionales CRQ, CVC y CARDER y la Territorial Noroccidente de la UAESPNN. Este se considera como el principal referente o instrumento de planificación orientador para futuras gestiones en la Cuenca, de la que hace parte el municipio de Pereira con el río Consota. En su construcción y elaboración de este documento-resumen intervinieron diversos actores de la Cuenca en el que se argumenta un enfoque sistémico, con la descripción y análisis de manera integrada de diferentes temáticas ambientales, socioculturales, económicas, funcionales y político-administrativas. Se sostiene en el POMCH que las instituciones identificaron la necesidad de realizar un trabajo coordinado de ordenación debido a la *complejidad de los problemas y la dimensión del territorio*, a saber de que las acciones adelantadas en la jurisdicción de la cuenca, han resultado insuficientes.

Se resalta que La Vieja fue una de las cuencas priorizadas en el año 2004 como cuenca piloto para la aplicación y validación del Decreto 1729 de 2002 sobre Cuencas Hidrográficas y su Ordenamiento, comentando que entre las motivaciones iniciales para ser seleccionada, está el hecho de que la Cuenca es compartida por tres departamentos y veintidós municipios, administrada por tres Corporaciones Autónomas Regionales, presenta alta densidad poblacional y alta presión antrópica, cuenta en su jurisdicción con área del Parque Nacional Natural Los Nevados administrada por otra autoridad ambiental, además de contar con avances y resultados de trabajos adelantados por parte de las tres CAR y se contaba con muy buena información para facilitar el proceso.

En el marco del POMCH del río La Vieja, la participación de 444 actores en representación del sector productivo, académico, institucional, social-organizativo y etnias, se dio como resultado la Instancia General de Concertación (IGC), en la cual se identificó la problemática de la cuenca, se construyeron visiones de futuro y alternativas de manejo, permitiendo que bajo las expectativas de la población se generaran los lineamientos del Plan, mientras las alternativas de solución a la problemática de la cuenca son expuestas como resultado de la generación y recopilación de diferentes alternativas de solución producto de actividades con entidades territoriales y sectores productivos: alternativas para el mejoramiento integral de las condiciones ecológicas de la cuenca del río La Vieja y la calidad de

⁴⁰ Documento disponible en: <http://www.carder.gov.co/documento.php?a=download&fileid=3466>

vida de la población, con un sistema de seguimiento y evaluación definido. En el documento, cuyo resumen es publicado en 2008, se formulan 7 programas que incluyen 16 subprogramas y 41 proyectos con indicadores que reflejan la concentración de esfuerzos a los aspectos físicos o la generación de empresa. Reconociendo que la configuración de la problemática en la cuenca como en otras ha sido resultado de una dinámica de crecimiento y consumo, es preciso decir que este plan no logra una visión del territorio impregnada de lo social, algo que podría incidir más sobre las actividades humanas que con la solución física de la problemática.

En el Informe anual municipal del Estado de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente se reconoce para esta vigencia la gestión del Departamento de Fuentes y Control de Vertimientos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, que se encarga de actividades como el control sobre las descargas de los establecimientos comerciales a la red de alcantarillado, la caracterización de aguas en corrientes receptoras de aguas residuales, con análisis fisicoquímicos y bacteriológicos en 34 puntos, permitiendo entre otras cosas con esta actividad su autodeclaración en el cálculo de la Tasa Retributiva que recauda CARDER, como se mencionara anteriormente; en cuanto al informe del estado de las corrientes superficiales del área urbana, a partir de este año el Grupo de Agua y Saneamiento de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, contratado en el 2004, realiza los Estudios Limnológicos de los ríos Otún, Consota y quebradas urbanas de la ciudad de Pereira para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado.

Entretanto la mayor inversión ambiental en el municipio de Pereira es ejecutada en el componente de Saneamiento con la participación del 65,63%, lo que permite a la fecha estimar que el 42,50% del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado esté ejecutado. La EAAP invierte para 2006 aproximadamente \$12mil millones de pesos en proyectos como la construcción de obras de saneamiento básico del Río Otún y del río Consota, teniendo como fuentes económicas y de financiación además de recursos del SGP, el recaudo de las tarifas del servicio de alcantarillado (vigiladas por la CRA y la Superintendencia de Servicios Públicos), de las Tasas Retributivas y de la cofinanciación Nacional e Internacional. Sólo en la instalación de Colectores de Aguas Residuales fueron ejecutados casi \$7.500 millones en barrios como San Luis, La Arboleda, El Poblado II Etapa, Perla del Sur, en las quebradas El Oso y La Dulcera. Logrando en este año realizar obras de acueducto y alcantarillado para Plan de Vivienda Tokio fase II y fase III, y dar inicio, a la construcción del canal interceptor de Aguas Residuales en la margen derecha de la quebrada El Oso entre el puente Av. de las Américas y el puente de

los 2500 Lotes; a las obras de mitigación de riesgos por socavación del río Consota en el sistema de alcantarillado sanitario de los barrios Ormaza y América, en el sistema de alcantarillado sanitario del Barrio Central y sectores inestables; también el inicio de la construcción del Colector de Aguas Residuales de la quebrada La Dulcera (entre los barrios Verona y Villa Mery).

Según la Contraloría Municipal del total de los costos ambientales estimados en este año, casi el 60% corresponden a obras del *Plan de Saneamiento Hídrico*, indicando la incidencia del daño antrópico en la calidad del recurso hídrico de la ciudad y el esfuerzo por recuperar la calidad del agua de las corriente urbanas. Sin embargo la ausencia aún de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, lleva a que la gestión ambiental realizada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado no pueda sea calificada en mayor nivel; en este sentido la Contraloría Municipal afirma que la Gestión Ambiental del Municipio de Pereira de acuerdo a la vigencia anterior, se califica “eficiente” en su ejecución presupuestal, “eficiente” en su ejecución de metas”, pero “ineficaz en el mejoramiento de la calidad de vida de la población”.

Año 2007

A partir del año anterior la tendencia de construcción de vivienda en suelo suburbano se ha incrementado notablemente, de la misma manera que comienza a redensificarse la ciudad en los vacíos urbanos de zonas como Pinares, Avenida de las Américas (por el Parque Metropolitano del Café), el sector de Corales, Villa Olímpica, Belmonte; presentándose un pico de licencias otorgadas para la construcción de vivienda principalmente de tipo multifamiliar (bloques de apartamentos), con las que, según la Secretaría de Planeación Municipal, el área urbana del municipio tuvo un aumento de 28,6 hectáreas, con una variación en la población de 2.500 habitantes con respecto al año, de acuerdo con las proyecciones del DANE, sin cambios significativos en la densidad. Mientras tanto la cobertura del servicio de acueducto en el sector urbano, la demanda de agua potable y la cobertura del servicio de alcantarillado muestran disminución en su comportamiento con respecto al año anterior; ocurriendo lo mismo en el sector comercial donde se muestra también una tendencia a la disminución en el consumo de agua, algo que podría explicarse como resultado de los programas de ahorro y uso eficiente del agua, por parte de la EAA. Es de suponer que estas nuevas edificaciones cuentan con redes interiores independientes para conducir aguas lluvias y aguas residuales domésticas; siendo el mismo caso para las nuevas industrias, exigencia ya establecida tanto en por la normatividad como por el PMAA.

De otro lado, CARDER mediante Resolución No. 252, define los Objetivos de Calidad para las corrientes superficiales del Departamento de Risaralda en los tramos receptores de vertimientos, donde se incluye el río Otún y el río Consota, de acuerdo con los requerimientos y los parámetros de calidad establecidos en los Decretos 1594 de 1984, 3100 de 2003 y 3440 de 2004. Objetivos que a cumplir en un período de 10 años, estarían obligando a que en el marco del PSH, se vieran resultados de saneamiento antes del 2018, año de culminación del plan, donde se busca al igual que los objetivos de calidad establecidos por la autoridad ambiental, el contacto primario, siendo éste el uso más exigente en cuanto a la calidad de una corriente superficial.

En este año se actualiza la Agenda Ambiental del Municipio de Pereira⁴¹; este instrumento define el marco estratégico de planeación de la gestión ambiental local, formulado en el marco de los parámetros ambientales regionales, nacionales e internacionales, con la participación de las diferentes entidades del sector central y descentralizado que tienen actuaciones sobre la gestión ambiental municipal, donde no se menciona la comunidad como constructora de los escenarios. Con información oficial sobre el estado actual del municipio de Pereira, se construye el perfil ambiental del municipio, y se plantean las líneas estratégicas de largo plazo. Dentro del Perfil Ambiental Municipal aparecen los ítems “Sistema Físico-Natural” y el “Sistema Físico-Construido”, mostrando con estos términos, las dificultades de manejar el concepto de “enfoque sistémico” en la visión de Ambiente. En este documento se presenta una síntesis de las principales potencialidades y problemáticas del sistema municipal para las que sugiere atención prioritaria, considerando como problemática, la *alta presión sobre el recurso hídrico*, la contaminación atmosférica, el *déficit en calidad y cantidad de equipamientos colectivos municipales*, en calidad y cantidad de espacio público y las dificultades de movilidad. Así pues, entre algunas de las líneas estratégicas del Plan de Acción de la Agenda está la Gestión Integral del Recurso Hídrico (calidad y cantidad, protección de fuentes abastecedoras, manejo de aguas residuales), Equipamientos Colectivos Municipales (cobertura), Gestión del Riesgo (sugiriendo la formulación y adopción de un Plan Municipal para la Gestión Integral del Riesgo) y Espacio Público para la conformación de un Municipio Amable que entre otras obras importantes pretende implementar la Red de Integración Intermunicipal Peatonal - RIMPAL 2, que aprovecha los ejes ambientales de los ríos Otún y Consota, refiriéndose a un circuito para usuarios peatones y en bicicleta que une a

⁴¹ Documento disponible en:
http://www.pereira.gov.co/docs/secretarias/planeacion/unidad_ambiental/Agenda%20Ambiental%20Pereira%20Actualizacion%202007.pdf

la Villa Olímpica y el Parque del Café, circuito en el que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado efectúa obras.

A la fecha, del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, el 58% ha sido ejecutado, sin embargo en tributarios del río Consota como las quebradas La Dulcera y El Oso, aún no se interconectan los colectores. Mientras en 2006 se intervinieron 12.965m, en 2007 sólo 5.877m, mostrando la disminución en el ritmo de obras, debido a que cada vez el acceso al área de trabajo es más difícil, es también mayor el grado de dificultad la construcción de túneles y viaductos con hasta 120m de longitud; disminuye al mismo tiempo la inversión puesto que en la cuenca del Río Otún no se desarrollan obras de saneamiento, y específicamente sobre la cuenca del río Consota se realizan sólo avances en obras para ser entregadas en 2008, como en la Quebrada El Chocho, donde se recogen las aguas residuales de Barrio Tokio; desde la vía que conduce al Cerro Mirador hasta urbanización Verona en la avenida de las Américas; desde la desembocadura de la quebrada La Dulcera hasta la desembocadura de la quebrada El Oso.

Pese a esta disminución en obras, la mayor inversión ambiental en el municipio de Pereira para esta vigencia se vincula al componente de Saneamiento Básico que incluye recursos del SGP y recursos del BID, para proyectos como, las obras de infraestructura de servicios públicos domiciliarios en los proyectos de vivienda de interés social de la Ciudadela Tokio, Luis Alberto Duque Torres, Gilberto Peláez Ángel y la fase de diseño el Remanso; la intervención cultural de las organizaciones aledañas a las microcuencas de las quebradas Bedoya, Calvario y El Oso; la obra para la recuperación ambiental y social de la quebrada La Arenosa; los servicios de consultoría para la realización de estudios Limnológicos de los ríos Otún, Consota y quebradas urbanas de la ciudad de Pereira y, los estudios económicos técnicos, ambientales y financieros para la selección del sistema óptimo del tratamiento de aguas residuales en la zona de expansión occidental, proyecto del cual se presenta ante la Autoridad Ambiental del municipio el documento “Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Pereira”, producto de los ajustes realizados después de la elección en el diseño de la única Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el municipio de Pereira, después de que el consorcio conformado por las firmas consultoras K&M ENGINEERING AND CONSULTING CORPORATION, MONTGOMERY WATSON HARZA AMERICAS, INC. e INGESAM LTDA., realizó el estudio de factibilidad para la construcción de la PTAR con financiación del Banco Interamericano de Desarrollo–BID; requiriendo la revisión de los diseños de los interceptores proyectados en los estudios del PMAA y estudios de rediseño posteriores, la definición de la tecnología del tratamiento, la definición de los costos del manejo

ambiental, el diseño hidráulico, funcional y de proceso del sistema de tratamiento preliminar, primario y secundario mediante Filtro Percolador para un caudal promedio de diseño de 2.45 m³/s, el diseño básico y anteproyecto de la planta seleccionada, con dos (2) túneles de 500 m de longitud cada uno⁴².

Año 2008

El Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011: “PEREIRA REGIÓN DE OPORTUNIDADES”⁴³, denominado como la carta de navegación de un municipio con el 84% de su población establecida en la zona urbana⁴⁴, sostiene, apuntar a la solución de las problemáticas coyunturales y actuales de la comunidad, e ir más allá para sentar las bases de lo que será la Pereira del futuro en términos de competitividad, progreso y calidad de vida; concentrando la atención en cuestiones como la falta de una vivienda digna y de cobertura total en educación y salud, también se incorpora el uso racional del agua y el saneamiento de las fuentes hídricas como elementos indispensables del desarrollo de la ciudad convertidos en retos ambientales.

Este documento muestra un proceso de planeación dividido en cuatro niveles de gestión, que incluye indicadores de impacto en Índice de Desarrollo Humano (IDH), Línea de Pobreza (LP), Índice de Calidad de Vida (ICV), Producto Interno Bruto (PIB), con indicadores de efecto en índice de competitividad, creación de empresas, creación de nuevas plazas laborales, en coberturas en salud, educación, en derechos humanos, e indicadores de inversión en proyectos, todo enfocado en la transformación social y económica del municipio.

En el Diagnóstico diseñado por panoramas, le permite construir Líneas Estratégicas como “Pereira Humana”, “Pereira Emprendedora”, “Pereira Segura” y “Pereira Amable”, siendo ésta última la que contiene el Programa “Pereira Verde” que a su vez está distribuido en subprogramas, interesándonos en el de “Calidad Ambiental” con el índice de riesgo de la calidad del Recurso Hídrico, la producción y recuperación de Residuos Sólidos y, el Saneamiento de los ríos Otún y Consota para al *sostenimiento del índice de calidad del agua entre categorías media y buena*. También en la “Gestión del Riesgo” que se proyecta desde la gestión de la información, los Espacios Públicos para la Convivencia con recuperación y aumento de los espacios, la Plataforma Ambiental Municipal de lo productivo y

⁴² http://www.ingesam.com/proyectos_agua_residuales.html [Consultado el día 27 de octubre de 2010, 16:28]

⁴³ Documento disponible en:

http://www.pereira.gov.co/docs/2008/plandllo/planeacion/pag_web/alcaldia/documentos/Informes/PLAN%20DE%20DESARROLLO%202008-2011/PLAN%20DE%20DESARROLLO%202008-2011.pdf

⁴⁴ DANE, Proyecciones de Población según censo 2005. www.dane.gov.co

Conciencia Verde que se le asigna al Plan de Acción de la Agenda Ambiental de 2007.

En el Programa “Un Territorio Ordenado” con el Subprograma “Servicios Públicos Sustentables” se busca avanzar en la cobertura de los servicios públicos de agua, aseo, energía, y alcantarillado, para lo que promueve el fortalecimiento de la relación de la Unidad de Gestión Ambiental y de Servicios Públicos Domiciliarios, para lograr la coordinación de las acciones e inversiones en servicios públicos y medio ambiente y en proyectos de adquisición de predios, de protección de microcuencas abastecedoras de acueductos y programas de reforestación, entre otros. En este orden de ideas a través de convenios entre el Municipio y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado se construyen redes de acueducto y alcantarillado de los proyectos de vivienda El Remanso, Guayabal, Luis Alberto Duque y Gilberto Peláez. En este año la Cobertura del Servicio de Acueducto supera la de años anteriores con 4.163 nuevos suscriptores; un aumento también en la Cobertura del Servicio de Alcantarillado en los hogares urbanos del municipio (94,58%).

En este año la EAA, entrega 10.95km de obras ejecutadas, que fueron contratadas en el año anterior, logrando además la renovación de redes de alcantarillado en barrios como Providencia, Jardín, Álamos, Poblado Etapa I, El Rosal, La Unidad, Altos de Otún, Hernando Vélez Marulanda, Leningrado III; la construcción de colectores en el sector del Batallón San Mateo y en el sector Colegio Ormazá. Para garantizar el servicio de acueducto en la zona de expansión sur occidental y en otros proyectos urbanísticos, entra en funcionamiento el Tanque de Almacenamiento de Agua Potable Naranjito, con una capacidad de 5.000m³.

Según la Contraloría Municipal de Pereira la inversión ambiental se incrementó hasta el año 2006 donde tuvo su pico más alto en 4,2% del total de la inversión en el municipio, cayendo a 1,34% en el 2007; durante el 2008 experimenta otro incremento llegando al 3,36%, porcentaje en el cual las empresas de servicios públicos aportan el 55%, donde EAA ejecuta casi \$10mil millones, incremento aproximado del 196% con respecto al año anterior, en el desarrollo de proyectos como: renovación de redes de acueducto y alcantarillado; compra de predios para el desarrollo de las obras de saneamiento; construcción de colectores; obras de mitigación en el sistema de alcantarillado en taludes afectados por el invierno y en el canal Nuevo Libare; limpieza y mantenimiento de descoles, interceptores y estructuras retenedoras de sólidos; monitoreo y control de vertimientos de aguas residuales al sistema de alcantarillado generados por los establecimientos

industriales y comerciales y, el proyecto de Responsabilidad Social Empresarial, bajo el esquema de sensibilidad ambiental e intervención del espacio público

Es de resaltar *el proceso de Responsabilidad Social complementario al Plan de Saneamiento Hídrico que inicia en este año en el Área de Gestión Socioambiental de la Subgerencia de Ingeniería de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, dentro del cual se desarrolla el Proyecto “Ríos de Agua Pura” en 18 corrientes en conjunto, que incluye quebradas y los dos principales ríos del municipio*⁴⁵; originado de comprender el hecho de que el deterioro ambiental se deriva de la falta de educación ambiental. La Empresa de Acueducto y Alcantarillado junto a la Universidad Tecnológica de Pereira ponen en marcha el proyecto socioambiental y se desarrollan actividades entre Jornadas de Limpieza, Siembra de Árboles y Huertas Caseras, de Promoción y Divulgación, en la Formulación de Proyectos, la Conformación Observatorios Ambientales, Recuperación zonas de protección, en veintisiete (27) microcuencas que atraviesan el área urbana del municipio, buscando la apropiación de las microcuencas urbanas como ecosistemas urbanos de los cuales las comunidades locales son beneficiarias y responsables. En lo que respecta a este año se intervienen 15 corrientes, de la mano de 21 grupos que se conformaron con 130 jornadas de formación, para un total de 630 personas vinculadas, en comunidades que ya tenían experiencias previas con el programa Cultura del Agua de la EAA, con las campañas de ahorro y uso eficiente del agua.

En esta vigencia se aprueban normas sumamente importantes para el desarrollo del Plan de Saneamiento; por una parte con el Decreto 3200 se dictan normas sobre el procedimiento a seguir para el giro de los recursos del Sistema General de Participaciones-SGP, para Agua Potable y Saneamiento Básico, que le corresponde al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial otorgar a los prestadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Con la Ley 1259, se aprueba el Comparendo Ambiental como instrumento de control ciudadano en el manejo de residuos sólidos; la divulgación de esta norma es ejercida por la empresa de Aseo ATESA S.A., pero *“lamentablemente como fue diseñada la norma no ayuda a garantizar la sostenibilidad de las obras de saneamiento realizadas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, ya que sin poder coercitivo no están dadas las condiciones de aplicabilidad por la ESP”*⁴⁶.

⁴⁵ Carolina López, Coordinadora del Proyecto “Ríos de Agua Pura” de Aguas y Aguas de Pereira S.A. en entrevista del día 7 de julio de 2011.

⁴⁶ María Esneda Tamayo Rodas, Profesional 4 del Área de Gestión Socioambiental, Subgerencia de Ingeniería de Aguas y Aguas de Pereira S.A. en entrevista realizada el días 5 de julio de 2011.

Año 2009

La ciudad crece hacia la zona sur de la ciudad con viviendas de hasta estrato 4, situación que se explica por los costos de la tierra que hacia la zona de expansión sur van en aumento. Sin embargo se presenta una “calma en la construcción” durante este período.

Finalizada la financiación del BID en la Fase I del PSHP, en el marco del Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011, dentro de la Línea Estratégica “Pereira Amable” y el Subprograma Servicios Públicos Sustentables y el programa “Un Territorio Ordenado”, se lleva a cabo el “Mejoramiento de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado de la ciudad de Pereira” con el propósito, entre otras cosas, de renovar redes en diferentes sectores de la ciudad y construir nuevas redes de recolección y conexiones de alcantarillado siguiendo con la misma Línea Estratégica, pero dentro del Programa “Pereira Verde” y el Subprograma “Calidad Ambiental”, se realiza el proyecto “Mejoramiento de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado en la ciudad de Pereira (Componente Saneamiento Básico)” para, entre otras cosas, construir interceptores en el río Consota, en el sector de El Poblado, San José y Universidad Católica; colectores de agua residuales en las quebradas afluentes de los ríos Otún y Consota. También dentro del Programa “Pereira Verde” se desarrolla el Proyecto “Saneamiento de vertimientos y quebradas en Pereira y Dosquebradas” con el fin de construir interceptores en el río Consota. Como un proceso aparte a las obras del Plan de Saneamiento Hídrico en la ciudad, el colector Egoyá que alguna vez fue quebrada, está en proyecto de ser intervenida para la construcción de un aliviadero con el fin de sanear sus últimos 500 metros. En lo que vale la pena recordar que esta corriente es objeto de obras de interés de la Alcaldía Municipal de Pereira y exime en gran medida la gestión de la empresa de Acueducto y Alcantarillado.

Es así como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado ejecuta aproximadamente \$3mil millones en lo que la Contraloría Municipal define como inversión ambiental, centrándose en: continuidad en adecuación de espacios públicos en la zona urbana en el marco del proyecto de responsabilidad social; intervención de la infraestructura de acueducto y alcantarillado con obras de renovación, recuperación o construcción de redes en el caso de los planes de vivienda Gilberto Peláez y El Remanso (etapa II); construcción de colectores de aguas residuales en quebrada San Joaquín, , caño Boston, quebrada La Mielita, quebrada La Parida y en quebrada El Chocho; construcción de descoles, interceptores y estructuras retenedoras de sólidos en diferentes sectores, entre ellos la construcción del interceptor margen izquierda del río Otún (barrio La Rivera -

barrio América); construcción de obras de empalme en los colectores de las quebradas La Julita y caño Cundina, quebrada El Oso y la quebrada La Dulcera y, la ejecución de obras complementarias a la quebrada La Arenosa parte baja, a las quebradas Zanjón Hondo y La Cristalina en Villa Santana y al Interceptor río Consota en el portal de salida del túnel Avenida La Independencia y al plan de vivienda El Remanso.

Se desarrollan para Gestión del Riesgo: control de socavación; obras de infraestructura en el río Consota para mitigación del riesgo sanitario y geotécnico entre en el barrio El Poblado I y la desembocadura de la quebrada Bedoya; obras de estabilización en la quebrada Bedoya, sector panorama y, en colectores de la quebrada El Chocho y quebrada La Dulcera; recuperación ambiental y social del río Consota en el tramo comprendido entre el puente Av. Las Américas y el portal del túnel Consota-Otún, en los tramos comprendidos, entre los barrios El Poblado etapa I y El Dorado, en sectores Gamma – Corales, en el colector de la quebrada San José y en la quebrada La Dulcera. Así pues en este año continúa la gestión social en convenio con la Universidad Tecnológica de Pereira con el programa “Ríos de Agua Pura”, en actividades donde se involucran instituciones educativas, juntas de acción comunal, comuneros, vocales de control. Luego de las 15 corrientes intervenidas en el año anterior, para esta vigencia se realizaron 69 jornadas más de recuperación y otros eventos, de manera que en el año 2009 se crearon 13 grupos nuevos para conformar un total de 30 grupos con 900 personas, logro que se obtuviera con 300 jornadas más de formación.

Año 2010

Con las condiciones de una ciudad intermedia en Pereira, continúa la dinámica en la construcción presentando un incremento con respecto al año anterior, con 4.273 nuevas viviendas con licencias para estratos 4. Según el Expediente Municipal se ha estado dando un conflicto por suburbanización que evidencia como el suelo se ha desaprovechado, y en lugar de producir genera demandas para las cuales el territorio no está preparado y que en el afán de satisfacerse generan un efecto dominó transformado cada vez una mayor cantidad del territorio productivo. También con el incremento en la construcción de viviendas campestres se está dando gran presión sobre los suelos productivos, el recurso agua y los bosques del municipio.

Al igual que en 2006, el Grupo de Agua y Saneamiento de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira realiza el informe de los Estudios Limnológicos de los ríos Otún, Consota y quebradas urbanas de la ciudad de Pereira para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira –

EAAP, a la que le corresponde exponer a CARDER, como Autoridad Ambiental de la jurisdicción. Mientras en la E.S.P. el grupo de Control de Vertimientos, inicia el monitoreo de la calidad de las corrientes hídricas urbanas, junto a la denominada Cuadrilla de Limpieza que realiza limpieza a las obras y a su acceso; encontrando en nuevas construcciones, conexiones erradas a la red de alcantarillado dando lugar descargas directas a las corrientes; se han dado también llenos antrópicos en cauces –intervenidos anteriormente para su recuperación-, para la instalación de escombreras municipales y otras edificaciones, donde se produce la canalización de caños y quebradas por otras instituciones, mostrando ciertos conflictos de uso, a pesar de contar con las respectivas licencias ambientales.

El 25 de Octubre con el Decreto 3930 se deroga el Decreto 1594 de 1984 y se establecen las disposiciones a que hacen referencia el *Ordenamiento del Recurso Hídrico*, incluyendo uso y vertimientos en el mismo, al suelo y al alcantarillado. Se presentan “*Criterios de Priorización para el Ordenamiento del Recurso Hídrico*” entre los que está: *cuerpos de agua y/o acuíferos que abastezcan poblaciones mayores a 2.500 habitantes –siendo el caso del río Otún-; cuerpos de agua y/o acuíferos que presenten índices de escasez de medio a alto y/o que presenten evidencias de deterioro de la calidad del recurso que impidan su utilización –caso del río Consota, por lo menos en el tramo que comprende la ciudad de Pereira-.* Dentro de los “*Aspectos mínimos del Ordenamiento del Recurso Hídrico*” para tener en cuenta está, “*La aplicación y calibración de modelos de simulación de la calidad del agua, que permitan determinar la capacidad asimilativa de sustancias biodegradables o acumulativas y la capacidad de dilución de sustancias no biodegradables y/o utilización de índices de calidad del agua, de acuerdo con la información disponible*”, actividad que viene realizándose desde 1997 para la toma de decisiones en torno a la planificación y diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad.

Las actividades del proyecto socioambiental de la EAA “Rios de Agua Pura” sigue mostrando resultados, en este año se logra la consolidación de 40 Grupos de Gestión Ambiental Comunitaria, completando 18 corrientes hídricas intervenidas no sólo en su componente físico a través de obras sino también en lo social, lo que le garantiza en cierta medida condiciones ambientalmente apropiadas en el área urbana del municipio de Pereira, de la mano de la empresa de aseo.

A continuación se muestra el comportamiento histórico de la presión sobre el recurso hídrico en el área urbana de la ciudad de Pereira; información básica para la modelación y determinante en el análisis, puesto que la cantidad de agua

residual vertida a las corrientes urbanas, está sujeta a la demanda de agua potable.

Tabla 2. Comportamiento de la Demanda de Recurso Hídrico en la ciudad de Pereira

Año	Población		Servicio de Acueducto					
	Población Urbana	Con respecto al total (%)	Producción de Agua Potable (m ³ /mes)	Producción de AP Millones (m ³ /año)	Cobertura (%)	Suscriptores totales	Consumo suscriptor residencial (m ³ /mes)	Pérdidas (%)
1997	364.348	86,1	4.786.232	57.434.783	95,6	83.615	25,0	48,4
1998	364.956	85,8	3.605.354	43.264.252	-	86.515	22,0	36,5
1999	365.175	85,4	3.608.478	43.301.739	94,0	86.072	20,0	40,6
2000	365.165	85,0	3.691.634	44.299.607	97,5	88.857	19,2	41,6
2001	365.583	84,6	3.582.409	42.988.903	-	91.513	18,2	41,6
2002	366.361	84,3	3.552.209	42.626.512	-	93.824	18,2	42,2
2003	367.661	84,0	3.653.740	43.844.881	98,4	96.851	18,5	36,6
2004	369.387	83,9	3.641.799	43.701.591	98,1	99.480	18,4	34,2
2005	371.439	83,8	3.613.952	43.367.427	97,2	102.267	18,1	34,0
2006	373.762	83,8	3.418.587	41.023.047	97,6	105.222	17,8	34,1
2007	376.187	83,8	3.354.986	40.259.831	95,4	109.080	17,1	35,6
2008	378.663	83,8	3.083.285	36.999.414	99,0	113.649	16,2	31,8
2009	381.150	83,9	2.973.048	35.676.571	100	116.953	15,8	29,9
2010	383.632	84,0	2.777.206	33.326.470	104	121.598	14,8	30,7

Fuente: Subgerencia Comercial y Subgerencia de Ingeniería de la EAAP, Aguas y Aguas de Pereira S.A. ESP. Elaboración propia

Figura 6. Comportamiento Demográfico en el área urbana de Pereira

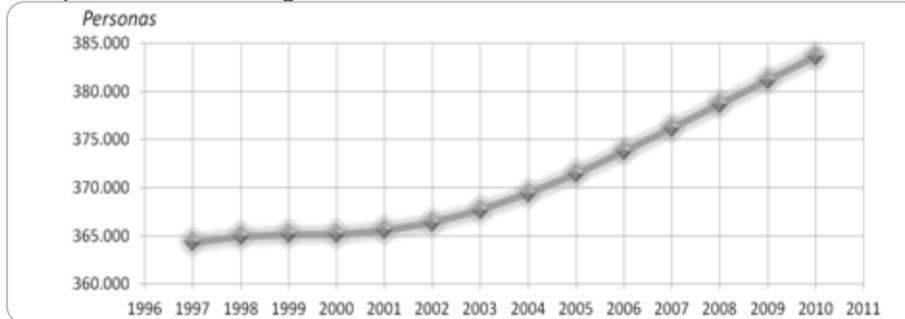
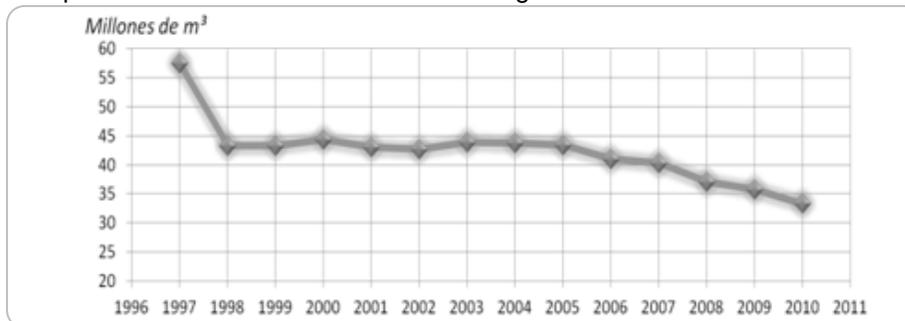


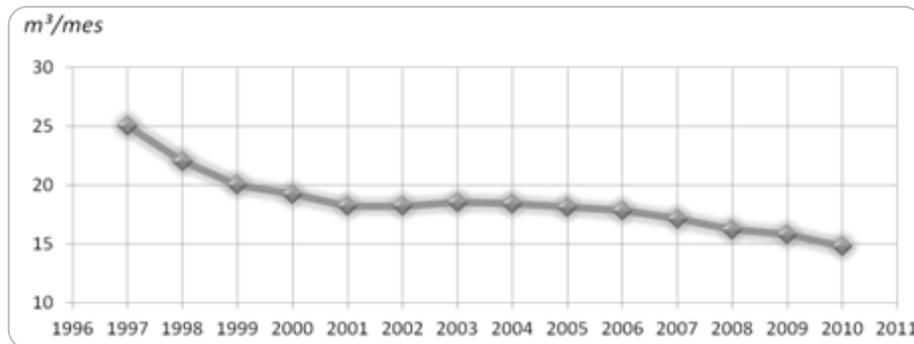
Figura 7. Comportamiento Histórico Producción de Agua Potable en Pereira



Los datos indican una relación inversamente proporcional entre el comportamiento creciente de la población de una ciudad intermedia como Pereira (Figura 6.) y la

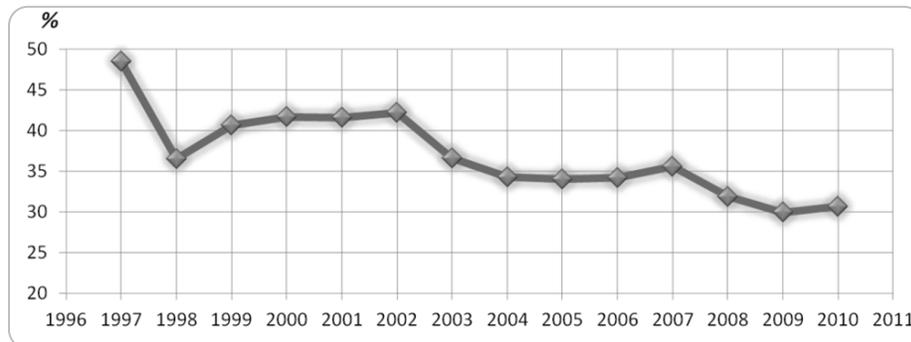
tendencia a la disminución en la producción anual de agua potable desde el servicio de acueducto (Figura 7.); situación que parecería ser contradictoria al pensar que entre más personas, mayor debería el consumo del recurso, pero al analizar el comportamiento histórico del consumo por suscriptor del servicio en el mes, encontramos que ésta variable muestra una variación en el hábito que tiende disminuir (Figura 8.), explicado por varias causas entre las que puede considerarse los impactos del programa de ahorro y uso eficiente del agua de la EAA, de la legalización de sus tarifas en la prestación del servicio, de la variación climática en los últimos años reconocidos por intensas temporadas de lluvia y, por qué no, los logros de la educación ambiental.

Figura 8. Comportamiento Histórico del Consumo Promedio Mensual de Agua Potable por Suscriptores Residenciales en Pereira



La disminución en el porcentaje de pérdidas de agua potable en el sistema de distribución (Figura 9.), además de ser un indicador de los esfuerzos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado en su gestión desde su separación de las EEPP, sustenta también una menor producción de agua potable, vinculado a la preocupación por índices de escasez en la fuente abastecedora.

Figura 9. Comportamiento Histórico de Pérdidas de Agua Potable en Pereira



CAPÍTULO III

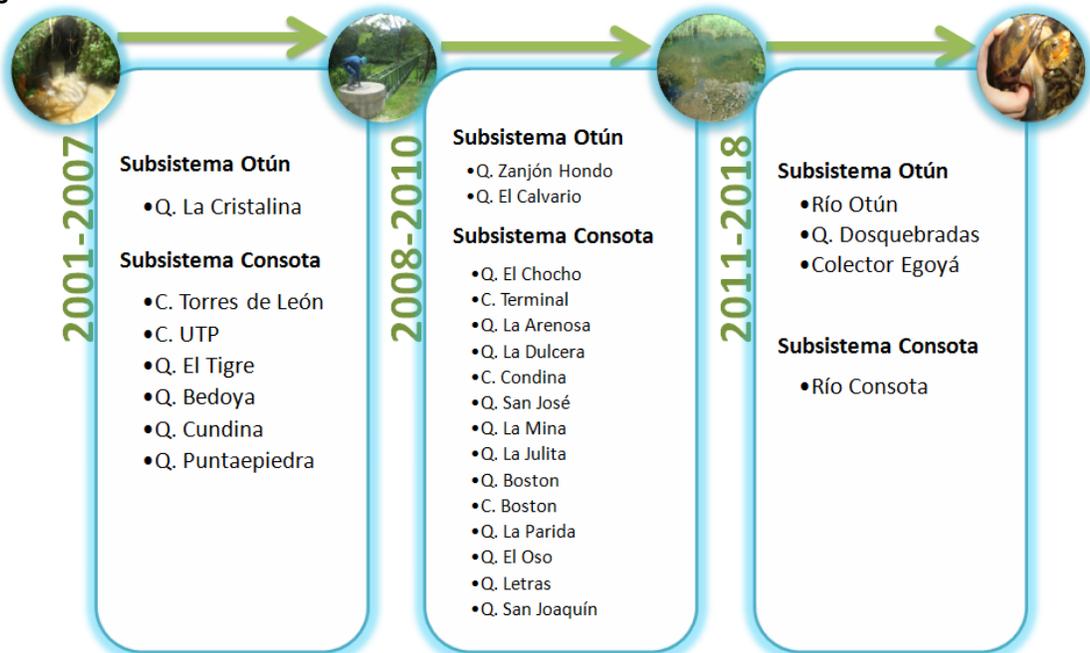
3.1 MODELO WEAP: Sistema de Saneamiento Hídrico de Pereira

3.1.1 Fases del Plan de Saneamiento Hídrico

La ejecución de obras de saneamiento vinculadas al PSH en Pereira está determinada por lo planteado en sus tres Fases de desarrollo. El PSH define una secuencia de desarrollo que en su etapa inicial que va de 2005 a 2008, siendo la obra cúlpe la construcción del túnel Consota con tratamiento preliminar de aguas residuales junto a otras obras que ya se han ejecutado; la segunda etapa de 2008 a 2013, busca completar el saneamiento total del río Consota con obras complementarias y la entrada de Dosquebradas al sistema y, la etapa final, de 2013 a 2018, trae consigo la construcción del túnel Otún, al tiempo que Dosquebradas sea vinculado al interceptor de la quebrada La Dulcera.

Debido a todos los sucesos ocurridos a lo largo de 14 años descritos anteriormente en el Referente Histórico, Normativo e Institucional, las situaciones que no fueron previstas en el diseño y la planificación en el saneamiento de las corrientes superficiales urbanas, en la actualidad, varios años después del inicio de este proceso, se tiene el siguiente panorama de intervención:

Figura 10. Corrientes hídricas intervenidas en el marco del PSH



Fuente de información Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira.
Elaboración propia

En el Anexo B se muestran las **Obras e Inversiones ejecutadas en el marco del Plan de Saneamiento Hídrico en Pereira**, información actualizada y pertinente para la modelación en WEAP que explica la clasificación anterior.

3.1.2 Escenario de Modelación

Con la previa realización de una matriz cualitativa se determinan los años más estratégicos de analizar con ayuda del sistema soporte de decisión WEAP, 2004 y 2009; años identificados con los aspectos clave que se destacan desde el Referente Histórico, Normativo e Institucional en el proceso de gestión del saneamiento hídrico en el municipio, con respecto a: Variación en la dinámica de crecimiento y urbanización, de la intensidad climática influyente en la dinámica natural de las corrientes, en la disponibilidad de información producto de Estudios Limnológicos y de Calidad en las corrientes urbanas, en el desarrollo de procesos de Gestión Ambiental Local, la ejecución de obras de infraestructura en el marco del PSH, Inicio o Culminación de alguna de sus Fases, información oficial disponible de la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado (Anexo C). Teniendo como Línea Base el año 1997, éste permite comparar las condiciones anteriores frente al escenario en el que se ejecuta las obras. La descripción del proceso de modelación en WEAP para la zona urbana del municipio de Pereira, se muestra en el Anexo D.

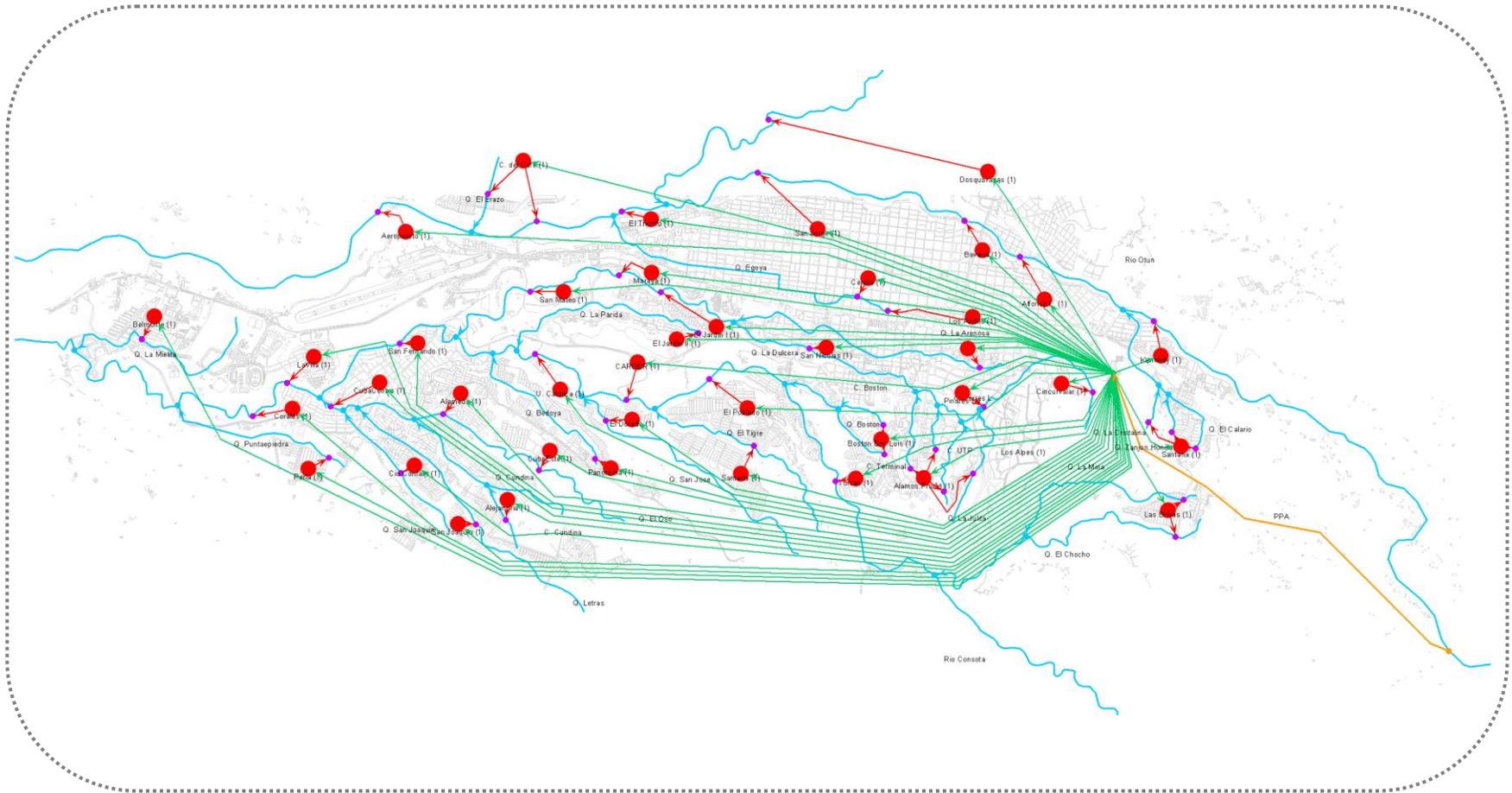
De la configuración de la Línea Base resulta el Modelo Conceptual que se muestra en la Figura 11., como su nombre lo dice un modelo del sistema de acueducto y alcantarillado con un diseño que permite representar la función de dotación y el retorno de aguas residuales domésticas al sistema. Para facilitar el manejo de la información y la introducción de datos al Software, se divide el territorio de acuerdo a los Distritos Sanitarios del Sistema de Alcantarillado⁴⁷ identificados así:

Tabla 3. Nombres asignados a Distritos Sanitarios del Sistema de Alcantarillado

ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre
1	Belmonte	11	Kennedy	24	Álamos.Provid	40	U.Católica	53	El Triunfo
2	C. del Café	12	AlfonsoL	27	Samaria	41	El Dorado	55	Aeropuerto
3	Perla	13	Circunvalar	29	El Poblado	43	Panorama	56	Corales
4	La Villa	14	Bavaria	30	Tulcán	44	Cuba Este	57	Alejandría
6	Boston.San Luís	15	Pinares	33	San Nicolás	46	San Joaquín	58	CARDER
8	CubaCentro	19	Centro	35	El Jardín I	47	Ciu.Comf	59	El Jardín II
9	Las Brisas	20	San Jorge	36	Maraya	48	Alameda	60	Los Andes
10	Santana	23	Los Alpes	38	San Mateo	50	SanFernando		<i>Dosquebradas</i>

⁴⁷ Información facilitada por el Centro de Información Geográfica de Aguas y Aguas de Pereira S.A.

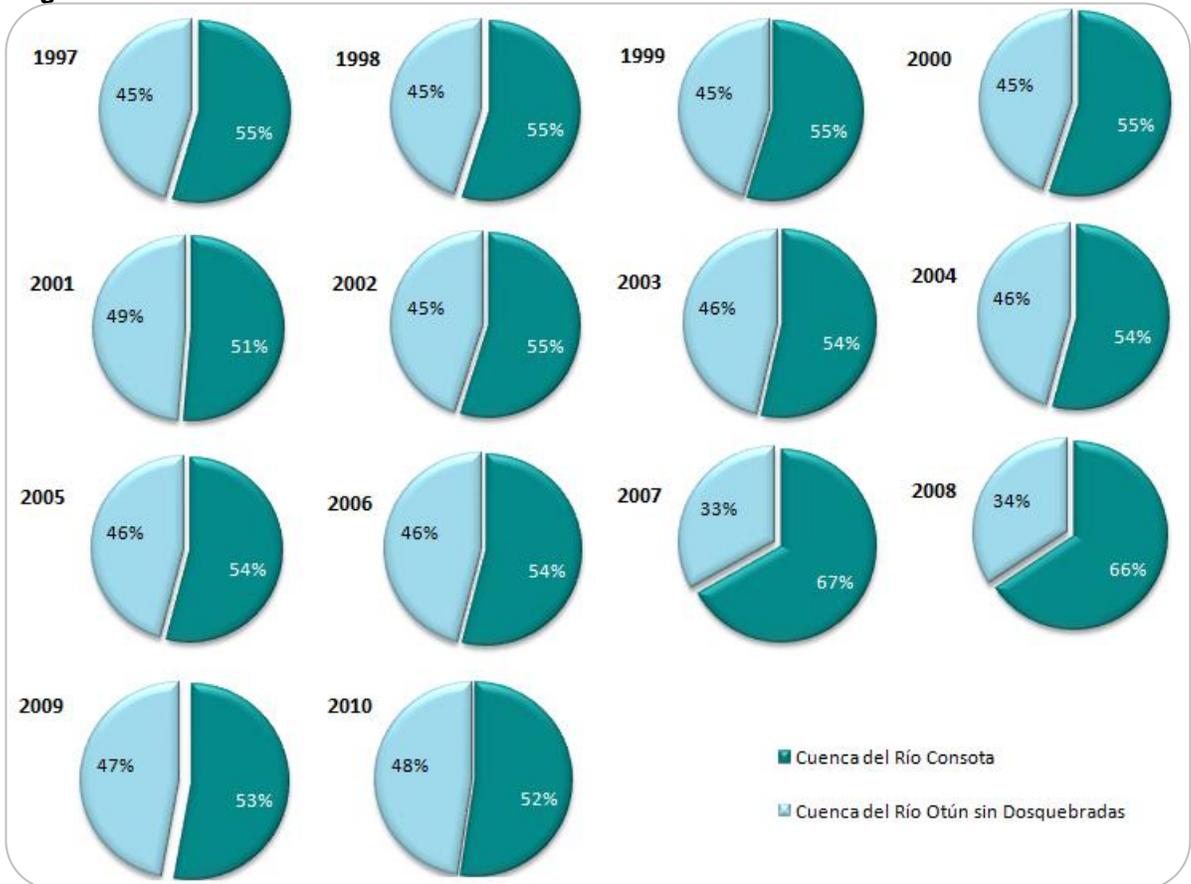
Figura 11. Modelo Conceptual WEAP: Sistema de Acueducto y Alcantarillado de Pereira



Escenario 1998-2010: Ejecución de obras de infraestructura del Plan de Saneamiento Hídrico

A continuación lo encontrado a través del Sistema Soporte de Decisión WEAP en la distribución de los vertimientos en el área urbana de Pereira identificados en el software como *Retorn Flow Inflows and Outflows*

Figura 12. Histórico de vertimientos en el área urbana de Pereira

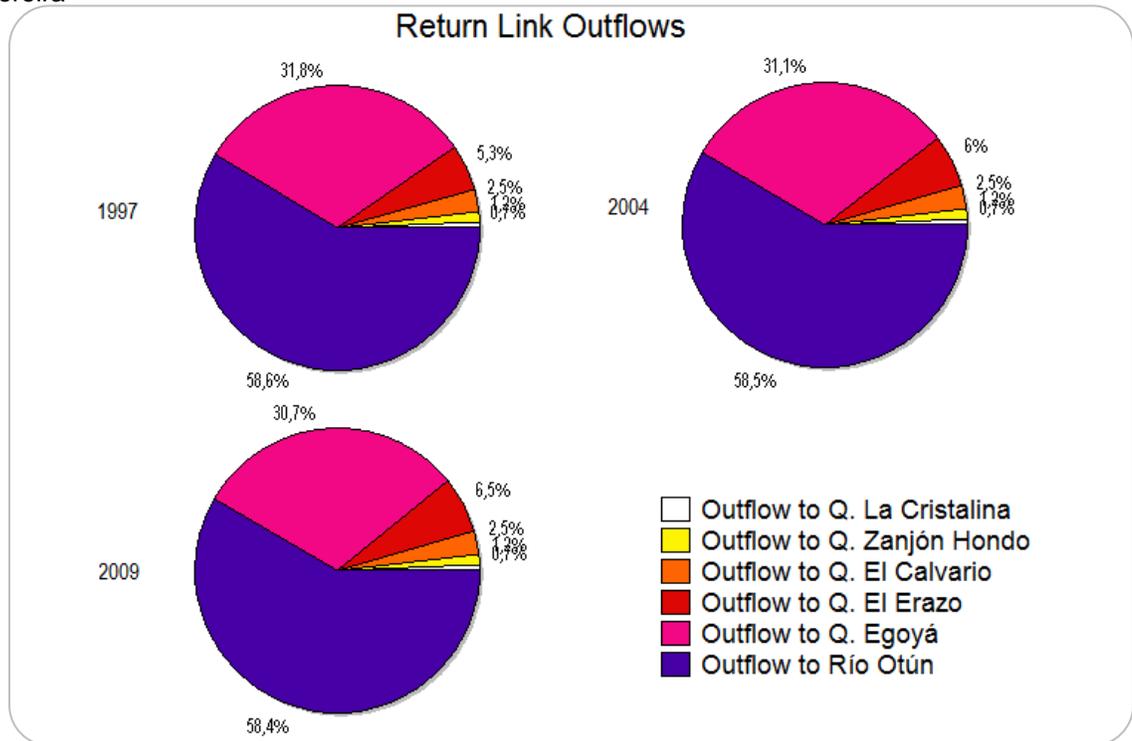


Al analizar el retorno histórico del agua demandada, en condiciones de agua residual doméstica principalmente, a las corrientes hídricas receptoras del área urbana de Pereira, se encuentra que sólo para los vertimientos de esta área del municipio, la cuenca del río Consota ha estado expuesta a una mayor presión por contaminación de sus aguas sin presentar una variación significativa a través de los años (Figura 12); sólo para 2007 y 2008 alcanza un aumento visible en la recepción de aguas residuales, que podría deberse al aumento de la presión demográfica sobre la zona de expansión y zona sur del municipio, correspondientes con esta subcuenca. Pese a esto, la recepción de la cuenca del río Otún vuelve a presentar sus condiciones usuales en los últimos años, debido a

la redensificación que ha provocado, un costo de la tierra ahora más asequible en ésta área que en la zona de expansión.

Al analizar los vertimientos por su receptor directo, con los años escogidos como más estratégicos (Figura 13), muestran la descarga poco variable de aguas residuales sobre el río Otún y sus tributarios, de una zona ya consolidada como lo es el centro histórico. Pero se hace necesario destacar particularmente el comportamiento de los vertimientos sobre la Quebrada El Erazo, fuente receptora de parte de las aguas residuales de la Ciudadela del Café, mostrando con un aumento paulatino, tal vez una participación importante, en los últimos años, sobre el porcentaje total que corresponde a la cuenca del río Otún con respecto a la del río Consota.

Figura 13. Destino de los vertimientos en la cuenca del Río Otún provenientes del área urbana de Pereira

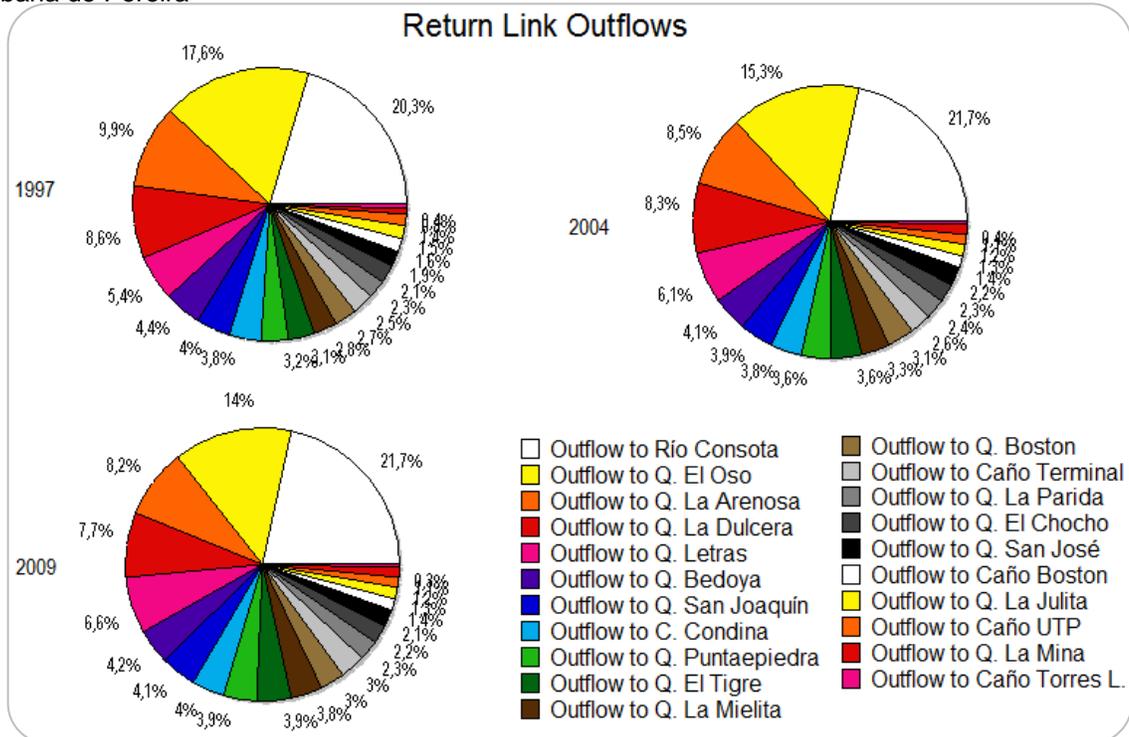


En el caso de la cuenca del río Consota, al igual que el río Otún, su corriente principal es el receptor directo con más vertimientos (Figura 14), seguido por la Quebrada El Oso que por muy poco la iguala, explicable por ser uno de los mayores tributarios, y aparece la Quebrada La Arenosa con una participación mayor a la de la Quebrada La Dulcera; panorama que difiere de lo que podría tenerse a simple vista, puesto que por la extensión de su cauce, la Quebrada La

Dulcera sería teóricamente receptora de más descargas residuales, además de que La Arenosa es su tributaria; pero el área de influencia de la Quebrada La Arenosa comprende distritos sanitarios de gran parte del conglomerado histórico contando barrios tradicionalmente residenciales como Centenario, Olaya Herrera, Mejía Robledo y Los Alpes.

Otro aspecto relevante es la tendencia a la disminución que se observa en la descarga directa a los tributarios del río Consota, que puede estar vinculada a la disminución en el consumo de agua potable, comentado anteriormente. El río Consota junto a las Quebradas El Chocho y La Mina, son los únicos casos que muestran algún aumento en la recepción de los vertimientos, situación que puede estar asociada con los procesos de urbanización de los últimos años entorno a su cauce, siendo un ejemplo concreto los proyectos de vivienda de tipo unifamiliar y multifamiliar, paralelos a la Avenida Las Américas o Avenida Sur, con respecto al río Consota y, los Barrios Las Brisas y El Remanso con respecto a las otras dos corrientes.

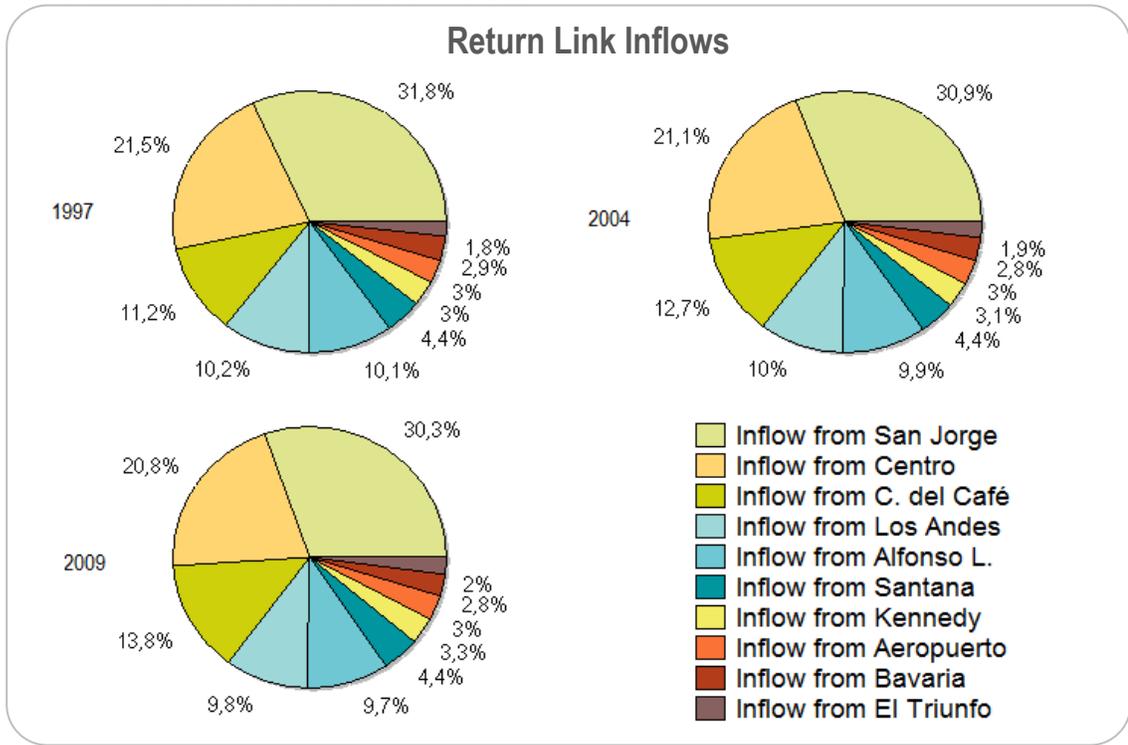
Figura 14. Destino de los vertimientos en la subcuenca del Río Consota provenientes del área urbana de Pereira



Con respecto los distritos sanitarios que son los mayores generadores de vertimientos encontramos en la cuenca del río Otún (Figura 15) que efectivamente la Ciudadela del Café ocupa un lugar importante en la generación de aguas

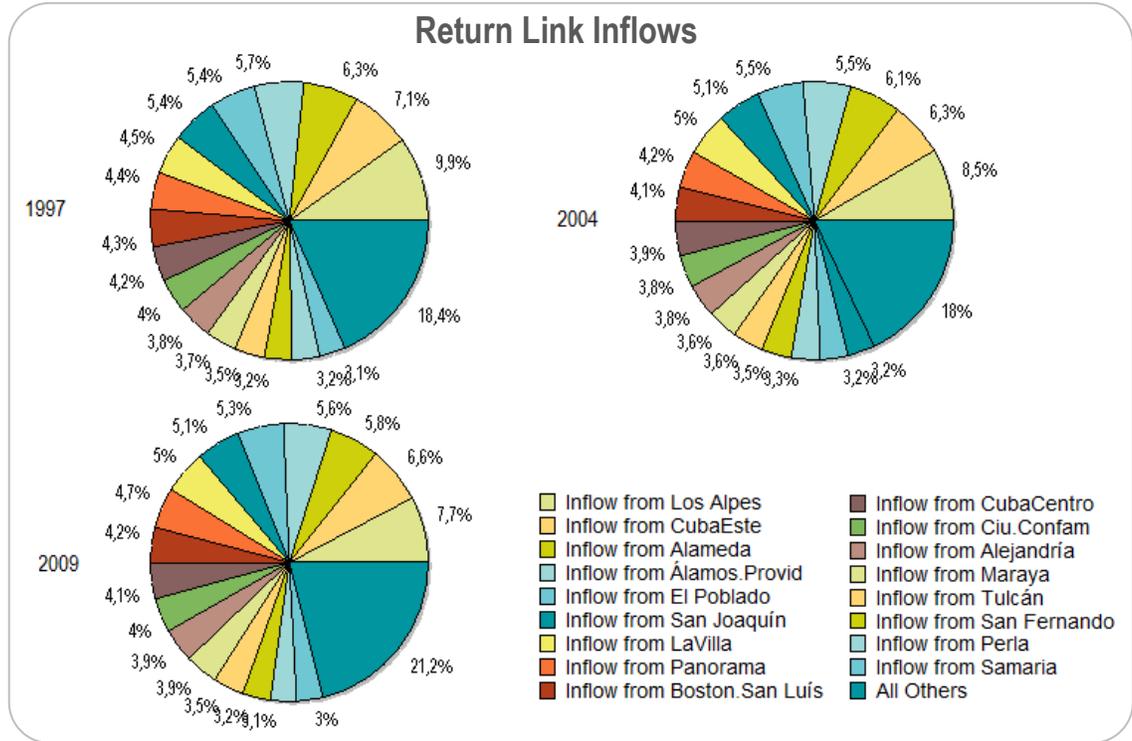
residuales y conserva un ligero aumento a través de los años guardando coherencia con lo supuesto anteriormente en la discusión de la Figura 12; en menor proporción disminuye El Triunfo, mientras que el centro histórico y los demás distritos se mantienen estables o con alguna tendencia a la disminución lo que se puede atribuir a un cambio en el uso de las viviendas de residencial a comercial o mixto.

Figura 15. Procedencia de los vertimientos en el área urbana de Pereira con destino a las corrientes hídricas de la cuenca del Río Otún



De los mayores aportantes de agua residual para la cuenca del río Consota (Figura 16) encontramos el distrito que drena a la Quebrada La Arenosa (Los Alpes), explicando el hecho de que ésta quebrada aparezca entre los tributarios que mayor cantidad de vertimientos recibe junto a la Quebrada El Oso con sus distritos sanitarios CubaEste y Alameda, y La Dulcera con Álamos.Provid. Posteriormente aparece El Poblado que es un distrito del río Consota. De cualquier forma no existe una tendencia generalizada a aumentar o disminuir debido al comportamiento demográfico diferenciado que existe en cada uno de los distritos sanitarios. Lo que se puede sostener es que aquellos que comprenden sectores bien consolidados más cercanos al centro de la ciudad, tienden al aumento del uso comercial de los predios, lo que implica por supuesto la disminución de los vertimientos domésticos.

Figura 16. Procedencia de los vertimientos en el área urbana de Pereira con destino a las corrientes hídricas de la subcuenca del Río Consota



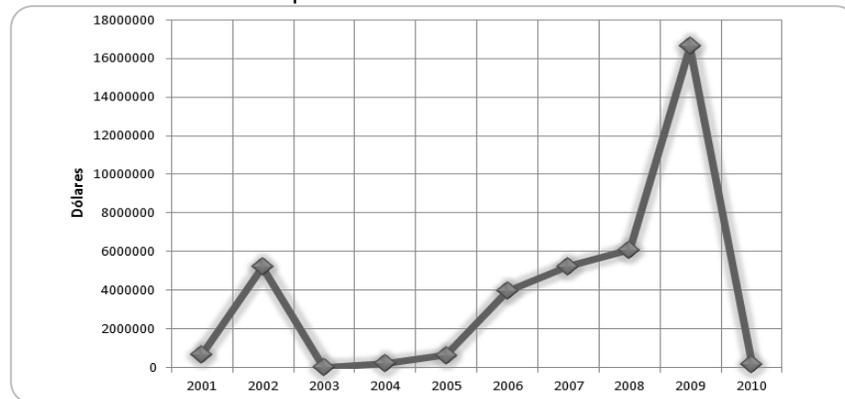
Inversiones realizadas en el marco del Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira y la Calidad del recurso hídrico en las corrientes urbanas

Teniendo en cuenta que en este período (1998-2010) son ejecutadas obras en el sistema de alcantarillado por parte de la EAA en lo planificado desde el PMAA, enfocadas a la rehabilitación de redes y gestión del riesgo, sólo hasta 2001 se identifican las primeras obras contratadas para el saneamiento hídrico urbano, de tal manera que entre 2002 y 2004 comenzaría a verse el efecto de la construcción de colectores de aguas residuales en gran parte del grupo de quebradas y caños del área urbana. Antecedido por una inversión creciente con una ligera pausa entre 2003 y 2004, al finalizar el año 2009 los colectores de aguas residuales están terminados y se han ejecutado muchas de las obras para el saneamiento del río Consota (interceptores, viaductos), siendo éste el año con mayor inversión desde el inicio de obras para saneamiento hídrico (Figura 17), frente a la de 2002, no menos importante ya que es el momento en que se da lugar a la construcción de obras para el saneamiento de quebradas tributarias menores.

Del total de la inversión hasta ahora realizada se evidencia la intervención sobre las descargas al río Consota con casi la mitad de los recursos financieros (Figura

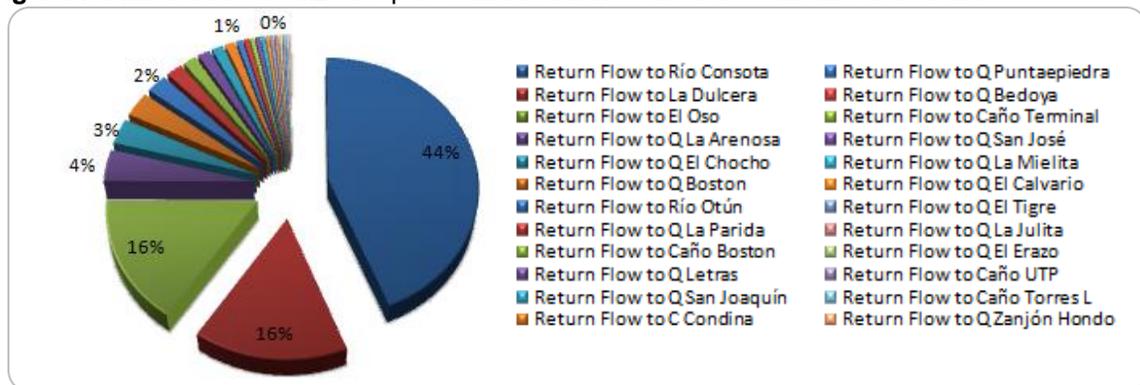
18) aportados por el BID, el programa SAVER, el municipio, a través del Sistema General de Participaciones y por la misma Empresa de Acueducto y Alcantarillado. La representación de las quebradas tributarias mayores del río Consota, La Dulcera y El Oso, es también notoria logrando la un porcentaje diferencial frente a otras corrientes, con el 16% cada una; la similitud de porcentajes entre estas dos quebradas se explica por la longitud del tramo intervenido, la necesidad de obras complementarias y la influencia de otras corrientes, es decir, a pesar de que en la quebrada El Oso la intervención se concentra casi sólo en su cuenca baja donde recibe las aguas de tres quebradas más, incluye importantes obras para mitigación del riesgo por inundación, mientras en la quebrada La Dulcera, las obras para saneamiento inician casi desde su nacimiento y hacen junto a su cauce, el recorrido de gran parte del área urbana donde recibe aguas de 2 quebradas y 3 caños, lo que convierte a ambas, en las intervenciones más complejas después de la que exige el río Consota.

Figura 17. Inversiones realizadas para el Saneamiento Hídrico de las Corrientes Urbanas



Aparecen después las quebradas La Arenosa, El Chocho y Boston con mayor inversión que la realizada hasta el momento en el río Otún, teniendo en cuenta que sólo ha sido construido su interceptor en el inicio del tramo urbano.

Figura 18. Inversiones realizadas por Corriente Hídrica en el área urbana de Pereira

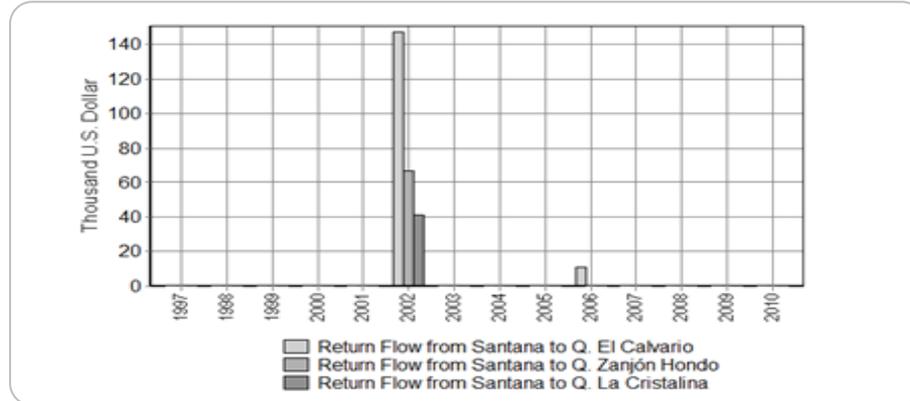


Para analizar la calidad del recurso hídrico en cada una de las corrientes urbanas, como efecto de las obras de saneamiento, es necesario tener presente que aún son ausentes muchos empalmes y túneles -al menos el primero de ellos se encuentra en construcción-, por lo tanto las aguas residuales en teoría han sido transportadas por colectores e interceptores, sólo hasta quebradas tributarias mayores o hacia aguas abajo de las principales corrientes. A continuación los resultados obtenidos con WEAP en el análisis de la Calidad del Recurso Hídrico de las corrientes hídricas del área urbana de Pereira

Subsistema Otún

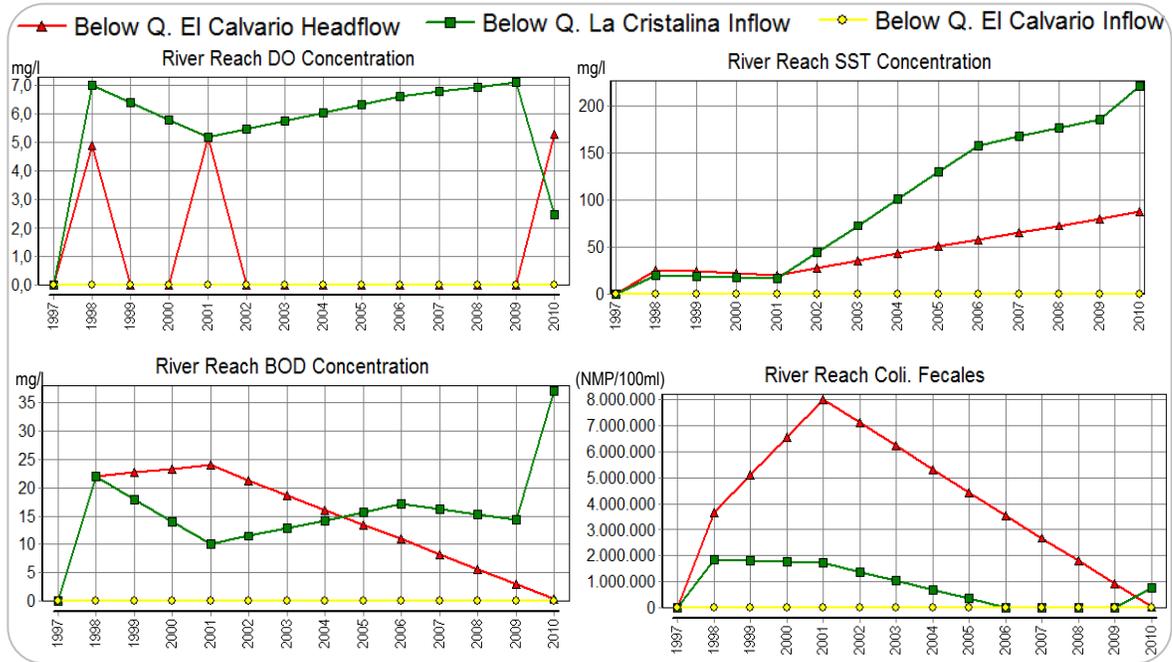
Quebradas El Calvario, Zanjón Hondo y La Cristalina

Figura 19. Inversiones realizadas para el Saneamiento de Quebradas El Calvario, Zanjón Hondo y La Cristalina



La quebrada El Calvario siendo objeto de mayor presión por ser receptora de las otras dos corrientes ha sido la más intervenida (Figura 19). Así pues para analizar la calidad del agua en estas corrientes sólo se cuenta con datos históricos en esta corriente después de su nacimiento y antes de desembocar en el río Otún. Los picos que se presentan por ejemplo en el River Reach DO Concentration (Figura 20), pueden ser el resultado de la ausencia de datos en los demás años. Sin embargo comparando los disponibles puede verse la poca variación del oxígeno disuelto al inicio de obras, mientras en su desembocadura la tendencia a la disminución en la calidad, cambia a partir de 2002 (año de obras) en el que la presencia de Coliformes Fecales comienza a disminuir hasta ausentarse ocurriendo lo mismo en el tramo después del nacimiento donde la Demanda Bioquímica de Oxígeno también disminuye notablemente. Pero no sucede igual en el tramo final de la quebrada, aunque es baja la DBO, su variación puede deberse al efecto de la intervención en el cauce y a la inadecuada disposición de residuos sólidos que se ejerce en el sector.

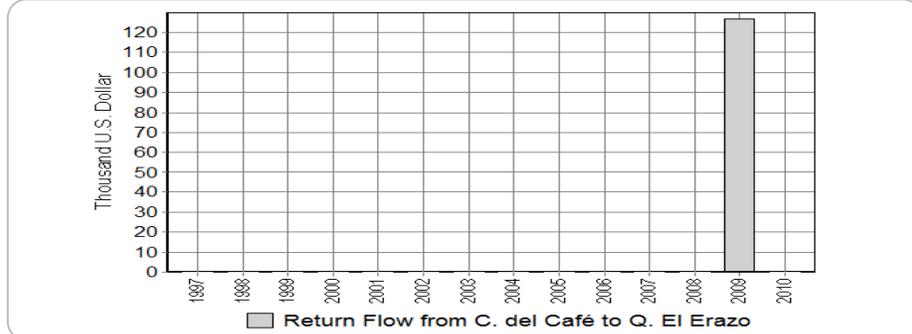
Figura 20. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebradas El Calvario, Zanjón Hondo y La Cristalina



Para 2010 el panorama es desfavorable, mostrando una caída importante en la concentración del Oxígeno Disuelto y el aumento constante y notorio en SST, el resultado de esta contaminación puede atribuirse a varias situaciones entre ellas, la descarga directa de aguas residuales proveniente de la invasión que han sufrido en los últimos años tanto las laderas del cauce de la quebrada El Calvario como las de sus corrientes tributarias, también erosionando las pendientes sobre las que se asientan y, la presión sobre las obras de saneamiento por efecto de la mala disposición de residuos sólidos que también van a parar a los sumideros, haciendo inútil el mantenimiento periódico de conductos y cámaras.

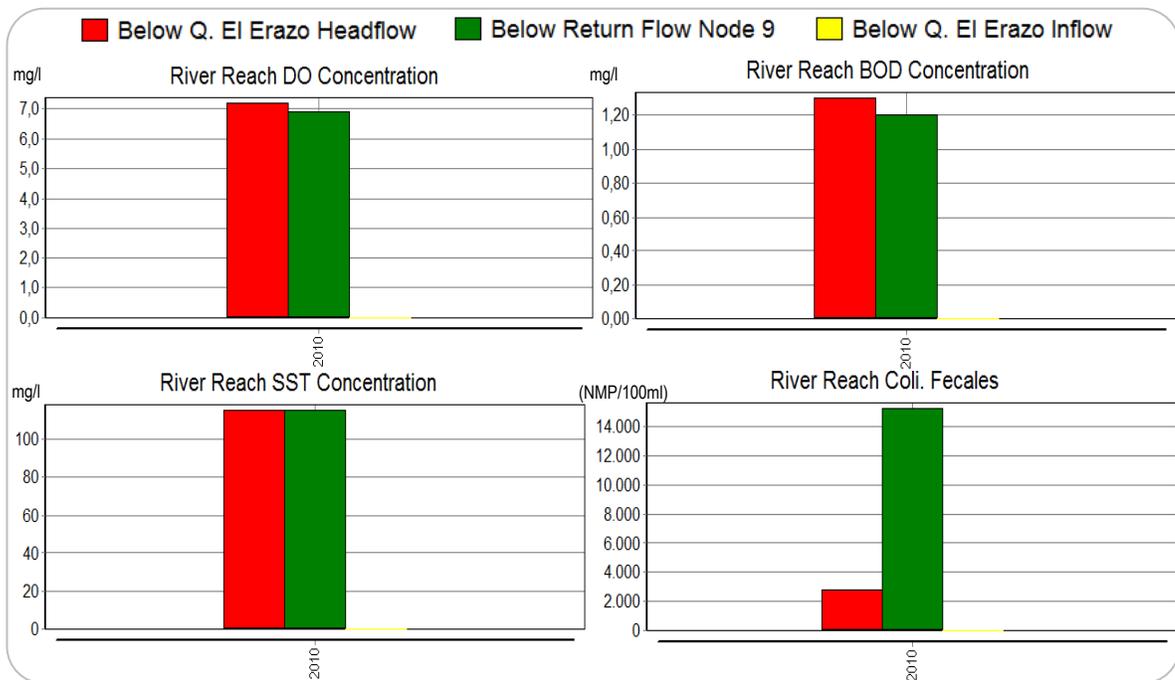
Quebrada El Erazo

Figura 21. Inversiones realizadas para el Saneamiento de Quebrada El Erazo



Los estudios de la calidad del agua en quebradas como El Erazo (tal vez menos visualizadas anteriormente) habían sido inexistentes hasta después de su intervención, impidiendo visualizar los efectos de las obras de infraestructura sobre la corriente. Sin embargo los datos disponibles en el inicio y final de las obras nos permiten reconocer en el año posterior a la inversión (Figura 21) el regular estado en la calidad del recurso hídrico reflejado en la disminución del oxígeno disuelto que se ve afectado por el aumento en la presencia de coliformes fecales en el fin de obra (Figura 22); reconociendo que su lecho es pedregoso, se amortigua de alguna manera este impacto que lo causan algunas viviendas tipo campesina en el área, que no cuentan con la conexión legal a la red de alcantarillado, además de ejercer alguna presión sobre las laderas de esta quebrada, donde el uso del suelo más común es el pastoreo con poca cobertura vegetal protectora, facilitando la socavación de orillas, situación que se manifiesta en la cantidad de sólidos suspendidos totales en la corriente.

Figura 22. Parámetros Físico-Químicos en Quebrada El Erazo



Río Otún

Teniendo en cuenta que en la fase de planeación del Plan de Saneamiento Hídrico, se reconoció la alta capacidad de autodepuración del río Otún, sólo hasta 2009 se ha dado lugar a la inversión en la construcción de su interceptor en el inicio del tramo urbano de la corriente (Figura 23).

Figura 23. Inversiones realizadas para Saneamiento en Río Otún

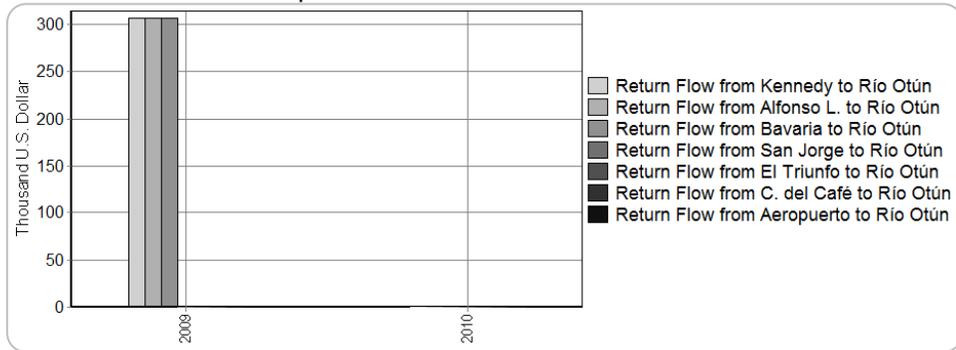
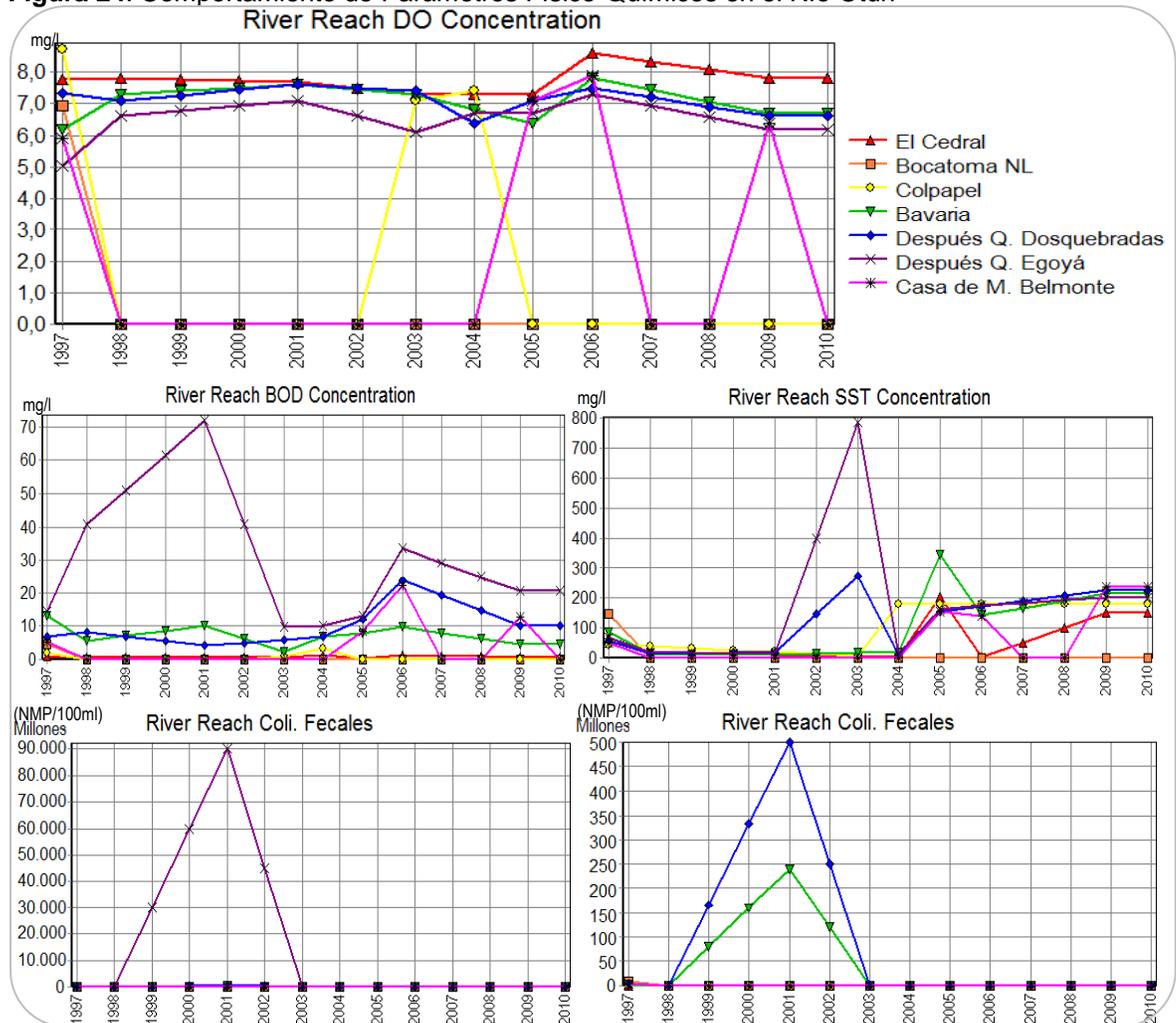


Figura 24. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en el Río Otún



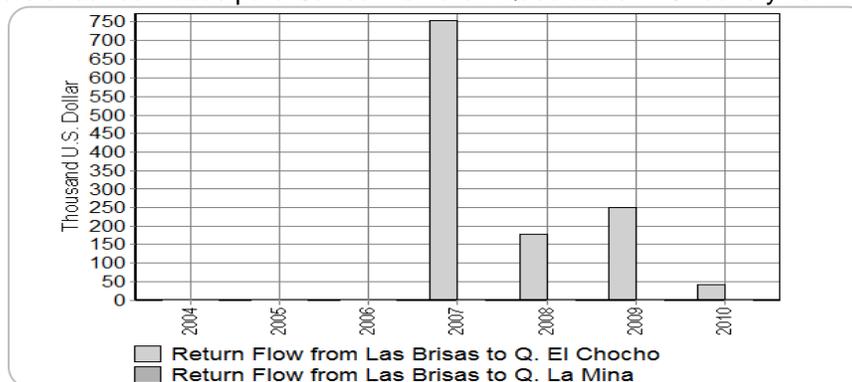
Se identifica un aumento significativo de los SST a partir de 2003 en cada uno de los tramos al igual que de la DBO vinculado tal vez a procesos erosivos en Dosquebradas y en tributarios intervenidos, antecedido por la generación importante de coliformes fecales (Figura 25). Aquí la incidencia de las quebradas

Dosquebradas y Egoyá, guardan algo en común: no han sido intervenidas concretamente para desviar los vertimientos de aguas residuales de las que son objeto y sin embargo son monitoreadas desde 1997 para ver su impacto sobre la calidad de río Otún. En este sentido la capacidad de amortiguación que acompaña el río en los tramos posteriores a la recepción de las quebradas que vienen evidentemente contaminadas, más Egoyá que Dosquebradas por sus diferencias físicas (caudal, lecho y capacidad de oxigenación). La quebrada Egoyá se ha convertido en un colector en sí; el lleno antrópico, las modificaciones de su cauce y la calidad de agua que muestra el monitoreo de la principal corriente receptora de aguas residuales del centro histórico, así lo indican.

Subsistema Consota

Quebradas El Chocho y La Mina

Figura 25. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebradas El Chocho y La Mina⁴⁸



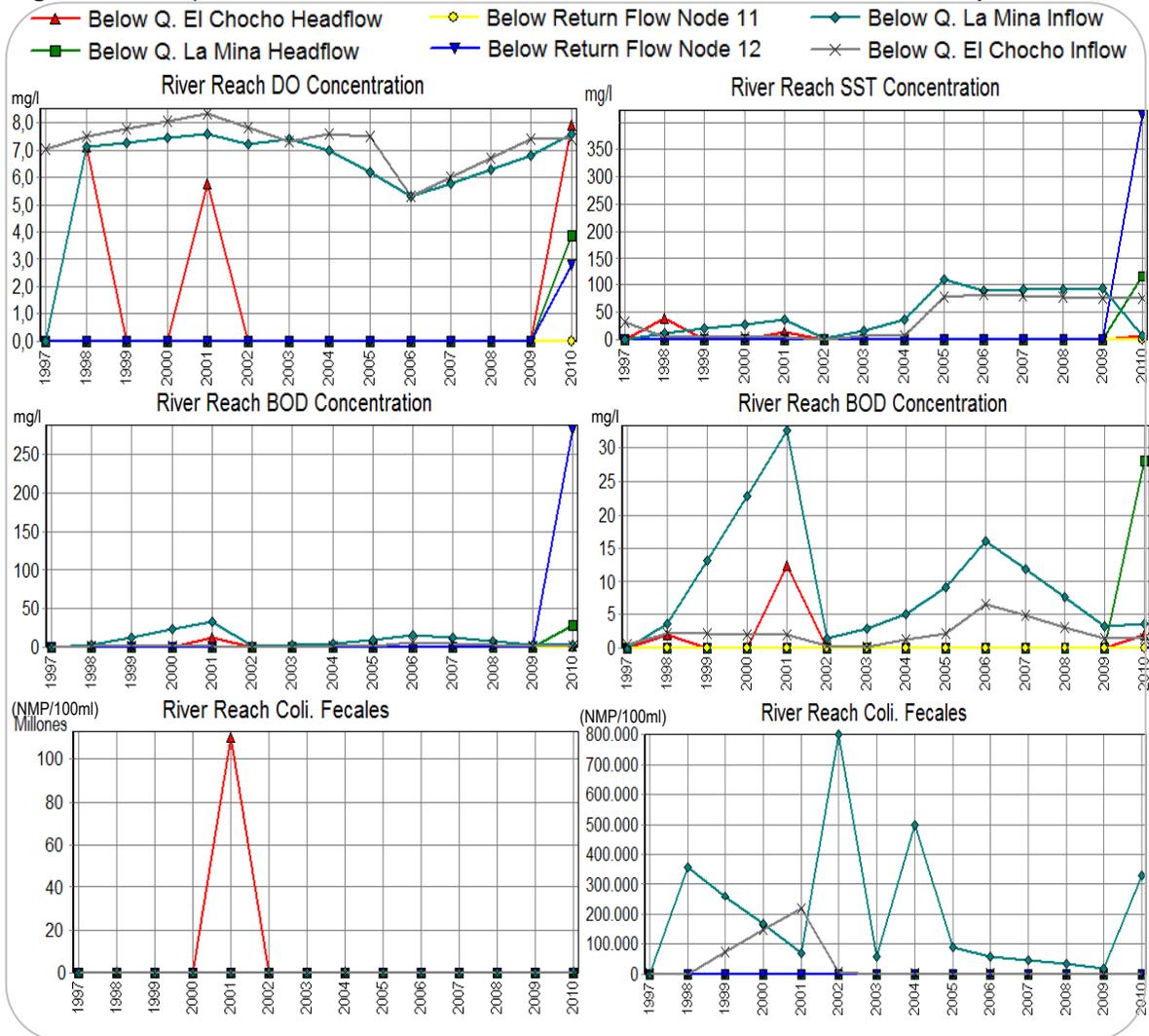
La reciente urbanización del área de influencia de las quebradas La Mina y El Chocho, cuyo mayor tramo lo comprende el área suburbana y rural, hacen que ambas corrientes hídricas no cuenten con el monitoreo continuo de la calidad del agua y se tengan datos en El Chocho y no en La Mina por ser su tributaria.

En la Figura 28 se logra ver una diferencia en la concentración de oxígeno disuelto después del nacimiento de la quebrada El Chocho con respecto a su desembocadura donde alcanza una calidad importante de acuerdo a este parámetro, a la BDO y SST que se mantienen bajas, por sus características de río de montaña y la protección de buena para de su cauce; aquí se percibe la presión que va efectuando las nuevas urbanizaciones para la época, sobre la cabecera de la corriente. Precedido por un evento en 2007, año de mayor realización de obras en esta quebrada y donde inician las más fuertes temporadas de invierno de los

⁴⁸ Por errores en el consolidado de inversiones, aparentemente fueron sumandos los recursos invertidos para el saneamiento en ambas corrientes.

últimos años, estos últimos parámetros también en la desembocadura y después de entregar al río Consota, reflejan un cambio que tiende a la recuperación de la calidad del agua, complicándose para 2010 la situación, cuando el incremento abrupto de coliformes fecales aumenta también la DBO y se acompaña de SST, que muestra el poco oxígeno disuelto después de la entrega de aguas residuales a la red de alcantarillado. Esta variación se puede asociar al recrudecimiento del fenómeno de la niña en el año 2010, lo que lleva al colapso colectores ubicados en fuertes pendiente de ladera.

Figura 26. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebradas La Mina y El Chocho



Quebrada Boston y Caño Boston

La intervención de los cauces en estas dos corrientes ha sido importante, puesto que gran parte de ellas se encuentra canalizada; en la quebrada Boston casi

desde su nacimiento por lo que aparece entre una de las de mayores recursos invertidos (Figura 18) y llega a doblar la realizada en caño Boston (Figura 29). Teniendo en cuenta que en la quebrada es considerable la cobertura vegetal protectora, finalmente es poco lo que puede lograr en su efecto sobre la calidad del agua y ésta está compuesta principalmente de aguas residuales domésticas.

Figura 27. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebrada Boston y Caño Boston

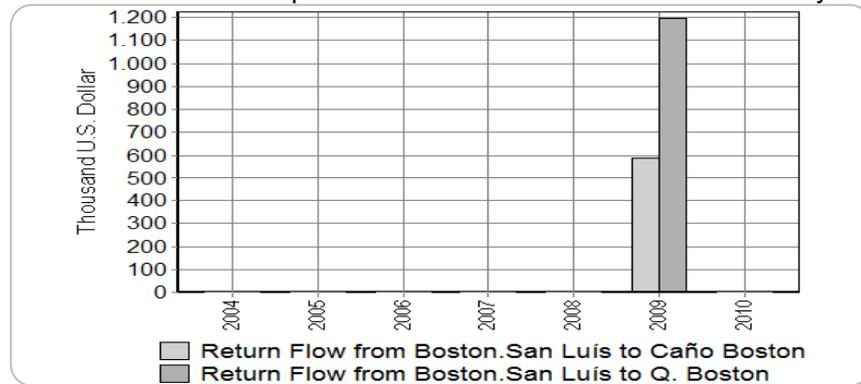
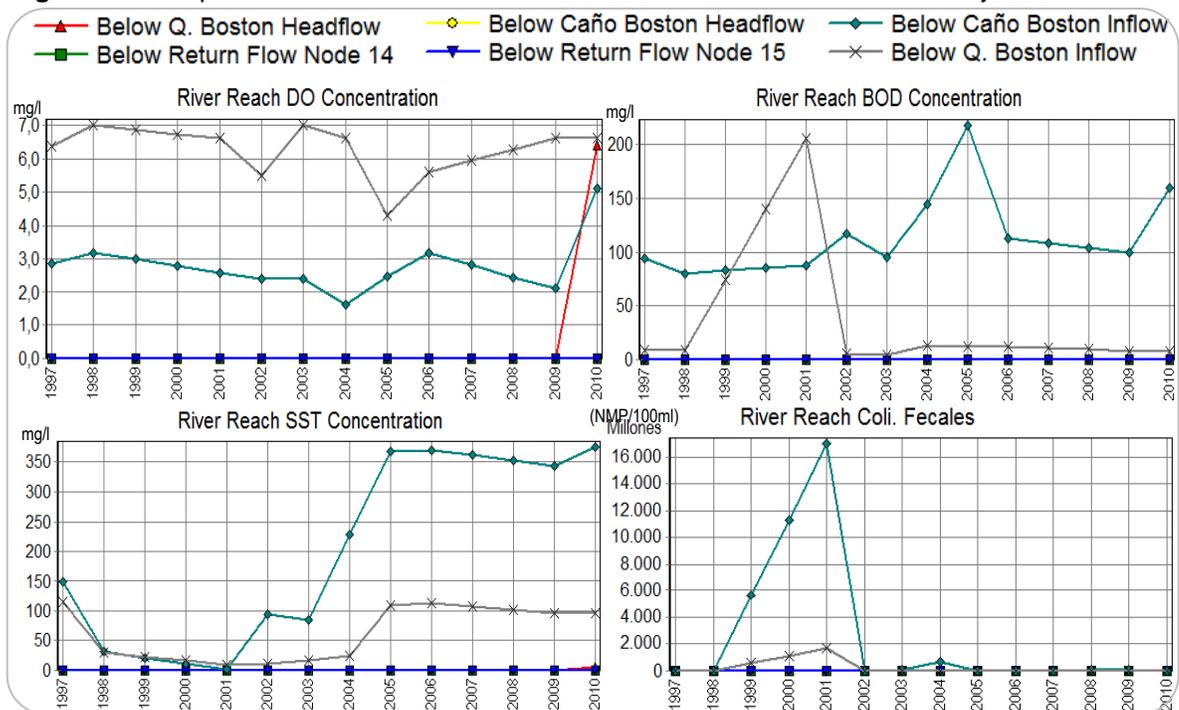


Figura 28. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebrada Boston y Caño Boston



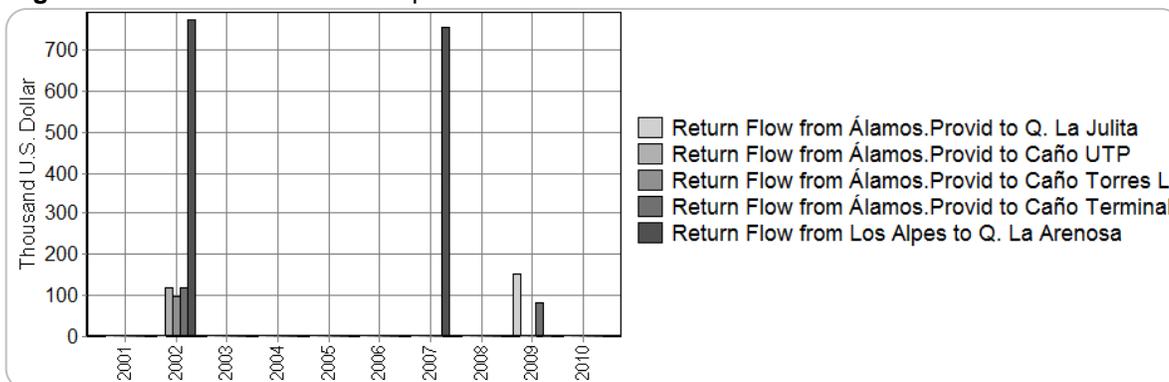
El monitoreo histórico de la calidad del agua en la desembocadura de la quebrada Boston, muestran que es ya típica la contaminación en esta corriente, que sólo en período donde se presenta el fenómeno del niño llega ejercer alguna influencia sobre la calidad del río Consota. En 2010 un aumento significativo en la

concentración del oxígeno disuelto se hace visible, pero al mismo tiempo la DBO y la presencia de SST son acompañantes, indican fuerte presión sobre el recurso en esta corriente que por la fuerte intervención de la que fue objeto ha perdido gran parte de sus características naturales, con lo que podría decirse pasó a convertirse en un conducto de aguas o en sí mismo, al igual que Egoyá, en un colector, puesto que los daños del sistema al estar ocultos se hacen más complejos de solucionar.

Tributarios de la Quebrada La Dulcera

La mayor inversión realizada dentro del grupo que comprende las corrientes tributarias de la quebrada La Dulcera, es hecha a la quebrada La Arenosa (Figura 31), y se explica por la longitud de su cauce y que todo este se extiende por zonas residenciales bien consolidadas principalmente, debiendo ser intervenida en dos períodos diferentes. Le siguen las inversiones en quebrada La Julita y Caño terminal; casi todas las corrientes de este grupo excluyendo Caño UTP, tanto con el PSH como en los períodos anteriores a su ejecución, han sido objeto de canalización y llenos antrópicos para facilitar el crecimiento urbanístico, modificando significativamente el ecosistema natural de los cuerpos de agua.

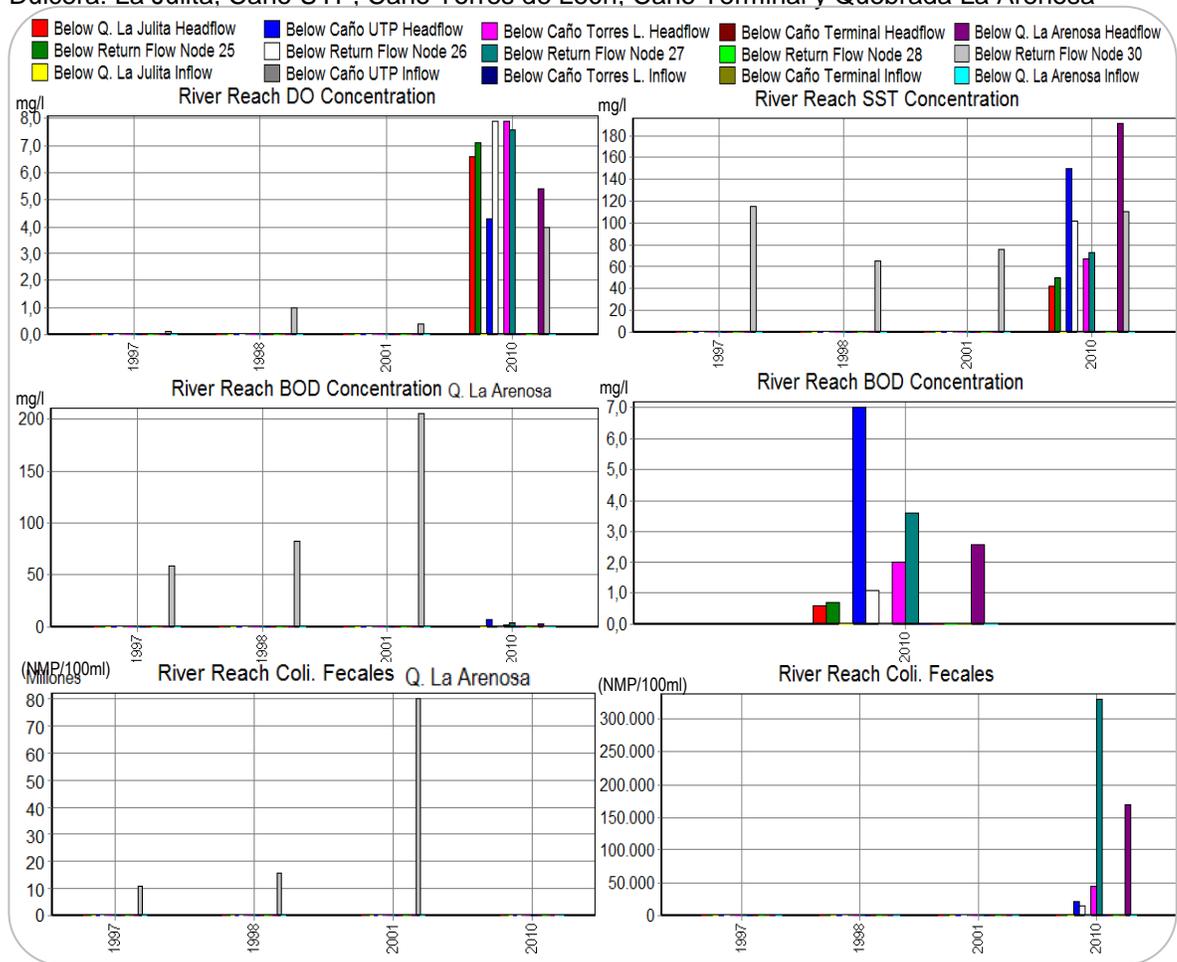
Figura 29. Inversiones realizadas para Saneamiento en los tributarios de la Quebrada La Dulcera



De la misma manera que la quebrada El Erazo, como se comentaba en el análisis de su calidad de agua, la mayoría de estas corrientes hídricas han llegado a ser objeto de estudio posteriormente después de terminar las obras de saneamiento exceptuando Caño Terminal donde no existen datos aparentemente por el difícil acceso al lugar donde finaliza la obra, por lo que sólo puede verse un antes y un después de la calidad del agua, en la quebrada La Arenosa, principalmente en su desembocadura, en la que se observa el fuerte impacto de la contaminación con su concentración de oxígeno disuelto en los años anteriores a su primera intervención y más aún durante ésta en el 2002 (Figura 32), por causa muy posiblemente de la parcialidad de las obras que llega a aumentar la concentración

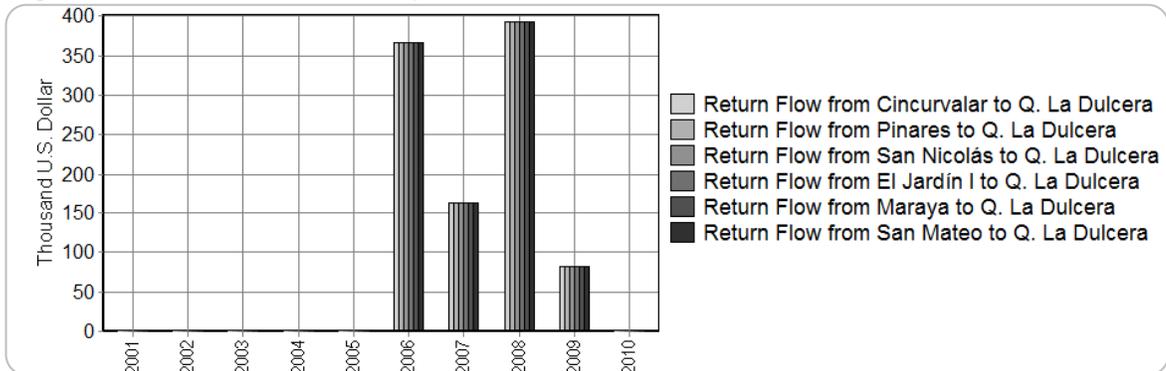
de coliformes fecales aguas abajo de la quebrada, lo que se sustenta en que para 2010 es significativo el aumento en la concentración de oxígeno disuelto y la ausencia de coliformes fecales que caracterizan los vertimientos de aguas residuales domésticas, a pesar de que es mayor después de su nacimiento aunque contando con una entrada importante de SST y coliformes fecales, sucediendo lo mismo en Caño Torres de León pero forma menos drástica donde el oxígeno disuelto se mantiene relativamente constante aún con la entrada de contaminantes. En cuanto a Caño UTP su baja concentración de oxígeno disuelto, en comparación con la de SST y DBO, puede ser atribuida a la sedimentación en su bajo caudal, aportada por la temporada de lluvias de este año.

Figura 30. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en los tributarios de la Quebrada La Dulcera: La Julita, Caño UTP, Caño Torres de León, Caño Terminal y Quebrada La Arenosa



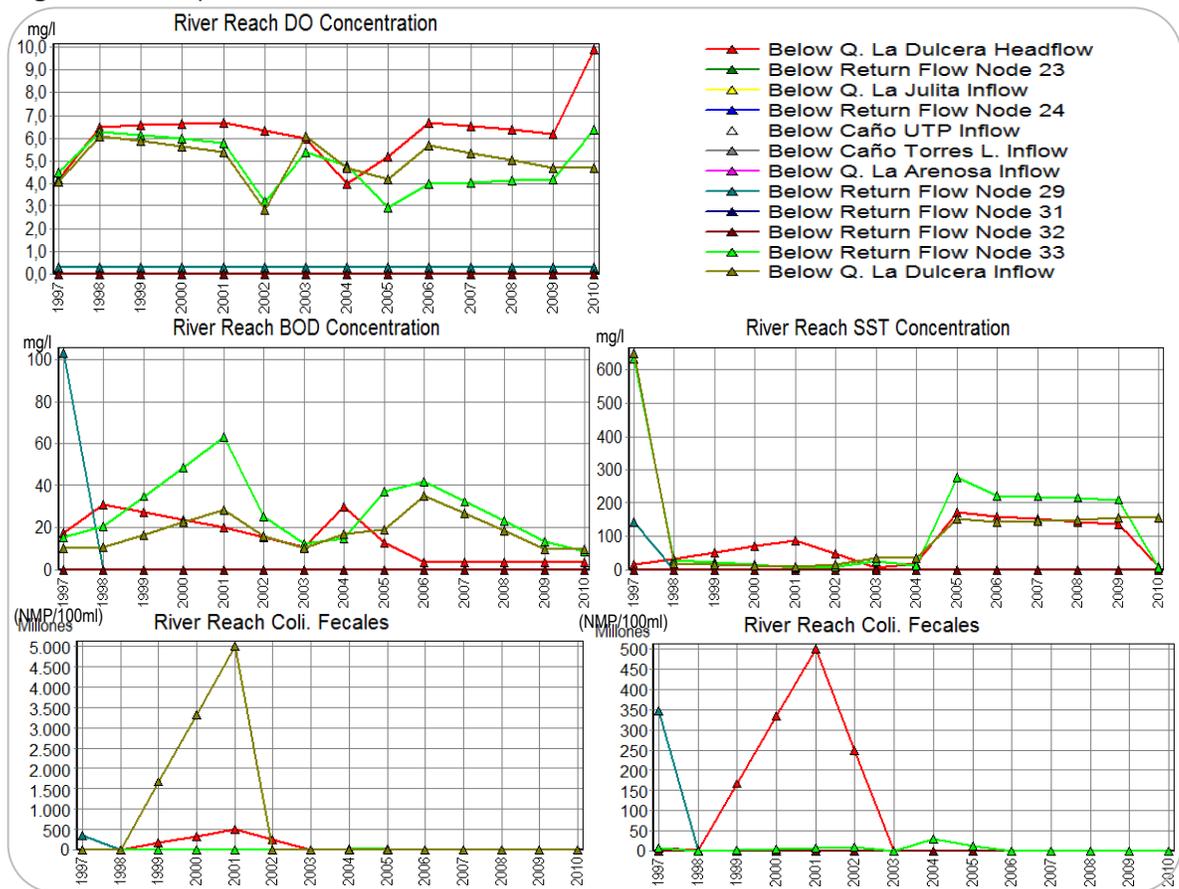
Quebrada La Dulcera

Figura 31. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebrada La Dulcera



Siendo ésta la segunda corriente hídrica con mayor inversión, junto a la quebrada El Oso, son varios los períodos en los de intervención (Figura 33) en los que no sólo se ejecutaron obras de saneamiento sino además muros de contención por la proximidad de las viviendas con su cauce, que transporta un caudal variable al ser alimentado por la considerable descarga de aguas lluvias del área de su influencia.

Figura 32. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebrada La Dulcera

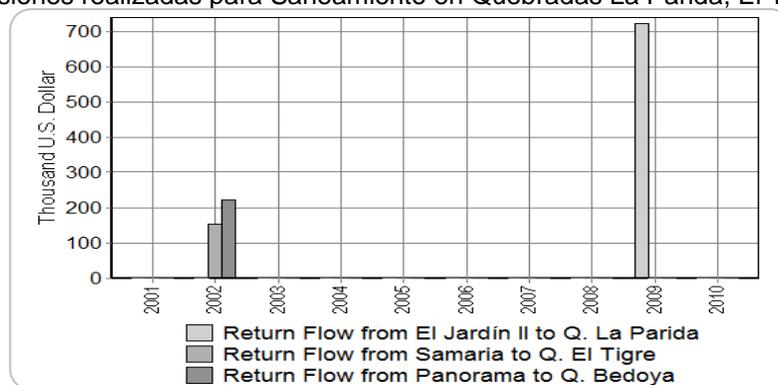


A través del cauce de la quebrada Dosquebradas son varios los vertimientos que se presentan pero el monitoreo de la calidad de sus aguas se ha enfocado después de su nacimiento, en su desembocadura y en el tramo del río Consota posterior a ésta. Encontrando que su cabecera se ha mantenido relativamente protegida mostrando un caso aislado entre 2001 y 2002 que se puede asociar a proyectos urbanísticos de la zona en la que se encuentra (Figura 34). Aparece la quebrada La Arenosa en el período antes de obras (1997) ejerciendo un impacto importante en las aguas de La Dulcera en cuanto a DBO influenciada por la presencia tanto de Coliformes Fecales como de SST. A su vez el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en la desembocadura de la quebrada La Dulcera incide en el comportamiento en el río Consota en el tramo posterior a su recepción, presentándose las mismas variaciones. Especialmente desde 2006, año en que inicia las obras de saneamiento en esta corriente (Figura 33), se percibe una ligera disminución del oxígeno disuelto y cuando se ha finalizado la intervención para 2010 alcanza la más alta concentración tanto después de su nacimiento como en la desembocadura, notándose menos el cambio al tributar a Consota, punto en el cual la cantidad de coliformes fecales sobrepasa ampliamente la traída por la quebrada.

El estado en 2011 de la quebrada La Dulcera es lamentable, las obstrucciones por residuos sólidos y material sedimentado en la red de colectores en esta corriente como en sus tributarios, impide su buen funcionamiento y el logro del saneamiento a lo largo de la quebrada, hecho vinculado a las continuas temporadas de lluvia que aumentan la presión sobre la infraestructura.

Quebradas La Parida, El Tigre y Bedoya

Figura 33. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebradas La Parida, El Tigre y Bedoya

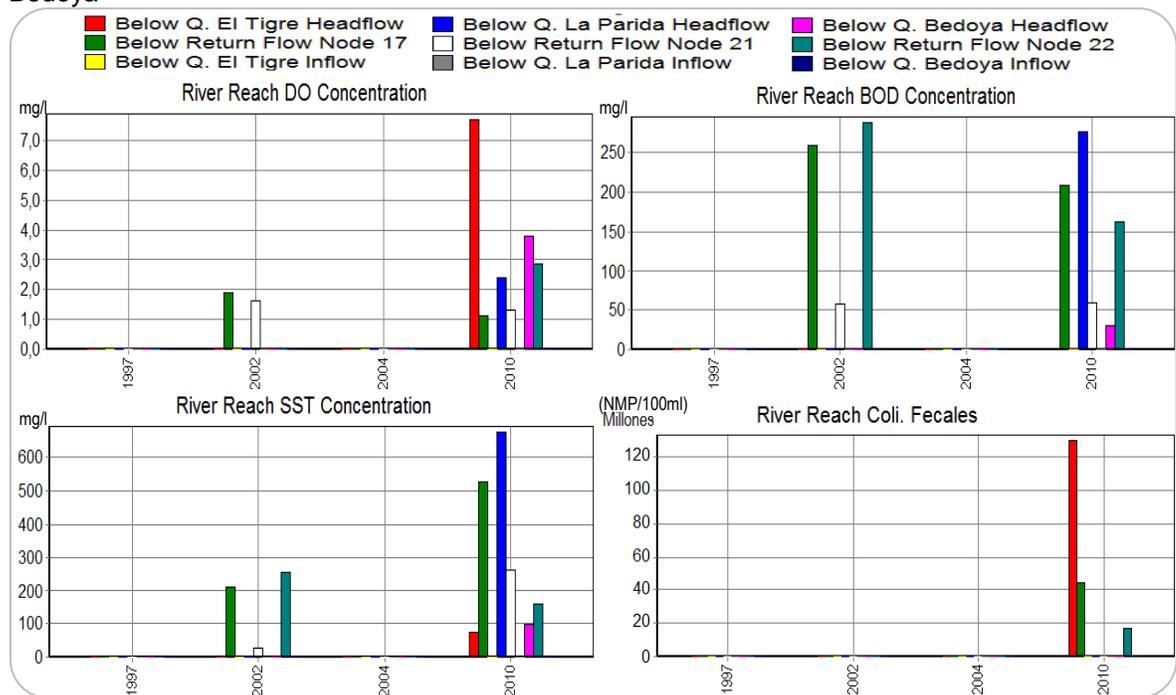


Tres de las quebradas tributarias del Consota (Figura 35), siendo La Parida la que mayor inversión exige, a pesar de ser ésta la más pequeña en su cauce, es un

indicio de la presión que recibe, durante el crecimiento que experimenta la ciudad paralelo a la Avenida Las Américas o Avenida Sur, evidenciando en su lecho que a través de los años pasa de transportar un pequeño caudal natural a un considerable volumen de aguas residuales malolientes que impiden el bienestar de la población generadora de las mismas. Esta figura además muestra que en forma generalizada 2002 fue el año con mayores intervenciones pero el año 2009 el de mayores inversiones.

Aunque con pocos datos referentes de la calidad de estas corrientes hídricas (Figura 36), puede observarse el estado, que se cree es el actual, de todas ellas logrando comparar para sus desembocaduras, con el estado en el 2002. Recordando que la ciudad por esta época empieza a sufrir grandes cambios en el uso del suelo de cultivos tradicionales a proyecto de vivienda y hasta viviendas de tipo ilegal en la zona sur que es donde se ubican las tres quebradas, puede observarse para las quebradas El Tigre y La Parida el aumento en la DBO y SST, disminuye la concentración del oxígeno disuelto. El caso contrario sucede con la quebrada Bedoya mostrando un comportamiento más favorable en su saneamiento pero igualmente impactada por las descargas directas de conexiones erradas a la red de alcantarillado, la mala disposición de residuos sólidos y el colapso de obras ya sea por falta de mantenimiento o por efecto de las fuertes temporadas de lluvias que llevan al límite su capacidad.

Figura 34. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebradas La Parida, El Tigre y Bedoya

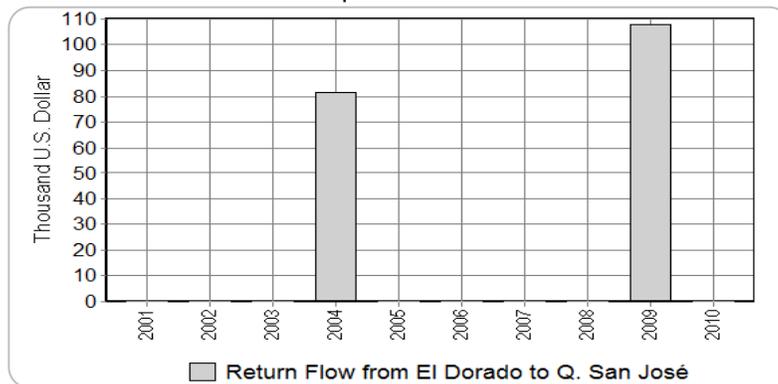


Una explicación ante el estado de la quebrada El Tigre que no logra recuperarse frente a la presencia de coliformes fecales vertidos en el inicio de obras, puede ser el efecto de las canalización sin justificación visible, que obliguen a aislar el medio acuático de su canal natural y su vegetación protectora, reduciendo la capacidad de autodepuración de los contaminantes y oxigenación del recurso.

Quebrada San José

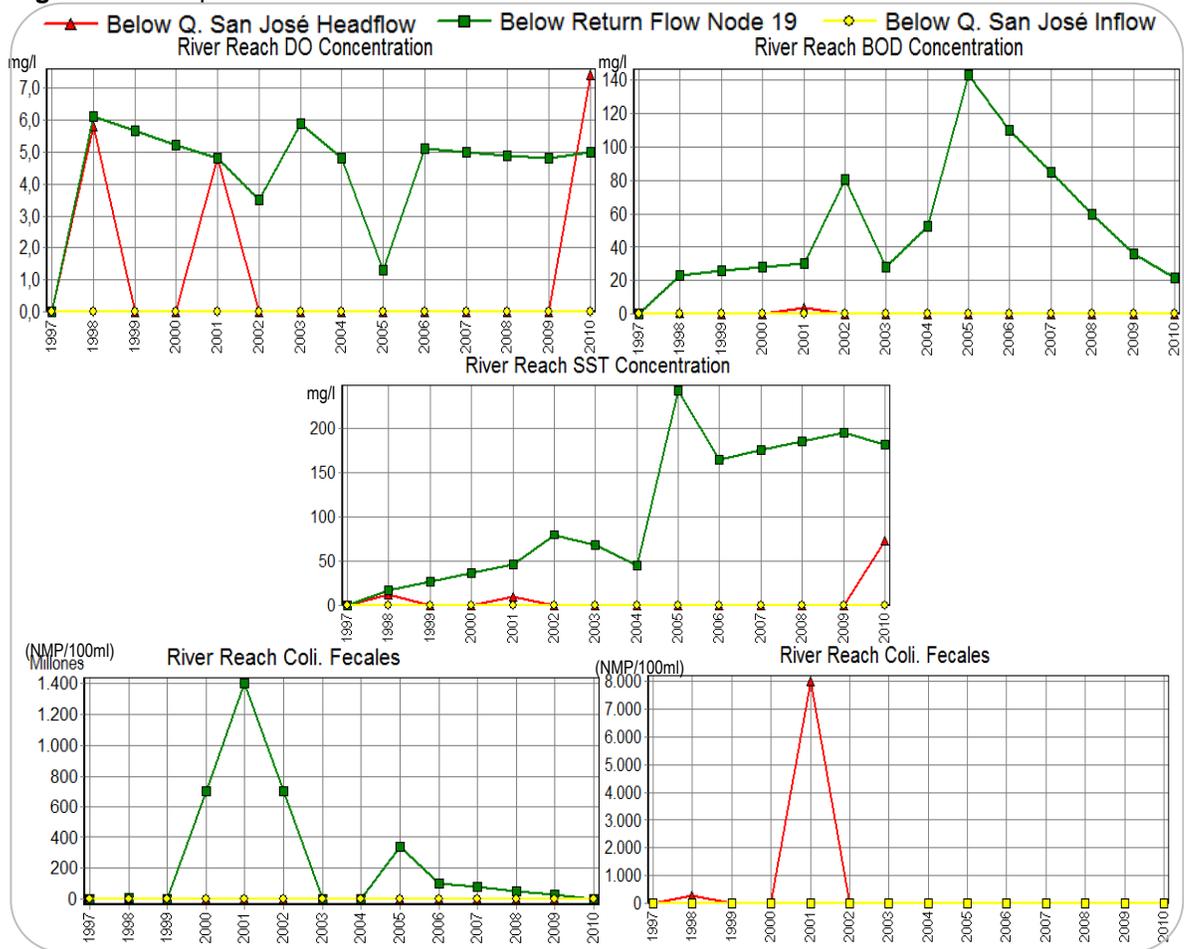
Encontrando que el inicio de la ejecución de obras de saneamiento en la quebrada San José se registra en el año 2004 (Figura 37) las mayores variaciones de la calidad del agua se observan un año antes con la presencia significativa de coliformes fecales y un año después con la concentración DBO acompañado de SST (Figura 38), eventos que impactan la concentración de oxígeno disuelto, logrando estabilizarse sin llegar a un buen nivel del mismo, caso contrario a metros debajo de su nacimiento, a pesar del descenso en los demás parámetros.

Figura 35. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebrada San José



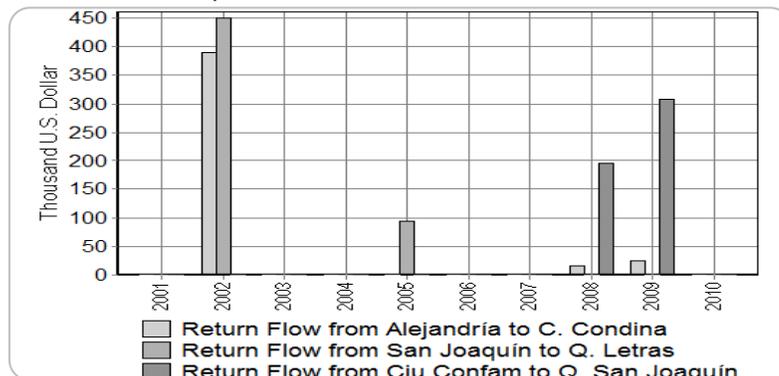
La tendencia a disminuir la concentración de oxígeno disuelto encontrada en esta corriente desde que inicia el monitoreo de la calidad del agua, reconociendo ésta como una quebrada de montaña con mayor capacidad de oxigenación, es atribuible al colapso de obras de saneamiento en urbanizaciones relativamente nuevas, al aporte contaminante de las viviendas que han invadido el área de inundación de la quebrada en el barrio El Dorado, a los procesos erosivos que se acentúan cada vez más y a las prácticas agrícolas que no guardan el límite con respecto al cauce.

Figura 36. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebrada San José



Tributarios de la Quebrada El Oso

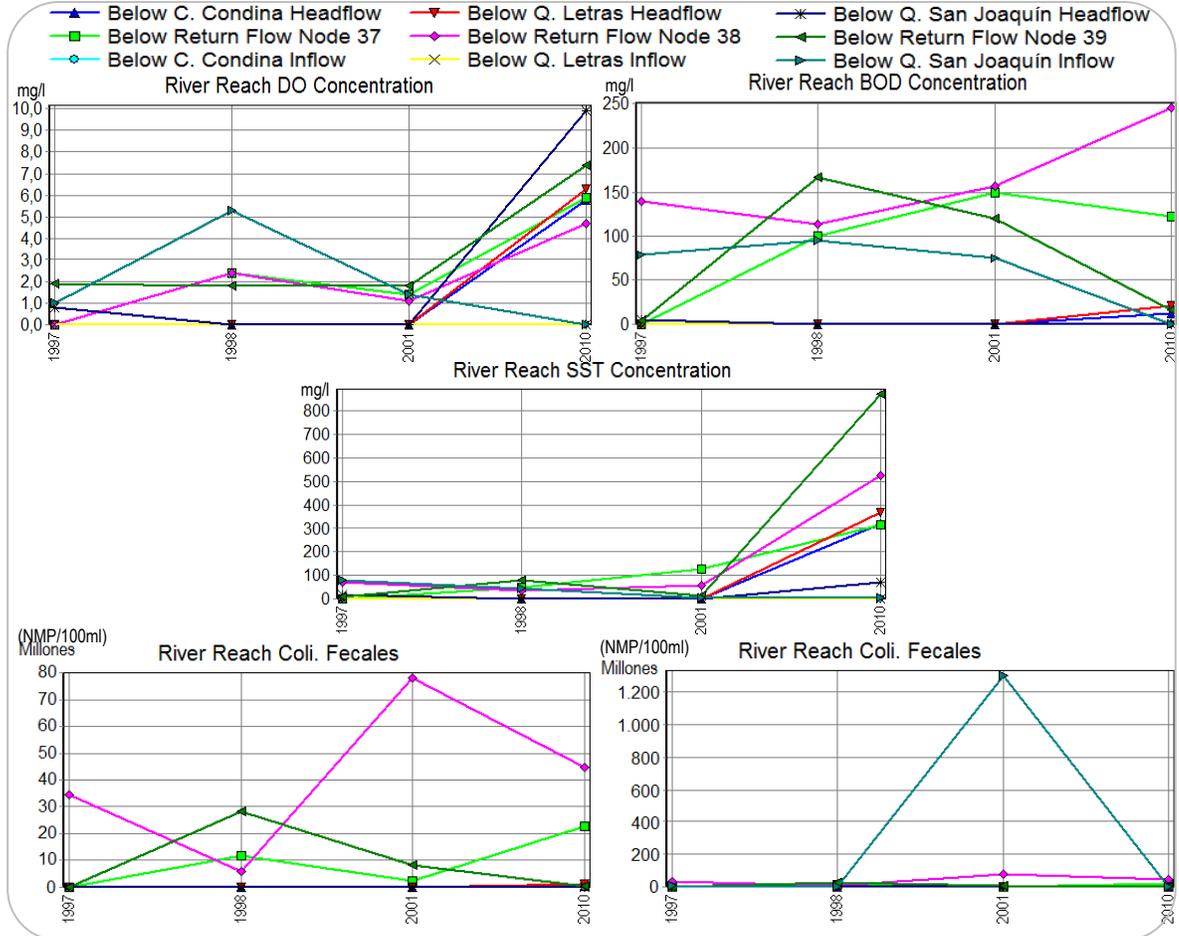
Figura 37. Inversiones realizadas para Saneamiento en los tributarios de la Quebrada El Oso



Las inversiones a estas tres corrientes hídricas aunque puedan diferir en períodos de ejecución, han sido similares en esfuerzo (Figura 39), sin embargo muchas de las obras entre las que se cuentan sumideros, aliviaderos de aguas lluvias,

cámaras de inspección de colectores y viaductos, se han visto perjudicados ya sea por el colapso del terreno en casos como el de Caño Condina o, utilizadas con otros fines, quemadas, destrozadas, en resumen, poco valoradas en sus propósitos a pesar de la gestión socioambiental que vincula la empresa de acueducto y alcantarillado al PSH.

Figura 38. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en los tributarios de la Quebrada El Oso: Caño Condina, Quebradas Letras y San Joaquín



Al concentrar el análisis en la calidad del agua en estas corrientes, se encuentran cambios interesantes en el último año; en los tramos en que inician las obras de saneamiento después la concentración de oxígeno disuelto llega a ser la más alta en cada caso, sin embargo en la desembocadura tiende a ser menor la calidad del agua, situación que puede asociarse, como en otros sectores, tanto a la cultura de la inadecuada disposición de los residuos sólidos entre ellos gran cantidad de escombros, como a la erosión típica ya en las fuertes pendientes en ausencia de cobertura vegetal protectora y a las descargas directas producto de conexiones erradas principalmente.

Quebrada El Oso

Como ya se ha mencionado, en la quebrada El Oso la inversión es una de las más altas (Figura 41) al ser una importante arteria del río Consota, además de que en ella y sus corrientes tributarias confluyen con una considerable complejidad de interacciones no sólo alrededor del recurso hídrico, en general del ambiente.

Figura 39. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebrada El Oso

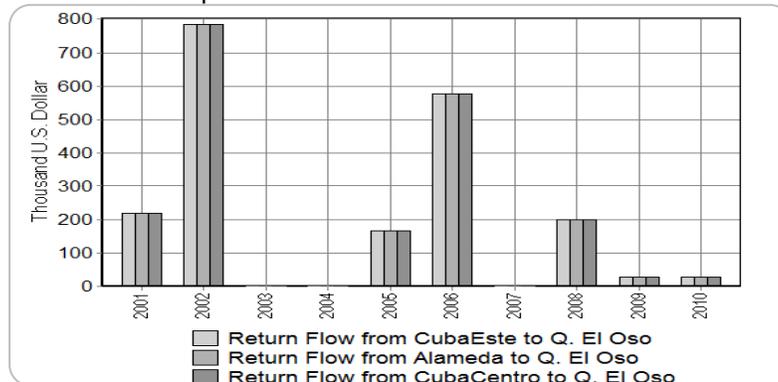
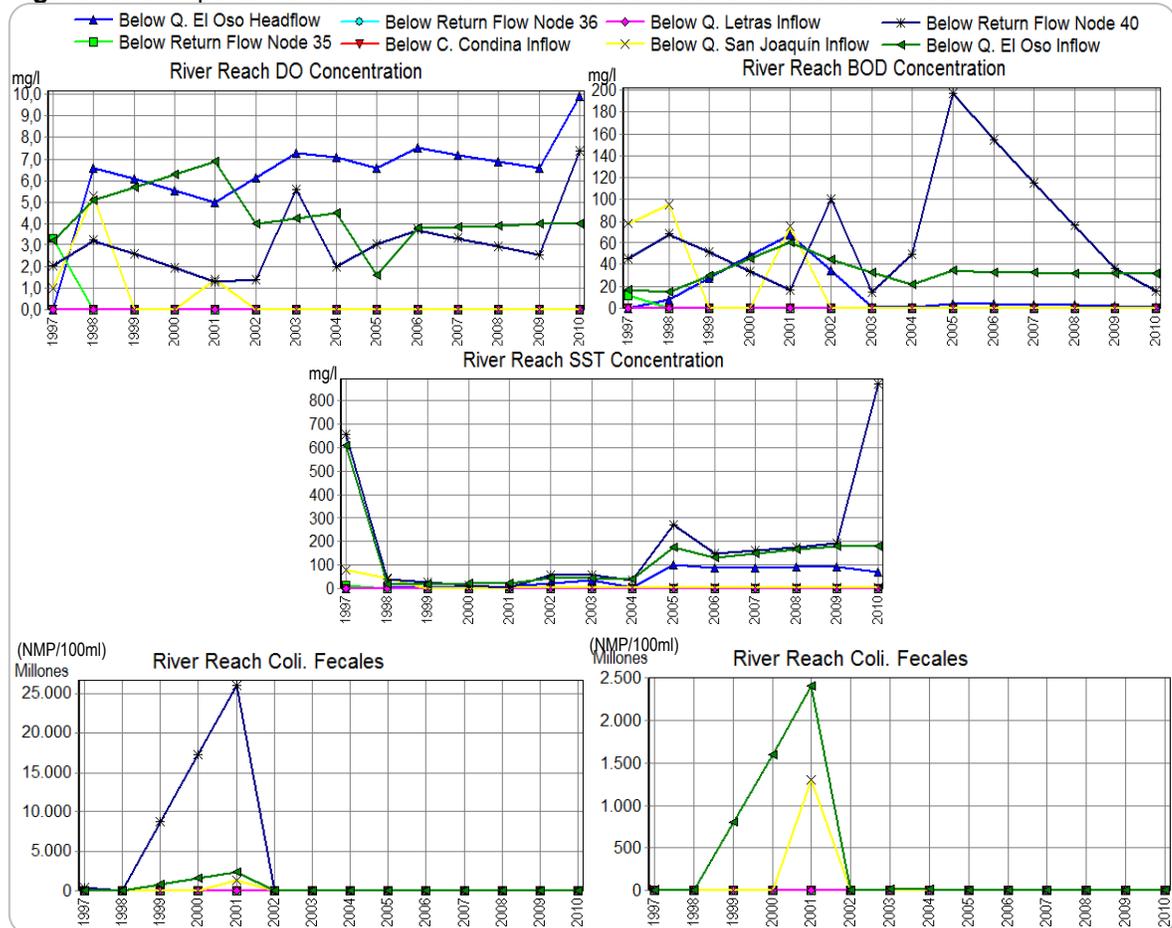


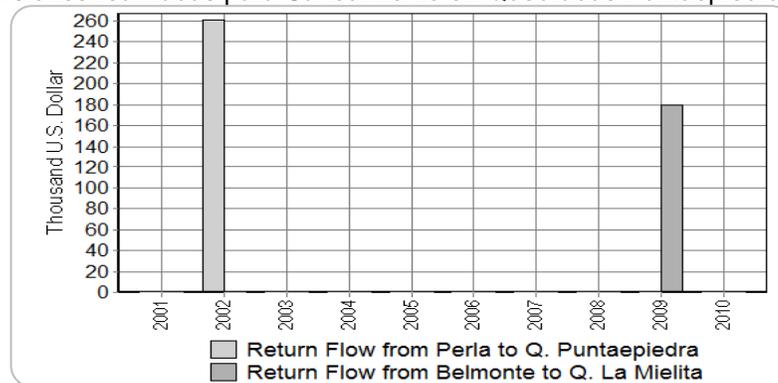
Figura 40. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en Quebrada El Oso



Las intervenciones realizadas en su cauce buscaban no sólo su saneamiento, también la gestión del riesgo que presenta esta corriente en temporadas de lluvia, con antecedentes importantes en los años anteriores a su canalización. La presencia elevada de coliformes fecales después de los aportes de sus tributarios (Figura 42), muestra el fuerte impacto sobre sus aguas llegan a bajar su oxígeno disuelto a un valor de casi 1mg/l; mientras en el inicio de obras, sitio donde la quebrada recibe las aguas de la quebrada Cundina, el monitoreo histórico entrega registros de una significativa concentración de oxígenos disuelto que va en aumento posiblemente por efecto de las obras de saneamiento, difiriendo ampliamente con respecto a su desembocadura, pero al tributar sus aguas al río Consota en alguna medida este último ha logrado mantener su capacidad de depuración. Interesante el evento que en 2005 se observa, presentándose un pico en la concentración de la DBO y SST, relacionado posiblemente con la ejecución de obras, sin embargo en los últimos períodos el panorama se torna más favorable a pesar del elevado número de SST registrado para la quebrada El Oso tanto en el inicio como al desembocar, provocando un cambio algo sutil en el oxígeno del río Consota.

Quebradas Puntaepiedra y La Mielita

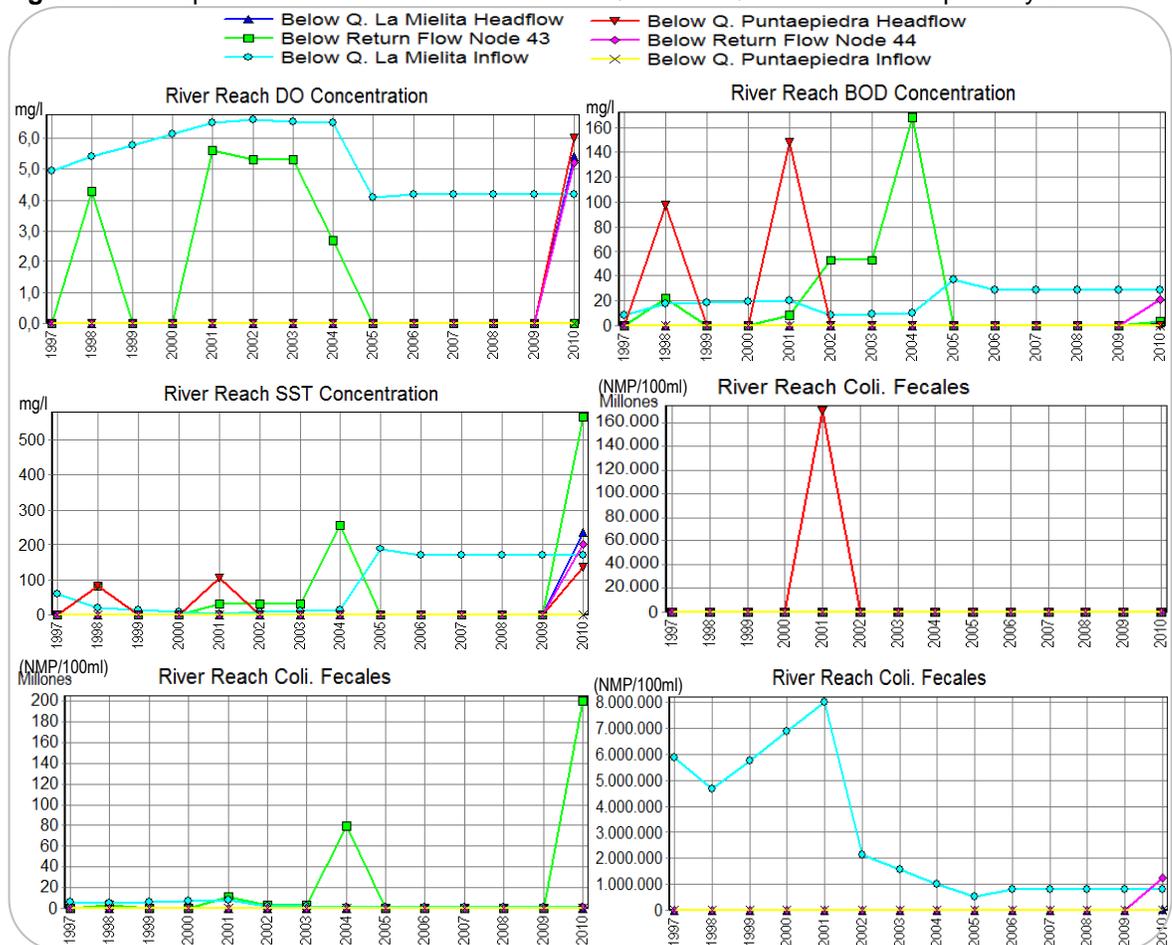
Figura 41. Inversiones realizadas para Saneamiento en Quebradas Puntaepiedra y La Mielita



Ambas quebradas conservan de alguna manera un ecosistema menos deteriorado frente a otras, en el sentido de que no han sido tan impactadas por invasión de sus cauces y laderas, o severamente por la inadecuada disposición de residuos sólidos, puesto que el costo de la tierra en el área en que se ubican ha ido en aumento a través de los años. Sin embargo el colapso de obras por afectación de la intensidad en las lluvias a través de fenómenos de remoción en masa en la quebrada La Mielita y la ausencia de empalme del colector por la construcción del túnel Puntaepiedra-Consota, deterioran en su último tramo la calidad del agua,

siendo las aguas residuales en este punto tal vez las de mayor concentración en contaminantes por provenir de las más recientes urbanizaciones de la ciudad, en las que se aplica la reglamentación en la separación de redes de alcantarillado, lo impide que las aguas lluvias ayuden a diluir en parte, las domésticas. Situación que sirve como explicación a la presencia de coliformes fecales y SST en el último año incidiendo en la inexistencia de oxígeno disuelto al desembocar La Mielita. En la desembocadura de la quebrada Puntaepiedra, aunque es menos triste la situación, también es significativa la existencia de coliformes fecales en su desembocadura, sin llegar, cualquiera de las dos tributarias del río Consota, a impactarlo visiblemente.

Figura 42. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos Quebradas Puntaepiedra y La Mielita



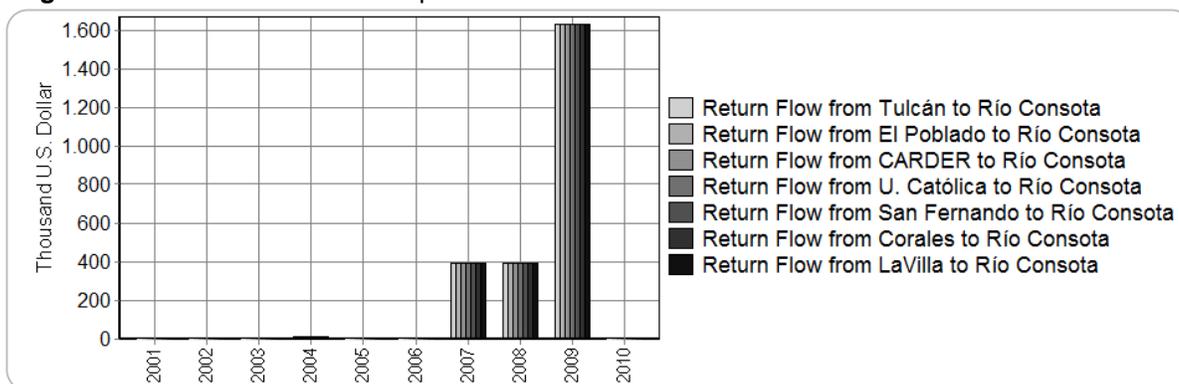
En sus tramo iniciales, es decir, anteriores al inicio del deterioro de la calidad del agua en estas corrientes, la representación de fauna asociada al ecosistema acuático, sea hace posible al encontrar peces y tortugas, indicando una cierta

calidad ambiental alcanzada en los últimos años, no obstante la poca cobertura vegetal protectora en el área.

Río Consota

La corriente receptora final de la mayor cantidad de aguas residuales de la ciudad de Pereira representa la mayor inversión llevada a cabo dentro del PSH, teniendo la participación más importante para el año 2009 (Figura 45). Teniendo en cuenta que sus intervenciones han sido parciales y las dificultades en sus tributarios son constantes, puede plantearse como poco visible el mejoramiento de su calidad hídrica, hasta no lograr la construcción completa de su interceptor y túnel que devuelva las aguas trasvasadas como agua potable desde del río Otún.

Figura 43. Inversiones realizadas para Saneamiento en el Río Consota

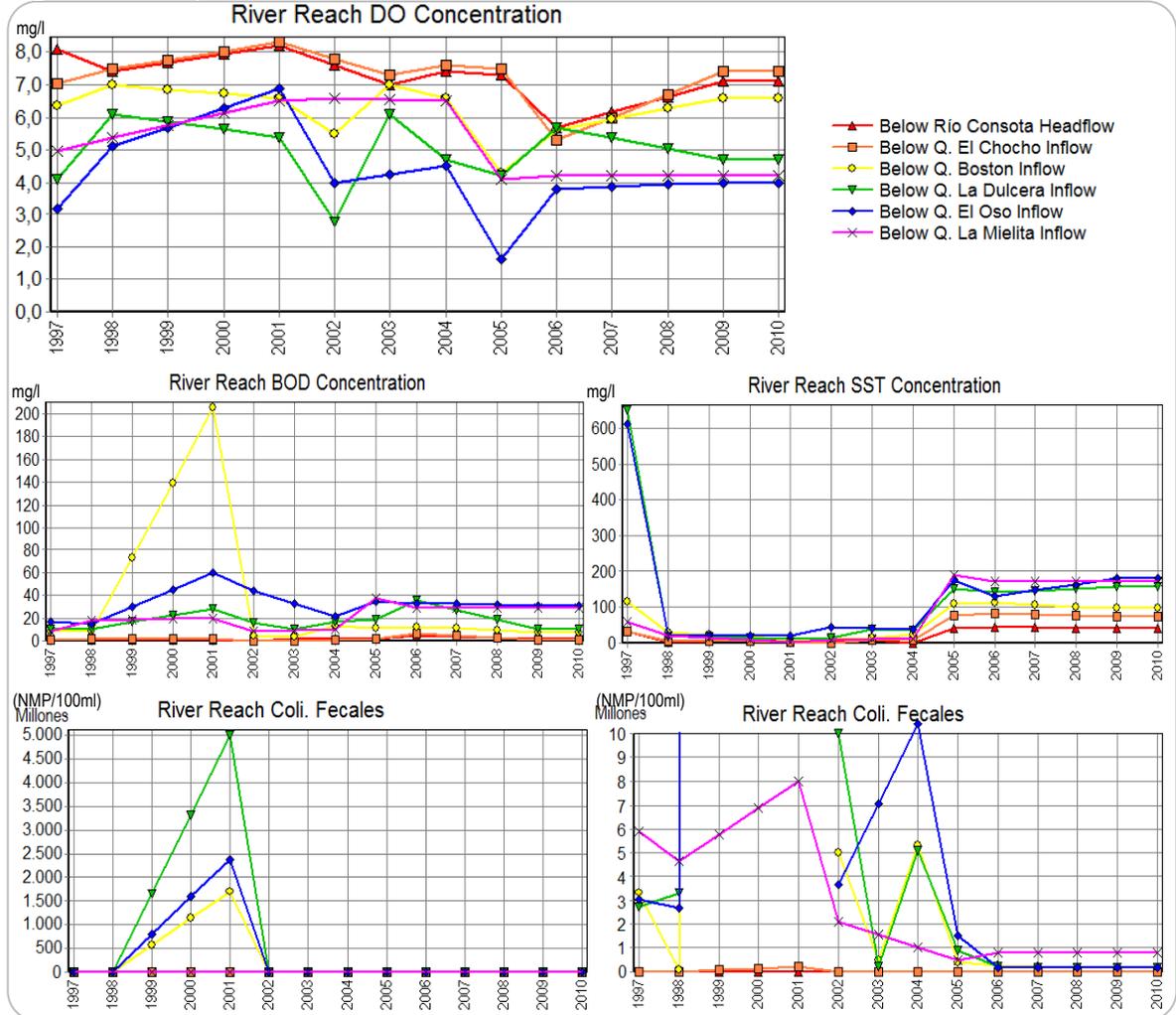


El monitoreo histórico de este río en el área urbana, nos permite tener un consolidado del comportamiento en la calidad de sus aguas, observando el impacto que sufre a medida que va entrando en el conglomerado de la ciudad (Figura 46), llegando en algún momento en el período antes de la ejecución de obras, a percibir la mayor concentración de CF después de la descarga de la quebrada La Dulcera seguido después por el tramo posterior a la descarga de la quebrada El Oso, pudiendo explicarse porque en este período la mayor cantidad de población se encontraba hacia el centro histórico, la mayor DBO viene después de la descarga de la quebrada Boston donde los vertimientos presentan una visible concentración de detergentes, aguas residuales domésticas propias de zonas residenciales de mayor condición económica y se asocia también a las descargas directas de invasiones por la época en este sector.

En el 2005 ocurre un evento en varios tramos que parece estar asociado con los SST convirtiéndose en una constante en los años posteriores a la ejecución de

obras de saneamiento en tributarios del río Consota, llegando a ser la descarga de quebrada El Oso, la más impactante sobre la concentración de oxígeno disuelto en el río en los últimos años, logrando éste recuperar en el tramo final de estudio.

Figura 44. Comportamiento de Parámetros Físico-Químicos en el Río Consota



Al comparar inversiones frente a datos de calidad se encuentra lo siguiente en las corrientes hídricas que cuentan con datos históricos en sus desembocaduras:

Tabla 4. Recursos invertidos por unidad de parámetro recuperado

Cuenca	Corriente	Inversión (pesos col)	Unidades de Mejoramiento por efectos de Saneamiento							
			OD(mg/l)	Inversión por Unidad	DBO (mg/l)	Inversión por Unidad	SST (mg/l)	Inversión por Unidad	CF (NMP/100ml)	Inversión por Unidad
Otún	Q. El Calvario	\$ 793.381.656	1	\$ 793.381.656	5	\$ 158.676.331	↑	-	7980000	\$ 99
Consota	Q. El Chocho	\$ 2.261.803.667	2,2	\$ 1.028.092.576	15	\$ 150.786.911	110	\$ 20.561.852	450	\$ 5.026.230
	Q. Boston	\$ 2.209.000.000	3	\$ 736.333.333	↑	-	↑	-	16000000	\$ 138
	Q. La Arenosa	\$ 2.826.442.417	4	\$ 706.610.604	200	\$ 14.132.212	-	-	80000000	\$ 35
	Q. La Dulcera	\$ 11.129.425.179	6	\$ 1.854.904.197	50	\$ 222.588.504	280	\$ 39.747.947	40000000	\$ 278
	Q. El Tigre	\$ 284.217.160	↓	-	60	\$ 4.736.953	↑	-	Aumentó	-
	Q. San José	\$ 349.852.057	5	\$ 69.970.411	120	\$ 2.915.434	93	\$ 3.761.850	1399890000	\$ 0,25
	Q. La Parida	\$ 1.333.342.324	↓	-	-	-	↑	-	NR	-
	Caño Cundina	\$ 850.142.037	3	\$ 283.380.679	27	\$ 31.486.742	↑	-	↑	-
	Q. Letras	\$ 1.005.349.749	3,56	\$ 282.401.615	↑	-	↑	-	70600000	\$ 14
	Q. San Joaquín	\$ 936.549.237	5,5	\$ 170.281.679	150	\$ 6.243.662	↑	-	28053333	\$ 33
	Q. El Oso	\$ 10.941.106.411	6,15	\$ 1.779.041.693	181	\$ 60.448.102	↑	-	2599720000	\$ 4,21
	Q. La Mielita	\$ 331.362.852	↓	-	155	\$ 2.137.825	↑	-	10968125000	\$ 0,03

3.2 SANEAMIENTO AMBIENTAL

3.2.1 Aportes al Desarrollo Sostenible

En la calidad del recurso hídrico se refleja la calidad ambiental de un territorio; en las corrientes hídricas se hace evidente la cultura de la inadecuada disposición de residuos sólidos, la efectividad de la reglamentación alrededor del uso del suelo, la confianza en la figura institucional y el sentir el territorio como propio. Por eso el concentrarse en esperar resultados exclusivamente de la infraestructura, lo muestra la experiencia es, ingenuo; por eso entender los procesos naturales y sociales alrededor de este tipo de proyectos son determinantes para alcanzar resultados exitosos de gestión. Del reconocimiento en campo del estado actual de obras físicas de saneamiento y el estado de las corrientes hídricas superficiales por el efecto de las mismas (Anexo E), se rescata lo siguiente:

Estado de las Obras de Infraestructura para el Saneamiento Hídrico de la zona urbana

En la parcialidad de la ejecución de las obras de saneamiento, se presenta la falta de empalme entre algunas obras de conducción de aguas residuales, lo que lleva a que sólo se esté trasladando el problema de contaminación metros más abajo del punto donde se genera, poniendo a prueba la capacidad de dilución de carga

contaminante en la corriente, lo que lleva a que a simple vista parezca más contaminada que antes de la ejecución de las obras de saneamiento.

El mantenimiento de las obras físicas de infraestructura es indispensable para el adecuado funcionamiento de las mismas y el saneamiento real de las corrientes, puesto que cuando hay conductos obstruidos es más visible la contaminación y el aumento del caudal en un punto de la corriente. En cuanto al mantenimiento para el acceso a las obras, algunas veces parece estar mal direccionado ya que se aprecia la reducción de material vegetal más junto al cauce, que alrededor de aliviaderos, cámaras y viaductos que son las que realmente requieren limpieza para evitar obstrucciones o el colapso de las estructuras, de la misma manera, las obras que fue necesario ubicarlas en laderas, deben estar acompañadas con vegetación protectora que evite la erosión o el deslizamiento del terreno por efecto del peso que ejerce la estructura sobre éste, siendo también necesario recurrir a la construcción de obras de estabilización de acuerdo a un estudio previo que defina la estabilidad geológica del sitio de establecimiento.

Estado de las corrientes hídricas superficiales de la zona urbana

Aún en la zona urbana de Pereira sobre todo en zona de expansión se presentan condiciones de ruralidad que ayudan en cierta medida a la protección de los tributarios pero sólo en los casos en que las áreas permanecen limitadas como propiedad privada o en que los cauces se encuentran encañonados haciéndoles relativamente inaccesibles. Sin embargo las microcuencas durante todo el tramo urbano realmente no conservan su cobertura vegetal protectora, ni se les respeta el límite con respecto a los cultivos tradicionales que se dan en el área.

En general los nacimientos de los tributarios urbanos se encuentran relativamente protegidos y aún más adelante de ellos el agua presenta buenas condiciones organolépticas que dan lugar a la presencia de fauna acuática asociada a las corrientes hídricas, pero inmediatamente después de presentarse una falla en el funcionamiento de obras de conducción de aguas residuales, un vertimiento ilegal o conexión errada de caudal considerable, estas condiciones desaparecen. Con el fenómeno más común en zonas de ladera, el considerable grado de erosión debido al uso del suelo en la mayoría de tramos dedicados a pastos y ganadería, también por la generación de nacimientos en suelos inestables y sin cobertura vegetal protectora y en determinados casos por efectos de las obras físicas para saneamiento presentando agrietamientos y fugas.

A pesar de que es notable el esfuerzo por la reubicación de familias que invaden con sus viviendas la zona protectora de las corrientes, aunque pocos, aún se presentan este tipo de casos que debería ser objeto de preocupación para la autoridad ambiental; es el caso puntual de la zona protectora del barrio El Dorado en la Comuna Consota, donde hoy se encuentran asentadas numerosas viviendas limitando con el cauce de la quebrada San José y así muchos más sectores con viviendas asentadas sobre obras de estabilización, muros de contención y hasta casos en los que las estructuras de las obras son utilizadas como “lavaderos” o “estendederos” de ropa.

De acuerdo a las actividades de gestión de los residuos sólidos de la Empresa de Acueducto y Aalcantarillado y a la Empresa de Aseo, puede decirse que son pocos los residuos sólidos presentes en las laderas de zonas protectoras, aunque todavía en los cauces es fácil encontrarlos (muebles, llantas y juguetes), y además de esto continua la inadecuada disposición de escombros acompañando el material del lecho de las corrientes.

3.2.2 Perspectiva futura de calidad ambiental en el AMCO

Siendo el río Otún por ahora la única fuente de abastecimiento de agua para una población urbana creciente, el saneamiento hídrico del considerable número de corrientes hídricas con que cuenta este territorio, muestra las posibilidades para pensar, tanto en la cercana utilización de las mismas para la recreación o lo que se conoce como contacto primario (propósito de los Objetivos de Calidad requeridos por CARDER), como en alternativas de dotación del recurso para consumo humano, así en Pereira como en Dosquebradas, reduciendo el riesgo por desabastecimiento en algún momento se tendrá por efectos del cambio climático.

Más que por ofrecer condiciones sanitarias adecuadas a la población urbana de los municipios del área de influencia metropolitana de Pereira, el Saneamiento Hídrico Urbano busca que Pereira sea una ciudad competitiva siendo un territorio adaptado a sus condiciones ambientales mientras continua su crecimiento. Pero sustentado en el referente histórico, sobre la urbanización del territorio municipal y en que una gran parte de la población de Pereira fue conformada por comunidades de desplazados de otros departamentos y municipios, se apoya el hecho de que sea difícil la gestión socioambiental, ya que el sentimiento de arraigo por el territorio sólo es posible cuando varias generaciones de familias nacen, crecen y mueren en él.

El fenómeno de urbanización por el que viene atravesando el municipio en los últimos años, ha dado lugar a la conducción cerrada de los cauces de las corrientes hídricas para el desarrollo de proyectos urbanísticos, viales y hasta institucionales, que impactan fuertemente las condiciones naturales de los ecosistemas acuáticos con llenos antrópicos, retiro total de la cobertura vegetal y la sedimentación de las corrientes, además de potencializar el riesgo de inundación por represamiento del agua en temporadas de lluvia. También por la incomodidad que generan los malos olores, en algunas comunidades, tal vez con mayor influencia económica, la canalización casi total de las corrientes las hace ver hoy más como colectores de agua que como ecosistemas acuáticos.

Las avenidas torrenciales que han experimentado los tributarios de Otún y Consota en el área urbana del municipio, son propiciadas por el aumento de caudal que provocan tanto los períodos de lluvia, como los vertimientos de las aguas residuales domésticas de grandes urbanizaciones, sobrepasando la capacidad de su lecho y su limitada área de inundación. De hecho podría asegurarse que las áreas de los cauces y áreas de inundación que hoy vemos son la suma de todos los años en que las aguas residuales han sido dirigidas a las corrientes, posible causante también de la socavación de orillas. Con las obras de canalización bien enfocadas a la mitigación del riesgo por inundación, se permite ver gestión en el territorio, pero como fueron diseñadas cambia drásticamente la configuración del paisaje al retiro de la cobertura vegetal y la intervención de su lecho, exponiendo la vulnerabilidad ecosistémica de las arterias hídricas de la ciudad.

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES

La presencia de coliformes fecales, siendo éste el principal indicador de vertimientos de aguas residuales domésticas en un cuerpo de agua, es persistente aún en las corrientes hídricas urbanas de la ciudad de Pereira. Los colectores instalados, por lo general, inicialmente son efectivos en el propósito para el que son planteados, pero junto a las obras complementarias como aliviaderos y cámaras de inspección, se encuentran bajo la presión de un ambiente complejo producto de las interacciones entre la cultura y la naturaleza; el poco sentido de pertenencia por el territorio, por las instituciones públicas, las características físicas propias de las regiones de montaña y los efectos del cambio climático, son limitantes inminentes con los que es preciso planificar. Sin embargo en los

resultados obtenidos mediante el uso de WEAP y las visitas de campo, se puede evidenciar la mejora en la calidad del recurso hídrico en corrientes como quebrada El Oso y La Dulcera.

El panorama de la Gestión Integral del Recurso Hídrico en Pereira como se ha logrado concebir en la actualidad está expresada desde la normatividad a nivel nacional y en el ámbito local desde las instituciones académicas, permite que se piense más que Saneamiento Hídrico, con la visión de región y cuenca, en el Saneamiento Ambiental que se argumenta desde las acciones técnicas, económicas y sociales, realizadas ya y que se llevarán a cabo finalmente más que por competitividad territorial por el bienestar de la población. Frente a las exigencias de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda-CARDER, los objetivos de calidad serán alcanzados en el mediano plazo como propósito de la gestión de la empresa de acueducto y alcantarillado, siempre y cuando las obras dejen de ser parciales y se completen empalmes y túneles, junto a la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, incluyendo la participación fundamental del municipio de Dosquebradas en su materialización.

Las acciones propuestas hasta ahora para mejorar la calidad ambiental de las corrientes hídricas del tramo urbano de la ciudad de Pereira, aunque pertinentes no son suficientes, puesto que más allá de las inversiones en las obras de infraestructura y la gestión socio ambiental iniciada, éstos sólo son los primeros pasos por la recuperación ambiental del ecosistema acuático, vinculado intrínsecamente con los ecosistemas terrestres, acompañado de la validez en la reglamentación del uso del suelo, la redensificación de áreas subutilizadas y la expansión detalladamente planificada y organiza del área urbana, teniendo como pilar la gestión del riesgo principalmente desde la prevención para evitar el desgaste y la pérdida de recursos en la mitigación del mismo.

La utilización de WEAP (Water Evaluation and Planning System) como soporte de decisión para el análisis de este y otros planes, a la previsión sobre las acciones en el territorio y los recursos naturales del municipio de Pereira, es pertinente puesto que no sólo se hace para estudiar el comportamiento de la oferta, la demanda y la presión sobre el recurso hídrico de los conglomerados urbanos, sino que además valiéndose de este software puede analizarse las posibilidades económicas de vincular el área rural del municipio a una mejor calidad de vida y de proyectar el territorio desde su desarrollo agrícola. Pero al igual que WEAP existen gran cantidad de herramientas que le permiten la toma de decisiones para la planificación consciente y acertada del impacto de sus acciones y el seguimiento de los procesos que involucran su ejecución; siendo expertos

responsables e integrales al conocer previamente el territorio, escenario de sus actuaciones.

Como se muestra en el Anexo B, el estimado del total de costos asociados al Saneamiento Hídrico Urbano de la ciudad de Pereira con respecto a las obras hasta ahora ejecutadas, alcanza los \$72.150'286.532, mostrando que en promedio

La modelación que se buscaba inicialmente enfocada en el aspecto de calidad del recurso hídrico, no pudo alcanzarse tan exitosamente como se quería por los vacíos encontrados entre la información disponible frente a la requerida para alimentar el modelo; ya sea porque el levantamiento de información no ha sido coherente del todo con las necesidades o, porque el software no se acomoda a la información disponible, recurriendo en este caso a los datos más aptos para la generación de resultados, cumpliendo con los objetivos propuestos.

4.2 RECOMENDACIONES

El análisis sobre el comportamiento histórico de la oferta y demanda del recurso desde el año 1997, podría sugerir, que el caudal de diseño con que fue formulado el sistema de tratamiento de aguas residuales en el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado (1995), pudo haber variado significativamente frente a volúmenes actuales, con la gestión en pérdidas y la disminución del consumo de agua potable; por lo que la revisión de estos valores podría permitir un ajuste en las características técnicas del Plan de Saneamiento Hídrico, que den lugar a inversiones más precisas y obras más efectivas.

La insuficiencia de información en ciertos momentos de la investigación, no sólo puede llegar a dificultar la realización de la misma, y principalmente en un estudio que se pretende histórico, también da lugar a la improvisación de las acciones y en la toma de decisiones sobre el desarrollo de una ciudad; impide el seguimiento de procesos de mejoramiento y la verificación de los impactos esperados en un proyecto. Los estudios de monitoreo de las corrientes hídricas urbanas se concentraron en las corrientes principales, cuando la mayoría de los casos son los tributarios menores los contribuyentes de sus aguas y los hacedores de su calidad hídrica. Por tanto, se recomienda reconsiderar la ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad en las corrientes urbanas de acuerdo a la ubicación de proyectos determinantes para la mejora ambiental de las mismas.

El direccionamiento de recursos para mantenimiento de obras, para el retiro periódico de residuos sólidos y la reconstrucción de infraestructura deteriorada, serán obligaciones constantes de las instituciones implicadas en el saneamiento ambiental de las corrientes urbanas, máxime cuando continúen los efectos del

cambio climático, la falta de cultura ciudadana y la limitada participación de la población en las actividades de sostenibilidad de proyectos que no le exijan un compromiso real frente a su bienestar. Es necesario llevar a cabo un proceso incluyente sobre los habitantes de la ciudad de Pereira, que les haga sentir como propio su territorio a residentes y a población flotante, que les haga ver la calidad ambiental, como una de sus necesidades básicas por satisfacer para alcanzar su bienestar individual y común.

Reconociendo el esfuerzo hecho a través del programa de Gestión Socioambiental desarrollado en el marco del Plan de Saneamiento Hídrico, en buena parte de las laderas de quebradas y caños, se nota el esfuerzo por enseñar hábitos de adecuada disposición de residuos sólidos como uno de los principales problemas del saneamiento ambiental, pero con una población que va creciendo y un territorio receptor de inmigrantes de otras regiones del país, las actividades institucionales en pro de la calidad ambiental no deben atenuarse o cesar hasta que se logre convertir en una cultura.

Complementario y sumamente útil sería el análisis a futuro de la calidad ambiental de las corriente hídricas urbanas con la existencia de la planta de tratamiento de aguas residuales que se proyecta en funcionamiento para el año 2018, logrando continuidad en el seguimiento al Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira, que permita tal vez detectar falencias y colabore en la culminación exitosa de este proceso tan importante para la ciudad, el departamento y la región.

BIBLIOGRAFÍA

Actualización del Balance Hídrico en los Municipios de Pereira, Dosquebradas, La Virginia, Santa Rosa de Cabal y Cartago. Informe final. Aguas y Aguas de Pereira. Universidad Nacional sede Medellín. Pereira, 2009.

Aguas y Aguas de Pereira. Informe de Gestión 2008. Pereira, 2009. 56 p. [PDF]

Aguas y Aguas de Pereira. Informe de Gestión 2009. Pereira, 2010. 134 p. [PDF]

ÁREA METROPOLITANA CENTRO OCCIDENTE, Pereira, Dosquebradas y La Virginia. PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO METROPOLITANO 2000-2013. AMCO: 2000. 124 p.

ÁREA METROPOLITANA CENTRO OCCIDENTE, Pereira, Dosquebradas y La Virginia. ACUERDO No 002 DE ENERO 30 DE 2001. *"Por el cual se modifica parcialmente el Acuerdo No 004 del 29 de agosto del 2000. Que adopta el Plan Integral de Desarrollo Metropolitano y se dictan otras disposiciones"*.

Estrategia de Cooperación Técnica en Saneamiento Ambiental Básico
Lineamientos para discusión. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y
Ciencias del Ambiente. Área de Salud Ambiental SDE. Organización
Panamericana de la Salud OPS-OMS, CEPIS: 2003.
<http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep84/vleh/matedu/estra.pdf>

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA-CARDER. PLAN DE
ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO OTÚN.
CARDER – UAESPNN: 2008.188 p. [PDF]

COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Consejo Nacional
de Política Económica y Social: Documento CONPES 3177. República de
Colombia. ACCIONES PRIORITARIAS Y LINEAMIENTOS PARA LA
FORMULACION DEL PLAN NACIONAL DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.
Bogotá: DNP, 2002. 27 p.

CONTRALORÍA MUNICIPAL. INFORME DEL ESTADO DE LOS RECURSOS
NATURALES Y DEL MEDIO AMBIENTE. Municipio de Pereira. VIGENCIA 2002.
Pereira, Septiembre de 2003. 260 p.

----- . VIGENCIA 2003. Pereira, Septiembre de 2004. 313 p. [PDF]

----- . VIGENCIA 2004. Pereira, Septiembre de 2005. 318 p. [PDF]

----- . VIGENCIA 2005. Pereira, Noviembre de 2006. 424 p. [PDF]

----- . VIGENCIA 2006. Pereira, Diciembre de 2007. 451 p. [PDF]

----- . VIGENCIA 2007. Pereira, Diciembre de 2008. 249 p. [PDF]

----- . VIGENCIA 2008. Pereira, Diciembre de 2009. 351 p. [PDF]

----- . VIGENCIA 2009. Pereira, Diciembre de 2010. 472 p. [PDF]

----- . DIRECCIÓN DE AUDITORIAS. INFORME FINAL. AUDITORÍA
GUBERNAMENTAL CON ENFOQUE INTEGRAL MODALIDAD ESPECIAL A LA
GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO. MUNICIPIO DE PEREIRA.
VIGENCIA 2008. PEREIRA, Octubre de 2009. 19 p. [PDF]

CONTRALORÍA MUNICIPAL DE DOSQUEBRADAS. INFORME AMBIENTAL
2009-2010. Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente de Dosquebradas.
Enero de 2011. 51 p. [PDF]

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CALDAS. Informe Final: “Definición
Del Índice de Escasez e implementación del modelo de Gestión integral del
recurso hídrico WEAP en la cuenca alta del rio Chinchiná”. Universidad

Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, Grupo de Investigación en Ecología, Ingeniería y Sociedad, Laboratorio SIG. CORPOCALDAS: 2010. 38p.

DÍAZ GIRALDO, Carolina. Metodología Interdisciplinaria desde el estudio de la problemática ambiental del tramo urbano de la cuenca del río Consota: Hacia el fortalecimiento de la Gestión Ambiental Local. [Tesis de Maestría]. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2007. 199 p.

DUQUE GÓMEZ, Luis. et. al. Historia de Pereira. Segunda Edición. Club Rotario de Pereira, Colombia, 2002: 418 p.

DURÁN, Zulma L., Magister en Ingeniería Ambiental de la UNAL - Bogotá, 2006: <http://www.slideshare.net/zlduranh/saneamiento-ambiental>.

EMPRESAS PÚBLICAS DE PEREIRA. Caracterización Físico-Química y Bacteriológica río Otún y río Consota. Informe Técnico IT-712-97. Consorcio ILAM. Cuatro S.A. Constructora. Santafé de Bogotá D.C. Junio de 1997.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira -EAAP. Estudios Limnológicos de los ríos Otún, Consota y quebradas urbanas de la ciudad de Pereira. Informe Final. Grupo de Agua y Saneamiento, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, septiembre de 2006.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira -EAAP. Estudios Limnológicos de los ríos Otún, Consota y quebradas urbanas de la ciudad de Pereira. Informe Final. Grupo de Agua y Saneamiento, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, diciembre de 2010.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira -EAAP. Estudios Limnológicos de los ríos Otún, Consota y quebradas urbanas de la ciudad de Pereira. Informe Final. Proyecto 2003-012. INGESAM LTDA. Santiago de Cali, noviembre de 2004.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira S.A. E.S.P. Aguas y Aguas de Pereira. Monitoreo Limnológico de los ríos Otún, Consota y quebradas urbanas de la ciudad de Pereira: Calvario, San José, El Chocho, El Oso, Cundina, Puntaepiedra y La Dulcera. Informe Técnico CB 1450/IT-1710-01. Ingeniería y Laboratorio Ambiental LTDA. ILAM. Bogotá D.C. Agosto de 2001.

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE PEREIRA S.A.E.S.P. Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira. Pereira: AAP, 2004. 9 p. [PDF] Disponible en: <http://www.ucentral.edu.co/pregrado/escuelainge/hidricos/memorias/Plan%20sane>

amiento%20h%EDdrico%20Pereira.pdf [Consultado el día 27 de octubre de 2010, 18:23]

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira S.A. ESP. PROYECTO SOCIOAMBIENTAL “RÍOS DE AGUA PURA”. 2010: 38 p. [PDF]

ESTUDIOS DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE PEREIRA – COLOMBIA. Informe Final. BETA Studio s.r.l. Water and Natural Resources Consultants. SOIL WATER STRUCTURES Engineering Services s.r.l. BID – Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C. 20577. 1997. [Versión html]

GOZÁLEZ, Dora E. y ECHEVERRI, Jorge A. Saneamiento Hídrico en Colombia: Instituciones y situación actual. Ecos de Economía N°18. Departamento de Economía, Universidad EAFIT. Medellín. Abril, 2004. pp. 73-97.

INFORME I. RECOPIACIÓN Y REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN: Ordenación del Recurso Hídrico en la Cuenca del Río la Vieja Mediante el Desarrollo de una Metodología con Criterios de Eficiencia Económica e Implementación de Herramientas de Apoyo a la Decisión. Universidad del Quindío, Grupo de Investigación, Desarrollo y estudios del Recurso Hídrico y el Ambiente (CIDERA); Universidad Tecnológica de Pereira, Grupo de Investigación Ecológica, Ingeniería y Sociedad (EIS) y Universidad del Valle, Instituto CINARA, Grupo de Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH). CRQ, CARDER y CVC: Marzo de 2011. 182p.

Monitoreo de la Calidad del Agua de los río Otún y Consota y quebradas afluentes. Informe Final. Pereira, Marzo 25 de 1999. María Judith Sanabria, Consultora de Limnología. Empresas Públicas de Pereira.

Presentación de CARDER en el foro: “LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN RISARALDA”, organizado por el Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento – GIAS, realizado el Marzo 24 de 2011 en el marco de la Celebración Día del Agua.

Primer Informe de Progreso. Monitoreo de la Calidad del Agua de los río Otún y Consota y quebradas afluentes. Pereira, Septiembre 7 de 1997. María Judith Sanabria, Consultora de Limnología. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira.

Propuesta de AAP ante el Banco Interamericano de Desarrollo para el financiamiento de la Fase I del Plan de Saneamiento Hídrico de Pereira: RESUMEN EJECUTIVO, PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE PEREIRA (CO - 0182). Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira S.A.E.S.P. (AAP) 1998: 56 p.

República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Documento CONPES 3037. Garantía de la Nación a una operación de crédito externo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira S.A. para el Plan Maestro de Acueducto y Saneamiento Hídrico de Pereira. Ministerio de Desarrollo Económico. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. DNP: UPRU, 1999: 12 p.

RIVERA PABÓN, Jorge A. Análisis geográfico de la transformación y degradación ambiental en el tramo urbano del corredor río Consota, Pereira; 1983-2003: Barrios La Dulcera, La Platanera, Hamburgo, El Poblado I y El Dorado. Pereira, 2005. 301 p.

ROJAS MUNERA, Beatriz E. La urbanización y dinámica poblacional en la generación de condiciones de riesgo en Pereira. Una evaluación ambiental histórica (1950-2000). Tesis de Pregrado del programa Administración del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira, 2003: 197 p.

Secretaría de Planeación Municipal. Dirección Operativa Desarrollo Urbano. Expediente Municipal. Alcaldía de Pereira, 2011: 115 p.

Segundo Informe Parcial. Monitoreo de la Calidad del Agua de los río Otún y Consota y quebradas afluentes. Pereira, Octubre 20 de 1997. María Judith Sanabria, Consultora de Limnología. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira.

COLLAZOS, CARLOS J. Tratamiento de aguas residuales. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Presentación PDF para Cátedra Internacional, 2008: 31 p.
http://www.ing.unal.edu.co/catedra/drs_diaz_collazos/GENERALIDADES.pdf
[Consultado el día 26 de noviembre de 2011]

<http://www.aguasyaguas.com.co/planmaestro.html> [Consultado el día 20 de junio de 2011]