

Óscar Mejía R.

El Recurso Hídrico en la Jurisdicción de CORANTIOQUIA

Óscar Mejía R. 1995-2007

Con la convicción de que para gestionar un recurso se requiere conocerlo, hemos avanzado en el estudio de nuestra intrincada geografía, de nuestra compleja manera de relacionarnos con el agua, de nuestros modos de usarla, de captarla, de percibirla; en el reconocimiento de las variadas necesidades que se tienen de este líquido imprescindible, de sus potencialidades y sus problemáticas; en el conocimiento de las posibilidades reales de garantizar oferta permanente para las demandas actuales y las de nuestros hijos, nietos y biznietos que habitarán ya sea en las montañas o en las tierras bajas, a la orilla de sendos ríos y potentes cascadas; en el reconocimiento de las necesidades de los lugareños de tierras cenagosas e inundables, como el Bajo Cauca o el Magdalena Medio, o las de quienes habitan ajenos a los sonidos del agua.

Hemos recorrido palmo a palmo los 36000 kilómetros cuadrados que conforman este arrugado y complejo territorio, en ocasiones seco y, en otras, humedecido totalmente por las lluvias; estos cerca de 17000 kilómetros de red hídrica en la que cada drenaje importa, ya que toda red se constituye de las partes y cada gota cuenta. Porque el río Cauca, o el Magdalena, o el Amazonas, tienen su nacimiento y dependen de cada gota formadora de lluvia, de cada arroyo que lleva adentro una quebrada o un río, de cada gota que brota de la tierra a lo largo y ancho de nuestras rocas y suelos.



CORANTIOQUIA

Carrera 65 No 44 A 32
PBX 493 8888
Fax 493 8800
Línea Verde: 018000 414123
corantioquia@corantioquia.gov.co
www.corantioquia.gov.co
Medellín, Colombia

El Recurso Hídrico en la Jurisdicción de CORANTIOQUIA 1995-2007

agua



CORANTIOQUIA

El Recurso Hídrico en la Jurisdicción de CORANTIOQUIA

Óscar Mejía R. 1995-2007

El Recurso Hídrico en la Jurisdicción de Corantioquia

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA
Corantioquia

Director General

Luis Alfonso Escobar Trujillo

Subdirector de Calidad Ambiental

Luis Aníbal Sepúlveda Villada

Textos

Óscar Augusto Mejía Rivera
Ingeniero Geólogo. Profesional especializado

Edición

Oficina Asesora de Comunicaciones

Fotografías

Juan Lázaro Toro M.
Marta Salazar J.
Archivo personal del autor
Archivo fotográfico Corantioquia

Diseño y diagramación

Lina Pérez
Punto Tres

Impresión

Impresos Begón

ISBN 978-958-97427-6-1
Primera Edición
Medellín, Colombia
2008

CORANTIOQUIA

Carrera 65 No 44 A 32
PBX 493 8888
Fax 493 8800
Línea Verde: 018000 414123
corantioquia@corantioquia.gov.co
www.corantioquia.gov.co
Medellín, Colombia

DISTRIBUCIÓN GRATUITA

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación con fines pedagógicos, citando las fuentes respectivas.



CORANTIOQUIA

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| PRESENTACIÓN | 13 |
| ACERCA DEL LIBRO | 14 |
| INTRODUCCIÓN | 19 |
| 1. UN MARCO GENERAL | 21 |
| 1.1. La perspectiva global del agua | 23 |
| 1.2. La riqueza hídrica latinoamericana | 30 |
| 1.3. La perspectiva nacional | 32 |
| 1.3.1. La escasez del agua | 34 |
| 1.3.2. La demanda del agua | 36 |
| 1.4. Aguas subterráneas | 40 |
| 1.5. Los bosques y el agua | 42 |
| 2. NECESIDAD DE PENSAR INTEGRALMENTE LAS ACCIONES AMBIENTALES | 47 |
| 2.1. Complejidad y orientación de la Gestión | 50 |
| 2.2. La hidrodiversidad | 52 |
| 2.3. La cuenca hidrográfica | 55 |
| 2.4. El agua subterránea | 58 |
| 2.5. Los retos del saneamiento hídrico integral | 59 |
| 2.6. La información y el conocimiento. Base de la gestión ambiental efectiva | 60 |
| 2.7. La Gestión local del agua | 61 |
| 2.8. La extensión de la gestión del agua | 63 |
| 2.9. Una señal de civilización: Construir una cultura del agua | 64 |

3. EL RECURSO HÍDRICO EN CORANTIOQUIA

67

| | |
|---|-----|
| 3.1. Dominio espacial de la jurisdicción de Corantioquia | 70 |
| 3.1.1. Un breve recorrido por la historia de la Gestión del recurso hídrico | 71 |
| 3.1.2. Estrategia de gestión del recurso hídrico en el contexto regional | 75 |
| 3.2. Elementos conceptuales | 80 |
| 3.2.1. El ciclo hidrológico | 80 |
| 3.2.2. El Balance hídrico | 80 |
| 3.3. La magnitud de los componentes del ciclo hidrológico en el territorio jurisdicción de Corantioquia | 81 |
| 3.3.1. El agua lluvia en la visión integral del uso y manejo del recurso hídrico | 81 |
| 3.3.2. Los flujos atmosféricos: La evapotranspiración | 100 |
| 3.3.3. La Escorrentía | 103 |
| 3.3.3.1. Escorrentía superficial | 103 |
| 3.3.3.2. Los humedales | 112 |
| 3.3.3.3. Las Aguas Subterráneas | 114 |
| 3.4. Un macro sistema: el Río Cauca | 119 |
| 3.4.1. Los riesgos de la abundancia | 122 |
| 3.5. Uso y demanda del agua en la jurisdicción de Corantioquia. | 129 |
| 3.5.1. La demanda hídrica subterránea | 134 |
| 3.6. El proceso de implementación de los instrumentos económicos | 134 |
| 3.6.1. Diagnóstico de la Tasa por Utilización del Agua e hipótesis básicas para su implementación | 135 |

| | |
|--|-----|
| 3.6.2. Las hipótesis y requerimientos mínimos para el desarrollo de la estrategia de implementación de los Instrumentos Económicos | 135 |
| 3.6.3. En relación con la Tasa Retributiva | 136 |
| 3.6.4. En relación con los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) | 136 |

| | |
|---|-----|
| 4. UN SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO | 141 |
| 4.1. El marco normativo de un Sistema de información del recurso hídrico | 143 |
| 4.2. La sociedad: base de una construcción colectiva de la información | 145 |
| 4.3. Los antecedentes: un recorrido por la historia de los estudios y evaluaciones del recurso hídrico realizados y apoyados por CORANTIOQUIA | 147 |
| 4.4. Las bases mínimas de un sistema de información del recurso hídrico en la jurisdicción | 150 |
| 4.5. Duberdicus, un modelo de administración del recurso hídrico | 153 |
| 4.7. Consideración final | 162 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA | 165 |
| 6. ANEXOS | 181 |

FIGURAS

- Figura 1.1. Disponibilidad potencial de agua en el mundo
- Figura 1.2. Disponibilidad hídrica per cápita mundial
- Figura 1.3. Recursos hídricos mundiales y consumo
- Figura 1.4. Recursos hídricos mundiales y consumo (1990 – 2000)
- Figura 1.5. Proyecciones de disponibilidad de agua en el mundo por regiones para el 2025
- Figura 1.6. Índice mundial de presión del agua (1995)
- Figura 1.7. Clasificación de los países de acuerdo a la calidad del agua disponible
- Figura 1.8. Distribución de la precipitación promedio anual multianual en Colombia
- Figura 1.9. Rendimiento promedio anual
- Figura 1.10. Escorrentía promedio anual en Colombia
- Figura 1.11. Vulnerabilidad por disponibilidad de agua en sistemas hídricos que abastecen cabeceras municipales
- Figura 1.12. Índice de Escasez para sistemas hídricos que abastecen cabeceras municipales. Condiciones de Año seco
- Figura 1.13. Indicador Nacional de la Disponibilidad de agua
- Figura 1.14. Índice de Aridez en Colombia
- Figura 1.15. Provincias Hidrogeológicas de Colombia
- Figura 1.16. Mapa de uso de aguas subterráneas en Colombia
- Figura 1.17. Degradación de suelos y tierras por Desertificación
- Figura 2.1. Sistema Hidrológico Ambiental
- Figura 2.2. El agua como recurso y como fuente de recurso. La compleja interacción entre uso, sustento humano y preservación
- Figura 2.3. Fuente de alimentación, transporte e inspiración
- Figura 2.4. Río Tapartó, Suroeste Antioqueño. Los procesos naturales y la intervención humana
- Figura 2.5. El riesgo de la abundancia
- Figura 2.6. Las huellas de la escasez
- Figura 2.7. Los múltiples usos
- Figura 2.8. El ecosistema hídrico
- Figura 2.9. La Gestión de la demanda. Usos en conflicto
- Figura 2.10. La cuenca como el escenario natural ambiental de la sociedad
- Figura 2.11. Ciclo de contaminantes en el medio ambiente como sistema Complejo. Todo implica todo
- Figura 2.12. Un modelo de administración del recurso hídrico superficial
- Figura 2.13. El Agua en sus diferentes estados como elemento regulador, unificador y dinamizador de materia y energía
- Figura 2.14. Estructura de la transformación de los diferentes niveles de la comunicación en el que se resalta el nivel de la información
- Figura 2.15. El Programa de gestión de la demanda hídrica
- Figura 2.16. Proceso evolutivo y componentes de la Gestión del Recurso Hídrico
- Figura 3.1. Diagrama estructural del capítulo 3
- Figura 3.2. Distribución de las Direcciones Territoriales en la jurisdicción de CORANTIOQUIA
- Figura 3.3. El plan de CORANTIOQUIA para la gestión integral del recurso hídrico
- Figura 3.4. El Agua en el corazón del departamento de Antioquia: Un sistema circulatorio complejo

FIGURAS

- Figura 3.5. Distribución Hipsométrica (Alturas) del Departamento de Antioquia
- Figura 3.6. Los municipios de CORANTIOQUIA y su distribución altimétrica
- Figura 3.7. El Ciclo hidrológico en estado natural
- Figura 3.8. El Ciclo hidrológico afectado por acción del hombre
- Figura 3.9. Estaciones Hidrometeorológicas en el Departamento de Antioquia
- Figura 3.10. Distribución de la precipitación promedio anual multianual en el Departamento de Antioquia (mm/año)
- Figura 3.11. Precipitación promedio anual en los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA y la Variabilidad espacial intra e intermunicipal de los promedios
- Figura 3.12. Variabilidad espacial de los promedios de precipitación anual multianual en los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA
- Figura 3.13. Oferta hídrica promedio anual proveniente de la precipitación para los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA
- Figura 3.14. Variabilidad intermensual de la precipitación promedio -enero a diciembre- en el departamento de Antioquia
- Figura 3.15. Distribución espacial de las mínimas precipitaciones mensuales
- Figura 3.16. Distribución de la Evapotranspiración promedio anual según el Modelo de Cenicafé (mm/año).
- Figura 3.17. Distribución de la contribución local de la precipitación a la escorrentía promedio anual. (mm/año).
- Figura 3.18. Humedales estudiados en la jurisdicción de CORANTIOQUIA

- Figura 3.19. Algunas de las ciénagas de la planicie aluvial de la región Panzenú
- Figura 3.20. Aprovechamiento de agua subterránea
- Figura 3.21. El agua subterránea en Antioquia
- Figura 3.22. Distribución de las áreas acuíferas en el Magdalena Medio
- Figura 3.23. Distribución de potenciales acuíferos libres en el Occidente cercano
- Figura 3.24. Mapa hidrogeológico del Bajo Cauca Antioqueño.
- Figura 3.25. Zonas de recarga de los acuíferos del valle de Aburrá
- Figura 3.26. Mapa tridimensional de Colombia
- Figura 3.27. CORANTIOQUIA, un territorio de agua en la Cuenca del Río Cauca, un ejemplo de hidrodiversidad
- Figura 3.28. Municipios de la Jurisdicción que son atravesados por el Río Cauca
- Figura 3.29. Variabilidad temporal de los caudales del Río Cauca. Estación Bolómbolo
- Figura 3.30. Número de inundaciones registradas en los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA durante el periodo 1931-1999
- Figura 3.31. Número de inundaciones registradas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA por año. (1931-1999)
- Figura 3.32. Número de inundaciones registradas por mes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA. (1931-1999)
- Figura 3.33. Número de inundaciones registradas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA por día de la semana. (1931-1999)
- Figura 3.34. Número de inundaciones registradas en los municipios de Nechí y Caucasia por año. (1944-1996)

FIGURAS

- Figura 3.35. Distribución de la demanda y uso del agua por sectores y por Territorial en la jurisdicción de CORANTIOQUIA (m³/año)
- Figura 3.36. Relación entre el porcentaje de recaudo y el caudal crítico para sostenibilidad financiera
- Figura 3.37. Red de monitoreo de la calidad del agua de las corrientes superficiales en la jurisdicción de CORANTIOQUIA
- Figura 4.1. Estructura del sistema Natural Ambiental desde la concepción de CORANTIOQUIA
- Figura 4.2. Esquema simple de correlación de capas para avanzar hacia el Ordenamiento Ambiental Territorial a partir del Análisis de Recursos
- Figura A1. Gestión de Cuencas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA. 1995-2007
- Figura A2. Sistema corporativo de Áreas de Reserva
- Figura A3. Distribución de los sistemas paramunos en el departamento de Antioquia
- Figura A4. Municipios con Estudios y Diseños de Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado. 2003
- Figura A5. Sistemas de manejo y tratamiento de aguas residuales urbanas construidos en la jurisdicción de CORANTIOQUIA. (Periodo 2000-2005)
- Figura A6. Comportamiento de la precipitación promedio mensual multianual en algunas zonas de la jurisdicción de Corantioquia
- Figura A7. Distribución y ocurrencia de las fuentes de agua salada identificadas en la Jurisdicción de CORANTIOQUIA

TABLAS

- Tabla 1.1. Distribución del agua en la hidrósfera
- Tabla 1.2. Red hidrológica mundial y organismos nacionales que recopilan datos
- Tabla 1.3. Clasificación de los países de acuerdo a la renovabilidad del recurso hídrico
- Tabla 1.4. Clasificación de los países de acuerdo a la calidad del recurso hídrico
- Tabla 1.5. Interpretación del Índice de Escasez de Agua
- Tabla 1.6. Concentración de consumo de agua por departamento en el ámbito nacional
- Tabla 1.7. Serie histórica de la evolución del comportamiento de la disponibilidad hídrica para el país
- Tabla 1.8. Departamentos colombianos con procesos de desertificación y niveles de afectación
- Tabla 3.1. Temperaturas promedio máxima y mínima según su rango altitudinal para cada municipio de la jurisdicción
- Tabla 3.2. Cabeceras ubicadas en los máximos y mínimos altitudinales del territorio de la jurisdicción de CORANTIOQUIA
- Tabla 3.3. Caudales promedio, máximo y mínimo para los principales sistemas hídricos de la jurisdicción de CORANTIOQUIA
- Tabla 3.4. Principales fuentes hídricas superficiales en los municipios de CORANTIOQUIA
- Tabla 3.5. Fuentes abastecedoras de cabeceras municipales y centros poblados
- Tabla 3.6. Proyecciones en la demanda de recursos y servicios ambientales en el Occidente Cercano de Antioquia

TABLAS

| | |
|-------------|--|
| Tabla 3.7. | Clasificación de Humedales Naturales en el ámbito interior según la Convención Ramsar |
| Tabla 3.8. | Distribución de los caudales medios mensuales en el Río Cauca. Estación Bolombolo |
| Tabla 3.9. | Municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA con mayor número de inundaciones registradas en el periodo 1931-1999 |
| Tabla 3.10. | Años con mayor ocurrencia de inundaciones en el Departamento de Antioquia. Periodo 1931-1999 |
| Tabla 3.11. | Caudales concesionados en el periodo 2000-2005 |
| Tabla 3.12. | Caudales concesionados por municipio |
| Tabla 3.13. | Demanda hídrica en los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA |
| Tabla 3.14. | Caracterización de las principales actividades demandantes del agua por territorial |
| Tabla 3.15. | Demanda hídrica subterránea en las subregiones de la jurisdicción de CORANTIOQUIA |
| Tabla 3.16. | Estaciones de monitoreo de la calidad en los Ríos Cauca y Magdalena en el Departamento de Antioquia |
| Tabla 4.1. | Listado de variables usadas en el sistema de administración de la demanda hídrica -Duberdicus- |
| Tabla 4.2. | Listado de parámetros usados en el modelo Duberdicus |
| Tabla 4.3. | Fuentes de información usadas y requeridas para la alimentación del modelo |
| Tabla 4.4. | Tipo de información que se deriva de la aplicación del modelo |
| Tabla A1. | Resultados al ejercicio de priorización de cuencas con perspectiva de ordenamiento |

| | |
|-----------|--|
| Tabla A2. | Planes de Ordenación y Manejo (1995 - 2003) |
| Tabla A3. | Cuencas reglamentadas o en proceso de reglamentación |
| Tabla A4. | Corrientes caracterizadas de acuerdo a su nivel de calidad |
| Tabla A5. | Líneas de Gestión en saneamiento básico nacional |
| Tabla A6. | Orden de prioridad para la inversión en Sistemas de tratamiento de Aguas residuales en los municipios de la jurisdicción de Corantioquia de acuerdo a la priorización del PMAR |
| Tabla A7. | Síntesis del estado de los Sistemas de Tratamiento de Aguas residuales en los municipios de la jurisdicción de Corantioquia |
| Tabla A8. | Estaciones hidrometeorológicas del IDEAM en el Departamento de Antioquia |
| Tabla A9. | Síntesis del inventario y estado de las fuentes de agua salada identificadas en la jurisdicción de Corantioquia |

| | |
|----------|---|
| Anexo 1. | Algunas de las acciones realizadas en relación con el recurso hídrico |
| Anexo 2. | Las Áreas de Reserva |
| Anexo 3. | Gestión en Saneamiento Básico |
| Anexo 4. | Inventario de la información hidrometeorológica existente en la Corporación |
| Anexo 5. | Las aguas mineralizadas: Los Salados |

ANEXOS

PRESENTACIÓN

Entregamos a la comunidad con orgullo y satisfacción, este primer libro dedicado exclusivamente a la gestión corporativa en la temática del agua. Esperamos se constituya en una guía básica para apoyar el devenir de las acciones en torno a este recurso vital.

Este trabajo se basa esencialmente en las labores realizadas durante doce años, periodo en el que CORANTIOQUIA ha recibido muchos y valiosos aportes, con los cuales ha ido aprendiendo, construyendo, transformando y consolidando los procesos asociados a la gestión ambiental territorial en el área de su jurisdicción.

No habría sido posible construir estas líneas sin el concurso y apoyo de la comunidad corporativa, representada en las personas que la integran, los funcionarios de las Direcciones Territoriales que realizan la tarea social de conceder agua, quienes recorren día a día los más apartados rincones de nuestra intrincada y diversa geografía. Una especial gratitud con los habitantes de todas las regiones que han colaborado con sus saberes y su compañía en el reconocimiento e identificación de los recursos hídricos. Vital ha resultado también el acompañamiento, asesoría e información de las instituciones del orden nacional y regional; destacamos el aporte fundamental del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM–; así mismo, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, las universidades regionales, las firmas consultoras, las organizaciones no gubernamentales y las asociaciones ambientales.

Esperando que éste sea sólo el primero de una serie de libros que se publiquen, dejamos en las manos de todos, este texto, como una muestra de nuestro interés y compromiso con las comunidades y con el líquido vital e imprescindible, sin el cual no tendría sentido pensar en el desarrollo sostenible que soñamos y por el que trabajamos día a día.

Luis Alfonso Escobar Trujillo
Director General
Corantioquia

ACERCA DEL LIBRO

Transcurridos doce años de labores de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA, es justo hacer una síntesis de lo que ha sido y de lo que ha constituido la historia de la gestión corporativa en torno al recurso hídrico en su jurisdicción, territorio ocupado por más de cuatro millones de habitantes distribuidos en 80 de los 125 municipios del departamento de Antioquia a lo largo y ancho de más de 5000 veredas y una centena de corregimientos. Han sido doce años de trasegar por los caminos y quebradas, por ciénagas y caños, por ríos de las más extrañas formas y colores, por zonas auscultadas con pozos y aljibes, doce años de visitar no sólo las más apartadas y cercanas regiones, sino también de recorrer de la mano de comunidades campesinas, indígenas y afrocolombianas, de dialogar en torno al agua con la gente e instituciones de instancias nacionales, regionales y locales. Ha sido más de una década de aprendizajes, logros y desaciertos; doce años de recorrer de la mano de las Universidades, asociaciones, empresas del sector público y privado, de personas de múltiples disciplinas, de diversos enfoques, esta difícil pero loable e importante tarea de administrar agua.

Con el convencimiento de que para poder gestionar un recurso se requiere conocerlo, se ha avanzado en el estudio y reconocimiento de nuestra intrincada geografía, de nuestra compleja manera de relacionarnos con el agua, en nuestros modos de usarla, de captarla, de percibirla; en las variadas necesidades que se tiene de este líquido imprescindible, en sus potencialidades, sus problemáticas, en las posibilidades reales de garantizar oferta permanente para las demandas actuales y las de los hijos, nietos y biznietos que habiten ya sea en las montañas o en las tierras bajas, a la orilla de sendos ríos y potentes cascadas, la de los lugareños de tierras cenagosas e inundables como el Bajo Cauca o el Magdalena Medio, o la de quienes habitan ajenos a los sonidos y la mirada del agua. Se han recorrido palmo a palmo los 36000 kilómetros cuadrados que conforman este arrugado y complejo territorio, en ocasiones seco y en otras, humedecido totalmente por las lluvias, estos cerca de 17000 kilómetros de red hídrica en la que cada drenaje importa, sin importar su tamaño, porque como en toda red, el todo se constituye con las partes y cada gota cuenta, porque el río Cauca, o el Magdalena, o el Amazonas

inclusive, también tienen su nacimiento y dependen de cada gota formadora de lluvia, de cada arroyo que lleva adentro una quebrada o un río, de cada gota que brota de la tierra a lo largo y ancho de nuestras rocas y suelos.

Se presenta pues este libro sobre el agua en la jurisdicción de Corantioquia con el ánimo de incitar a volver la mirada sobre el camino recorrido, para trasegarlo nuevamente si fuere necesario, pero también para planear los nuevos pasos, para evitar cruzar por sendas tormentosas que destruyan los puentes que habrán de juntarnos en vez de aislarnos, de permitirnos la alegría en vez de lamentarnos, de ayudar a avizorar lo que tenemos, lo que hemos perdido, lo que debemos recuperar y lo que debemos conservar. Este libro no tiene más pretensiones que socializar la urgencia de cuidar nuestro terruño, nuestro hidrotorio; representa un esfuerzo para divulgar y comunicar una pequeña parte de la información y el conocimiento que se han recogido durante estos años de gestión.

El libro se ha configurado en cuatro capítulos, el primero de ellos presenta una breve síntesis sobre el contexto del agua en las escalas mundial, latinoamericana y colombiana, aborda diferentes temáticas desde varias perspectivas, incluyendo consideraciones sobre la escasez y demanda del agua, las aguas subterráneas como recurso estratégico, los bosques y el agua y los riesgos de la desertificación y el cambio climático.

El segundo capítulo trata sobre la necesidad de pensar integralmente las acciones ambientales en virtud de una realidad: la complejidad de la Gestión del agua, así mismo se discuten aspectos, conceptos y tópicos como la hidrodiversidad, la cuenca hidrográfica como escenario fundamental de la gestión, el agua subterránea como un recurso que es necesario gestionar, los retos del saneamiento hídrico integral, la información y el conocimiento como base de la gestión ambiental efectiva, los retos de la gestión local del agua y la necesidad de construir una cultura del agua como una señal de civilización y un reto en la construcción de desarrollo sostenible.

En la tercera parte del libro se presenta una síntesis sobre el estado del conocimiento del agua en la jurisdicción de Corantioquia, que se complementa con mapas y tablas de información básica. Además, se mencionan tangencialmente los componentes de la gestión del recurso hídrico en esta Corporación.

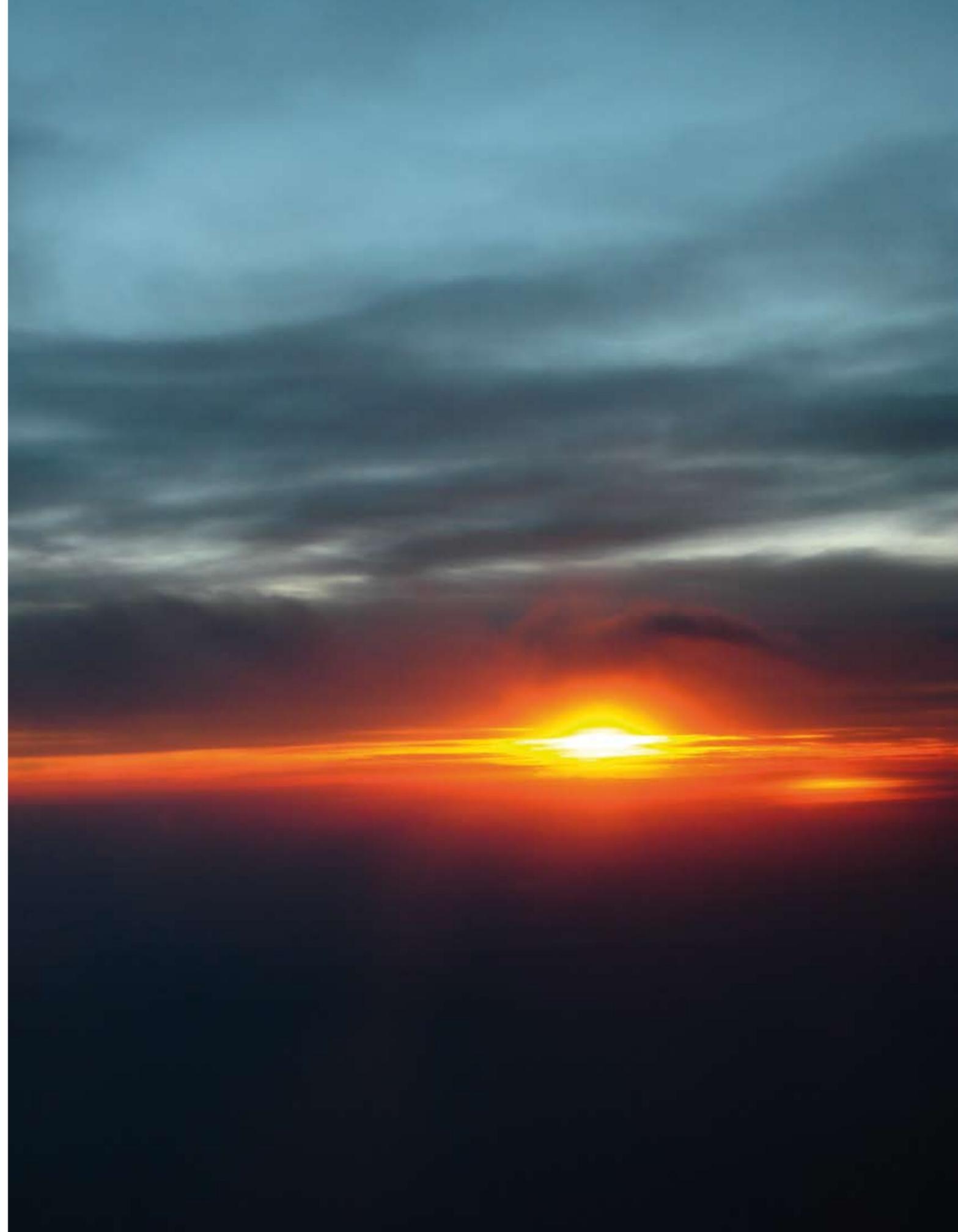
Se hace un breve recorrido por la historia de la gestión del recurso hídrico desde 1995, se plantea la estrategia de gestión en el contexto regional, se tratan algunos elementos conceptuales básicos relacionados con la oferta hídrica como el ciclo hidrológico, el balance hídrico, la magnitud de los componentes del ciclo hidrológico en la jurisdicción, se resalta la importancia del agua lluvia en la visión integral para su uso y manejo, de igual manera se presentan algunas cifras sobre la distribución y magnitudes de la evapotranspiración, la escorrentía superficial, los humedales, las aguas subterráneas; se muestra el Río Cauca como un macrosistema de gestión, se plantean los riesgos de la abundancia en época de eventos extremos. De otra parte, se presentan diversos aspectos sobre el uso y demanda del agua en la jurisdicción de CORANTIOQUIA incluyendo la demanda hídrica subterránea; asuntos asociados al proceso de implementación de los instrumentos económicos (IE) –Tasa por Utilización del Agua (TUA) y Tasa Retributiva (TR)-, las hipótesis y requerimientos mínimos para el desarrollo de una estrategia para su implementación y finalmente se hace una breve mención sobre los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV).

El capítulo 4 sugiere la necesidad de contar con un sistema integrado de información del agua para su adecuada gestión. Inicia presentando el marco normativo

actual de los Sistemas de información del recurso hídrico, luego se presenta la sociedad representada en personas, familias, comunidades, instituciones públicas y privadas, como la base fundamental en la construcción colectiva de información y conocimiento; se hace un recorrido por la historia de los estudios y evaluaciones del recurso hídrico realizados y apoyados por CORANTIOQUIA durante el periodo 1995-2007, se presenta lo que pudieran llamarse las bases mínimas para un sistema de información del recurso hídrico en la jurisdicción; se hace una propuesta de modelo de administración del recurso hídrico: DUBERDICUS y se termina con una consideración sobre la necesidad de avanzar en la construcción, sostenimiento y comunicación transgeneracional de una verdadera cultura de la información y el conocimiento.

Como un aspecto fundamental de la gestión en torno al agua se presenta en el aparte bibliográfico parte de la memoria institucional que se ha logrado construir y consolidar gracias no sólo a quienes han realizado los estudios, inventarios, investigaciones, evaluaciones, exploraciones y demás trabajos relacionados con el agua, sino al tesón y dedicación de estos doce años de las personas que integran y han integrado el equipo de trabajo del Centro de Información Ambiental de la Corporación. Es así como el aparte bibliográfico incluye una tabla síntesis con la bibliografía disponible en este lugar sobre el recurso hídrico en la jurisdicción.

Finalmente se presentan cinco anexos con algunas de las acciones realizadas en relación con el recurso hídrico, las Áreas de Reserva, la gestión en Saneamiento Básico, el inventario de la información hidrometeorológica existente en la Corporación y una nota sobre las aguas mineralizadas comúnmente llamadas "Salados".



INTRODUCCIÓN

La combinación de la disminución de la precipitación y el aumento de la evapotranspiración a causa del calentamiento global en muchas regiones del mundo está disminuyendo las cantidades de agua en los ríos, lagos, y en los acuíferos, esta situación sumada con el aumento de la contaminación está afectando los ecosistemas y la salud de la población, así como la vida y el sustento de quienes no pueden acceder a los servicios de agua para el consumo seguro y el saneamiento básico.

La gestión del agua se sustenta en el conjunto de principios, políticas, recursos, instrumentos, conocimientos, normas legales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante los cuales de manera coordinada, el estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan, para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, acciones para el control y manejo del agua y las cuencas hidrográficas, incluyendo la lluvia, los ríos, quebradas, caños, arroyos, acuíferos, ciénagas, pantanos, lagunas, por ende su distribución y administración; la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios que van desde la escasez hasta la inundación y los daños a ecosistemas y al medio ambiente en general.

Una quinta parte de la población mundial no tiene acceso a fuentes de agua segura. Cada día mueren 6 mil personas, en su mayoría niños, debido a agua contaminada. Aproximadamente 70% de toda el agua dulce extraída para el uso humano se utiliza para riego. Anualmente mueren más de un millón de personas a causa de la malaria. La mitad de humedales del mundo han desaparecido y la mayoría han sido destruidos en los últimos 50 años. Y, según estimaciones de Naciones Unidas, si persisten las tendencias actuales, para el año 2025 dos tercios de la población mundial sufrirá serios

“Ningún viento es bueno para quien
no tiene puerto de destino”.
Montaigne

problemas de escasez de agua o prácticamente vivirá sin agua. Estos datos subrayan la urgencia para resolver los problemas que existen en cuanto al uso y manejo de un recurso natural vital para el planeta.

El entendimiento de la dinámica del agua en un territorio pasa por el conocimiento espacial del ciclo hidrológico. Por ello, resulta conveniente utilizar un enfoque de cuenca para entender las interrelaciones entre los recursos naturales, así como la forma en que se organiza la población para apropiarse de ellos y su impacto en la cantidad, calidad y temporalidad del agua.



1. UN MARCO GENERAL

El análisis de un recurso natural está relacionado con la escala de trabajo. En las siguientes líneas se presenta una mirada del recurso hídrico desde los contextos global, regional y nacional, así como la magnitud de las variables, las problemáticas identificadas y los conceptos desarrollados en torno a la oferta y la demanda de agua en cada uno de ellos.

1.1. La perspectiva global del agua

En el ámbito internacional, el interés por la adecuada gestión del agua comenzó desde los inicios de la década de los setenta, dentro del contexto de las decisiones adoptadas en la conferencia de Naciones Unidas (ONU), realizada en Estocolmo en 1972, allí se estableció el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNED). Posteriormente, en 1987, se publicó el reporte de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo, que contribuyó a incrementar la conciencia del público sobre los nexos existentes entre el desarrollo y el ambiente donde el agua cumple un rol fundamental. De acuerdo a lo que se ha denominado la primera evaluación de los recursos hídricos mundiales, realizada en Francia por las Naciones Unidas durante marzo de 2003: Los problemas más importantes que se plantean en el siglo XXI son los de la calidad y buena administración del agua.

El agua es un recurso estratégico para muchos países. Se han peleado muchas guerras para poder obtener un mejor acceso al agua. Se prevé más problemas de este tipo en el futuro por el crecimiento poblacional, la contaminación y el calentamiento global.

El informe mundial del agua de la UNESCO (2003), elaborado en el marco del Programa Mundial para la Estimación del Agua, indica que en los próximos 20 años la cantidad de agua disponible para todos decrecerá en un 30%. El 40% de los habitantes del mundo actualmente no tiene la cantidad mínima necesaria para aseo. Más de 2,2 millones de personas murieron en el año 2000 por enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada o por ahogamiento. Casi un millón de personas muere de malaria cada año y más de 200 millones sufren esquistosomiasis, una dolencia conocida

Actualmente, uno de los grandes retos y compromisos que tiene la humanidad, es construir las bases generales que sustenten la compleja tarea de administrar la hidrodiversidad.

también con el nombre de bilharziosis. En 2004, el Programa WaterAid del Reino Unido reportó que un niño muere cada 15 segundos debido a las enfermedades relacionadas con el agua de mala calidad. No obstante, se pueden evitar todas estas terribles desgracias, así como los sufrimientos y pérdidas que entrañan. En zonas urbanas con abastecimiento inadecuado de agua dulce, mala salubridad y malas prácticas de higiene, la tasa de mortalidad infantil es 10 a 20 veces superior al promedio. Alrededor de la mitad de la población mundial vive en pueblos y ciudades, es probable que estos problemas aumenten a medida que las poblaciones y ciudades continúen creciendo rápidamente.

No se puede medir con precisión la cantidad de agua del planeta, sin embargo, se estima que habría unos 1.400 millones de kilómetros cúbicos, de los cuales el 97,4 %, es decir, casi toda el agua, es marina, salada, no apta para el consumo humano. Ese volumen total de agua no varía, pero circula entre el mar, el cielo y la tierra firme y de esta circulación dependen directamente, los recursos de agua dulce de todas las regiones.

Es claro pues, que el agua dulce líquida no predomina, representa tan solo el 0,8 % del agua del mundo. Además, su distribución no es uniforme: las dos terceras partes se encuentran en estado sólido, en el hielo de los glaciares y casquetes polares, de difícil acceso al consumo humano. La parte restante está en los ríos, lagos, nubes y en la estructura de los seres vivos. Es importante llamar la atención respecto a las aguas subterráneas, éstas albergan el 99% del agua dulce líquida del planeta, respecto al 0,85% de las aguas presentes en las corrientes superficiales. En síntesis, sólo el 0,9 % del agua mundial es dulce, líquida y superficial (Tabla 1.1). Sin embargo, este recurso se deteriora a gran velocidad, siendo cada vez más difícil y costoso encontrar agua segura para el consumo humano.

Los datos sobre la disponibilidad potencial de agua (Figura 1.1.) permiten formarse una idea acerca de la situación de los diferentes países en relación con la cantidad de agua superficial disponible y la alta variabilidad natural que existe en la oferta para las diferentes regiones habitadas de la tierra.

“La medición de los componentes del ciclo hidrológico en cantidad y calidad, son una base fundamental para lograr una gestión eficaz de los recursos hídricos”. Declaración de Dublin, 1992. En la Tabla 1.2 se presenta un panorama del nivel de instrumentación hidrometeorológica global que se tenía para el año 1994.

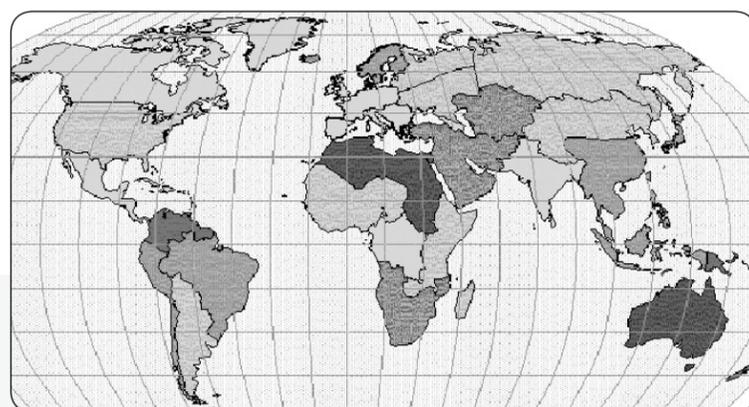


Figura 1.1. Disponibilidad potencial de agua en el mundo
(En miles de m³/km² * año). Fuente: Shiklomanov. 1995.

Estimación de la distribución del agua en la hidrósfera

| Tipo de agua según la sanidad | Sistema hídrico | Estado del agua | Código | Componente | Volumen en m ³ * 10 ¹² | Agua total del planeta | Agua dulce | Agua dulce líquida | Período de renovación | Tiempo medio de residencia (días) | Tasa de renovación (10 ⁶ * m ³ /día) |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|--------|-------------------------------|--|------------------------|------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|
| Agua salada | Océanos y mares | Líquido | 1 | Océanos y mares | 1.338.000 | 97,4666 | * | * | 2500 años | 912500 | 14.663 |
| | Léntico | Líquido | 2 | Lagos | 85,40 | 0,006 | * | * | 150 años | 54750 | 15,60 |
| Subtotal Agua salada | | * | 3 | * | 1.338.085 | 97,472 | * | * | * | * | * |
| Agua dulce | Polos | Sólido | 4 | Glaciares y casquetes polares | 24.064 | 1,753 | 69,346 | * | 9700 años | 3540500 | 67,97 |
| | Acuíferos | Líquido | 5 | Aguas subterráneas | 10.530 | 0,767 | 30,345 | 98,993 | Decenas a miles de años | * | 250-30.000 |
| | Léntico | Líquido | 6 | Lagos | 91,00 | 0,007 | 0,262 | 0,855 | 17 días | 17 | 53.529 |
| | Lotico | Líquido | 7 | Ríos | 2,12 | 0,000 | 0,006 | 0,020 | 15-20 días | | 1.060 |
| | Seres vivos | Liq-Gas | 8 | Biomasa | 1,12 | 0,000 | 0,003 | 0,011 | Algunas horas | 0,05 | 22.400 |
| | Atmósfera | Gaseoso | 9 | Vapor de agua y precipitable | 12,90 | 0,001 | 0,037 | * | 8-10 días | 10 | 12.900 |
| Subtotal Agua dulce | | Líquido | 10 | Agua dulce (5+6+7+8+9) | 10.637 | 0,775 | 30,654 | 100,0 | Días a miles de años | Días a miles de años | 54.389 = 84.000 |
| Subtotal Agua dulce | | Liq-Gas | 11 | Agua dulce (4+10) | 34.701 | 2,528 | 100,0 | * | * | * | * |
| TOTALES | | | 12 | Agua total (3+11) | 1.372.787 | 100,0 | * | * | * | * | * |

Tabla 1.1. Distribución del agua en la hidrósfera
Adaptada por Mejía de Shiklomanov 1997

| Variable | Sistemas y equipos de medición | Número de estaciones | Total de organismos | 480 |
|----------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|-----|
| Precipitación | Pluviógrafo, pluviómetro | 194000 | Climatología | 280 |
| Evaporación | Tanques, métodos directos | 14000 | Caudal de sedimentos | 158 |
| Caudal | Limnógrafo, limnómetro | 64000 | Cantidad de agua superficial | 416 |
| Caudal de sedimentos | Suspendidos, carga de fondo | 16000 | Agua subterránea | 189 |
| Calidad del agua | Equipos multi-parámetros | 44000 | Calidad del agua | 220 |
| Agua subterránea | Nivel de pozos de observación, sondas | 146000 | | |

Fuente: OMM. 1994

Tabla 1.2. Red hidrológica mundial y organismos nacionales que recopilan datos

Para el año 1970, el promedio de agua superficial disponible por persona al año era de 12.900 metros cúbicos; para el año 1995, este valor medio se redujo a 7.600 (Figura 1.2.). Este valor es parcialmente explicado por el crecimiento poblacional y por el incremento de los sectores económicos que demandan grandes cantidades de agua; pero, de otra parte, se tiene la pérdida de recursos disponibles a causa de la contaminación hídrica.

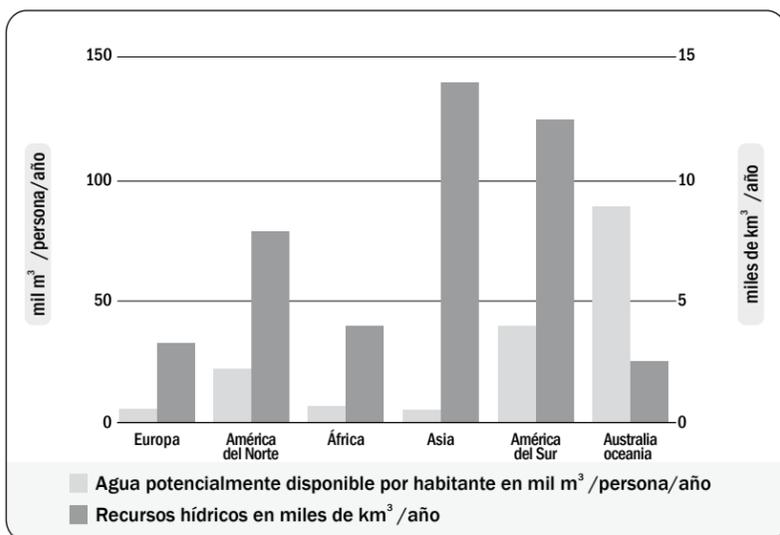


Figura 1.2. Disponibilidad hídrica per cápita mundial
Fuente: Shiklomanov et al. 1996

En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, 2002), la comunidad internacional se ha comprometido para el año 2015, a reducir a la mitad el número de personas que carecen de agua potable sana e instalaciones sanitarias básicas. Lograr estos objetivos supone que a más tardar en el 2015, se hayan mejorado los abastecimientos de agua para 1.500 millones de personas más; lo cual significa que, entre los años 2000 y 2015 habrá que suministrar esos servicios a 100 millones de personas más cada año, 274.000 cada día.

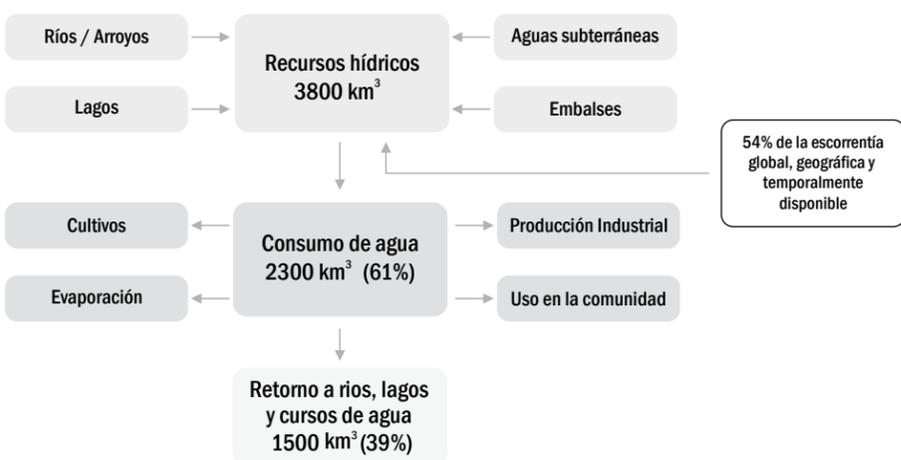


Figura 1.3. Recursos hídricos mundiales y consumo
Fuente: Shiklomanov et al. 1996

Actualmente, más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas. Para el año 2025 esa proporción se habrá elevado a un 60%, es decir, alrededor de 5.000 millones de personas. La rapidez del crecimiento de la población urbana y de la industrialización está sometiendo a una gran presión los recursos hídricos en muchos países (Figura 1.3.). Es necesario prestar una atención especial a los efectos cada vez más importantes de la urbanización en la demanda y el consumo de agua, así como al papel decisivo que desempeñan las autoridades locales y municipales en la gestión del abastecimiento, la utilización y el tratamiento general de las aguas, particularmente en los países en desarrollo, para los cuales se necesita un apoyo especial.

La escasez de recursos de agua dulce y los costos cada vez más elevados de su aprovechamiento, tienen importantes consecuencias para el desarrollo de la agricultura, la industria y los asentamientos humanos, sectores que registran una demanda creciente del vital recurso (Figura 1.4.), así mismo generan un impacto sobre el crecimiento económico. Una mejor ordenación de los recursos de agua para uso urbano, incluida la eliminación de pautas insostenibles de consumo de agua, puede representar una contribución sustancial en la mitigación de la pobreza y en la mejora de la salud y la calidad de vida de los pobres de las zonas urbanas y rurales. Una proporción elevada de las grandes aglomeraciones urbanas se encuentra en los estuarios y en las zonas costeras, esa situación da lugar a la contaminación por el vertido de residuos municipales e industriales, a la explotación excesiva de los recursos de agua disponibles y supone una amenaza para el medio marítimo y el abastecimiento de agua dulce.

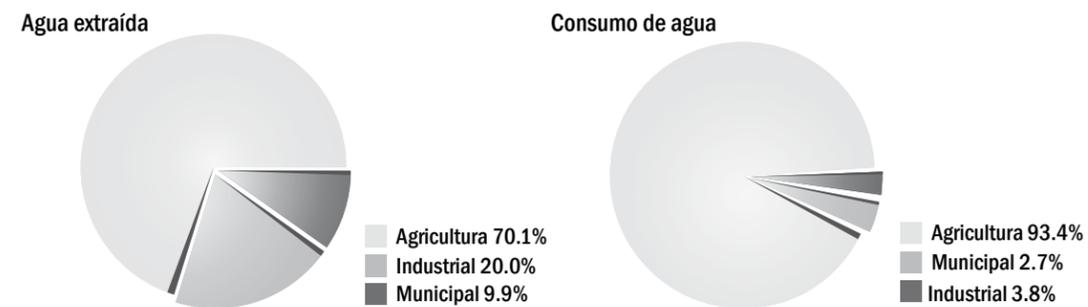
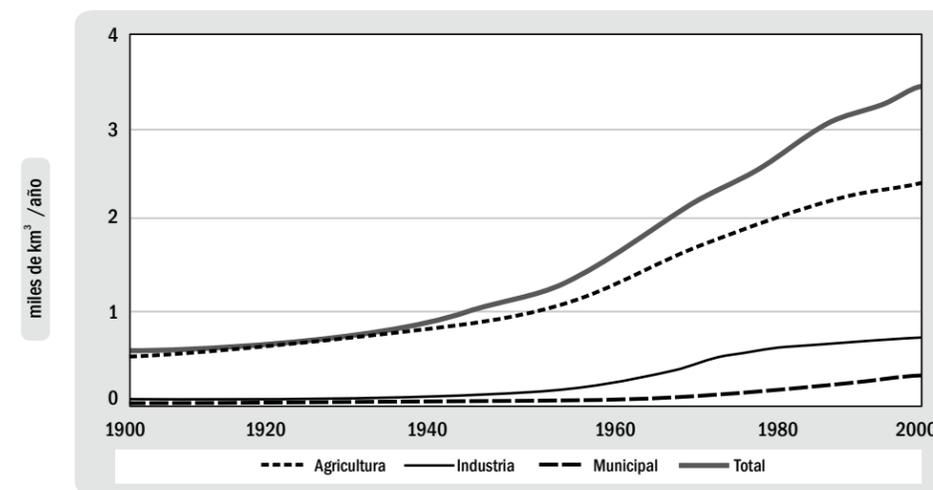


Figura 1.4. Recursos hídricos mundiales y consumo (1990 - 2000)
Fuente: Recursos Hídricos y disponibilidad de agua en el Mundo (Shiklomanov et al. 1996)

El medio ambiente es un indicador de competitividad internacional en la medida que se tome como un determinante en la calidad de vida de las personas. Como lo indica el World Economic Forum en su reporte de competitividad del año 2000, el comportamiento del medio ambiente afecta la salud y la seguridad y el deseo de los países de ser lugares donde se pueda vivir, aspectos importantes de la calidad de vida. En el escalafón ambiental internacional, entre 142 países Finlandia, Noruega y Suecia son los países con mejor desempeño medioambiental, en el continente americano Canadá y Uruguay fueron los mejor clasificados en cuarto y sexto lugar respectivamente y la mayoría de los países latinoamericanos se ubicaron en las primeras 50 posiciones.

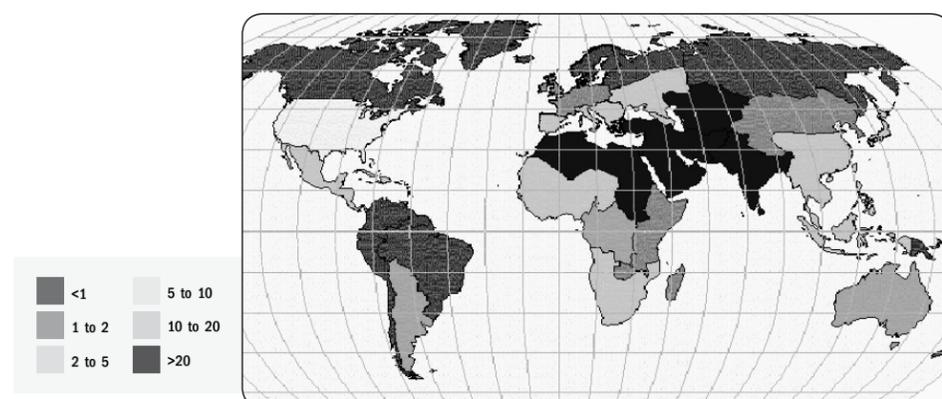


Figura 1.5. Proyecciones de disponibilidad de agua en el mundo por regiones, para 2025. (miles de m³/hab-año) Fuente: Shiklomanov. 1995

La presión sobre el uso del agua

En el ámbito mundial, se ha definido que la presión de la cual es objeto el agua en un país, corresponde al volumen estimado de agua que usa anualmente, expresado como porcentaje de los recursos hídricos disponibles estimados. La intensidad de esa presión se ha dividido en cuatro niveles (Figura 1.6.):

_____ Bajo: Los países que según las estimaciones usan menos del 10% de sus recursos hídricos disponibles, en general no sufren presiones sobre ellos.

_____ Moderado: Cuando se estima que se usa entre 10 y 20 % de los recursos disponibles, el agua se convierte en un factor que limita el desarrollo. Es necesario hacer esfuerzos para reducir la demanda y efectuar inversiones para aumentar los abastecimientos.

_____ Mediano-alto: En este caso el uso del agua representa entre un 20% y un 40% y es preciso gestionarla rigurosamente para que siga siendo sostenible. Habrá que resolver el problema de la competencia entre usuarios diferentes y velar porque los caudales sean suficientes para los ecosistemas acuáticos.

_____ Elevado: El uso de más del 40% de los recursos disponibles indica una situación de escasez y a menudo que el ritmo de utilización supera el de la renovación natural. Hay que desarrollar fuentes alternativas, por ejemplo la desalinización, y prestar atención urgente a la ordenación intensiva del recurso y a las demandas de que es objeto. Es probable que los actuales mecanismos de uso no sean sostenibles y la escasez de agua se esté convirtiendo en un factor limitante del crecimiento económico.

La Tabla 1.3. y la Figura 1.6. presenta el puesto que ocupan algunos de los países del planeta en relación a la cantidad de metros cúbicos de agua total renovable por año que disponen.

| Puesto | Territorio | Cantidad de agua: total renovable por año (m³ /capita año) |
|-----------|----------------------|--|
| 1 | Groenlandia | 10,767,857 |
| 2 | Alaska (EE UU) | 1,563,168 |
| 3 | Guyana Francesa | 812,121 |
| 4 | Islandia | 609,319 |
| 5 | Guyana | 316,689 |
| 6 | Surinam | 292,566 |
| 7 | Congo | 275,679 |
| 8 | Papua - Nueva Guinea | 166,563 |
| 9 | Gabón | 133,333 |
| 10 | Isla Salomón | 100,000 |
| 11 | Canadá | 94,353 |
| 12 | Nueva Zelanda | 86,554 |
| 13 | Noruega | 85,478 |
| 16 | Bolivia | 74,743 |
| 17 | Perú | 74,546 |
| 19 | Paraguay | 61,135 |
| 20 | Chile | 60,614 |
| 22 | Panamá | 51,814 |
| 23 | Venezuela | 51,021 |
| 24 | Colombia | 50,635 |
| 25 | Brasil | 48,314 |
| 26 | Bhután | 45,564 |
| 27 | Uruguay | 41,654 |
| 29 | Nicaragua | 38,787 |
| 33 | Ecuador | 34,161 |
| 34 | Federación de Rusia | 30,980 |
| 35 | Costa Rica | 27,932 |
| 40 | Australia | 25,708 |
| 43 | Argentina | 21,981 |
| 53 | Honduras | 14,949 |
| 63 | USA (50 estados) | 10,837 |
| 67 | Guatemala | 9,773 |
| 78 | USA (Continental) | 7,407 |
| 94 | México | 4,624 |
| 98 | El Salvador | 4,024 |
| 101 | Jamaica | 3,651 |
| 104 | Francia | 3,439 |
| 105 | Cuba | 3,404 |

Tabla 1.3. Clasificación de los países de acuerdo a la renovabilidad del recurso hídrico. Fuente: Shiklomanov et al. 1996.

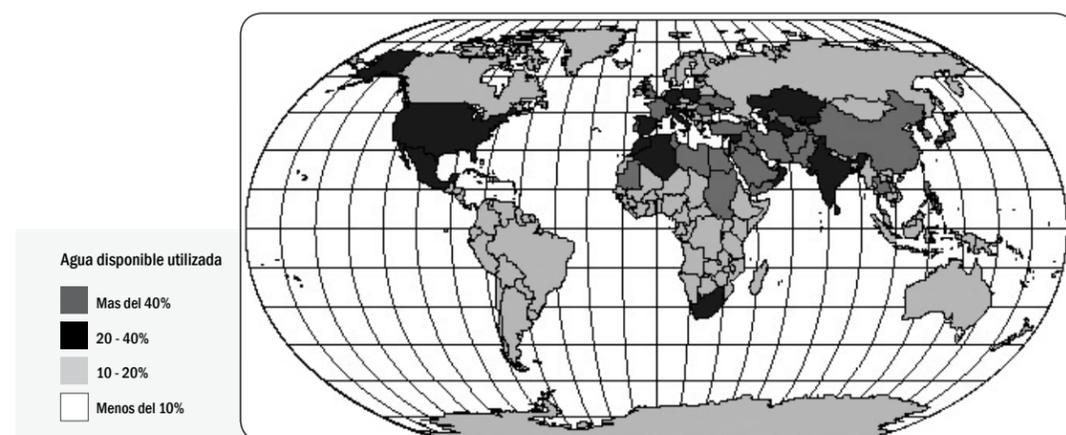


Figura 1.6. Índice mundial de presión del agua (1995)
Fuente: Shiklomanov et al. 1996.

1.2. La riqueza hídrica latinoamericana

América Latina se unió en 2002 a un plan acordado por las Naciones Unidas para reducir la pobreza en el planeta antes de 2015. Como parte de ese plan, los países firmantes se comprometieron a disminuir en un 50 por ciento el número de personas que carece de agua potable para ese año.

La Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), que agrupa a 980 organizaciones ambientales gubernamentales y no gubernamentales del mundo, reconoció que los países de la región han dado prioridad a otras “urgencias” económicas y políticas. América Latina alberga a 500 millones de habitantes, un tercio sumergido en la pobreza y cuenta con la segunda mayor reserva de agua dulce del mundo, pero 70 millones de sus habitantes padecen escasez de agua potable y el 13% de la población urbana carece de servicios de saneamiento. Es una región beneficiada por la naturaleza y eso hace que sea una enorme paradoja que existan problemas en la provisión de agua para la gente. Actualmente, el 7% de los pobladores urbanos de la región no tiene acceso a agua potable, pero de acuerdo con el Banco Mundial, el número de habitantes rurales que carecen de ese líquido vital es mucho mayor del 39%. En América Latina se invierte entre 30.000 y 35.000 millones de dólares por año en distintas formas de infraestructura relativa al agua. La UICN considera que esa cantidad no es suficiente para aplacar las secuelas de la distribución inequitativa del agua y que para alcanzar los objetivos trazados al año 2015, la región necesita aumentar su inversión anual en 15.000 millones de dólares.

Según un estudio del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos en 180 países (WWAP, 2003), y coincidiendo con las predicciones agrícolas, son muchas las naciones latinoamericanas que disponen de gran cantidad de agua potable por persona y por año. De acuerdo a lo reportado en informe de Naciones Unidas sobre el agua en el mundo, se presenta la situación de América Latina a nivel planetario en materia de calidad de agua (Tabla 1.4). Si bien es cierto que, la región sigue ocupando un puesto destacable en relación a la oferta hídrica mundial, de acuerdo al índice de calidad generado por Naciones Unidas, 10 países latinoamericanos están entre los 50 países del mundo con mayor disponibilidad hídrica, esto resulta modesto si se hacen comparaciones relativas en cuanto a población nacional y a cantidad de recursos hídricos.

En cuanto a la calidad del agua, estudiada en 122 países, Argentina tiene el número 13, seguida de Brasil (23), Cuba (27), Uruguay (32), Colombia (35), Costa Rica (38), Chile (39), Panamá (43) y El Salvador (49). Les siguen Venezuela (en el puesto 53), Ecuador (56), Perú (59) y Bolivia (67), estos dos últimos pese a su importante capacidad acuífera. La República Dominicana (76), Honduras (89) y México (106) son los países latinoamericanos peor situados en la clasificación por calidad de agua, liderada por Finlandia, Canadá y Nueva Zelanda y de la que el pelotón de cola lo forman India, Marruecos y Bélgica.

| País | Indicador | Puesto |
|--------------------------|-------------|-----------|
| Finlandia | 1.85 | 1 |
| Canadá | 1.45 | 2 |
| Nueva Zelanda | 1.53 | 3 |
| Reino Unido | 1.42 | 4 |
| Japón | 1.32 | 5 |
| Noruega | 1.31 | 6 |
| Federación Rusa | 1.3 | 7 |
| Rep. de Corea | 1.27 | 8 |
| Suecia | 1.19 | 9 |
| Francia | 1.13 | 10 |
| Portugal | 1.09 | 11 |
| Estados Unidos | 1.04 | 12 |
| Argentina | 1.03 | 13 |
| Hungría | 0.93 | 14 |
| Filipinas | 0.91 | 15 |
| Suiza | 0.87 | 16 |
| Irlanda | 0.86 | 17 |
| Austria | 0.85 | 18 |
| Islandia | 0.74 | 19 |
| Australia | 0.73 | 20 |
| Países Bajos | 0.7 | 21 |
| Malí | 0.66 | 22 |
| Brasil | 0.64 | 23 |
| Eslovenia | 0.63 | 24 |
| Singapur | 0.62 | 25 |
| Grecia | 0.61 | 26 |
| Cuba | 0.6 | 27 |
| España | 0.58 | 28 |
| Dinamarca | 0.55 | 29 |
| Rep. Islámica de Irán | 0.52 | 30 |
| Italia | 0.47 | 31 |
| Uruguay | 0.39 | 32 |
| Kuwait | 0.39 | 33 |
| Polonia | 0.37 | 34 |
| Colombia | 0.27 | 35 |
| Rep. Checa | 0.27 | 36 |
| Ghana | 0.23 | 37 |
| Costa Rica | 0.23 | 38 |
| Chile | 0.19 | 39 |
| Bangladesh | 0.18 | 40 |
| Letonia | 0.15 | 41 |
| Estonia | 0.11 | 42 |
| Panamá | 0.11 | 43 |
| Eslovaquia | 0.1 | 44 |
| Turquía | 0.1 | 45 |
| Trinidad y Tobago | 0.1 | 46 |
| Sudáfrica | 0.09 | 47 |
| Croacia | 0.09 | 48 |
| El Salvador | 0.08 | 49 |
| Fiji | 0.06 | 50 |

Tabla 1.4. Clasificación de los países de acuerdo a la calidad del recurso hídrico
Fuente: FAO: AQUASTAT 2002; Tierra y población: FAOSTAT

Particularmente, América del Sur es uno de los subcontinentes que posee más cuencas hidrográficas compartidas por dos o más países. Ríos como el Amazonas, Orinoco, San Francisco, Paraná, Paraguay y Magdalena, tienen más del 30% del agua superficial continental del mundo. No obstante, en América Latina, considerada una de las zonas del planeta más rica en agua, la situación de abastecimiento no es mejor, pues la falta de recursos y apropiación de los mismos para una gestión adecuada del agua, hace que esta riqueza se convierta en uno de los grandes problemas de la región (Figura 1.7).

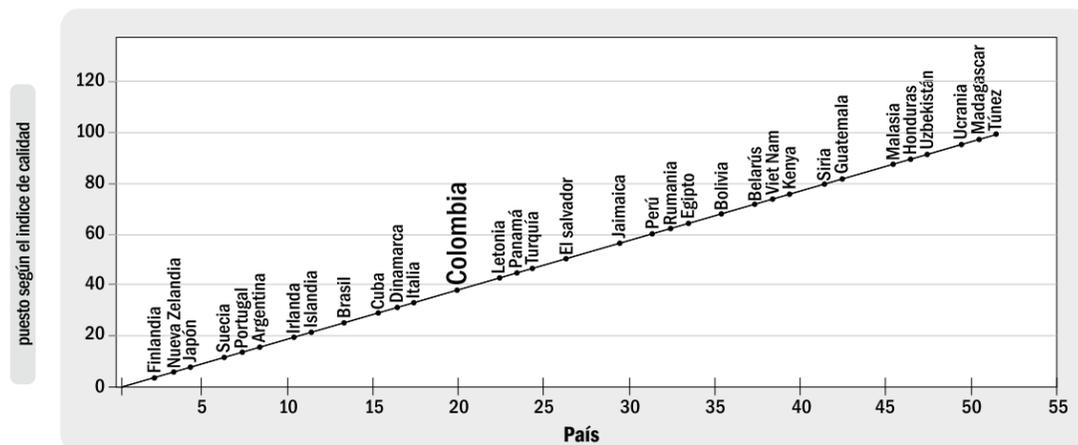


Figura 1.7. Clasificación de los países de acuerdo a la calidad del agua disponible. Fuente: WWAP, 2003.

1.3. La perspectiva nacional

Colombia se encuentra ubicada en la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), donde convergen los vientos alisios que proceden de las franjas de alta presión en los subtrópicos, estos vientos entran al país por el nordeste y el sudeste, originando lluvias por fenómenos de convección -movimientos ascendentes y enfriamiento de las masas de aire-. La ZCIT se desplaza latitudinalmente siguiendo el movimiento aparente del sol; está al sur en los primeros meses del año y en el extremo norte del país entre julio y agosto, con posiciones intermedias en el resto del año. El desplazamiento de la ZCIT origina dos tipos de comportamiento temporal de las lluvias, el monomodal, caracterizado por un período lluvioso seguido de uno seco, que ocurre principalmente en el norte y el sur del país; y el bimodal, caracterizado por dos períodos lluviosos intercalados con dos secos, se presenta en la parte central (Henríquez et al., 1989). Los volúmenes de lluvia varían considerablemente entre las diferentes regiones, en virtud de la complejidad climática que le confiere la cordillera de los Andes sobre gran parte de su territorio y por las corrientes de aire húmedo, originadas en los océanos y la selva amazónica. Debido a las características de la circulación atmosférica y a las diferencias en el contenido de humedad, en el territorio nacional se presenta un régimen pluviométrico muy variado. Mientras que en la península de la Guajira se registran promedios anuales cercanos a 300 mm, en algunos lugares de la región del Pacífico la precipitación alcanza valores máximos extremos en el ámbito mundial, con promedios superiores a 9.000 mm/año.

El país tiene una precipitación media anual de 3.000 mm, lo que representa una abundancia significativa de recursos hídricos en relación con el promedio mundial de precipitación que se encuentra alrededor de los 900 mm, y con el de Suramérica que está cerca de los 1.600 mm (Figura 1.8). Esta precipitación genera un caudal específico de escorrentía superficial en Colombia de 58 L/s/km². Esto es tres veces mayor que el promedio suramericano y seis veces mayor que la oferta hídrica específica promedio mundial (Figura 1.9).

Son éstas las condiciones que generan la diversidad climática del territorio colombiano, que se manifiesta en una distribución heterogénea de las lluvias. No obstante esta distribución, es posible encontrar un régimen bimodal en la mayor parte de la cuenca Magdalena Cauca y gran parte de la región Andina y el sur del Trapecio Amazónico,

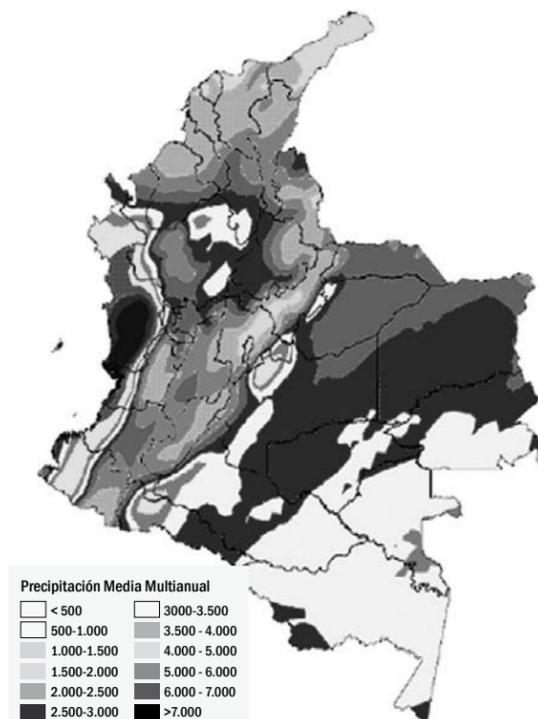


Figura 1.8. Distribución de la precipitación promedio anual multianual en Colombia. Fuente: IGAC, Atlas de Colombia. 5ª edición 2002. Datos IDEAM 1982 - 1998.

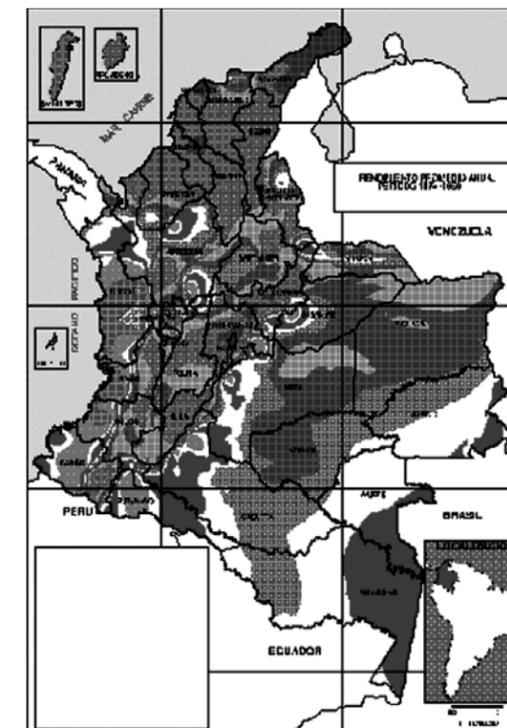


Figura 1.9. Rendimiento promedio anual. Fuente: IDEAM, 2001 (Período 1974 - 1998).

y un régimen monomodal en la Orinoquía, Amazonía, centro y norte del Pacífico y parte de la región Caribe. En el sur del Pacífico también hay régimen monomodal, pero éste se encuentra desfasado con respecto al año hidrológico característico del país y presenta valores máximos en la época comprendida entre noviembre y enero.

En Colombia, el 88% del territorio registra lluvias anuales superiores a 2.000 mm. Relacionando el promedio anual de lluvias con la superficie continental del país, se tiene un volumen anual de precipitación de 3.425 km³, equivalente al 3% del volumen de precipitación anual en el mundo y al 12% en América del Sur. Del volumen de precipitación anual, un 61% se convierte en escorrentía superficial, generando un caudal medio de 66.440 m³/s, equivalente a un volumen anual de 2.113 km³ que fluye por las cinco macro-vertientes hidrográficas del territorio nacional continental: vertiente del Caribe (23%); vertiente del Pacífico (10%); vertiente de la Amazonía (34%); vertiente de la Orinoquía (32%) y el 1%, en la vertiente del Catatumbo.

El Pacífico es la zona con mayor rendimiento hídrico, presenta valores promedios superiores a los 100 L/s/km², con cuencas como la del San Juan con 163 L/s/km² y la del Micay, con 140 L/s/km². En el Caribe estos rendimientos varían entre 1 L/s/km², en la alta Guajira, y 127 L/s/km², en la cuenca del río Atrato; con rendimientos del orden de 26 L/s/km² para el río Sinú y 10 L/s/km², para las cuencas del costado occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta.

La cuenca Magdalena Cauca, donde se asienta aproximadamente el 80% de la población del país y se concentra la mayor parte de la actividad socioeconómica, cuenta

únicamente con un rendimiento promedio de 27 L/s/km², con valores máximos promedios en su parte media de 45 L/s/km² y, mínimos en su parte baja, de 14L/s/km², en la cuenca del San Jorge, y de 30 L/s/km² en la del río Cesar.

La Orinoquía, por su parte, presenta un rendimiento promedio 34% mayor que el de la cuenca Magdalena-Cauca, con variaciones marcadas entre la cuenca baja del río Meta con 2 L/s/km² y 70 L/s/km², en las cuencas de los ríos Arauca y Casanare.

La Amazonía no presenta variaciones marcadas, con un promedio de 65 L/s/km². La oferta hídrica superficial presenta características volumétricas en relación con la altitud. En las regiones por encima de los 3.000 m.s.n.m, correspondientes al 9% del área nacional, se cuantifica el 4% de dicha oferta. Entre los 1.000 y 3.000 m.s.n.m, con un 35% del área nacional, tenemos el 34% de la oferta; y el 62% de la misma se presenta en el 56% del área nacional, conformado por las zonas ubicadas por debajo de los 1.000 m.s.n.m.

La oferta hídrica de escorrentía superficial per cápita en Colombia es de 59.000 m³/hab/año; sin embargo, la oferta per cápita accesible anual, bajo condiciones naturales, es de 12.000 m³/hab/año. El análisis comparativo entre la oferta hídrica per cápita accesible anual, con respecto a las ofertas limitantes al desarrollo, muestra una significativa abundancia hídrica en Colombia, suficiente para sustentar el desarrollo socioeconómico a largo plazo (Figura 1.10.)

Las condiciones atmosféricas, geológicas y morfológicas del territorio nacional que explican la abundancia hídrica, configuran condiciones excepcionales que determinan una alta diversidad y productividad biológica. Estas condiciones se convierten en recursos excepcionales para el desarrollo, presentando, además, un potencial importante a futuro frente a los requerimientos mundiales.

Empero, la capacidad de aprovechamiento de esta relativa abundancia hídrica está determinada por las limitaciones temporales y espaciales que presentan los diferentes regímenes hídricos del país.

1.3.1. La escasez del agua

El Índice de Escasez a nivel nacional: Actualmente, en Colombia se usa el Índice de Escasez con un propósito doble, en primer lugar, como herramienta diagnóstica de problemas de abastecimiento en grandes ciudades, y en segundo término, constituye uno de los componentes del instrumento económico "Tasa por Utilización del Agua" definido en el decreto 155 de 2004.

El Índice de Escasez (I_e), se define como un indicador de estado del recurso hídrico que no solo refleja la magnitud de la oferta disponible en las distintas unidades hidrológicas, sino también la relación de dicha oferta con la demanda de agua requerida en los múltiples sectores socioeconómicos, es decir, el Índice de escasez es el cociente entre la demanda hídrica sectorial y la oferta neta superficial en valor porcentual, tal como lo describe la siguiente fórmula:

$$I_e = \frac{D}{O_N} \times 100$$

Dónde :

- I_e : Índice de escasez [%]
- D: Demanda de agua [m³]
- O_n: Oferta hídrica superficial neta [m³]

El cálculo del Índice de escasez es aplicable a dominios espaciales en los cuales se pueda valorar todas las entradas y salidas de aguas superficiales. La agregación temporal del índice depende de los objetivos y horizontes temporales de la planificación que se desee adelantar, además de la información disponible. Los umbrales críticos de presión sobre el recurso hídrico generan cuatro categorías, las cuales se muestran en la Tabla 1.5.

| Categoría Índice de Escasez | Porcentaje de Oferta Hídrica utilizada | Color | Explicación |
|-----------------------------|--|----------|---|
| Alto | >40% | Rojo | Existe fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico |
| Medio | 20 - 40% | Naranja | Cuando los límites de presión exigen entre el 20 y el 40% de la oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda. Es menester asignar propiedades a los distintos usos y prestar particular atención a los ecosistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesitan inversiones para mejorar la eficacia en la utilización de los recursos hídricos |
| Moderado | 10 - 20% | Amarillo | Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitador del desarrollo. |
| Bajo | <10% | Verde | No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico |

Tabla 1.5. Interpretación del Índice de Escasez de Agua. Fuente: IDEAM. 2004.

Un porcentaje significativo de los municipios del país presentan alto riesgo de escasez del recurso hídrico debido a la pérdida de capacidad de regulación hídrica de las cuencas abastecedoras, producto de la sobreexplotación del recurso forestal, expansión de la frontera agrícola y pecuaria y la inadecuada utilización de la vocación del suelo. Adicional a lo anterior, las prácticas de programas de ahorro y uso eficiente del agua que no son desarrolladas en el ámbito municipal, el alto porcentaje de pérdidas físicas y comerciales de las empresas de servicios públicos domiciliarios y la utilización del recurso hídrico para riego mediante sistemas ineficientes, incrementan de manera ostensible la presión sobre el recurso hídrico, aumentando los índices de escasez y vulnerabilidad.

El manejo integral del recurso busca garantizar la cantidad y calidad del recurso hídrico mediante la planificación de las cuencas hidrográficas, que establece el equilibrio entre el aprovechamiento económico y, su protección y conservación, especialmente en aquellas cuencas abastecedoras de acueductos municipales, veredales y de interés por el alto grado de degradación y escasez del recurso hídrico. Las condi-

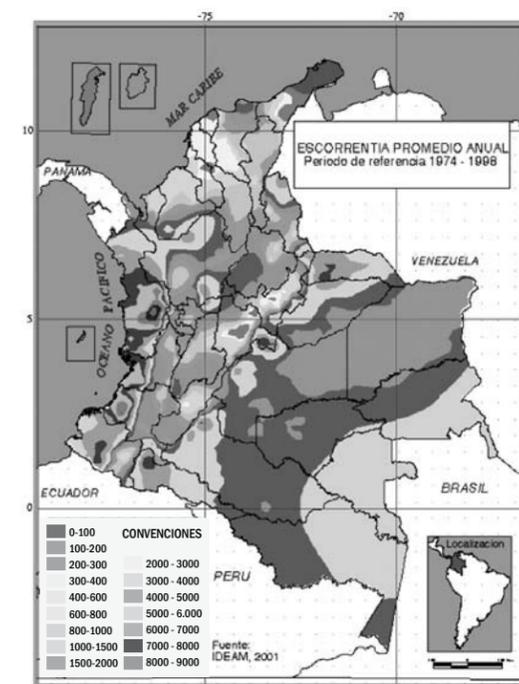


Figura 1.10. Escorrentía promedio anual en Colombia. Fuente IDEAM. (Periodo 1974-1998).

ciones naturales de oferta pueden incrementarse mediante la construcción de reservorios y embalses, o por medio de obras biomecánicas aumentar la capacidad de recarga dentro de las cuencas hidrográficas.

Cuando se tiene una disponibilidad u oferta interna nacional de agua inferior a 1.000 m³/hab/año, se plantea una limitación al desarrollo socio económico, generando graves problemas ambientales. Los países con menos de 2.000 m³ /hab/año se encuentran en una preocupante situación de escasez marginal de agua.

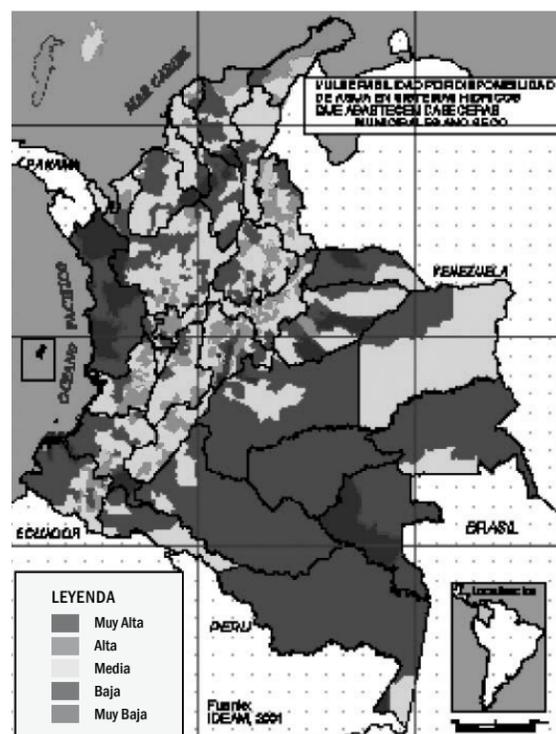


Figura 1.11. Vulnerabilidad por disponibilidad de agua en sistemas hídricos que abastecen cabeceras municipales
Fuente: IDEAM, 2001

El Índice de Vulnerabilidad determina el grado de fragilidad del sistema hídrico en términos de seguridad respecto a la disponibilidad del agua. Este índice tiene en cuenta la oferta neta, el uso y las condiciones de capacidad de regulación hídrica del área hidrográfica. Por otro lado, la vulnerabilidad de la disponibilidad de agua determina el grado de fragilidad del sistema hídrico con relación al abastecimiento y a la amenaza de sequía cuando se presentan condiciones hidroclimáticas extremas.

De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2001), hay 84 municipios para los cuales el Índice de Escasez para año seco es alto, medio alto y medio. En condiciones hidrológicas de año seco, el número de cabeceras municipales con vulnerabilidad muy alta y alta, aumenta a 22%, mientras que en la categoría media tiende a permanecer constante (Figura 1.11.). Esto indica el grado de vulnerabilidad existente en la región Andina y en la región Caribe, para 212 cabeceras municipales vulnerables al no tener suficiente disponibilidad de agua para abastecimiento.

1.3.2. La demanda del agua

La demanda sectorial nacional anual, utiliza aproximadamente entre el 5% y el 6% de la oferta hídrica natural superficial. Sin embargo, en algunas áreas la demanda no logra cubrirse debido a la pérdida de la regulación hídrica natural que ha transformado los flujos permanentes en intermitentes, disminuyendo así, de una forma considerable, la oferta hídrica natural superficial temporal.

La oferta hídrica superficial aprovechable por los diferentes sectores socioeconómicos es aquella que resulta de descontar de la oferta superficial total, los volúmenes hídricos necesarios para el funcionamiento de los sistemas naturales y para sostener la capacidad de autorregulación natural de los cuerpos de agua.

Adicional a los requerimientos presentados, hay una demanda de agua para actividades pecuarias, de navegación y de recreación, que no han sido cuantificadas. En un estudio realizado por la CEPAL (Naciones Unidas, 2002), se reporta la concentración de consumo de agua por departamento en el ámbito nacional (Tabla 1.6).

| Uso Principal | Departamento | Participación | |
|-----------------|--------------|---------------|-------|
| Agrícola | Tolima | 96.7 | |
| | Huila | 86.9 | |
| | Cesar | 85.0 | |
| | Magdalena | 73.7 | |
| | Córdoba | 63.0 | |
| | Valle | 54.6 | |
| | Cundinamarca | 49.9 | |
| | Cauca | 43.5 | |
| | Boyacá | 40.6 | |
| | Bolívar | 35.4 | |
| | Doméstico | Chocó | 100.0 |
| | | Quindío | 86.1 |
| | | Bogotá | 83.4 |
| Caldas | | 73.5 | |
| Nariño | | 71.4 | |
| Antioquia | | 57.0 | |
| Sucre | | 54.9 | |
| La guajira | | 43.2 | |
| N. de Santander | | 41.5 | |
| Industrial | | Santander | 54.0 |
| | Atlántico | 49.4 | |
| | Risaralda | 47.3 | |
| Pecuario | Meta | 46.8 | |

Tabla 1.6. Concentración de consumo de agua por departamento en el ámbito nacional

El Estudio Nacional del Agua, realizado por el IDEAM en el año 2000, presenta una serie histórica de la evolución del comportamiento de la disponibilidad hídrica para el país (Tabla 1.7).

| Año | Disponibilidad de agua m ³ / hab * año | Estimación m ³ / hab * año | Diferencia m ³ / hab * año |
|------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1985 | 56,956 | 46,989 | 9,967 |
| 1986 | 61,739 | 47,030 | 14,709 |
| 1987 | 59,800 | 47,071 | 12,729 |
| 1988 | 67,826 | 47,112 | 20,714 |
| 1989 | 58,695 | 47,152 | 11,543 |
| 1990 | 55,652 | 47,193 | 8,459 |
| 1991 | 50,869 | 47,234 | 3,635 |
| 1992 | 40,909 | 47,274 | -6,365 |
| 1993 | 50,869 | 47,315 | 3,554 |
| 1994 | 53,478 | 47,356 | 6,122 |
| 1995 | 39,130 | 47,396 | -8,266 |
| 1996 | 44,347 | 47,437 | -3,090 |
| 1997 | 31,739 | 47,478 | -15,739 |
| 1998 | 35,217 | 47,519 | -12,302 |

Tabla 1.7. Serie histórica de la evolución del comportamiento de la disponibilidad hídrica para el país

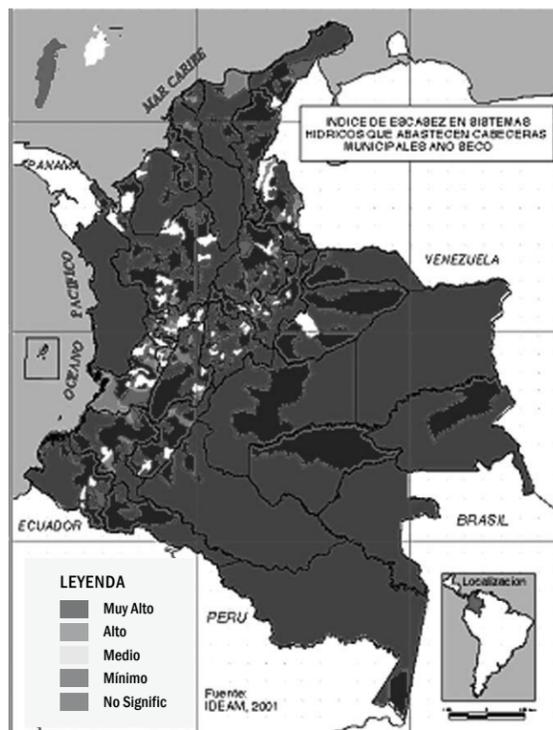


Figura 1.12. Índice de Escasez para sistemas hídricos que abastecen cabeceras municipales. Condiciones de Año seco. Fuente: IDEAM 2001

Los estudios y estadísticas demuestran que los índices de escasez se acentúan en la región que abarca las cadenas montañosas de los Andes, donde coincide la mayor concentración de población, el 65% de la totalidad y donde la disponibilidad de agua es menor (Figura 1.12).

Un porcentaje significativo de los municipios del país presentan alto riesgo de escasez del recurso hídrico, debido a factores como la pérdida de la capacidad de regulación hídrica de las cuencas abastecedoras, producto de la sobreexplotación del recurso forestal, expansión de la frontera agrícola y pecuaria e inadecuada utilización de la vocación del suelo, a falta de prácticas de Programas de Ahorro y Uso eficiente del Agua; alto porcentaje de pérdidas físicas y comerciales de agua y a la utilización del recurso hídrico para riego usando sistemas ineficientes.

En Colombia se ha avanzado en la definición de lineamientos de política e instrumentos de gestión que buscan generar acciones preventivas, correctivas y de mitigación para los problemas asociados a la disminución de la oferta hídrica, especialmente en lo relativo a la calidad del agua. Es así como se han diseñado metodologías que permiten planificar la gestión integral del riesgo por pérdida

de la calidad, la cual busca disminuir la vulnerabilidad de las poblaciones atendidas como elemento de mejoramiento de su calidad de vida, generar una cultura de riesgo, proteger el capital físico de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, y reducir los tiempos de recuperación de los servicios en situaciones de emergencia.

En el marco de la Ley 373 de 1997, relacionada con el uso eficiente y ahorro del agua, mediante la elaboración y divulgación de un manual de implementación del programa, se han hecho pequeños avances en este tema y en la reducción del agua no contabilizada. No se ha logrado de manera satisfactoria desarrollar las campañas de divulgación a la población y brindar los incentivos para que se realice el cambio de las instalaciones hidráulicas y sanitarias en el interior de las viviendas y las industrias, en general, a artefactos de bajo consumo.

Recientemente se ha abordado de manera decidida el apoyo a la formulación de planes de ordenamiento y manejo de cuencas abastecedoras de agua para acueductos municipales. Este es un instrumento que sin duda permitirá lograr equilibrio entre el aprovechamiento económico y la restauración, protección y conservación de los recursos hídricos.

El plan de mitigación al respecto, tiene por objetivo establecer los criterios para la identificación, manejo y priorización de microcuencas críticas a escala departamental; unificar criterios de manejo de las cuencas abastecedoras y proponer estrategias de coordinación local, regional y nacional para su protección; diseñar herramientas de actuación para determinar acciones prioritarias de atención a los usuarios; elaborar

guía metodológica para planes de contingencia municipales por eventos de escasez; contar con insumos para elaborar material de capacitación y divulgación de la guía.

Con el fin de orientar acciones de ahorro y uso eficiente del agua para consumo humano en el territorio nacional, el Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000) incluye en el Artículo 24, sobre suministro de agua potable la obligación de verificar dotaciones, la utilización de instrumentos de bajo consumo y definir un plan dirigido a reducir el consumo de agua según lo ordenado por la Ley 373 de 1997.

En Colombia, bajo condiciones hidrológicas de año seco, el número de cabeceras municipales con vulnerabilidad muy alta y alta, aumenta a 22%, mientras que en la categoría media tiende a permanecer constante. Esto indica el grado de vulnerabilidad existente en la región Andina y en la región Caribe, para 212 cabeceras municipales vulnerables a no tener suficiente disponibilidad de agua para abastecimiento. El estudio del IDEAM identifica y prioriza cerca de 130 municipios según el grado de déficit hídrico y desertificación, lo cual suma un total aproximado de 12.164 km².

Indicador de disponibilidad de agua por habitante a escala nacional: Este indicador representa la relación del volumen de agua escurrido a través del territorio nacional durante el periodo de un año, sobre el número de habitantes del país en ese mismo intervalo de tiempo. Este es un indicador de tercer nivel calculado a partir del volumen de agua disponible por habitante. La variación de este índice en el tiempo representa la dinámica de evolución de la presión (por población) sobre el recurso hídrico (Figura 1.13.). Puesto que regularmente la población del país se representa por una función creciente, la tendencia general del índice es hacia el descenso. En años de humedad extrema este índice puede presentar recuperaciones ligeras, así como durante años de escasez la pendiente negativa de la curva se puede acentuar. Sin embargo, durante un periodo de tiempo largo, la tendencia general de la curva mantendrá su orientación al descenso. La tendencia general de la disponibilidad (D) está bien representada por una

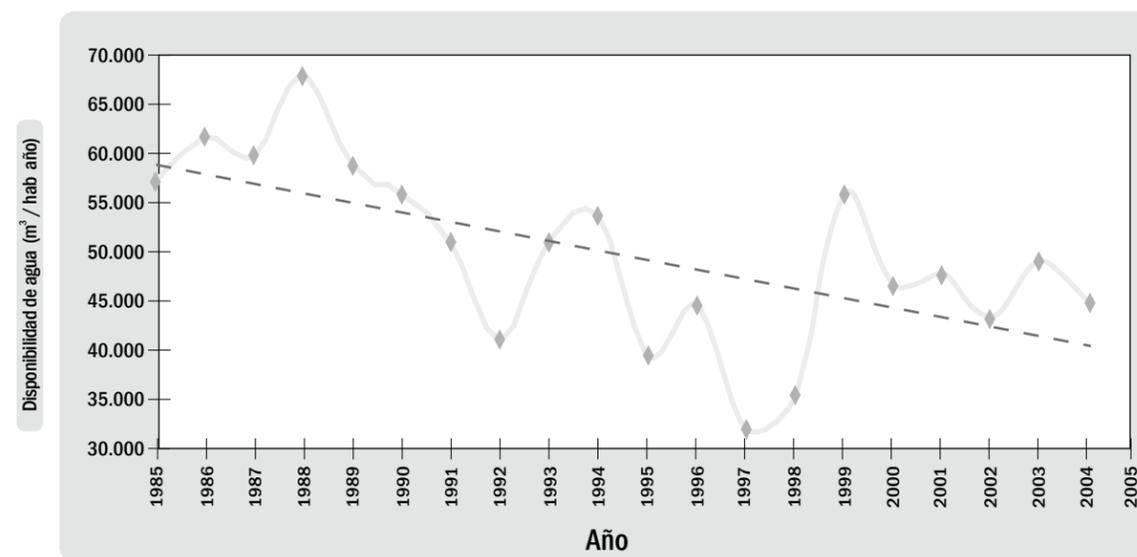


Figura 1.13. Indicador Nacional de la Disponibilidad de agua Fuente: IDEAM, 2000

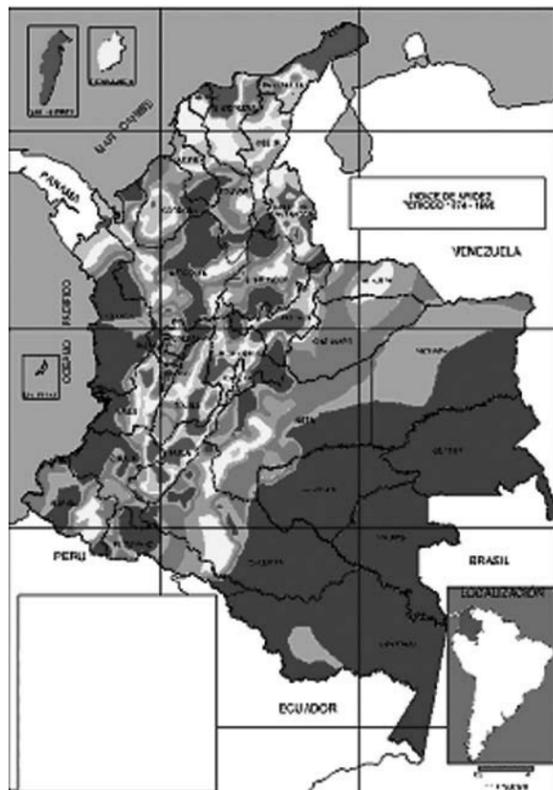


Figura 1.14. Índice de Aridez en Colombia
Fuente: IDEAM 2001

curva parabólica en función del tiempo (t en años) de la siguiente forma: $D = 0,0071 \cdot t^5 - 74,64 \cdot t^4 + 313792 \cdot t^3 - 7E+08 \cdot t^2 + 7E+11 \cdot t - 3E+14$. A partir de esta curva, asumiendo que las condiciones se mantienen estables, puede inferirse que para el año 2010, se alcanzan valores de disponibilidad cercanos a los 18000 m³ por habitante.

El Índice de Disponibilidad de agua per cápita no toma en cuenta los factores de reducción de la disponibilidad por efectos de la calidad del agua ni deduce de ella los requerimientos mínimos necesarios para el sostenimiento de la biodiversidad en los ecosistemas.

Según el IDEAM (2004), en un estudio a escala Nacional, el departamento de Antioquia y en consecuencia la jurisdicción de CORANTIOQUIA, no posee degradación de suelos y tierras a causa de la desertificación. Para el IDEAM la degradación de las tierras áridas, semiáridas y sub-húmedas secas resultan de factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas (Figura 1.14). Por zonas áridas, semiáridas y húmedas secas, se entienden aquéllas en que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial está comprendida entre 0,05 y 0,65.

1.4. Aguas subterráneas

Dado el carácter cíclico del agua, su compleja dinámica en la atmósfera, el suelo y el subsuelo, la multiplicidad de interacciones y modificaciones asociadas a las actividades humanas y, muy especialmente, al hecho de que las aguas subterráneas representan más del 99 % del agua dulce líquida disponible en el planeta, es necesario incorporar de manera estratégica el componente hídrico subterráneo en la gestión del agua.

No obstante, el volumen de agua subterránea con que cuenta el país no ha sido cuantificado en su verdadera magnitud, configurándose como un capital complementario al capital hídrico superficial. Este potencial debe ser debidamente estudiado y valorado cualitativa y cuantitativamente, ya que constituye una oferta alternativa, que, en muchas áreas, ya está siendo utilizado sin planificación ni manejo. La Figura 1.15. muestra las áreas de Colombia que se han identificado con potenciales importantes de agua subterránea.

Sólo el 30% del territorio nacional ha sido cubierto por estudios regionales para conocer las características generales de los acuíferos como son algunas áreas de la Guajira, Sucre, San Andrés, Providencia y Santa Catalina; Boyacá, Urabá, Cundinamarca, Valle del Cauca, Magdalena, Risaralda, Santander, Norte de Santander, Cesar, Antioquia y Quindío (Figura 1.16.). Se requiere adelantar estudios que definan con mayor precisión la oferta del recurso (disponibilidad espacial y temporal en cantidad y calidad) y su potencial. Las Corporaciones Autónomas, conjuntamente con IDEAM e INGEOMINAS gestionan programas para explorar el 70% restante del país en lo que respecta a rocas sedimentarias; así mismo, se

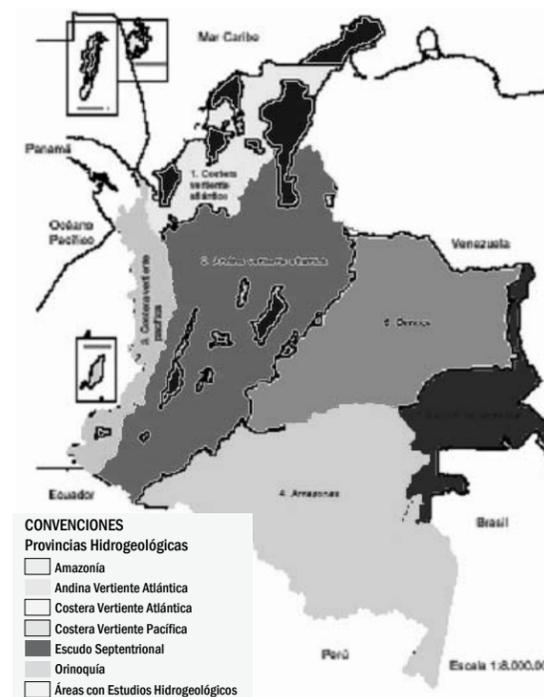


Figura 1.15. Provincias Hidrogeológicas de Colombia. Fuente: INGEOMINAS. 1995

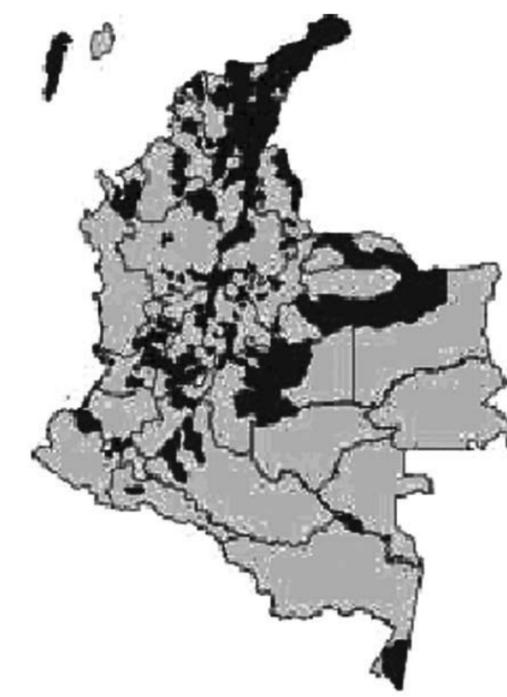


Figura 1.16. Mapa de uso de Aguas subterráneas en Colombia. Fuente: IDEAM, 2003. Estudio Nacional del Agua

requiere explorar el 100% de las rocas ígneas y metamórficas, fortalecer la capacidad de adquirir y procesar la información relacionada con las características hidrogeológicas e hidroquímicas de los diferentes tipos de acuíferos y elaborar modelos matemáticos de comportamiento de los sistemas que permitan realizar evaluaciones sobre los mismos.

Más de 190 municipios del país dependen exclusiva o parcialmente del agua subterránea, para abastecer sus requerimientos de agua potable, lo cual representa un total aproximado de 30.000 pozos profundos conocidos por las autoridades ambientales, de estos, sólo el 20% están legalizados, todos estos pozos en conjunto representan una producción aproximada de 3.547 millones de metros cúbicos de agua dulce por año, para abastecer aproximadamente al 25% de la población de Colombia.

La sostenibilidad de los recursos hídricos subterráneos en Colombia está amenazada por problemas asociados a su conservación y explotación: contaminación bacteriológica y orgánica, intensa urbanización, falta de planificación de los sistemas viales, de drenajes y desagües apropiados, deficiente construcción de pozos sépticos en zonas de creciente expansión urbana y bajo porcentaje de cobertura de sistemas de alcantarillado, disposición inadecuada de residuos industriales y mineros, contaminación producida por la actividad petrolera, intrusión salina en acuíferos costeros, inadecuado uso del suelo, desprotección de zonas de recarga, ausencia de Planes de Ordenamiento de Cuencas.

En Colombia, el manejo del recurso hídrico para abastecimiento humano, está reglamentado por la Constitución Política de Colombia (Artículos 78 al 80), Decreto Ley 2811 de 1974, Ley 9 de 1979, Decreto 1594 de 1984, Decreto 1541 de 1978, Ley 99 de 1993, Ley 142 de 1994, Ley 373 de 1997, Ley 715 de 2001, documento Conpes

3177, de 2002, Ley 812 de 2004, la Resolución 340 de 2004 y El Plan Nacional de Exploración, de 2005.

1.5. Los bosques y el agua

Los bosques protegidos resultan vitales para el abastecimiento de agua limpia más económica para las ciudades más grandes del mundo según nuevo reporte del Banco Mundial y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, 2005). Un nuevo estudio hecho público por la Alianza Banco Mundial-WWF para la conservación y el uso sostenible de los bosques, muestra que la protección de las zonas boscosas proporciona un medio eficaz, en sentido de costo, para el abastecimiento de agua potable de alta calidad en muchas de las ciudades más grandes del mundo, entregando importantes beneficios económicos y de salud a las poblaciones urbanas.

Una buena parte de las ciudades más grandes del mundo dependen para muchas de sus necesidades del agua potable de los bosques. Entre los principales beneficios de contar con bosques naturales está la minimización del riesgo de deslizamientos de tierra, control de la erosión y sedimentación, y el mejoramiento de la calidad del agua, filtrando productos contaminantes como los pesticidas y en algunos casos, capturando y almacenando agua en los periodos húmedos y regulando la oferta necesaria en los periodos secos. La adopción de alguna estrategia para su protección, puede significar grandes ahorros, resultando ser mucho más económico proteger los bosques que construir plantas de tratamiento de aguas. En la ciudad de Nueva York, la adopción de tal estrategia resulta siete veces más económica que construir y operar una planta de tratamiento. Con más de mil millones de habitantes en el mundo en su mayoría pobres aún sin agua potable ni condiciones sanitarias aceptables.

Algunas ciudades que actualmente cuentan con abastecimientos inseguros de agua, deberían proteger, manejar, y si fuera necesario, recuperar los bosques en lugares estratégicos. Esto ayudaría tanto a asegurar el abastecimiento de agua limpia, como a ahorrar miles de millones de dólares. Sin embargo, el agua potable de calidad para los habitantes de las ciudades no debería lograrse a expensas de la gente que habita en las zonas de recarga. Más aún, cualquier esquema de protección o manejo debería negociarse íntegramente con las partes locales interesadas.

El desarrollo de los procesos de apropiación del territorio colombiano ha conducido a una importante transformación de los ecosistemas originarios, a través de procesos de colonización y establecimiento de sistemas productivos en alta medida extractivos y deteriorantes de la cobertura vegetal. Han sido especialmente afectados los bosques húmedos tropicales, bosques secos, bosques andinos, páramos, sabanas del Caribe y Orinoquía y los ecosistemas de manglar. (Plan de Acción Nacional de Lucha contra La Desertificación y La Sequía en Colombia. -PAN-, 2004)

A pesar de los esfuerzos para la conservación de estos ecosistemas, persisten procesos de transformación, fragmentación y pérdida por actividades antrópicas, constituyéndose en una de las principales causas directas de pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y disminución de bienes y servicios ambientales, como la regulación hídrica, la protección de suelos y el suministro de agua para consumo humano y procesos productivos importantes para el desarrollo local de muchas comunidades.

De acuerdo con los reportes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 26% de la superficie terrestre de Colombia se encuentra in-

tensamente intervenida y 15% parcialmente intervenida con agroecosistemas. Entre los años 1985 y 1995 se transformaron unas 547.940 hectáreas de bosques y 110.831 hectáreas de páramo. De otra parte, las sabanas y los agroecosistemas habrían aumentado sus áreas en 8.456 hectáreas y 866.335 hectáreas respectivamente.

Las zonas secas del país ocupan una extensión continental de 245.342 Km². Una de las coberturas vegetales características de estas zonas, el bosque seco tropical, está considerado entre los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos de Colombia. Algunos estimativos señalan que de bosques secos a subhúmedos solo existen cerca de 1.200 km² de su cobertura original 80.000 km². Con relación a los matorrales xerofíticos y de desiertos, que tenían un área original de 11.000 km², en la actualidad solo quedan 9.500 km².

La desertificación: El suelo es un recurso natural vivo que cumple unas funciones dentro del ecosistema como es servir de medio de soporte donde se reciclan los nutrientes para mantener una cubierta vegetal natural específica, y por lo tanto una biomasa, una edafofauna y flora, y un microclima; donde se regula y almacena el agua del ciclo hídrico y en donde en conjunto se establece una dinámica de flujo de materia y energía que identifican un ecosistema.

Desde el punto de vista socioeconómico y cultural, es un recurso natural finito que ofrece bienes y servicios dentro de una dinámica ecosistémica, es el escenario de diferentes actividades humanas, agropecuarias, mineras, industriales, asentamientos e infraestructura, y es el receptor de vertimientos y residuos de dichas actividades. El desarrollo no sostenible de estas actividades sumado a los cambios climáticos globales, está produciendo procesos de deterioro de este recurso y la consecuente desertificación.

De acuerdo a los reportes del Plan de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en Colombia (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005), en el país el 78.9% de las zonas secas presentan algún nivel de desertificación derivado principalmente de procesos de erosión y salinización. Con relación a la compactación de los suelos, se puede decir que aproximadamente el 23% del territorio nacional es altamente susceptible a este fenómeno presentándose principalmente en los valles interandinos, el Caribe y la Orinoquía (Tabla 1.8). No se cuenta aun con información puntual o precisa sobre la intensidad de los procesos de degradación de tierras por contaminación. Con relación a la intensidad a la erosión, 48% del territorio nacional está afectado por este fenómeno, en zonas secas se encuentra el 50% de las categorías de procesos erosivos más severos. Las categorías de intensidad moderada, alta y muy alta cubren grandes extensiones en la región Caribe, las sabanas de Meta, Arauca y Vichada, y los valles interandinos de los ríos Magdalena y Cauca. De otra parte los suelos

| Número | Territorio | Área Departamento (km ²) | Área con desertificación (km ²) | Porcentaje de degradación (%) | Bajo (%) | Moderado (%) | Alto (%) | Muy Alto (%) |
|--------|------------|--------------------------------------|---|-------------------------------|----------|--------------|----------|--------------|
| 1 | Antioquia | 63,307 | 3,470 | 5.5 | 2.0 | 2.0 | 1.4 | 0.1 |
| 2 | Atlántico | 3,324 | 3,101 | 93.3 | 12.6 | 7.9 | 28.9 | 43.9 |
| 3 | Bogotá, DC | 1,642 | 166 | 10.1 | 3.3 | 1.5 | 5.3 | 0.0 |
| 4 | Bolívar | 26,644 | 11,175 | 41.9 | 19.3 | 7.8 | 9.9 | 5.0 |
| 5 | Boyacá | 23,076 | 4,379 | 19.0 | 5.4 | 3.2 | 8.1 | 2.3 |
| 6 | Caldas | 7,444 | 379 | 5.1 | 2.9 | 1.0 | 1.1 | 0.0 |
| 7 | Casanare | 44,435 | 136 | 0.3 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |

Tabla 1.8. Departamentos colombianos con procesos de desertificación y niveles de afectación (IDEAM-MAVDT, 2003)

| Número | Territorio | Área Departamento (km ²) | Área con desertificación (km ²) | Porcentaje de degradación (%) | Bajo (%) | Moderado (%) | Alto (%) | Muy Alto (%) |
|--------|-------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------|----------|--------------|----------|--------------|
| 8 | Cauca | 29,883 | 2,155 | 7.2 | 0.8 | 0.9 | 4.4 | 1.1 |
| 9 | Cesar | 22,614 | 15,612 | 69.0 | 15.3 | 15.3 | 18.1 | 20.4 |
| 10 | Córdoba | 25,061 | 14,002 | 55.9 | 4.9 | 12.1 | 16.3 | 22.5 |
| 11 | Cundinamarca | 22,490 | 6,071 | 27.0 | 8.5 | 9.8 | 7.2 | 1.5 |
| 12 | Chocó | 47,321 | 24 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | Guainía | 70,679 | 149 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | Guaviare | 55,080 | 817 | 1.5 | 0.3 | 0.0 | 1.2 | 0.0 |
| 15 | Huila | 19,240 | 5,722 | 29.7 | 6.9 | 3.7 | 13.7 | 5.4 |
| 16 | La Guajira | 20,506 | 17,943 | 87.5 | 6.4 | 11.1 | 16.2 | 53.7 |
| 17 | Magdalena | 23,076 | 17,160 | 74.4 | 19.4 | 23.5 | 9.4 | 22.0 |
| 18 | Meta | 86,047 | 33,296 | 38.7 | 2.5 | 17.6 | 18.6 | 0.0 |
| 19 | Nariño | 30,832 | 2,162 | 7.0 | 1.4 | 0.9 | 4.0 | 0.8 |
| 20 | Norte de Santander | 21,995 | 2,612 | 11.9 | 4.6 | 3.1 | 2.5 | 1.7 |
| 21 | Quindío | 1,948 | 28 | 1.4 | 0.4 | 1.0 | 0.1 | 0.0 |
| 22 | Risaralda | 3,599 | 57 | 1.6 | 0.1 | 0.0 | 1.5 | 0.0 |
| 23 | Santander | 30,475 | 3,262 | 10.7 | 2.7 | 2.6 | 5.1 | 0.3 |
| 24 | Sucre | 10,719 | 6,615 | 61.7 | 10.4 | 1.9 | 11.8 | 37.7 |
| 25 | Tolima | 24,061 | 7,696 | 32.0 | 8.5 | 6.4 | 7.5 | 9.5 |
| 26 | Valle del Cauca | 21,277 | 5,011 | 23.6 | 8.2 | 1.5 | 9.1 | 4.8 |
| 27 | Vichada | 99,874 | 29,899 | 29.9 | 1.8 | 9.6 | 18.6 | 0.0 |
| | Colombia | 1,141,782 | 193,099 | 16.91 | 3.0 | 4.4 | 6.1 | 3.5 |
| | Totales (27 municipios) | 836,649 | 193,099 | 23.08 | 4.1 | 6.0 | 8.3 | 4.8 |

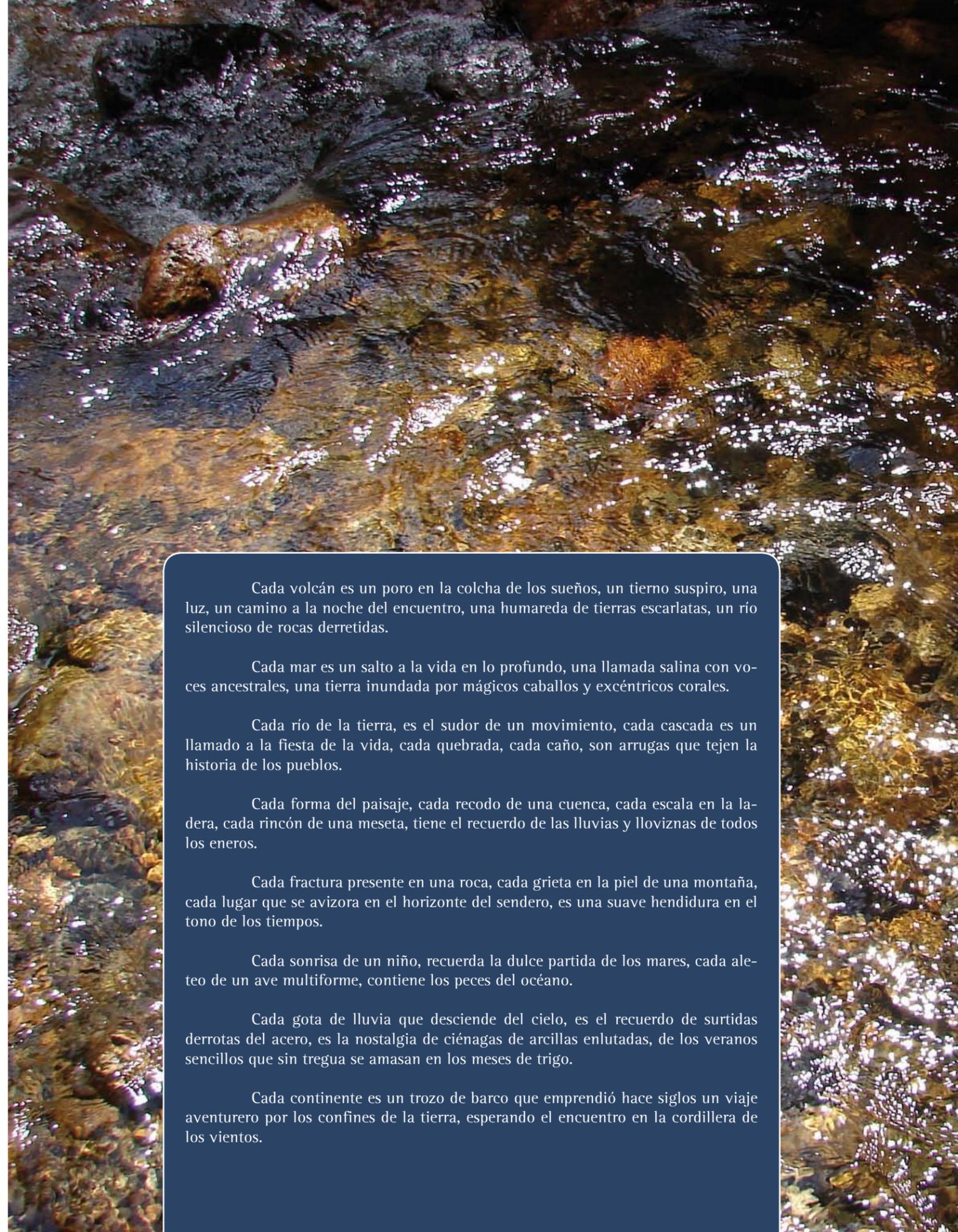
Tabla 1.8. Continuación



Figura 1.17. Degradación de suelos y tierras por Desertificación. Fuente: MAVDT, 2001

susceptibles a la salinización cubren una extensión de 86.592 Km² de los cuales 78.277 Km² están en zonas secas, es decir el 90.39%. Las zonas susceptibles a la salinización abarcan gran parte de la región Caribe, los valles interandinos (ríos Magdalena y Cauca) y los altiplanos donde se desarrolla actualmente y se tiene proyectado ampliar la producción intensiva del país.

Se requiere también una mejor aplicación del estatus de protección, ya que muchos de los bosques protegidos que rodean las grandes ciudades se ven afectados por actividades nocivas, como el mal uso de la tierra y la tala ilegal y no planificada. Los países pueden obtener importantes beneficios económicos protegiendo las zona de recarga acuífera de los principales sistemas hídricos identificados. La conservación de zonas completas de recarga acuífera para proteger el abastecimiento de agua a las ciudades nos da un buen ejemplo de cómo la inversión en salud ambiental beneficia a la gente y a la naturaleza. En el caso de muchas ciudades, el tiempo se acaba: proteger los bosques que rodean las zonas de recarga ya no es un lujo, sino una necesidad. Una vez que desaparezcan, los costos de abastecimiento de agua potable limpia y segura a las zonas urbanas crecerán de manera dramática.



Cada volcán es un poro en la colcha de los sueños, un tierno suspiro, una luz, un camino a la noche del encuentro, una humareda de tierras escarlatas, un río silencioso de rocas derretidas.

Cada mar es un salto a la vida en lo profundo, una llamada salina con voces ancestrales, una tierra inundada por mágicos caballos y excéntricos corales.

Cada río de la tierra, es el sudor de un movimiento, cada cascada es un llamado a la fiesta de la vida, cada quebrada, cada caño, son arrugas que tejen la historia de los pueblos.

Cada forma del paisaje, cada recodo de una cuenca, cada escala en la ladera, cada rincón de una meseta, tiene el recuerdo de las lluvias y lloviznas de todos los eneros.

Cada fractura presente en una roca, cada grieta en la piel de una montaña, cada lugar que se avizora en el horizonte del sendero, es una suave hendidura en el tono de los tiempos.

Cada sonrisa de un niño, recuerda la dulce partida de los mares, cada aleteo de un ave multiforme, contiene los peces del océano.

Cada gota de lluvia que desciende del cielo, es el recuerdo de surtidas derrotas del acero, es la nostalgia de ciénagas de arcillas enlutadas, de los veranos sencillos que sin tregua se amasan en los meses de trigo.

Cada continente es un trozo de barco que emprendió hace siglos un viaje aventurero por los confines de la tierra, esperando el encuentro en la cordillera de los vientos.

Cada país es una fiesta de formas y colores, de montañas y llanuras, de valles y quebradas, de lluvias, nubes y armaduras, de vientos y chubascos, de huracanes y desiertos, de pieles doradas y oscuras como el miedo, de voces repletas de frases y de acentos

Cada ciudad es una cueva, un bosque, una montaña, un río de historias y canciones, una mina cerrada, un caracol hueco, un alambique viejo, una raíz de la tierra humedecida por los cantos de pájaros tiernos.

Cada casa habitada por el hombre, cada tapia, cada muro de ladrillos puestos, cada refugio de hormigas y armadillos, contiene la historia de una roca triturada, de la arena de una playa lejana o de las viejas formas y colores de un monte de los andes.

Cada ventana que recibe la luz de la mañana, cada mesa que recoge los frutos y sabores de la tierra, es un árbol que agitó una mariposa o donde creció un pájaro silvestre.

Cada puerta tiene su origen en una mina de aluminio, de níquel o de hierro, o de algún otro metal que reposaba silencioso en los corrales donde reverbera la miel del mediodía.

Cada calle, cada muro de ciudad, algún día fue parte de una vieja caverna, un dinosaurio o de un bosque de ríos peregrinos, de una estrella distante, del pájaro de un árbol, de su trino.

Cada cable que transmite electrones saltarines, alguna vez fue una piedra mineral que condujo los influjos de la historia de los tiempos.

Cada bombilla de tungsteno es la fragmentación de un paisaje en alguna parte del mágico y desconocido planetario, cada rayo que sale de su seno, es un rayo arrancado del corazón del universo.

La tierra es un bardo, una enseñada, una colina redonda, una vaguada, un solsticio de invierno, una morada, una ladera convexa, una esfera de agua, un vórtice de aire, un remolino de fuego, un temblor en Hispania, un cataclismo en Arabia, un volcán excitado por la luna.

La tierra es un juego milagroso de la vida, una muerte, un encuentro, un nacimiento, una feria de olvidos insondables, un balón de casquetes azabaches, un Miró sumergido en una estrella con forma de cometa, un certero poema, un científico acertijo, un guayacán que celebra animado los brotes del invierno.

La tierra es la casa del sueño, de los sueños de todos y de todos los sueños, de todas las vigiliadas, de todos los recuerdos, es la única morada que quieren nuestros cuerpos.

La tierra es un ojo de Andrómeda que llora la falta de amor hacia los cedros.



2. NECESIDAD DE PENSAR INTEGRALMENTE LAS ACCIONES AMBIENTALES

Hoy, cuando este desarrollo tecnológico y económico nos está acercando a los límites del crecimiento y de la sustentabilidad, es necesaria una señal humana de civilización, vale volver la mirada sobre nuestros propios modelos de pensar, producir conocimientos, organizar instituciones, valorar las relaciones entre los hombres y de éstos con la naturaleza. La enorme cantidad de alertas y propuestas de cambios de paradigmas exige una nueva propuesta para buscar las preguntas adecuadas. Como lo plantea Claude Levi en su obra *Mitológicas*: “No olvidemos tampoco que para la ciencia no puede haber verdades adquiridas. El sabio no es el hombre que suministra las respuestas verdaderas: es el que plantea las verdaderas preguntas”. En la diversidad de respuestas culturales respecto al agua, tanto del pasado como del presente, podemos encontrar algunos caminos perdidos o nuevos caminos para enfrentar la “crisis del agua”, que no es ni más ni menos que la crisis de la vida; es decir, nuestra crisis. Se requiere de manera urgente escribir la nueva historia, no reescribir la edad de piedra, o la del bronce, o del hierro, sino la nueva historia, la de la edad del agua.

El agua dulce es un recurso indivisible. El aprovechamiento a largo plazo de los recursos de agua dulce requiere una ordenación global y un reconocimiento de la interrelación de los elementos relacionados con su cantidad y calidad.

Hay pocas regiones del mundo que no presenten problemas por pérdida de fuentes potenciales de agua dulce, degradación de la calidad del agua y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Los aspectos que más influyen en la calidad del agua de ríos y lagos son, en orden de importancia variable según las distintas situaciones, el vertido de aguas residuales domésticas mal tratadas, los controles inadecuados de los desechos industriales, las pérdidas y destrucción de las zonas de captación, la ubicación imprudente de las industrias, la deforestación, la agricultura migratoria y los malos métodos de cultivo. Estas circunstancias producen la lixiviación de nutrientes y plaguicidas. Los ecosistemas acuáticos se ven perturbados y los recursos vivos de agua dulce amenazados.



“Y todo aquello unido era el río, todas las voces, los fines, los anhelos, los sufrimientos, los placeres; el río era la música de la vida. Y cuando Sidharta escuchaba con atención el río, podía oír esa canción de mil voces; y si no escuchaba el dolor ni la risa, si no ataba su alma a una de aquellas voces y no penetraba su yo en ella ni oía todas las tonalidades, entonces percibía únicamente el total, la unidad”.

Hermann Hesse, Sidharta.

“En determinadas circunstancias, también influyen en los ecosistemas acuáticos los proyectos de explotación de los recursos hídricos, como las grandes presas, la desviación del curso de los ríos y los sistemas de riego. La erosión, la sedimentación, la deforestación y la desertificación han tenido por consecuencia un aumento de la degradación de las tierras y la creación de embalses ha surtido en algunos casos efectos negativos sobre los ecosistemas. Muchos de esos problemas han surgido debido a un modelo de desarrollo que destruye el medio ambiente por la falta de conocimientos y de educación del público en cuanto a la protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos” (UNESCO, PHI, 2005).

Los ecosistemas naturales, ricos en diversidad y con un papel fundamental en el ciclo del agua, deben ser protegidos. En muchas regiones hay numerosas presiones sobre los ecosistemas de agua dulce que dan lugar a su rápido deterioro, afectando las actividades agropecuarias, la economía, el bienestar humano y el desarrollo. Para invertir esta tendencia, la protección de los ecosistemas y la diversidad debe convertirse en un componente fundamental de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).

Los efectos sobre la ecología y la salud humana son las consecuencias mensurables, aunque los medios de que se dispone para vigilarlos son muy insuficientes o inexistentes. Hay un desconocimiento general de los vínculos existentes entre el aprovechamiento, la ordenación, la utilización y el tratamiento de los recursos hídricos y los ecosistemas acuáticos. Es imprescindible adoptar un enfoque preventivo a fin de evitar posteriores medidas costosas de rehabilitación, tratamiento y aprovechamiento de nuevas fuentes de agua.

El 4 de septiembre del 2002 se llevó a cabo la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible en Johannesburgo, donde se crearon compromisos para mejorar la calidad de vida de las personas que viven en la pobreza y para frenar y revertir la continua degradación del ambiente global. El tema central de la cumbre fue promover la acción y el progreso. Los compromisos se hicieron para el acceso al agua limpia y saneamiento apropiado con el fin de aumentar el acceso a los servicios de energía, mejorar las condiciones de salud y agricultura, y para proteger la biodiversidad mundial y los ecosistemas.

2.1. Complejidad y orientación de la Gestión

“Sois parecidos a sabios muy serios que anotan con cuidado los movimientos de los peces, pero que no han descubierto que viven en el agua”.

André Malraux, *La Tentación de Occidente*.

La lección que siempre debe repasarse: El Decreto Ley 2811 de 1974 -Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (CNRNR)-, parte de un principio fundamental: “El ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos”. Está claro entonces que en Colombia, desde hace más de treinta años se ha reconocido que el estado y los particulares deben participar en la preservación y manejo de los recursos naturales y el ambiente en general, dado su carácter de utilidad pública

e interés social así como en la preservación y manejo de los recursos y el ambiente. Con base en el principio anterior, el CNRNR tiene por objeto:

“(…) Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional. Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos. Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la administración pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y de ambiente (...)”.

Un abastecimiento adecuado de agua potable es sólo uno de los papeles que desempeña el agua para satisfacer las necesidades básicas y contribuir al desarrollo. Se requiere analizar las condiciones actuales y las demandas de agua para la alimentación, la salud, la industria y la energía, pues la creciente competencia entre estas demandas obligará a buscar soluciones integradas que garanticen su disponibilidad en cantidad y calidad adecuadas para satisfacer cada una de estas necesidades de manera sostenible.

De acuerdo al Banco Mundial (1998), para en el manejo de los recursos hídricos se identifican cuatro tipos de estrategias de acción generales:

1. Desarrollo de los recursos hídricos orientados a proyectos. Se caracteriza por dar prioridad a proyectos aislados de agua potable, irrigación, generación de energía hidroeléctrica, navegación, recreación, por lo que los beneficios son individuales para cada uno de ellos.

2. Desarrollo subsectorial de los recursos hídricos. En este caso, se identifican proyectos para usos similares concebidos en un marco subsectorial, por lo que los beneficios se maximizan y se identifican fuentes de agua. La mayor parte de los proyectos surgen de planes maestros de agua potable, riego y saneamiento.

3. Manejo subsectorial de los recursos hídricos. Los problemas relativos al uso del agua son resueltos mediante innovación institucional o proyectos de infraestructura. Los proyectos son identificados a través de la modernización de los programas del Estado o de una reestructuración subsectorial.

4. Gestión integrada de los recursos hídricos. Los proyectos son resultado de un proceso que considera todos los usos del agua, incluido el medio ambiente y los conflictos entre los usuarios de cada sector. En este enfoque, los problemas asociados al uso son resueltos mediante una mayor oferta, pero también mediante la innovación institucional y la Gestión de la demanda. Las decisiones son tomadas dentro de la cuenca y existe una gran participación social en la solución de los problemas.

Reconociendo la modificación de la manera en que se considera el agua, que ha pasado de compartimentos fragmentados de investigaciones científicas a un enfoque más global e integrado, que considere la gestión del agua como un fenómeno de interacción entre los sistemas en peligro y los problemas sociales; queda claro que ha

faltado una investigación a fondo sobre asuntos como: ¿Qué sucede, por ejemplo, en las intersecciones de los diferentes ecosistemas hídricos? Algunas de las interacciones en las que habrá que profundizar son las que se producen entre las aguas superficiales y las freáticas; la parte atmosférica y la terrestre del ciclo hidrológico; el agua dulce y el agua salobre; las cuencas hidrográficas considerando las divisorias de agua subterránea; la evaluación de la oferta en términos de cantidad y calidad; la ciencia hidrológica y las políticas para la administración del recurso; y las relaciones existentes entre el agua, la civilización y la cultura (Figura 2.1).

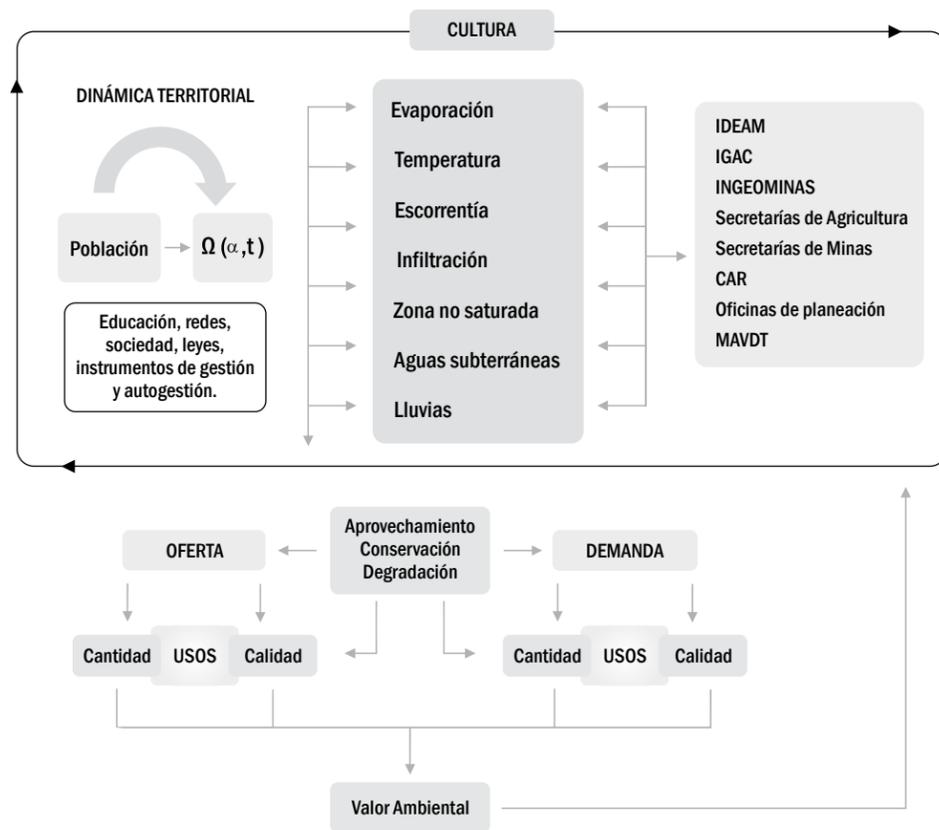


Figura 2.1. Sistema Hidrológico Ambiental

2.2. La hidrodiversidad

La parte III del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables –Decreto Ley 2811 de 1974–, reconoce en su artículo 77 referente a las disposiciones que regulan el aprovechamiento de las aguas no marítimas en todos sus estados y formas, los siguientes tipos de agua: Las meteóricas, es decir las que están en la atmósfera; las provenientes de lluvia natural o artificial; las corrientes superficiales que vayan por cauces naturales o artificiales; las de los lagos, ciénagas, lagunas y embalses de formación natural o artificial; las edáficas; las subterráneas; las subálveas; las de los nevados y glaciares y las ya utilizadas o servidas. Con excepción de las meteóricas y de las subterráneas, las demás se consideran superficiales y pueden ser detenidas, cuando están acumuladas e inmóviles en lagos, lagunas, pantanos, charcas, ciénagas, estanques o embalses; y corrientes, cuando escurren por cauces naturales o artificiales.

Es necesario reconocer el carácter multidiverso del agua (Figuras 2.2 a 2.7). El agua como recurso y como fuente de recursos, el agua como sustancia esencial del desarrollo y a su vez como un factor de riesgo asociado a procesos naturales. El agua siempre ha estado presente en la cultura de los pueblos a través de mitos y leyendas; su carácter diverso genera referentes que van desde la gota de lluvia al mar, pasando por la brisa, el rocío, la tormenta, el arroyo, la creciente, la laguna, el embalse, el nacimiento, el pozo, el aljibe y el desierto. Se reconoce su multiplicidad de usos que van desde sustancia para calmar la sed y como sustancia purificadora, como solvente universal. En los poblados y ciudades el agua se lleva los desechos de las casas e industrias, constituye un medio de comunicación y posee otras funciones menos evidentes como regular el clima de la tierra, generar gran parte de la energía requerida y purificar la atmósfera mediante una serie de fenómenos complejos incluido la lluvia.



Figura 2.2. El agua como recurso y como fuente de recurso. La compleja interacción entre uso, sustento humano y preservación. Foto: Estela Cárdenas.



Figura 2.3. Fuente de alimentación, transporte e inspiración



Figura 2.4. Río Tapartó, Suroeste Antioqueño. Los procesos naturales y la intervención humana



Figura 2.5. El riesgo de la abundancia



Figura 2.6. Las huellas de la escasez



Figura 2.7. Los múltiples usos. (Cortesía de Eloisa Mejía)

2.3. La cuenca hidrográfica

Así como Tolstoi dice que la aldea es el universo de lo humano, podemos decir que la cuenca hidrográfica es el escenario fundamental del agua. La cuenca es un espacio complejo de interacciones: Hombre - Naturaleza en el que se evidencia que todo está interconectado (Figura 2.8). Para alcanzar lo que se ha denominado sostenibilidad de los recursos naturales y del medio ambiente, es necesario hacerlo en el escenario de la cuenca y avanzar a través de su conocimiento para poder definir estrategias ponderadas de conservación y utilización de los recursos y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de ellos.

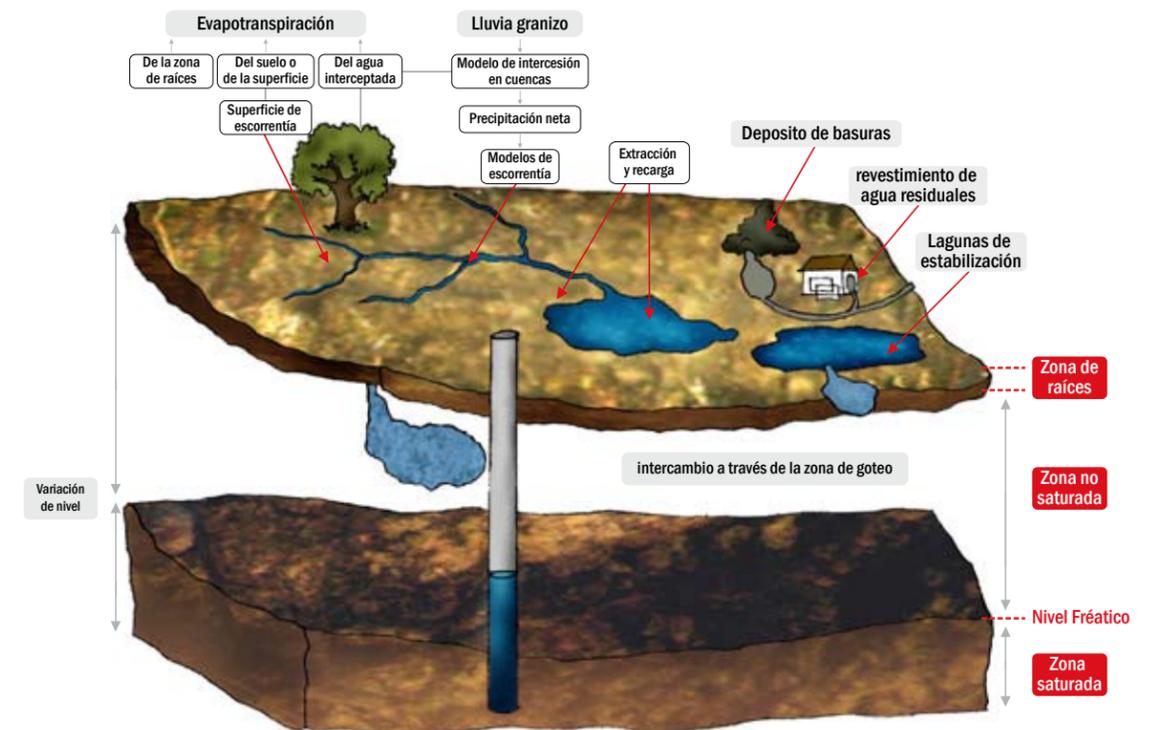


Figura 2.8. El ecosistema hídrico. (Mejía, 1996)

No obstante el concepto, o mejor el dominio espacial de lo que se denomina cuenca, no es sencillo si se tiene en cuenta que ella puede trascender el límite de la divisoria de escorrentía superficial, cuando se considera el medio subterráneo las áreas a través de las cuales el agua ingresa a los acuíferos -zonas de recarga-, o hacia donde escurre -zonas de descarga-, pueden ubicarse muy distantes de la zona de afluencia hacia las corrientes.

Entre los procesos que ocurren en una cuenca, la precipitación es uno de los elementos constitutivos y quizás uno de los principales factores que inciden en el clima, la morfometría de la cuenca y la formación de suelos. Adicionalmente, su importancia radica en que es fuente de información para el análisis de múltiples variables como temperatura, humedad, radiación solar, evapotranspiración potencial y real, brillo solar, balance hídrico, las cuales coadyuvan a obtener información clave en la planeación del aprovechamiento y manejo sostenido de los recursos hídricos, la planificación del uso de la tierra y la clasificación general de los suelos entre otros (Figuras 2.9 y 2.10). Su

distribución influye toda actividad económica y social, por esta razón la importancia de establecer su distribución y la necesidad de conocer su régimen durante el año.

La situación actual exige reconocer y entender que un río es mucho más que un canal de desechos, al igual que un bosque es mucho más que un almacén de madera. Entender los valores sociales, culturales y de identidad, tanto territorial como colectiva de los ríos, los acuíferos, los lagos y los humedales; conocer la compleja pirámide de vida que albergan; apreciar la importancia de los equilibrios y funciones del ciclo hidrológico natural y los servicios que nos brindan; recuperar el sentido lúdico y el valor estético del agua, tanto en la naturaleza como en nuestros entornos urbanos; sin olvidar las utilidades económicas del agua como recurso productivo, conforma las claves de una nueva cultura, de un nuevo y necesario enfoque interdisciplinario, un enfoque que busca más allá de asegurar un uso razonable, social, equitativo y eficiente del agua como recurso, garantizar una gestión sostenible de los eco-sistemas hídricos, desde la coherencia y complejidad que representan las cuencas hidrográficas como unidad natural de gestión de las aguas continentales.

Los sistemas de gestión del agua deben basarse en un concepto de integridad, a partir de una concepción territorial de cuenca, de usos compatibles y sustentabilidad del recurso. La priorización de los usos del agua debe basarse en mecanismos participativos que permitan garantizar su conservación y el acceso equitativo. Los proyectos de gestión sustentable requieren de información pública sobre el estado actual y disponibilidad de las aguas superficiales y subterráneas, información hoy en día casi inexistente, poco sistematizada y de difícil o costoso acceso. Para la gestión en cuencas hidrográficas, los planes, programas, procesos y proyectos que allí se ejecuten deben tener como ejes estructurales la educación ambiental, la participación comunitaria y la comunicación; construidos estos ejes con y desde los actores comprometidos. Por esta razón, se debe contar con una política que incorpore como mínimo los siguientes tres aspectos de administración de cuencas:

- Lineamiento ambiental para la administración.
- Lineamiento organizacional para la administración.
- Lineamiento básico instrumental para la evaluación, control y monitoreo.

Adicionalmente, es necesario entender y reconocer los diferentes componentes de la gestión cotidiana, que por su carácter debe ser ordenada, sistémica y perma-

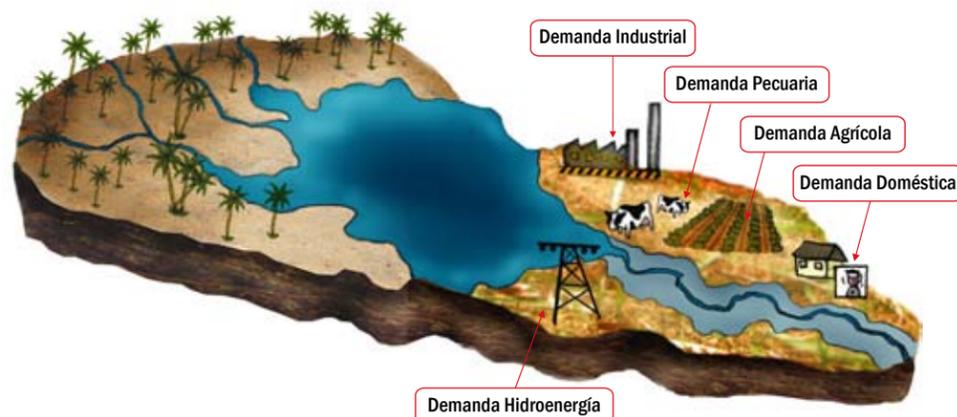


Figura 2.9. La Gestión de la demanda. Usos en conflicto.

nentemente documentada. Los componentes se traducen en acciones de manejo de cuencas que por su complejidad y ocurrencia poseen una jerarquía que puede ser de manera general la siguiente: concesiones de agua y regulación de descargas, protección de recursos naturales y control de fenómenos extremos, conservación y recuperación de recursos naturales, aprovechamiento de recursos naturales –agro-ecosistemas–, implementación de programas de gestión local de la demanda, desarrollo de infraestructura, instrumentación, implementación de instrumentos económicos, educación, ordenación de cuencas, declaratorias de agotamiento, reglamentación de corrientes y con todo lo anterior, contribuir al mejoramiento y sustentabilidad de la calidad de vida de la población.

Por el carácter ambiental y de sostenibilidad que deben tener los planes, se requiere tener en cuenta la escala de complejidad de acciones en un programa de manejo de cuencas, por lo que su elaboración se debe basar en los siguientes principios:

- **Prospectivo:** Sus objetivos deben ser de mediano y largo plazo
- **Participativo:** Debe ser el resultado de la participación, la concertación y debe darse en el marco del diálogo de saberes entre los técnicos y el colectivo comunitario.
- **Integralidad:** Se parte de que todas y cada una de las dimensiones que conforman el territorio están interrelacionadas unas con otras y por tanto su análisis debe hacerse de manera holística.
- **Equilibrio:** Busca una adecuada distribución de las actividades, una mejor organización del territorio y la posibilidad de usos de acuerdo a las necesidades de la población que habita en él.
- **Sustentabilidad ambiental:** Propone soluciones que garanticen el desarrollo social y económico en armonía con la naturaleza y protección del medio ambiente.
- **Diversidad étnica y cultural:** Reconocimiento, respeto y protección de la diversidad étnica y cultural de las comunidades que habitan el territorio.

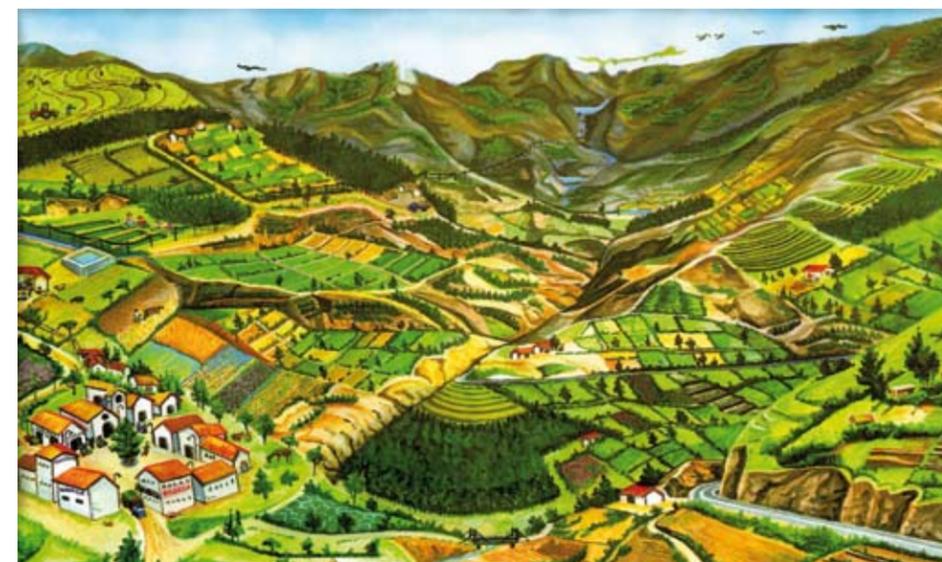


Figura 2.10. La cuenca como el escenario natural ambiental de la sociedad. (D'jeranni, 2002)

2.4. El agua subterránea

A pesar de que no existen datos completos acerca de la proporción de los abastecimientos de agua municipal y doméstica que provienen del recurso hídrico subterráneo, su importancia dentro del balance hídrico mundial, el bajo costo relativo de las obras de captación, la excelente calidad natural y la creciente disminución de la oferta hídrica superficial, justifican que las aguas subterráneas sean consideradas como una fuente atractiva de abastecimiento para múltiples usos.

Si bien el conocimiento es la base de una buena gestión ambiental, la cual comprende “Un conjunto de guías, normas, leyes, reglamentos y actuaciones dirigidas a sostener, conservar, proteger, restaurar y regenerar esos acuíferos(…)” (Custodio, 1996); está es precisamente la importancia de contar con instrumentos de gestión que permitan orientar las actuaciones y decisiones sobre una base técnicamente sólida en aspectos como: reglamentación del recurso, campañas de monitoreo de cantidad y calidad, implementación de procesos de capacitación y sensibilización, así como la toma de decisiones eficientes en el ejercicio de la autoridad ambiental.

Para que las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) –Entidades administradoras del recurso-, puedan contar con un sistema de gestión apropiado para los recursos hídricos subterráneos, se deben adelantar campañas sistemáticas de evaluación y reconocimiento del potencial hídrico; esto incluye el conocimiento integral de los acuíferos, la determinación de las zonas de recarga y las amenazas actuales y potenciales, con el fin de establecer su ordenamiento, las medidas de manejo requeridas para evitar deterioro y asegurar su sostenibilidad.

La posibilidad de usar el recurso hídrico subterráneo en cantidades tales que sea económicamente factible su uso, depende entre otros factores, de que existan excedentes en la precipitación que posibiliten la infiltración, de la existencia de zonas con extensiones representativas en las que afloren rocas o suelos con permeabilidades que permitan el flujo y almacenamiento subterráneo y finalmente de que exista población demandante del recurso o con potencial para su demanda. Dado que los aspectos citados anteriormente no necesariamente ocurren simultáneamente, es decir, no en todo el territorio existe una potencialidad alta en cuanto a la disponibilidad del recurso, que permita satisfacer las diferentes necesidades de la población y adicionalmente los recursos de inversión son escasos, se hace necesario pensar en establecer zonas prioritarias, con el objetivo de implementar modelos reales y posibles de gestión y administración de este recurso. Lo anterior implica, conocer las zonas con factibilidad de ocurrencia y donde y en que forma, es tradicionalmente usado por la población demandante.

El concepto de sostenibilidad se ha constituido en el punto de partida obligado para cualquier discusión relacionada con manejo y gestión de los recursos naturales. En particular, un sistema de agua y saneamiento es sostenible cuando a lo largo de su vida proyectada suministra el nivel deseado de servicio con criterios de calidad y eficiencia económica y ambiental, el cual debe ser financiado o cofinanciado por sus usuarios, con un mínimo razonable de apoyo externo y de asistencia técnica, y que es usado de manera eficiente sin que cause un efecto negativo al ambiente (Duque et al, 1998).

Las actividades económicas requieren y afectan los recursos naturales de diferentes maneras. Todo proceso productivo modifica física y químicamente la atmósfera, el agua y el suelo. El agua en sus diferentes estados de la materia constituye el transporte y vínculo entre todos los compartimentos ambientales y los seres vivos (Figura 2.11). Es

así como el agua se constituye en un componente esencial en las diferentes facetas de la actividad humana y por lo tanto fundamental en cualquier plan de desarrollo urbano o rural. En el complejo sistema que conforman los asentamientos humanos, las actividades domésticas, comerciales e industriales no pueden operar adecuadamente sin una disponibilidad y un aprovechamiento racional de los recursos hídricos, que a su vez se ven condicionados en su calidad y distribución temporal por los cambios de uso del suelo que la actividad humana provoca. Desde la perspectiva de una planificación integral del recurso surge la visión del agua como un elemento de uso múltiple y cuyos requerimientos y usos tienen una naturaleza dinámica en el tiempo, de aquí la importancia del dominio público del recurso, dado su papel estratégico como condicionante del proceso de desarrollo y su indispensable función social actual y futura.

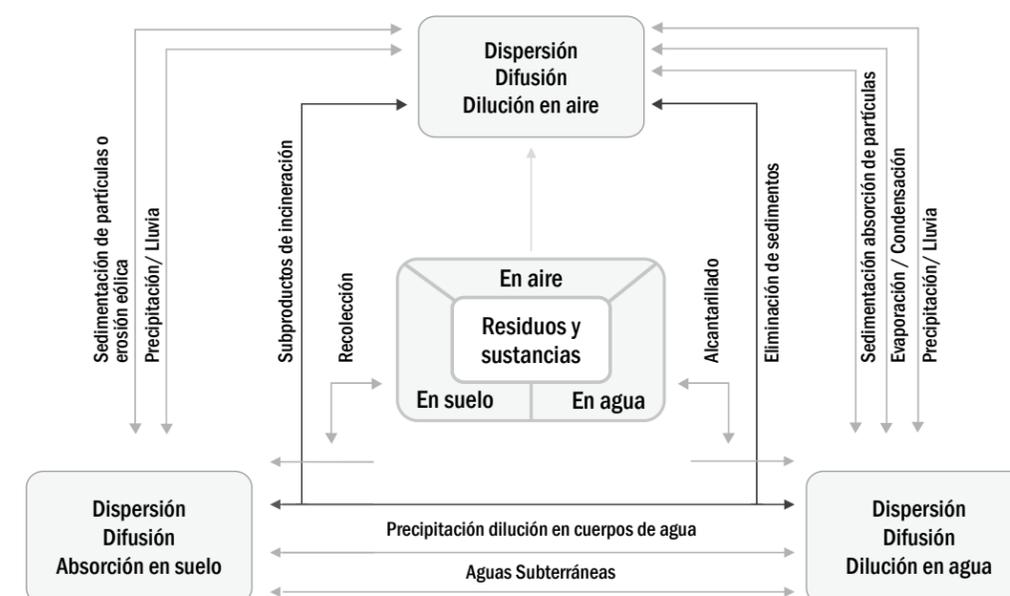


Figura 2.11. Ciclo de contaminantes en el medio ambiente como sistema complejo. Todo implica todo.

2.5. Los retos del saneamiento hídrico integral

La búsqueda de soluciones sostenibles ha llevado a comprender que los problemas no son solamente de orden tecnológico, sino que deben ser afrontados desde una visión integral. De ahí que se considere necesario tener presente que en la ejecución de cualquier proyecto entran en juego tres componentes fundamentales: una comunidad y sus formas organizativas prestadoras del servicio; unas condiciones ambientales que determinan la disponibilidad del recurso y las opciones tecnológicas fundamentadas en el conocimiento científico que facilitan el acceso al recurso y su mejoramiento. En este contexto el control de la contaminación juega un papel protagónico. El uso de una fuente de agua como receptor de desechos acarrea una disminución de la disponibilidad del recurso en términos de calidad que amenaza otros posibles usos aguas abajo del foco de contaminación. En tal sentido la contaminación puede interpretarse como un aumento de entropía del sistema que se manifiesta en el deterioro de la calidad del agua, y por ende, de la disponibilidad del recurso.

En concordancia, los objetivos de tratamiento desempeñan un rol fundamental en la sostenibilidad de los sistemas de control de contaminación hídrica. Por lo tanto, de manera coherente con el concepto de sostenibilidad enunciado, los objetivos de tratamiento para cada caso particular deben estimarse a partir de un análisis integral que contemple aspectos ambientales, técnicos, económicos y socioculturales (Figura 2.12). Desde esta perspectiva, la estimación de los objetivos de tratamiento se considera un proceso en el cual interactúan los diferentes actores: agente contaminador -industria, comercio, agricultura, residencias-, autoridad ambiental, organizaciones no gubernamentales -ONG- y otros usuarios.

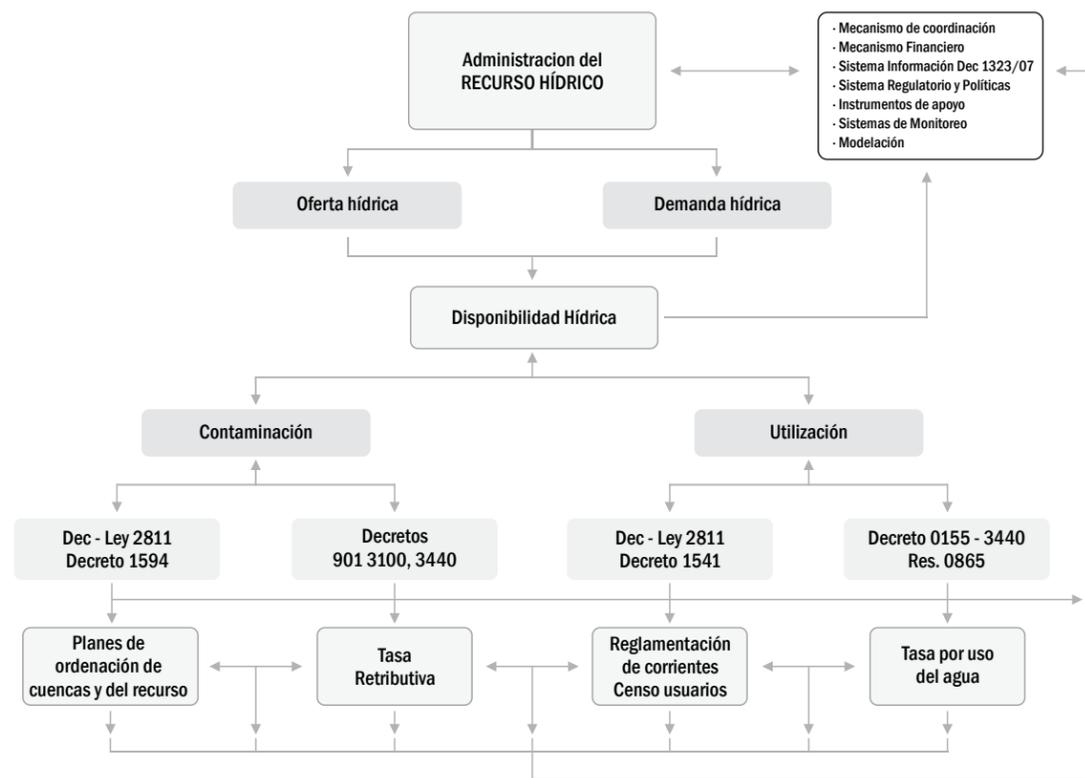


Figura 2.12. Un modelo de administración del recurso hídrico superficial. Fuente: Adaptado por Mejía de: CORANTIOQUIA BSC consultores, 2006.

2.6. La información y el conocimiento. Base de la gestión ambiental efectiva

El viejo adagio popular “No se puede administrar aquello que no se conoce” se ha convertido en una premisa básica para la administración de recursos naturales. La Ley 99 de 1993 se refiere al Desarrollo Sostenible como “(...) el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades”. De lo que se entienda por base de recursos (Figura 2.13), será la estrategia para administrar los recursos naturales y la construcción del sistema de información del recurso hídrico que se requiere.

En Colombia, a través de la denominada Séptima Estrategia del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR), se ha identificado la necesidad de avanzar en la tarea de diseñar e implementar un sistema de información del recurso hídrico, como un componente fundamental del sistema de información ambiental y de desarrollo territorial, el cual debe unificar y articular conceptos, criterios, planes, programas y líneas base sobre el estado y disponibilidad del agua, de tal forma que articule la gestión interinstitucional y establezca una dinámica funcional entre entidades en el marco de sus roles y funciones.

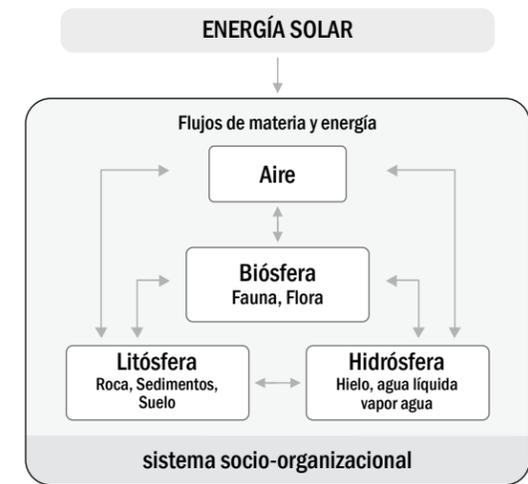


Figura 2.13. El Agua en sus diferentes estados como elemento regulador, unificador y dinamizador de materia y energía. (Mejía, 2000)

Dicho sistema será una valiosa herramienta en los diferentes procesos de planificación territorial y de gestión ambiental, integrará los indicadores básicos que permitan el seguimiento a las metas propuestas y permitirá identificar líneas de acción e investigación relevantes en relación con el recurso hídrico. Este sistema de información debe pues vincular los diferentes niveles -datos, Información, conocimiento y saberes- (Figura 2.14), de tal modo que puedan articularse a través de plataformas de comunicación que permitan establecer programas sostenibles de monitoreo, evaluación, control, vigilancia y socialización.



Figura 2.14. Estructura de la transformación de los diferentes niveles de la comunicación en el que se resalta el nivel de la información.

2.7. La Gestión local del agua

La columna vertebral de las políticas de gestión de la demanda son los Programas de Gestión de la Demanda de Agua (PGDA). Un PGDA es un conjunto de medidas multidisciplinarias concretas a aplicar sobre un abastecimiento a lo largo de un período de tiempo determinado con el fin de lograr al final del mismo una mejora previamente evaluada en la eficiencia del consumo de agua. Un PGDA sirve para resolver una situación prevista de insuficiencia futura (en cantidad y calidad) mediante una mejora en la eficiencia del uso del agua.

La Figura 2.15 ilustra la estructura de Gestión del agua mediante el enfoque de un PGDA.



Figura 2.15. El Programa de gestión de la demanda hídrica. (CEPAL, 2002).

La Gestión de la Demanda sólo es una opción de gestión. La previsión de la evolución futura de la gestión de un sistema de distribución de agua puede detectar una situación de insuficiencia tal como: falta de recurso, infraestructura, tratamiento, depuración, falta de capacidad de la red de distribución. Para constituir un instrumento útil debe estructurarse como un PGDA y contar con una metodología clara de valoración.

Es necesario reconocer que existen múltiples fases en la Gestión Integral de las cuencas o del agua si se quiere, pero adicionalmente es necesario cuando se trabaja sobre una cuenca específica, reconocer en cual de las fases del proceso nos encontramos (Figura 2.16). De acuerdo a este enfoque, CORANTIOQUIA posee un desarrollo en el primer componente, el de la Gestión sectorial del agua. No obstante, si se generan verdaderas estrategias de coordinación y gestión conjunta, dado el trabajo múltiple que se adelanta en la incorporación desde los diversos enfoques de la gestión ambiental, podría lograrse sin duda una consolidación de la gestión a nivel de cuencas o inclusive, para algunas zonas donde se ha avanzado diferencialmente, se alcanzaría nivel de gestión de recursos naturales.

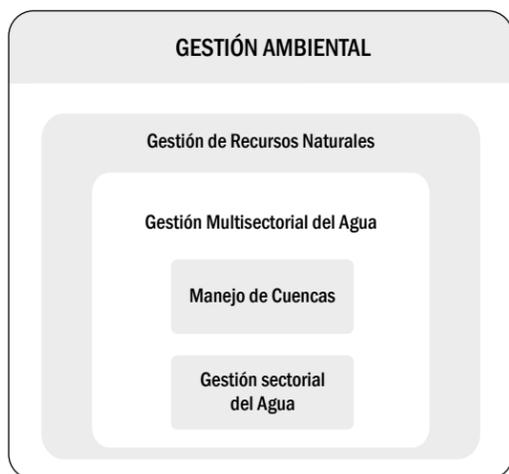


Figura 2.16. Proceso evolutivo y componentes de la Gestión del Recurso Hídrico. (Adaptado por Pérez de D'jeranni)

Como información básica para realizar PGDA se requiere conocer como mínimo: La población urbana y rural, los corregimientos y veredas, la extensión, las alturas máxima y mínima del municipio, el área con ecosistemas estratégicos, la distribución de los pisos térmicos y su extensión, la distribución espacial y temporal de la precipitación, los inventarios de recursos hídricos -pozos, corrientes superficiales, lagunas, ciénagas y embalses-, el estado y calidad de las fuentes de agua

-atmosféricas, superficiales y subterráneas-, los sistemas de captación, conducción, distribución y tratamiento de aguas para abastecimiento, la localización de los usuarios; los sistemas de disposición de excretas y alcantarillado, los sistemas de tratamiento de aguas residuales; los sistemas de vertimientos y disposición de efluentes; el clima, la disponibilidad de agua y el nivel de gestión municipal.

2.8. La extensión de la gestión del agua

Con la incorporación de la dimensión social se recalca la necesidad de una gestión mejorada y más eficiente de los recursos hídricos y de un conocimiento más preciso del ciclo hidrológico para evaluar mejor los recursos hídricos. Hasta ahora, se ha administrado el agua de forma fragmentada. En las actividades de desarrollo se consideran por separado las aguas superficiales y las freáticas sin tener debidamente en cuenta su interdependencia. En muchos lugares, todavía no se administran los recursos hídricos junto con las tierras. Los planes de abastecimiento de agua, que acaban por generar cantidades inmensas de agua desperdiciada en las zonas de consumo, se conciben y aplican normalmente, sobre todo en los países en desarrollo, sin las correspondientes redes de drenaje ni las instalaciones de tratamiento de aguas residuales que se precisan. Por lo general, se considera la cantidad por separado de la calidad, al igual que la ciencia del agua y la política hídrica. Esta fragmentación de las metodologías impide asimismo efectuar análisis hidrológicos coherentes a escalas regional, continental y mundial.

Para avanzar en la gestión integral y sostenible del recurso hídrico se debe promover a nivel regional un sistema integrado de actividades de investigación, formación, demostración, información y documentación en el campo de la meteorología, climatología, gestión del agua, química, biología, ecología, ciencias del medio ambiente, economía, educación, derecho internacional, sociología, hidrología y brindar asesoría y pericia a todos los municipios, especialmente a los menos desarrollados. Igualmente se requiere:

- Fomentar la creación de proyectos piloto intersectoriales.
- Facilitar los vínculos entre los niveles local, regional y mundial, así como en la armonización de los enfoques "de arriba hacia abajo" y de "abajo hacia arriba", tomando en cuenta las cuestiones sociales.
- Promover la formación y el desarrollo profesional en las diferentes regiones de la jurisdicción incluyendo la provisión de aprendizaje a distancia.
- Elaborar un inventario de los sistemas de monitoreo transfronterizos existentes.
- Crear y mantener una base de datos sobre el agua y el medio ambiente utilizando datos oficiales validados en el ámbito nacional y complementario a los de las bases mundiales disponibles (Eurowaternet, FAO, USCS, CCIP).
- Fomentar y promover el desarrollo de métodos para evaluar y aplicar la ciencia y la tecnología al servicio del presente y futuro del agua.
- Elaborar directrices y protocolos para prevenir conflictos potenciales y resolver los existentes en relación con los recursos y valores vinculados al agua.

2.9. Una señal de civilización: Construir una cultura del agua

No es posible terminar este capítulo dedicado a la necesidad de pensar integralmente el recurso hídrico, sin hacer una breve discusión sobre la cultura del agua. El agua nos convoca desde siempre a la construcción de una nueva humanidad. Conservar, aprovechar y transformar el agua son tendencias indisolubles. “La cultura se refiere tanto a la invención como a la preservación, a la discontinuidad como a la continuidad, a la novedad como a la tradición, a la ruptura de modelos, al seguimiento de las normas como a su superación, a lo único como a lo corriente, al cambio como a lo predecible” (Vargas, 2005).

En el mismo sentido, Edgar Morin (1991) propone que la cultura refuerza lo dado, al tiempo que se regenera permanentemente con los aportes de los individuos: “La cultura, que es lo propio de la sociedad humana, está organizada, es organizadora, mediante el vehículo cognitivo que es el lenguaje, a partir del capital cognitivo colectivo de los conocimientos adquiridos, de los saber/hacer aprendidos, de las experiencias vividas, de la memoria histórica, de las creencias míticas de una sociedad. De este modo, se manifiestan en ‘representaciones colectivas’, ‘conciencia colectiva’, ‘imaginario colectivo’. Y, al disponer de su capital cognitivo, la cultura instituye las reglas/normas que organizan la sociedad y gobiernan los comportamientos individuales. Las reglas/normas culturales generan procesos sociales y regeneran globalmente la complejidad social adquirida por esta misma cultura. De este modo, la cultura no es ni ‘superestructura’, ni infraestructura, siendo impropios estos términos en una organización recursiva en la que lo que es producido y generado se convierte en productor y generador de aquello que lo produce o lo genera. Cultura y sociedad mantienen una relación generadora mutua y en esta relación no olvidemos las interacciones entre individuos que son, ellos mismos, portadores/transmisores de cultura; estas interacciones regeneran a la sociedad, la cual regenera a la cultura”.

Puede decirse entonces que lo que llamamos ‘cultura del agua’ es el conjunto de modos y medios utilizados para la satisfacción de necesidades fundamentales relacionadas con el agua y con todo lo que dependa de ella. Incluye lo que se hace con el agua, en el agua y por el agua para ayudar a resolver la satisfacción de algunas de estas necesidades fundamentales. Se manifiesta en la lengua, en las creencias -cosmovisión, conocimientos-, en los valores; en las normas y formas organizativas; en las prácticas tecnológicas y en la elaboración de objetos materiales; en las creaciones simbólicas (artísticas y no artísticas); en las relaciones de los hombres entre sí y de éstos con la naturaleza y en la forma de resolver los conflictos generados por el agua. La cultura del agua es por lo tanto, un aspecto específico de la cultura de un colectivo que comparte, entre otras cosas, una serie de creencias, de valores y de prácticas respecto de ella.

La complejidad de la gestión del agua se recoge de modo notable en un fragmento del texto del argentino Ramón Vargas: La cultura del agua: Lecciones de América Indígena: para los pueblos andinos, el agua es mucho más que un recurso hídrico:

El agua es un ser vivo, proveedor de vida y de animación del universo. Con el agua se dialoga, se le trata con cariño, se le cría. Esta visión ha sido factor fundamental para la adecuada cosecha, conservación y reproducción de los recursos hídricos.

El agua como ser divino, Dios creador del universo, que fecunda la Pacha Mama (madre tierra) y permite la reproducción de la vida, es una divinidad que está presente en los lagos, las lagunas, el mar, los ríos y todas las fuentes de agua. El agua como base de la reciprocidad y complementariedad. El agua permite la integración de los seres vivos, la articulación de la naturaleza y de la sociedad humana. Es la sangre de la tierra y del universo andino. Permite practicar la reciprocidad en la familia, los grupos de familias y comunidades. Ordena la vida de los individuos, presenta la diferencia no como oposición sino como complementariedad, y facilita la solución de los conflictos sobre la base de acuerdos comunitarios.

El agua como derecho universal y comunitario. El agua ‘es de todos y es de nadie, pertenece a la tierra y a los seres vivos, incluyendo al ser humano. Se distribuye equitativamente de acuerdo a necesidades, costumbres y normas comunitarias, y según

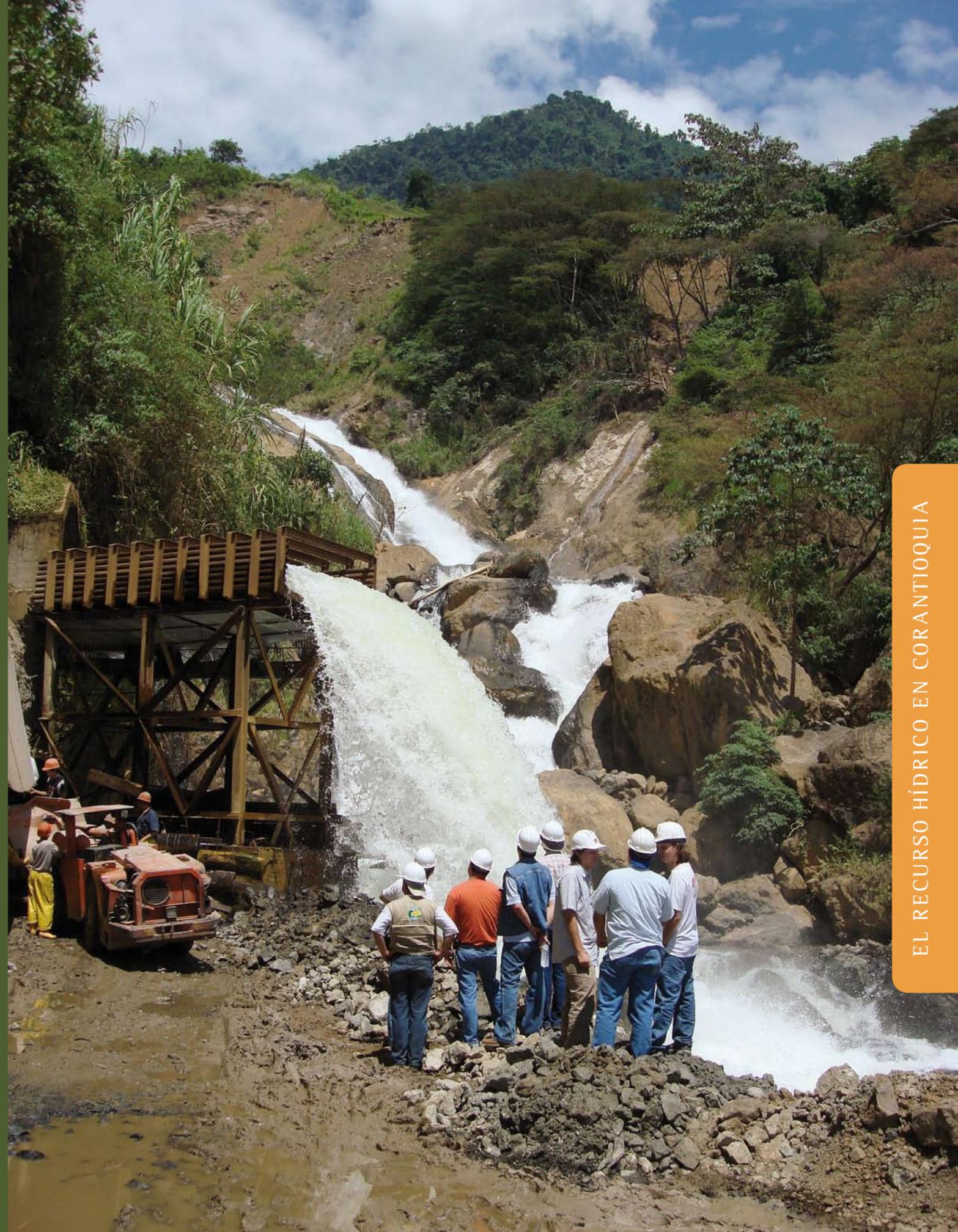


su disponibilidad cíclica. El agua como expresión de flexibilidad y adaptabilidad. El agua se comporta de acuerdo a los ecosistemas, circunstancias y coyunturas, sin seguir normas rígidas. Depende del tiempo, clima, y topografía. La sociedad, como el agua, está en continua apertura frente a todo lo que enfrenta, incorporando selectivamente elementos de otras culturas y grupos humanos complementarios a su cultura. El agua como ser creador y transformador. El agua sigue leyes naturales, de acuerdo a los ciclos estacionales y a las condiciones del territorio. Su uso sustentable implica la generación y aplicación de conocimientos y habilidades obtenidos durante siglos, así como la construcción de una infraestructura hidráulica que permita cosechar y distribuir el agua, sobre la base de una gestión mancomunada y eficiente. El agua como recreación social. El agua es la recreación de la diversidad en el espacio y el tiempo, en las organizaciones comunitarias, en la participación de la población, permitiendo la autodeterminación de las comunidades, en discusión y diálogo permanente con la naturaleza.

Cualquier plan de acción con relación al agua debe estar orientado a protegerla y conservarla, garantizando su disponibilidad con equidad para asegurar la existencia de todos los seres vivos del planeta. Para ello se debe asegurar y proteger los sistemas hídricos, tanto en su entorno geográfico como en su ciclo natural, consensuando acciones y mecanismos que mantengan la integralidad de los ecosistemas, especies animales, vegetales y la vida de las comunidades con dignidad, y recreando su identidad cultural. El agua es patrimonio de la tierra y de toda forma de vida animal, vegetal y humana. Por ello, cualquier marco jurídico con relación a los recursos hídricos debe estar basado en este principio. El agua como dominio público. Este principio implica la definición del agua, en las Constituciones, como bien público bajo el control de la sociedad en su conjunto. Al mismo tiempo, se deben formular mecanismos equitativos de uso que respondan a las necesidades de la naturaleza y de las comunidades humanas, priorizando los derechos de subsistencia, soberanía alimentaria y desarrollo local.

El agua es un bien común. El acaparamiento del agua por los sectores más dinámicos de la economía como el sector minero, industrial, agrícola empresarial, exportador, y otros, va en desmedro de la gran mayoría de usuarios y de la propia naturaleza. Por tanto, ninguna empresa, nacional o transnacional, o persona particular, tiene el derecho de apropiarse del dominio del agua o acaparar su uso para fines de lucro privado en perjuicio del resto de la colectividad. Por ser el agua un bien de dominio público, es un recurso vital que no puede ser tratado como mercancía, ni ser reducido a un valor comercial sometido a las leyes del mercado.

Ramón Vargas



3. EL RECURSO HÍDRICO EN CORANTIOQUIA

Este capítulo quiere hablar, tal como se presenta en la Figura 3.1, del agua en un territorio específico, el del dominio geográfico de la jurisdicción de CORANTIOQUIA. Se pretende que al finalizar su recorrido, cada lector quede con una idea de cuánta agua circula y cómo lo hace en este espacio, en qué se usa, cómo se afecta. Muchas ideas han rondado por la mente para su construcción, desde una referenciación cronológica de estudios, pasando por la regionalización del espacio geográfico en territoriales, cuencas, subregiones, municipios, cabeceras, centros poblados, zonas rurales, veredas, corregimientos, comunidades emergentes, comunidades pobres. Cada posible división llevaba a una atomización de ideas con la que no se lograba el propósito deseado.

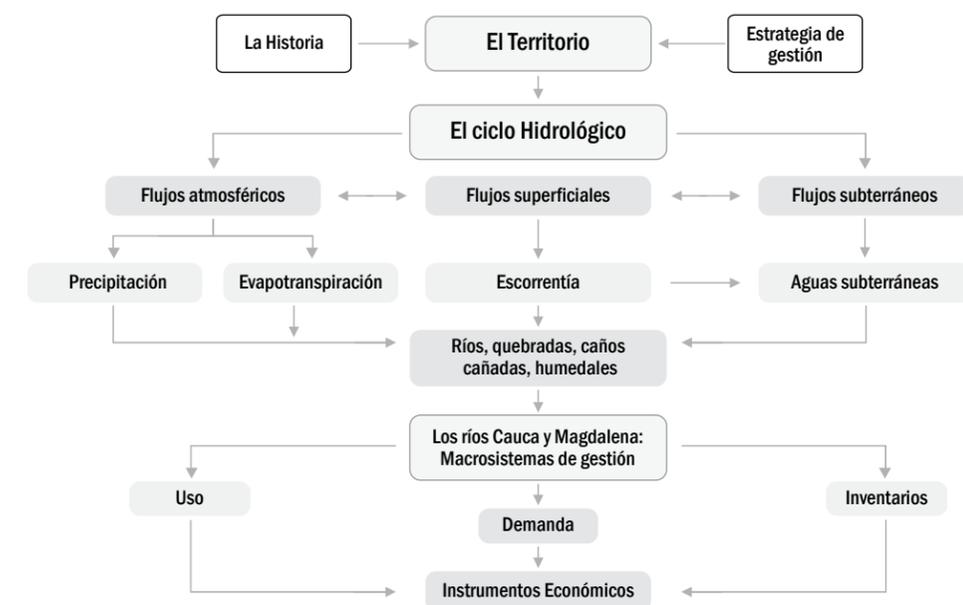


Figura 3.1. Diagrama estructural del Capítulo

Una Ley del agua, si es que tal cosa existe, solo podrá conocerse cuando se comprenda la vastedad de su conjunto, cuando se descifren las íntimas conexiones entre los caudales y turbulencias que se originan en las nubes, las que se observan en los arroyos, ríos y quebradas y aquellas que transitan silenciosas y ocultas entre los poros de las rocas.

Finalmente se optó por enmarcar este documento sobre el recurso hídrico en la jurisdicción de CORANTIOQUIA en el contexto conceptual del ciclo hidrológico, partiendo de dos conceptos fundamentales: el ciclo y el balance hídrico (numeral 3.2).

En el numeral 3.3 se presenta dentro del entorno espacial de la jurisdicción la magnitud de los componentes del ciclo, se describe inicialmente la precipitación, se pasa luego a la dinámica atmosférica que condiciona la evapotranspiración y luego se hace referencia a los componentes y productos de la escorrentía: el flujo superficial, los humedales y las aguas subterráneas.

El río Cauca que recorre el departamento de sur a norte representa, tal vez, un eje estructurante de la dinámica hidrológica territorial, y así se le reconoce en el numeral 3.4.

Una aproximación al uso, disponibilidad y demanda hídrica en la jurisdicción de CORANTIOQUIA se exponen en el numeral 3.5. Finalmente, se concluye en el apartado 3.6, presentando unas ideas básicas sobre el proceso de implementación de los instrumentos económicos, partiendo de un diagnóstico de la Tasa por utilización del agua –TUA- y de la tasa retributiva –TR-, hasta mostrar el estado de avance en el desarrollo de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos –PSMV-.

3.1. Dominio espacial de la jurisdicción de Corantioquia

El Departamento de Antioquia se encuentra hacia el noroccidente de Colombia, entre los 5°25' y 8°55' de latitud norte y los 7°53'y 77°07' de longitud al oeste de Greenwich. Tiene una extensión aproximada de 63.612 km² (Figura 3.12). Limita al norte con el mar Caribe y los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar, por el sur con los departamentos de Caldas y Risaralda, por el este con los departamentos de Bolívar, Santander y Boyacá y por el oeste con el departamento de Chocó. Conforman el departamento 125 municipios, incluido su capital Medellín.



Figura 3.2. Distribución de las Direcciones Territoriales en la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

3.1.1. Un breve recorrido por la historia de la Gestión del recurso hídrico

Con la expedición de la Ley 99 de 1993 se crea y asigna a la Corporación Autónoma Regional de Centro de Antioquia –CORANTIOQUIA-, las tareas de propender por la construcción y el fomento del desarrollo sostenible dentro de su área de jurisdicción, administrar los recursos naturales renovables, ejecutar y formular políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales. La Corporación inició labores en junio de 1995, fue creada como un ente autónomo con jurisdicción en 80 municipios del departamento de Antioquia, cubriendo un área de 36.134 km² que representan cerca del 60% de la extensión del departamento y un 3.2 % del territorio Nacional. En una política de descentralización, bajo el enfoque de las dinámicas poblacionales y como un reconocimiento de la diversidad social y cultural de las gentes y zonas del territorio que comprende la jurisdicción de CORANTIOQUIA, la Corporación se ha subdividido en ocho regiones, son ellas: Aburrá Norte, Aburrá Sur, Cartama, Citará, Hevéxicos, Tahamíes, Panzenú y Zenufaná. Cada una de ellas cuenta con lo que se ha denominado una Dirección Territorial. (Figura 3.2).

Cada una de las Direcciones Territoriales comprende varios municipios del departamento así: Aburrá Norte: Barbosa, Bello, Copacabana, Girardota y Medellín; Aburrá Sur: Amagá, Angelópolis, Armenia Mantequilla, Caldas, Envigado, Heliconia, Itagüí, La Estrella, Sabaneta y Titiribí; Cartama: Caramanta, Fredonia, Jericó, La Pintada, Montebello, Pueblo Rico, Santa Bárbara, Támesis, Tarso, Valparaíso y Venecia; Citará: Andes, Betania, Betulia, Briceño, Concordia, Hispania, Jardín y Salgar; Hevéxicos: Anzá, Buriticá, Caicedo, Ebéjico, Liborina, Olaya, Sabanalarga, San Jerónimo, Santafé de Antioquia y Sopetrán; Panzenú: Cáceres, Caucasia, El Bagre, Nechí, Tarazá, Valdivia y Zaragoza; Tahamíes: Angostura, Anorí, Belmira, Campamento, Carolina del Príncipe, Donmatías, Entreríos, Gómez Plata, Guadalupe, Ituango, San Andrés de Cuerquia, San José de la Montaña, San Pedro de los Milagros, Santa Rosa de Osos, Toledo y Yarumal y Zenufaná: Amalfi, Caracolí, Cisneros, Ciudad Bolívar, Maceo, Puerto Berrío, Puerto Nare, Remedios, Segovia, Vegachí, Yalí, Yolombó y Yondó.

La concepción y visión de la Corporación se enfoca a lograr un desarrollo integral de las comunidades en armonía con la naturaleza, reconociendo y fortaleciendo la identidad cultural del territorio y en contribuir al logro del desarrollo sostenible, mediante el conocimiento y mejoramiento de la oferta ambiental y la administración del uso de los recursos para responder a su demanda, a través de la construcción de una cultura ambiental entre sus pobladores. (PGAR, 2000 - 2006).

Corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales ordenar y establecer normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas ubicadas dentro de su área de jurisdicción –Ley 99/93-, participar con los demás organismos y entes competentes presentes en la región, en los procesos de planificación y ordenamiento territorial a fin de que la dimensión ambiental sea tenida en cuenta en las decisiones que se adopten.

Históricamente se pueden establecer tres etapas en el proceso de administración del recurso hídrico en la jurisdicción de CORANTIOQUIA:

1. Manejo de cuencas hidrográficas. Cuando el INDERENA estaba encargado de la administración de los recursos naturales y se estaban desarrollando en el país importantes proyectos de infraestructura, el instituto identificó la necesidad de manejar adecuadamente las cuencas hidrográficas que eran afectadas directamente por esos proyectos. No obstante, los planes de manejo elaborados, estaban orientados a proporcionar soluciones puntuales, sin tener en cuenta las interacciones existentes entre los componentes biofísico, social y económico. La ejecución de las propuestas requería grandes inversiones y generalmente eran financiadas por el estado, sin lograr el compromiso de la comunidad y la participación de otras entidades.

2. Conservación y fomento de los recursos naturales renovables. (Enfoque proteccionista). Esta etapa transcurre a través de cuatro períodos: 1995 a 1998, 1999 a 2001, 2001 a 2003 y desde 2003 a 2006.

El primer período se desarrolló durante los primeros años de la Corporación. (1995 – 1998), su filosofía se centraba en la solución de problemas biofísicos como fundamento para el manejo de los recursos naturales renovables en cuencas hidrográficas; las acciones se encaminaban a proteger la cuenca para evitar en ella cualquier actividad antrópica perjudicial, los funcionarios se desempeñaban como guardianes de cada zona, a la cual se le atribuía como principal función la producción de agua. Sus programas generales de acción fueron la recuperación de tierras, la elevación del nivel de vida de la población campesina mediante la divulgación de métodos sostenibles de producción y el mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad.

Como antecedentes de priorización de cuencas para la gestión ambiental en CORANTIOQUIA, se encuentra que para el trienio 1996-1998, los programas de aguas, planificación y ordenamiento del territorio, tenían como objetivo el ordenamiento ambiental del territorio de las cuencas hidrográficas mediante la recuperación de microcuencas afectadas por la desertificación torrencial y la contaminación; el ordenamiento jurídico y administrativo de los usos y el aprovechamiento de los cauces de agua en las zonas de regadío; la protección, recuperación y mejoramiento de los cauces y de sus sistemas ribereños; la preservación de zonas productoras de agua para el consumo humano de usos que afecten la cantidad y calidad ambiental del recurso.

Para este periodo, la inversión se hace a partir de la solicitud o necesidad de inversión mediante la presentación de un proyecto o en muchos casos, por el conocimiento que del territorio tenían los técnicos de la Corporación tanto a nivel central como regional. Esto implicaba que la inversión se hacía a través de una selección o priorización de cuencas cualitativa o incluso por arraigos territoriales.

Para el segundo trienio, (1999 – 2001), la Corporación promueve la valoración del agua de forma que se asegure no solo su sostenibilidad para sus requerimientos sociales y económicos del desarrollo en términos de calidad, cantidad y distribución espacial y temporal, sino también que se convierta en un elemento básico para la construcción de una nueva cultura del desarrollo. Para cumplir dicho objetivo el proyecto corporativo inicia el inventario, caracterización y análisis de la disponibilidad de las aguas superficiales y subterráneas.

Para este periodo, cabe resaltar los inventarios hídricos realizados para las regiones suroeste, occidente y norte de Antioquia. Los documentos obtenidos aportaron valiosa información de tipo biofísico, infraestructura, inventarios, usuarios y ubicación geográfica de los principales sistemas hídricos abastecedores de acueductos de muni-

cipios y/o corregimientos en estas regiones. Dicha información, permitió establecer las primeras metodologías de priorización que dieron pautas a la Corporación hacia donde debía dirigirse prioritariamente la inversión.

El periodo 2001-2003 se caracterizó por dos líneas de acción fundamentales: La formulación de planes de manejo de pequeñas cuencas abastecedoras que son el insumo para que los diversos actores de la sociedad definan proyectos de inversión ambiental a partir de la caracterización plasmada en los planes y proyectos y por la formulación de planes de ordenación y manejo de grandes cuencas de impacto más regional que local, lo que genera como producto principal el perfil de una guía de proyectos que la Corporación ha empezado a ejecutar.

Para el periodo 2004-2006, se trabajó en el incremento de la cobertura de cuencas en ordenación para alcanzar una meta de 300.000 hectáreas en 12 cuencas, así mismo se adelantó el proceso de declaratoria de cuencas, incluyendo las correspondientes a los sistemas de generación eléctrica.

3. Planes de manejo integral de cuencas hidrográficas (Enfoque de manejo integral). Como una respuesta inmediata a los resultados obtenidos en las etapas anteriores, se plantearon acciones que pudieran conducir a la obtención de Planes de manejo integral en cuencas hidrográficas; estas acciones comenzaron en el año 2001 con el diagnóstico y formulación del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica de la quebrada Donmatías en el municipio de Donmatías.

Entre los programas asociados al manejo integral del recurso hídrico se tienen: control de erosión y conservación de suelos, reordenamiento del uso del suelo, repoblación forestal, promoción social, desarrollo de infraestructura, parques y reservas, control y vigilancia, asistencia técnica agropecuaria, administración de aguas y control de la contaminación.

Se sugiere para la segunda década, implementar un nuevo enfoque integral con participación de la comunidad. Se comienza con el análisis realizado a la evolución de la administración de recursos naturales el cual exigió un replanteamiento de la metodología para administrar cuencas hidrográficas, planteando además un enfoque sistémico que concibe la cuenca como un sistema compuesto por las interrelaciones de los aspectos biofísicos, sociales y económicos, en donde el hombre es el centro del sistema, receptor y dinamizador de todas las interrelaciones que se suceden en el mismo. Es el intercambio de saberes para la formulación de planes integrales, entre la institución y la comunidad permitiendo así la planeación y la gestión de los programas y proyectos convenientes, para la recuperación y protección de los recursos naturales y del medio ambiente.

Durante diez años se ha ido evolucionando en los procesos metodológicos para la administración y manejo de cuencas hidrográficas, en el área jurisdiccional de CORANTIOQUIA, atendiendo a las exigencias que el entorno y la legislación demandan.

Como marco de referencia ambiental que orienta la gestión y participación de los actores del desarrollo local y regional, CORANTIOQUIA en su función de orientar el desarrollo sostenible a nivel territorial, avanza en el proceso de formulación de planes de ordenamiento ambiental de cuencas. Este proceso cuyo ámbito de aplicación es el área rural y urbana de la jurisdicción de la Corporación, tiene entre sus objetivos: el desarrollo del hombre en su concepción más integral a través del aprovechamiento racional de los

recursos naturales; conocer la relación sistémica entre las actividades socioeconómicas y el territorio en que éstas se emplazan, sus características abióticas y bióticas y conciliar la demanda social de bienes y servicios con la oferta natural en búsqueda del necesario equilibrio ambiental.

Es necesario destacar la visión ambiental territorial y el marco conceptual establecidos en el PGAR, 2007–2019, en el cual la gestión ambiental tiene como eje central el recurso hídrico, soportado en tres pilares: la autoridad ambiental, la sostenibilidad de los sectores y las áreas protegidas para el abastecimiento de agua; pilares que para su permanencia, a su vez requieren de cimientos lo suficientemente consolidados, por ello se plantean estas cinco líneas estratégicas: democratización de la información y el conocimiento, la planificación ambiental, la gestión integral de las áreas estratégicas y los recursos naturales, la cultura ambiental, y CORANTIOQUIA articuladora de la gestión regional, todo esto redundando en una mejor calidad de vida y contribuyendo a disminuir los niveles de pobreza y de inequidad. (Figura 3.3).

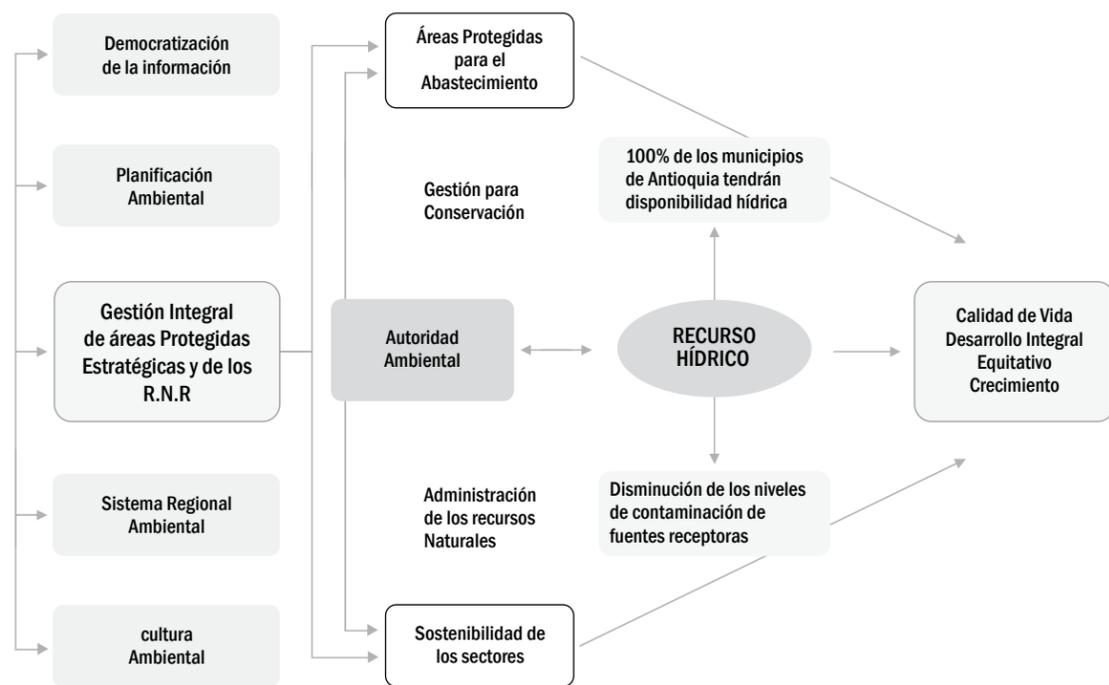


Figura 3.3. El plan de CORANTIOQUIA para la gestión integral del recurso hídrico. (Propuesto por Ángel, PGAR 2007-2019).

Esta prioridad que se da al agua como recurso integrador del quehacer institucional, la concibe igualmente el nuevo Plan Nacional de Desarrollo, en el componente ambiental, así: “La gestión ambiental ha de estructurarse en torno a la gestión integral del agua, en tanto es el elemento vital en los ciclos y procesos naturales de la estructura ecológica y del hombre y determinante de los procesos de ocupación del territorio y del desarrollo de las actividades productivas de la sociedad. Por tanto es necesario establecer acciones que orienten la gestión del recurso hídrico, teniendo en consideración los ecosistemas y los recursos naturales; las necesidades humanas; los aspectos sociales y culturales del desarrollo; y las características de los procesos productivos”.

Se espera entonces que el recurso agua se convierta en el eje integrador de la gestión ambiental institucional. Para ello se trabajará en metas estratégicas para el trienio, reflejado en la zonificación ambiental del territorio, en especial las zonas definidas con prioridades frente al recurso agua.

3.1.2. Estrategia de gestión del recurso hídrico en el contexto regional

El territorio de la Corporación es recorrido por el río Cauca en las regiones de Cartama, Citará, Hevéxicos, Tahamíes y Panzenú, por el río Magdalena en la región de Zenufaná, este río establece el límite entre los departamentos de Antioquia y Santander. Se destacan también, los ríos Grande, Porce y Guadalupe en la región de Tahamíes, el río Nechí en la región de Panzenú – Zenufaná, el río Aburrá en las territoriales Aburrá sur y Norte, el río Tonusco en la territorial Hevéxicos, los ríos San Juan y Cartama en las territoriales Citará y Cartama respectivamente (Figura 3.4).

De manera general, puede decirse que el agua es un recurso abundante en el territorio de la jurisdicción. No obstante, existe una altísima variabilidad espacial en su ocurrencia, lo que aunado a su importancia estratégica, exige un tratamiento del Recurso Hídrico como elemento planificador y articulador de la Gestión.

Diagnóstico por territoriales

Se ha definido –Estudio: Clasificación y priorización con fines de ordenación de cuencas hidrográficas en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia”, Subdirección de Ecosistemas, 2003-, como principales problemáticas asociadas al agua y a las cuencas de cada una de las Territoriales de la Corporación las siguientes:

Territoriales Aburrá Norte y Sur: El manejo inadecuado del agua ocasionando la contaminación del mismo y el desequilibrio en la disponibilidad del recurso, el deterioro y uso inadecuado del suelo, generado por la expansión de la frontera urbana y agrícola, la deforestación y la explotación antitécnica en procesos mineros y los asentamientos en zonas de alto riesgo.

Territorial Cartama: El manejo inadecuado del recurso agua, ampliación de la frontera agrícola, falta de educación ambiental o cultura del agua, manejo inadecuado



Figura 3.4. El Agua en el corazón del departamento de Antioquia: Un sistema circulatorio complejo.

de las aguas residuales de las zonas urbanas y rurales, deficiente manejo de los MIRS, degradación de suelos por el sobrepastoreo y minería, manejo y aprovechamiento insostenible del recurso flora y fauna a causa de la expansión de la frontera agrícola.

Territorial Citará: La degradación de suelos; disminución de la oferta del agua por vertimientos de agroquímicos directamente a los cauces, degradación de los suelos por la ampliación de la frontera agrícola, deficiente manejo integral de residuos sólidos y manejo inadecuado del espacio público.

Territorial Hevéxicos: Uso inadecuado e incremento de la demanda del recurso agua cuyas causas principales son la degradación del suelo, distribución inadecuada del recurso, incremento de la población flotante y falta de cultura para el manejo del agua; degradación del recurso suelo por la práctica inadecuada en actividades agrícolas y pecuarias; falta de cultura ambiental; mala disposición de residuos sólidos y casi la totalidad del territorio, presenta amenazas altas por movimientos de masa o inundaciones.

Territorial Panzenú: Presenta amenazas altas por movimientos en masa o inundaciones, degradación de suelos originada por la expansión de las actividades ganadera, minera y agrícola y deficiencia en el saneamiento básico.

Territorial Tahamíes: Contaminación y disminución de caudal del recurso hídrico por la deforestación, uso inadecuado del suelo por el desarrollo de prácticas agropecuarias en zonas de protección; disposición inadecuada de residuos sólidos y falta de educación ambiental.

Territorial Zenufaná: Contaminación y uso inadecuado de las aguas superficiales y subterráneas; mal manejo y operación de los rellenos sanitarios; ampliación de la frontera agropecuaria; deforestación; taponamiento y desecamiento de humedales y tráfico ilegal de fauna.

La jurisdicción de CORANTIOQUIA. Un terreno complejo

Ya en 1800, el influjo de nuestra intrincada geografía sobre el clima y la geografía del territorio fue sabia y bellamente descrito por Francisco José de Caldas en su ensayo: "Del influjo del clima sobre los seres organizados"; dice el autor: "Las montañas, estas eminencias de nuestro globo, que variando nuestra morada, nos llenan de presentes preciosos y de todas las comodidades de la vida, varían nuestra temperatura y nuestro clima. Ellas son la causa y dan origen a las fuentes y a los ríos; ellas acumulan las nieblas, dan dirección a los vientos y aumentan o disminuyen las lluvias. Si las montañas son necesarias para la existencia del hombre sobre la tierra, en ninguna parte son mas necesarias que en nuestra patria. Suprimamos por un momento nuestra soberbia cordillera: una llanura melancólica y eterna, un calor sofocante en todos los puntos, unas aguas estancadas y corrompidas, una vegetación moribunda, la multiplicación de los reptiles, de los insectos, la muerte y la extinción de muchas especies, serían las consecuencias. El verdor, la frescura, los torrentes, las cataratas, los prados deliciosos, los frutos, las mieses, las nieves, el hombre mismo, desaparecerían eternamente. Nuestros Andes son el origen de bienes incalculables, nuestros andes nos proporcionan todas las delicias, nuestros Andes nos templan, nos varían y presentan el espectáculo majestuoso de reunir las extremidades del globo, de mantener en su frente los hielos boreales y en la

base, las llamas del Ecuador. Estas montañas, las más célebres del universo, sostienen pueblos numerosos a niveles extremadamente diferentes. La temperatura, la densidad del aire, los meteoros, los frutos, los animales, los usos, el ingenio, las costumbres, las facciones, el calor, las virtudes, los vicios, todo varía con el nivel: basta correr 8 o 10 leguas para pasar de los hielos del norte a los calores de la línea, para visitar al que vive en la vecindad de la nieve y al que respira un aire abrasador".

Saltando de la sensibilidad poética del siglo XVII a las innovaciones tecnológicas de los finales del 20, la Figura 3.5 proporciona una imagen de nuestra arrugada geografía, la que describe de manera inigualable Don Tomas Carrasquilla:

“Dios le dijo a esta Antioquia: Te haré arrugada y escabrosa, para que tus hijos luchan contigo. Su vida no será en labranzas ni en pastoreos apacibles: habrán de sacarte el pan de tus propios entresijos. Mira: tu relieve es tal, que tus mismos geógrafos habrán de confundirse; los hombres que vuelen por tus espacios podrán darse mediana cuenta de tu formación, más nunca podrán contemplarte tal cual eres en tu conjunto, ya te estudien de soslayo, ya de plomo. Conforme Dios, tuvo que ser”.

La posición altitudinal de cada cabecera municipal, imprime un aspecto biofísico importante, que sumado a las características geográficas y culturales, determina en buena medida las características fundamentales que condicionan la oferta y la demanda del recurso hídrico (Tabla 3.1, Figuras 3.5 y 3.6).

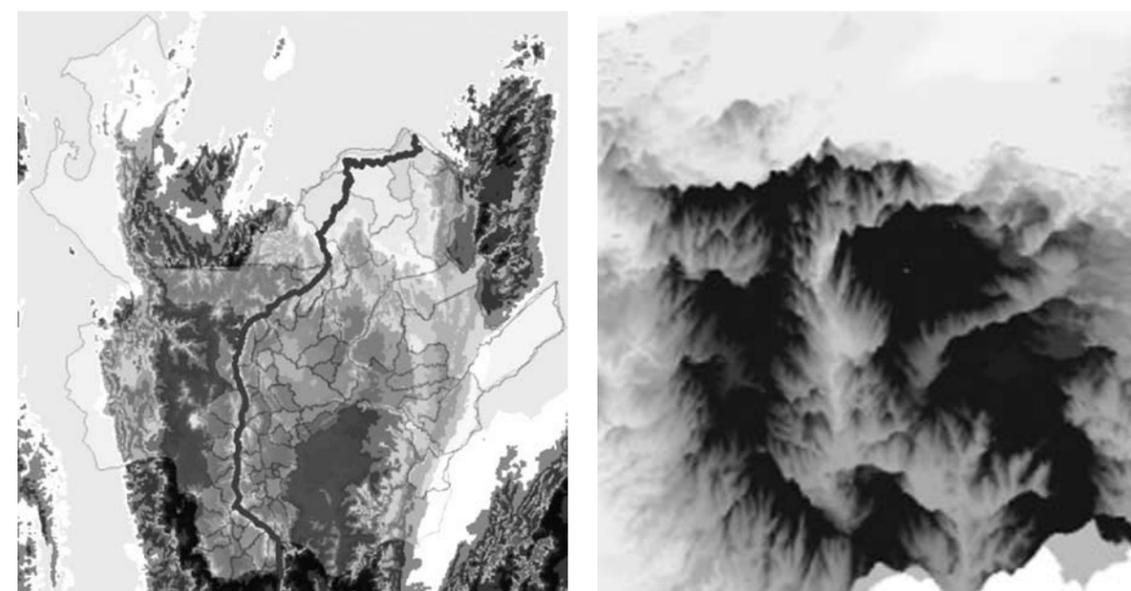


Figura 3.5. Distribución Hipsométrica (Alturas) del Departamento de Antioquia. (m.s.n.m).

| Nombre del Municipio | Área (Ha) | Temp. promedio máxima (°C) | Temp. promedio mínima (°C) | Temperatura promedio (°C) | Rango (°C) |
|---------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------|
| San José de la Montaña | 16878.4 | 9.3 | 18.9 | 12.7 | 9.6 |
| Belmira | 29732.8 | 9.5 | 15.9 | 12.7 | 6.4 |
| Enterríos | 19996.4 | 10.2 | 15.3 | 14.2 | 5.2 |
| San Pedro de los Milagros | 21594.2 | 11.7 | 16.4 | 14.2 | 4.7 |
| Santa Rosa de Osos | 87585.3 | 11.8 | 22.4 | 14.3 | 10.6 |
| Abriaquí | 28603.8 | 8.6 | 21.1 | 15.0 | 12.6 |
| Jardín | 22881.2 | 10.0 | 21.1 | 15.4 | 11.1 |
| Caicedo | 22636.1 | 8.2 | 23.6 | 15.5 | 15.4 |
| Bello | 14713.5 | 10.7 | 20.3 | 15.5 | 9.6 |
| Giraldo | 13231.0 | 10.3 | 21.4 | 15.7 | 11.1 |
| Yanumal | 68570.11 | 11.31 | 24.7 | 16.2 | 13.3 |
| Caldas | 16370.3 | 10.8 | 19.8 | 16.3 | 9.0 |
| Andes | 38348.0 | 6.9 | 22.6 | 16.7 | 15.7 |
| San Andrés de Cuerquia | 18971.6 | 11.5 | 25.0 | 16.7 | 13.5 |
| Carolina del Príncipe | 15447.1 | 13.8 | 19.4 | 16.7 | 5.7 |
| Medellín | 37309.5 | 10.6 | 22.2 | 16.8 | 11.6 |
| Salgar | 40816.0 | 8.1 | 24.0 | 17.1 | 15.9 |
| Angostura | 40962.9 | 12.6 | 22.3 | 17.1 | 9.8 |
| Donmatías | 14582.9 | 13.7 | 22.3 | 17.1 | 8.6 |
| La Estrella | 3164.9 | 12.3 | 19.4 | 17.4 | 7.0 |
| Betania | 17566.8 | 7.7 | 22.8 | 17.5 | 15.2 |
| Envigado | 3981.3 | 12.8 | 19.7 | 17.5 | 7.0 |
| Copacabana | 5603.1 | 12.4 | 20.4 | 17.7 | 8.0 |
| Girardota | 8307.7 | 13.0 | 20.8 | 17.8 | 7.8 |
| Barbosa | 23136.5 | 13.6 | 22.0 | 18.0 | 8.4 |
| Sabaneta | 1621.7 | 14.9 | 19.5 | 18.0 | 4.5 |
| Caramanta | 8649.3 | 10.6 | 24.1 | 18.1 | 13.6 |
| Angelópolis | 8695.4 | 11.7 | 23.4 | 18.2 | 13.6 |
| Liborina | 21841.0 | 9.9 | 26.0 | 18.3 | 16.2 |
| Itagüí | 1672.1 | 15.9 | 19.7 | 18.4 | 3.8 |
| Ciudad Bolívar | 28334.0 | 5.9 | 24.0 | 18.6 | 18.1 |
| Támesis | 23178.4 | 9.9 | 24.0 | 18.6 | 14.2 |
| Montebello | 7799.6 | 14.1 | 23.7 | 18.6 | 9.6 |
| Heliconia | 12229.3 | 12.5 | 24.8 | 18.8 | 12.3 |
| Jericó | 20371.3 | 13.8 | 24.0 | 18.8 | 10.3 |
| Pueblorrico | 7416.1 | 14.3 | 24.0 | 18.8 | 9.7 |
| Betulia | 27921.5 | 10.8 | 25.5 | 18.9 | 14.7 |
| Ituango | 211757.0 | 7.3 | 27.2 | 19.1 | 19.8 |
| Buritica | 36627.2 | 11.0 | 26.2 | 19.2 | 15.2 |
| Gómez Plata | 35846.6 | 15.1 | 24.5 | 19.6 | 9.4 |
| Amagá | 8753.5 | 15.6 | 23.9 | 19.8 | 8.3 |
| Anzá | 24990.6 | 11.8 | 25.6 | 20.0 | 13.8 |
| Santafé de Antioquia | 44930.6 | 9.7 | 25.8 | 20.3 | 16.1 |
| Campamento | 21677.9 | 13.6 | 24.8 | 20.3 | 11.3 |
| Concordia | 23950.4 | 14.3 | 25.4 | 20.4 | 11.1 |
| San Jerónimo | 13369.3 | 11.8 | 25.3 | 20.5 | 13.5 |
| Guadalupe | 7795.3 | 16.3 | 24.8 | 20.5 | 8.4 |
| Sabanalarga | 25252.7 | 9.9 | 26.2 | 20.6 | 16.3 |
| Olaya | 10380.4 | 10.1 | 25.8 | 20.6 | 15.7 |
| Santa Bárbara | 23337.2 | 13.0 | 24.0 | 20.6 | 11.0 |
| Sopetrán | 20795.7 | 11.1 | 25.8 | 21.1 | 14.7 |
| Toledo | 13883.5 | 14.5 | 26.2 | 21.1 | 11.7 |
| Titiribí | 13154.1 | 15.8 | 25.4 | 21.1 | 9.6 |
| Fredonia | 24847.1 | 13.9 | 24.0 | 21.2 | 10.2 |
| Briçeño | 34370.9 | 12.6 | 27.2 | 21.4 | 14.6 |
| Ebèjico | 23736.0 | 13.1 | 25.6 | 21.5 | 12.6 |
| Hispania | 5735.5 | 18.0 | 24.0 | 21.7 | 6.0 |
| Yolombó | 94393.3 | 17.2 | 27.3 | 21.8 | 10.1 |
| Tarso | 12082.4 | 16.2 | 24.0 | 22.0 | 7.8 |
| Amalfi | 119348.0 | 16.6 | 27.5 | 22.1 | 10.9 |
| Valparaiso | 15062.0 | 13.7 | 24.1 | 22.1 | 10.5 |
| Veneçia | 14567.5 | 16.8 | 24.0 | 22.1 | 7.2 |
| Yalí | 48190.3 | 19.0 | 26.2 | 23.0 | 7.2 |
| Anorí | 141966.0 | 17.4 | 27.8 | 23.1 | 10.3 |
| Vegachi | 52199.8 | 19.8 | 26.2 | 23.2 | 6.4 |
| Valdivia | 60406.7 | 15.9 | 27.6 | 23.7 | 11.8 |
| Maceo | 44587.3 | 21.4 | 27.1 | 23.8 | 5.7 |
| Tarazá | 171873.0 | 15.5 | 27.9 | 24.7 | 12.4 |
| Caracolí | 25959.0 | 22.5 | 27.4 | 24.8 | 4.9 |
| Remedios | 202636.0 | 21.9 | 27.8 | 25.3 | 5.9 |
| Segovía | 116239.0 | 21.5 | 27.6 | 25.5 | 6.1 |
| Puerto Nare | 60806.4 | 23.1 | 27.6 | 26.4 | 4.5 |
| El Bagre | 151801.0 | 23.1 | 28.1 | 26.6 | 5.0 |
| Puerto Berrío | 116279.0 | 23.5 | 27.7 | 26.6 | 4.3 |
| Cáceres | 199939.0 | 22.3 | 28.0 | 27.2 | 5.7 |
| Zaragoza | 107166.0 | 24.9 | 28.1 | 27.5 | 3.1 |
| Yondó | 185115.0 | 26.6 | 27.9 | 27.7 | 1.4 |
| Nechí | 97753.0 | 24.2 | 28.2 | 27.8 | 4.0 |
| Caucasia | 134543.0 | 27.4 | 28.1 | 27.9 | 0.7 |

Tabla 3.1. Temperaturas promedio máxima y mínima según su rango altitudinal para cada municipio de la jurisdicción

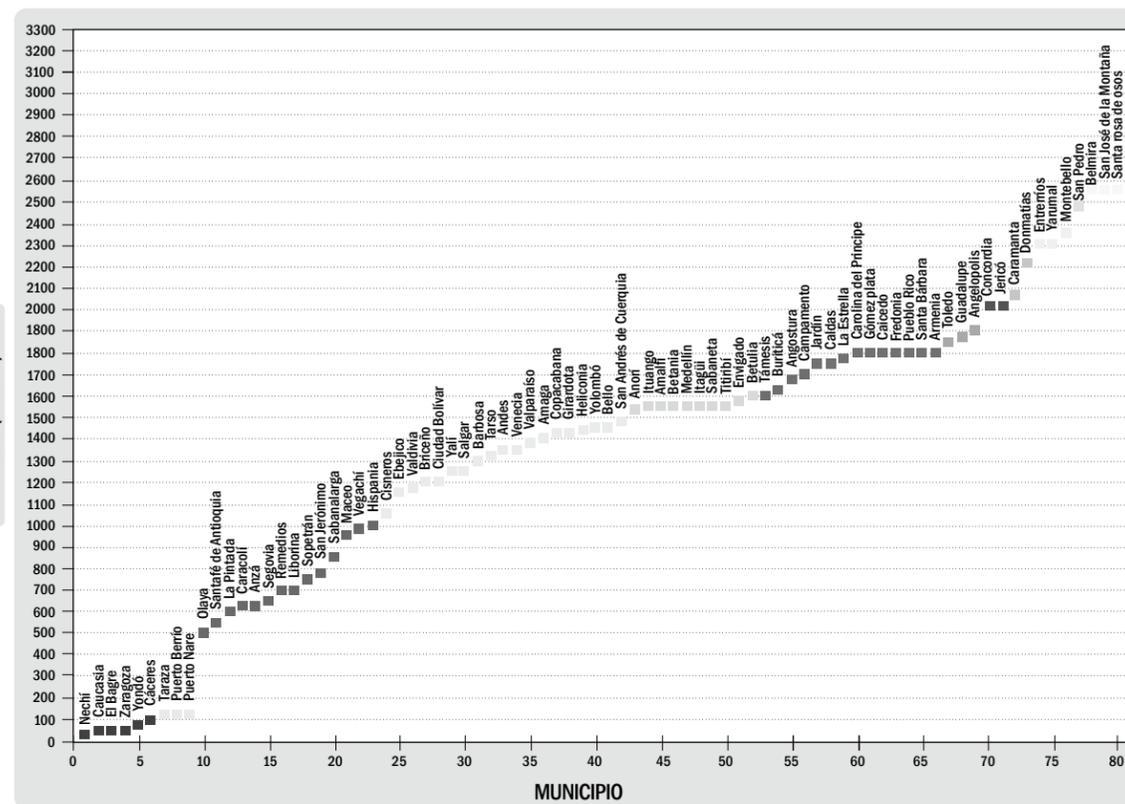


Figura 3.6. Los municipios de CORANTIOQUIA y su distribución altimétrica. Mejía, 2004.

En general, podría decirse que las cabeceras municipales ubicadas a mayor altura están ubicadas en las territoriales Tahamíes y Cartama, mientras que las más bajas se ubican primero en la región de Panzenú y luego en Zenufaná. (Tabla 3.2).

| Territorial | Municipio | Mayor Altura | Territorial | Municipio | Menor Altura |
|-------------|------------------------|--------------|-------------|---------------|--------------|
| TAHAMÍES | Belmira | 2550 | PANZENÚ | Taraza | 125 |
| TAHAMÍES | San José de la Montaña | 2550 | ZENUFANÁ | Puerto Berrío | 125 |
| TAHAMÍES | Santa Rosa de Osos | 2550 | ZENUFANÁ | Puerto Nare | 125 |
| TAHAMÍES | San Pedro | 2475 | PANZENÚ | Cáceres | 100 |
| CARTAMA | Montebello | 2350 | ZENUFANÁ | Yondó | 75 |
| TAHAMÍES | Enterríos | 2300 | PANZENÚ | Caucasia | 50 |
| TAHAMÍES | Yarumal | 2300 | PANZENÚ | El Bagre | 50 |
| TAHAMÍES | Donmatías | 2200 | PANZENÚ | Zaragoza | 50 |
| CARTAMA | Caramanta | 2050 | PANZENÚ | Nechí | 30 |

Tabla 3.2. Cabeceras ubicadas en los máximos y mínimos altitudinales del territorio de la jurisdicción de CORANTIOQUIA

3.2. Elementos conceptuales

3.2.1. El ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico (Figura 3.7) puede definirse como el movimiento interrumpido del agua desde todos sus orígenes hasta todos sus destinos, es un sistema complejo de circulación continua de materia y energía, que transporta el agua en todas sus formas y que responde a la ley de conservación de la materia. Al movimiento del agua desde la atmósfera hacia la superficie de la tierra, bien sea en estado líquido o sólido, se le llama precipitación; sobre la superficie de la tierra el agua puede infiltrarse por acción de la gravedad y luego percolar hasta alcanzar el nivel freático y recargar los acuíferos. El agua que fluye sobre la superficie terrestre constituye la escorrentía directa, la que se mueve lateralmente en la zona de raíces conforma la escorrentía subsuperficial y la que viaja en el medio subterráneo representa la escorrentía subterránea que alimenta el flujo base de las corrientes y mantiene su caudal en épocas de estiaje. Desde el suelo, los cuerpos de agua superficial y el océano; por efectos de la radiación solar el agua se evapora y regresa a la atmósfera, también los seres vivos mediante el proceso biológico de la transpiración aportan vapor de agua. La acción del hombre, bien sea por el aprovechamiento del agua para suplir sus necesidades, ya por efecto de los vertimientos sobre cuerpos de agua o por el cambio en las propiedades del suelo afecta la dinámica natural del ciclo hidrológico pudiendo introducir en el cambios drásticos en la magnitud de los procesos (Figura 3.8).



Figura 3.7. El Ciclo hidrológico en estado natural. Fuente: IGME, 2003.



Figura 3.8. El Ciclo hidrológico afectado por acción del hombre. Fuente: IGME, 2003.

3.2.2. El Balance hídrico

De manera pictórica puede definirse el balance hídrico como la contabilidad del agua: ¿cuánta agua entra a un sistema? ¿cuánta agua sale de él? y ¿cuánta se almacena?. La realización de un balance hídrico es una tarea difícil y normalmente ofrece un notable rango de incertidumbre derivada de la normalmente escasa disponibilidad de información suficiente para su evaluación.

La ecuación de balance hídrico es una ecuación de conservación de masa en la cual las entradas al sistema, son iguales a las salidas más la variación en el almacenamiento. En promedios de largo plazo se puede suponer que el cambio en el almacenamiento es muy bajo y tiende a cero.

Si se desagrega el año hidrológico y se consideran las variaciones intra-anales, es decir, si se realiza un balance mensual, la ecuación sería la siguiente:

$$P = E + ETR + \Delta R$$

Dónde :

- P** : Precipitación (mm). Representa la cantidad de agua que, por efectos de la fuerza de gravedad, proveniente de la atmósfera alcanza la superficie de la tierra en estado líquido o sólido.
- E** : Escorrentía directa (mm). Equivale a la cantidad de agua que proviene de la precipitación y fluye sobre la superficie de la tierra, según las condiciones de pendiente en cada lugar o se mueve subsuperficialmente si el terreno permitió la infiltración.
- ETR** : Evapotranspiración real (mm). Es la cantidad de agua que en estado de vapor regresa a la atmósfera desde los cuerpos de agua, el suelo (evaporación) o las plantas (transpiración). Valores de evapotranspiración que no sean contrastados con mediciones de campo, condiciona notablemente el balance e induce a erróneas estimaciones de otras variables, e incluso al planteamiento de modelos hidrológicos inapropiados lo que, ciertamente, puede conducir a modelos de gestión poco convenientes.
- ΔR** : Variación en el almacenamiento (mm). Representa las entradas de agua al sistema subterráneo (Exc), pero también involucra el almacenamiento en el suelo. El almacenamiento total se compone de un almacenamiento en el suelo, a disposición del uso consuntivo de la vegetación (pastos), y un almacenamiento subterráneo. Existen alternativas de representación más complejas que caracterizan diferentes estratos del suelo en cada uno de los cuales dominan diferentes procesos de transporte hidráulicos y diversas transferencias energéticas.

Pero el cálculo de los balances esta lejos de ser una tarea simple. Los datos de precipitación y caudal se obtienen desde estaciones pluviométricas o pluviográficas y limnimétricas o limnigráficas, en tanto que la evapotranspiración real debe calcularse a partir de diferentes aproximaciones desde datos de evapotranspiración potencial, altura, latitud, temperatura, entre otros. Una discusión acerca de los métodos de medición o estimación de los parámetros hidroclimatológicos que intervienen en la ecuación de balance esta más allá del propósito de este texto.

3.3. La magnitud de los componentes del ciclo hidrológico en el territorio jurisdicción de Corantioquia

3.3.1. El agua lluvia en la visión integral del uso y manejo del recurso hídrico

Los sistemas hidrológicos por su naturaleza misma son complejos, dinámicos y variables y los caudales de agua disponibles en las corrientes de agua superficiales, dependen de la cantidad y los regímenes de lluvia que caen sobre las cuencas según su naturaleza variable. De otra parte, según las proyecciones del IDEAM habrá una disminución significativa de la precipitación por el calentamiento atmosférico en los próximos 50 años en las siguientes regiones eco-climáticas: Medio Cauca-Alto Nechí (-6%), Alto Magdalena (-7%).

La precipitación es una variable del mayor interés para muchos propósitos del análisis hidrológico, en tanto interviene de manera directa en los flujos de materia y energía generando procesos físicos fundamentales para entender los demás componentes del ciclo hidrológico, como son la escorrentía, la recarga, la infiltración y la evapotranspiración. La precipitación corresponde a la oferta hídrica atmosférica y representa en muchos casos y en diversas regiones, una alternativa importante de abastecimiento. El conocimiento de los comportamientos y patrones de la lluvia y sus variaciones espacio-temporales, son fundamentales en el proceso de gestión y administración de los recursos hídricos, puesto que permiten obtener estimaciones del balance hídrico, caracterizar una cuenca, conocer su importancia estratégica y la disponibilidad real del recurso agua.

También son insumos básicos para los procesos de concesión de agua, el diseño de sistemas de tratamiento, la adecuada formulación de planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), el ordenamiento y manejo de cuencas (POMCA) y la aplicación de los instrumentos económicos.

Se ha logrado avanzar en el estudio y comprensión de la distribución de la precipitación en la jurisdicción de CORANTIOQUIA a partir de los datos de precipitación registrados en sitios donde han funcionado históricamente estaciones hidrometeorológicas, operadas en su gran mayoría por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), Cenicafé y Empresas Públicas de Medellín; igualmente se ha usado información suministrada por el postgrado en aprovechamiento de recursos hidráulicos de la Universidad Nacional sede Medellín; así como parte de la información de estudios adelantados por la Corporación y la suministrada por los usuarios. Se tienen identificadas 1014 estaciones hidrometeorológicas (Figura 3.9), 476 de ellas fueron empleadas en la elaboración de un modelo digital de precipitación anual multianual para Antioquia.

Los datos de precipitación se analizaron a través de procesos estadísticos básicos -medidas de tendencia central y variabilidad- y mediante técnicas geoestadísticas que permiten analizar anisotropía y corroboran la influencia del relieve a través del sistema montañoso de los Andes y la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), el resultado corresponde a una superficie continua generada mediante Kriging, que muestra la distribución de la precipitación en Antioquia (Figura 3.10). Esta superficie sirve como fuente de información en análisis espaciales de nivel general y para correlacionar con temperatura, humedad, radiación solar y evapotranspiración.

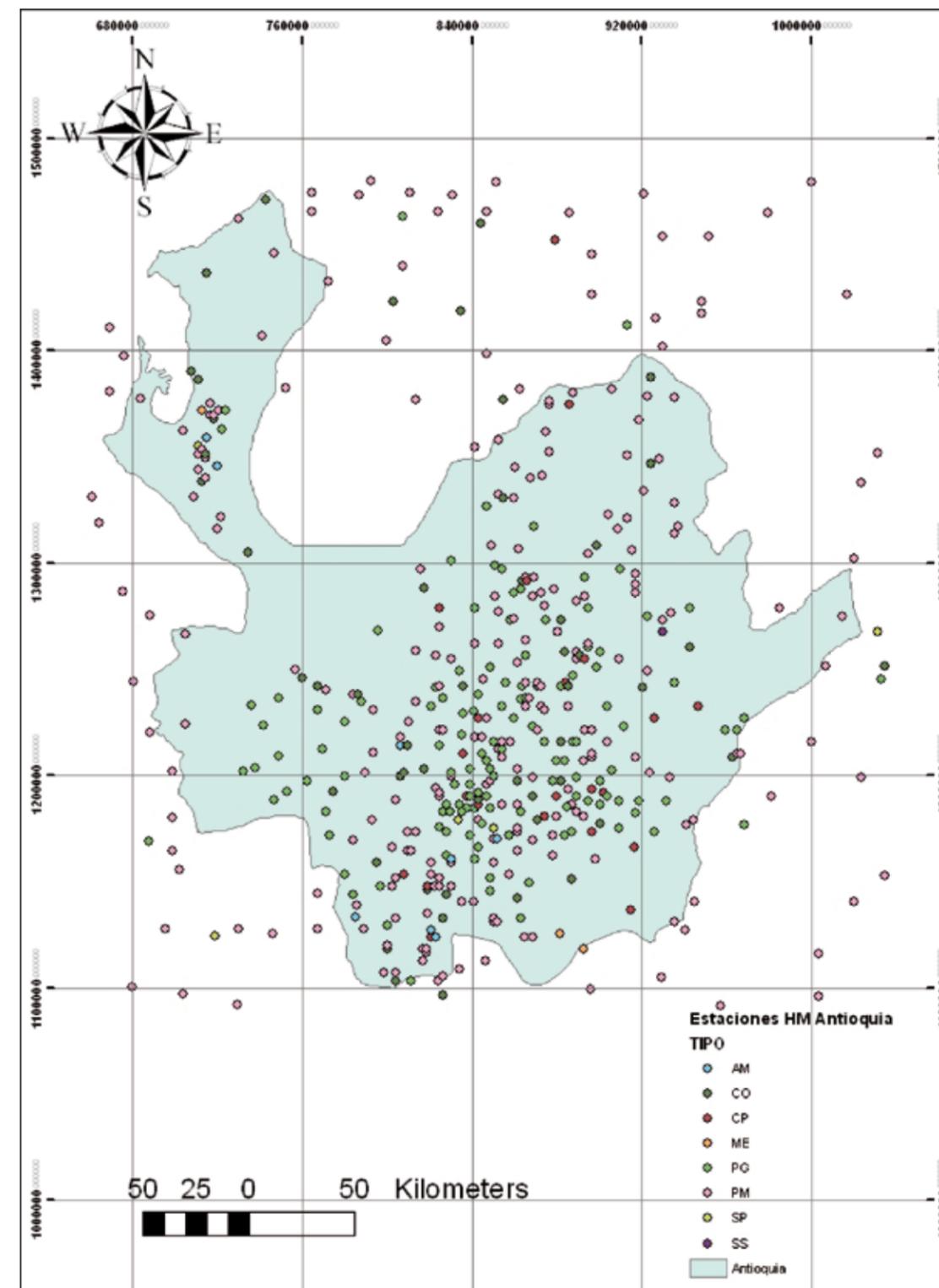


Figura 3.9. Estaciones Hidrometeorológicas en el Departamento de Antioquia. Elaboró: Montoya, 2006. Fuente de los datos: IDEAM, EE.PP.M, CENICAFE.

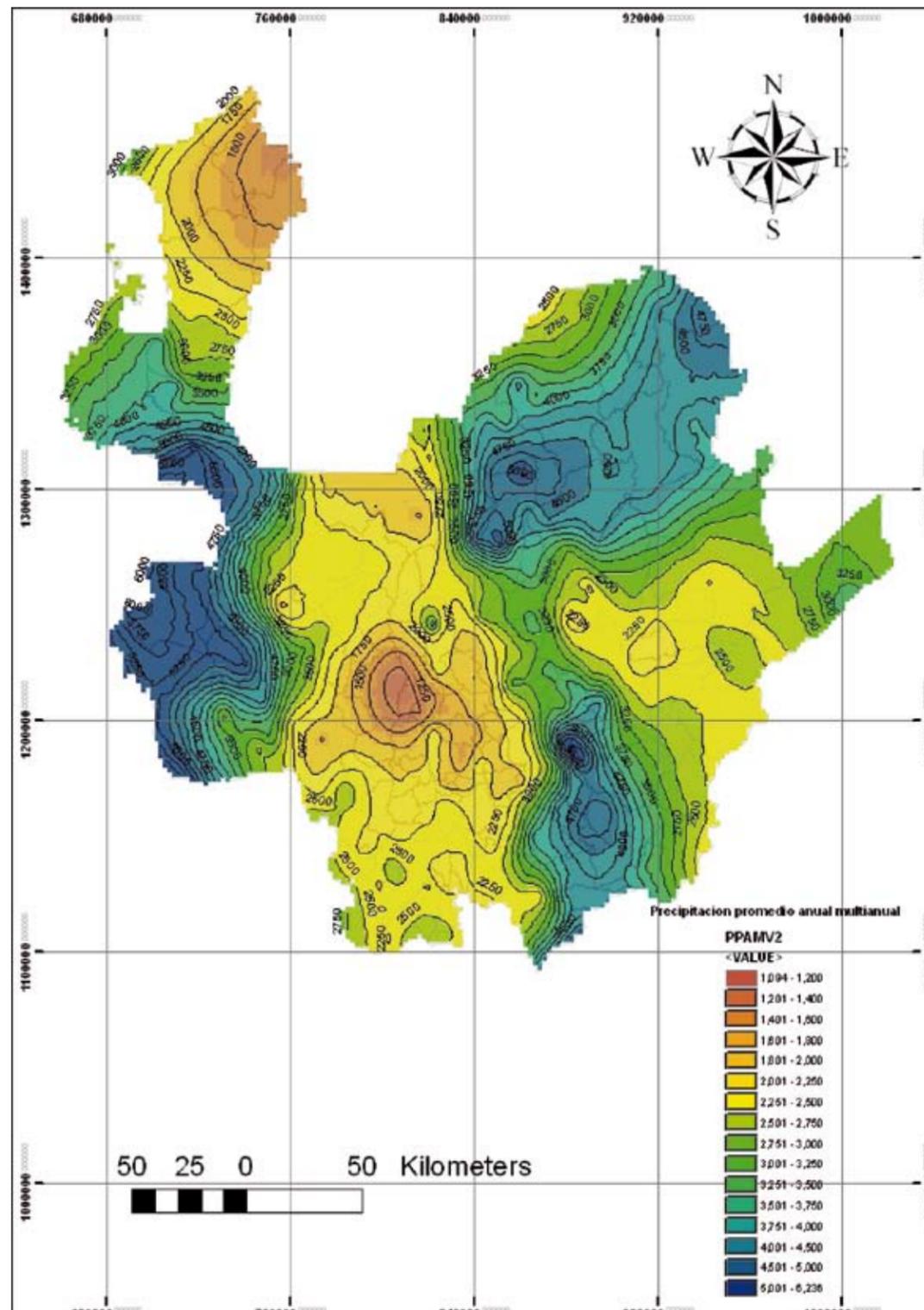


Figura 3.10. Distribución de la precipitación promedio anual multianual en el Departamento de Antioquia (mm/año).

Es claro que el promedio de precipitación de cada municipio posee una variabilidad espacial. Es así como al interior de la jurisdicción de cada municipalidad se tienen zonas donde las lluvias son mayores y otras en las que son menores al promedio general del municipio. Si se toma de los modelos digitales de precipitación los datos promedio multianual mínimo y máximo de cada municipio, se pueden apreciar algunas situaciones interesantes: ordenando los promedios de mayor a menor (Figura 3.11), puede observarse que los municipios de Valdivia, El Bagre, Tarazá, Nechí, Anorí, Cáceres, Campamento, Briceño, Segovia y Caucasia, poseen precipitaciones promedio anuales superiores a 3500 mm, mientras que Sopetrán, Santafé de Antioquia, Olaya, San Jerónimo, Ebéjico, Bello, San Pedro de Los Milagros, Caicedo, Copacabana, Giraldo y Anzá, poseen promedios de precipitación inferiores a los 1700 mm anuales

De los valores promedio máximo de precipitación para cada municipio (Figura 3.12), puede verse que del conjunto de los municipios anteriormente citados mantienen su posición, Valdivia posee el máximo promedio a nivel municipal y también a nivel zonal. No obstante, municipios como Zaragoza que no están en la lista de los 10 mayores promedios a nivel municipal, registran valores promedio máximos a nivel local, situación similar ocurre con Carolina del Príncipe, Angostura y Guadalupe.

Una situación semejante se observa si se toman los valores promedio mínimo de precipitación (Figura 3.11), municipios como Itagüí y Girardota que no están en la lista de los 10 menores promedios a nivel municipal, registran valores promedio mínimos a nivel local.

Una primera aproximación a la oferta hídrica a partir de la precipitación se obtiene relacionando promedios multianuales con las áreas de cada jurisdicción municipal. (Figura 3.13). Dada la variabilidad en la magnitud de las extensiones de los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA, con municipios como Ituango que poseen cerca de 2700 km² en contraste con Sabaneta que apenas alcanza los 15 km², se evidencia

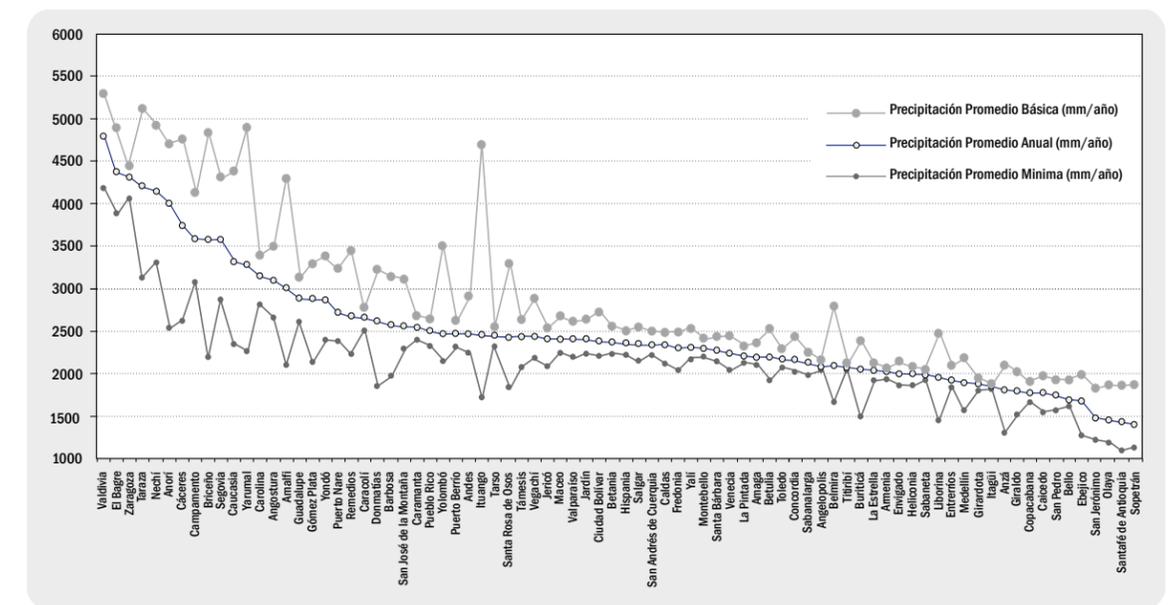


Figura 3.11. Precipitación promedio anual en los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA y la Variabilidad espacial intra e intermunicipal de los promedios.

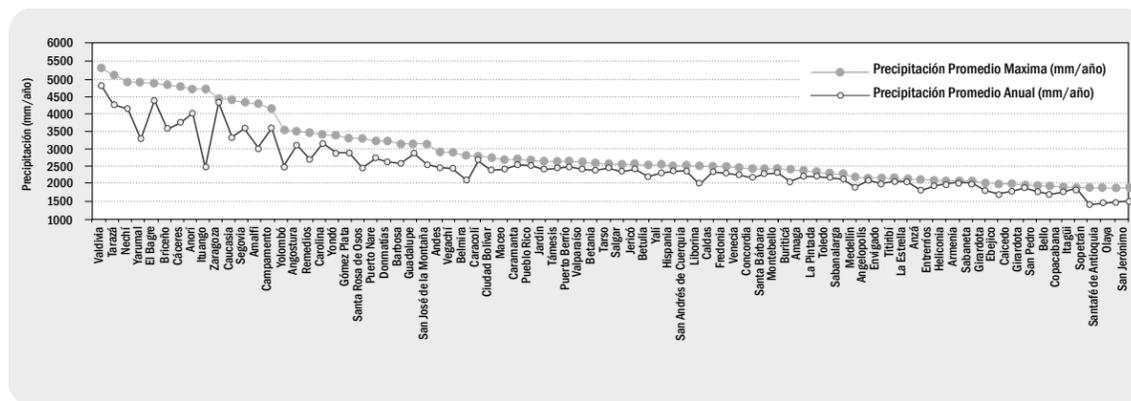
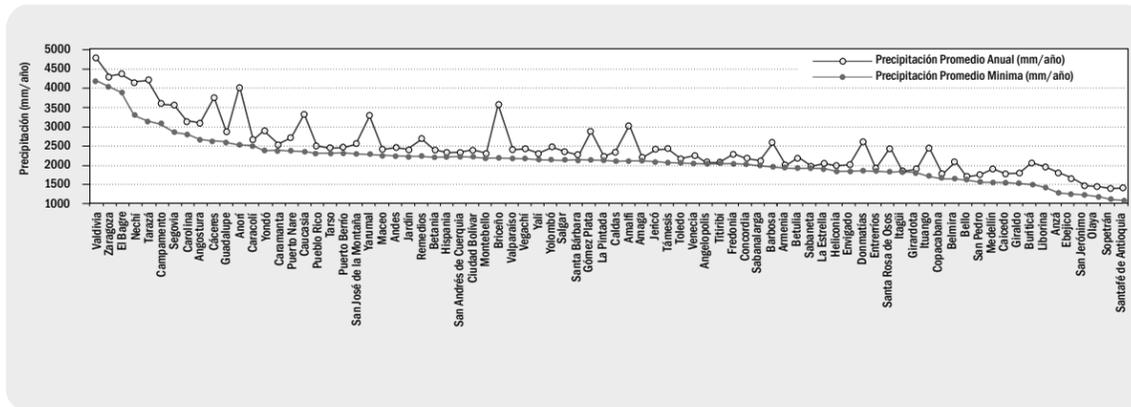


Figura 3.12. Variabilidad espacial de los promedios de precipitación anual multianual en los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA

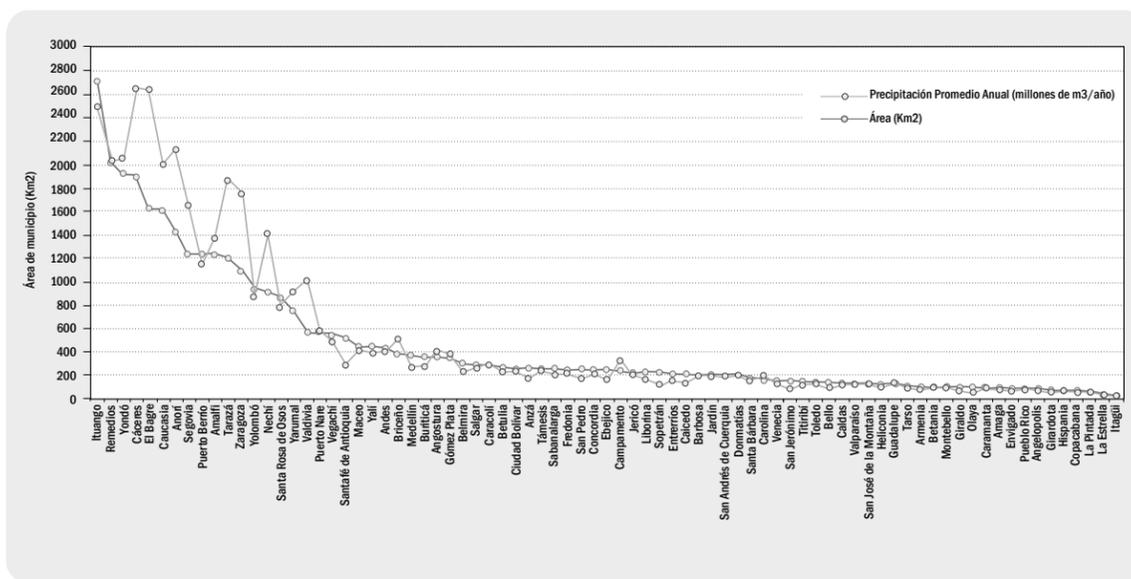


Figura 3.13. Oferta hídrica promedio anual proveniente de la precipitación para los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

una gran variación en la posición relativa de oferta hídrica proveniente de la lluvia. La lista de los municipios con mayor oferta es encabezada por Ituango, Remedios, Yondó, Cáceres, El Bagre, Caucaasia, Anorí, Segovia, Puerto Berrío y Amalfi; en el otro extremo, el de menor oferta, se encuentran: Itagüí, La Estrella, La Pintada, Copacabana, Hispania, Girardota, Angelópolis, Pueblorrico y Envigado.

Si se observan las variaciones intermensuales de la precipitación (Figura 3.14), se logra evidenciar un cambio espacial en el régimen de las lluvias que caen sobre el territorio Antioqueño: mientras que para la zona andina se aprecia claramente el comportamiento bimodal de la precipitación, con valores máximos en los meses de abril y octubre y épocas secas en enero y julio, al norte del departamento en el Bajo Cauca y Urabá, la dinámica se vuelve monomodal con una época seca entre diciembre y marzo y lluvias distribuidas entre abril y noviembre.



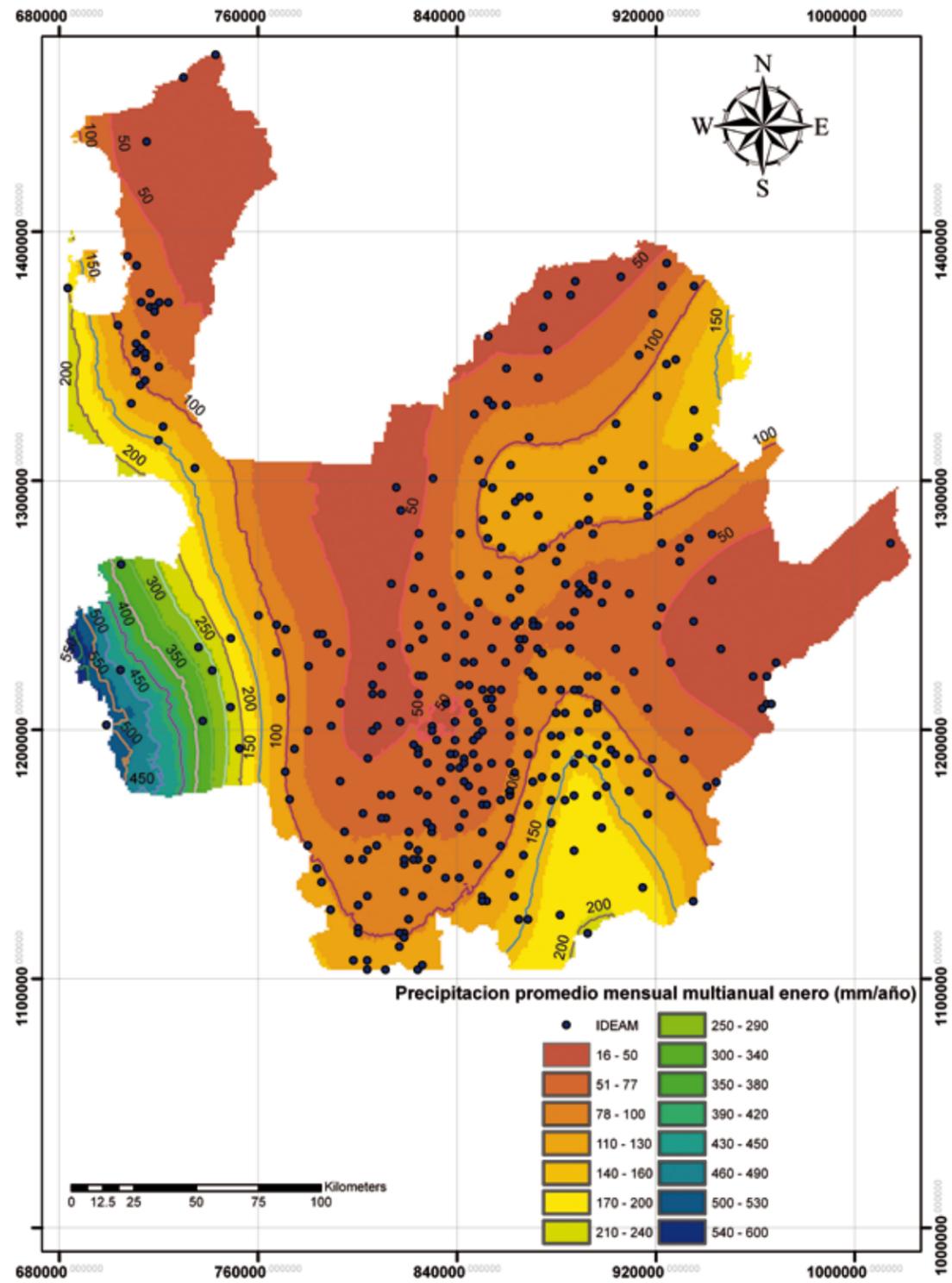


Figura 3.14. Variabilidad intermensual de la precipitación promedio enero en el departamento de Antioquia. Fuente: (Montoya & Mejía, 2007).

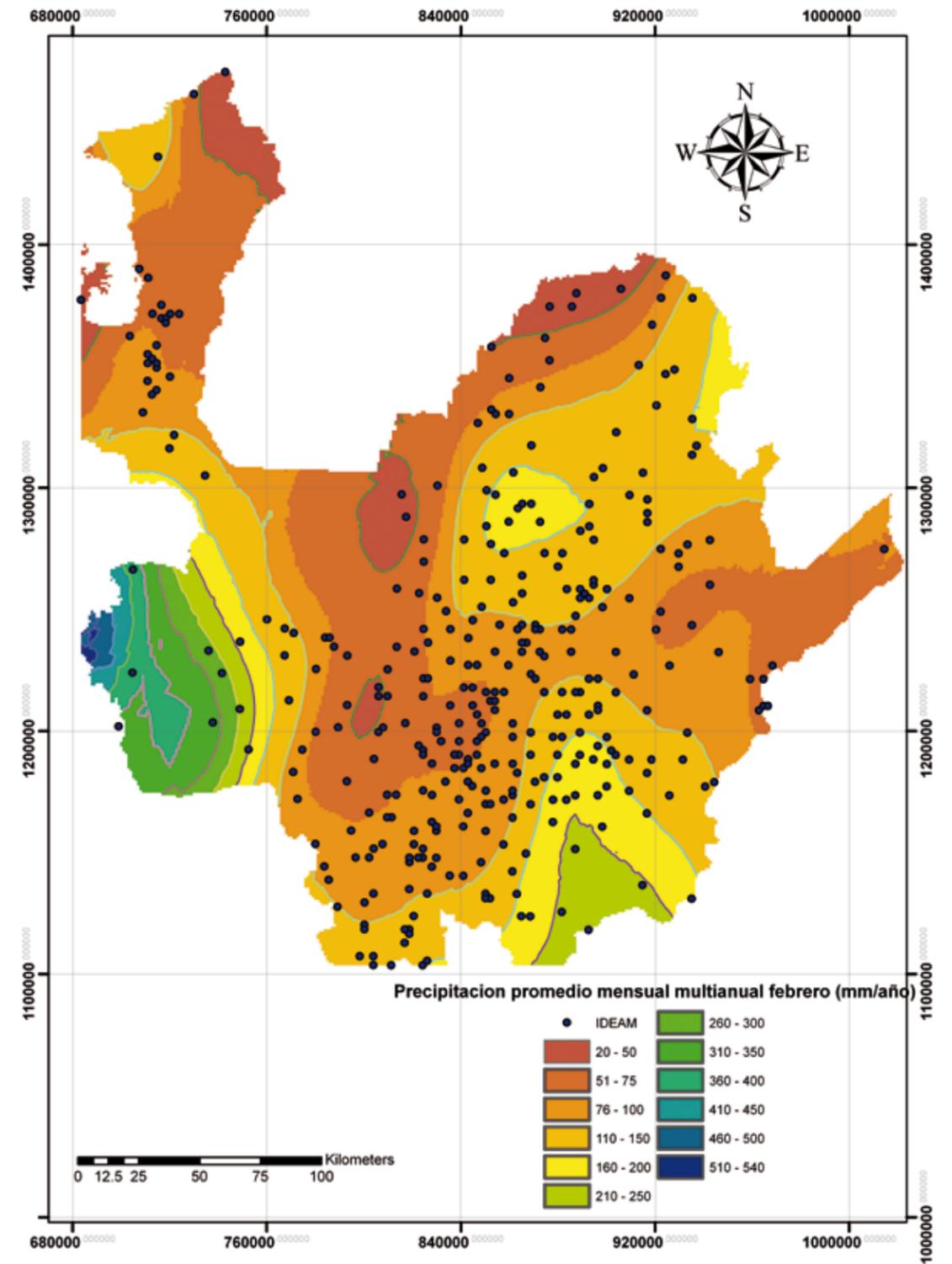


Figura 3.14. Continuación febrero.

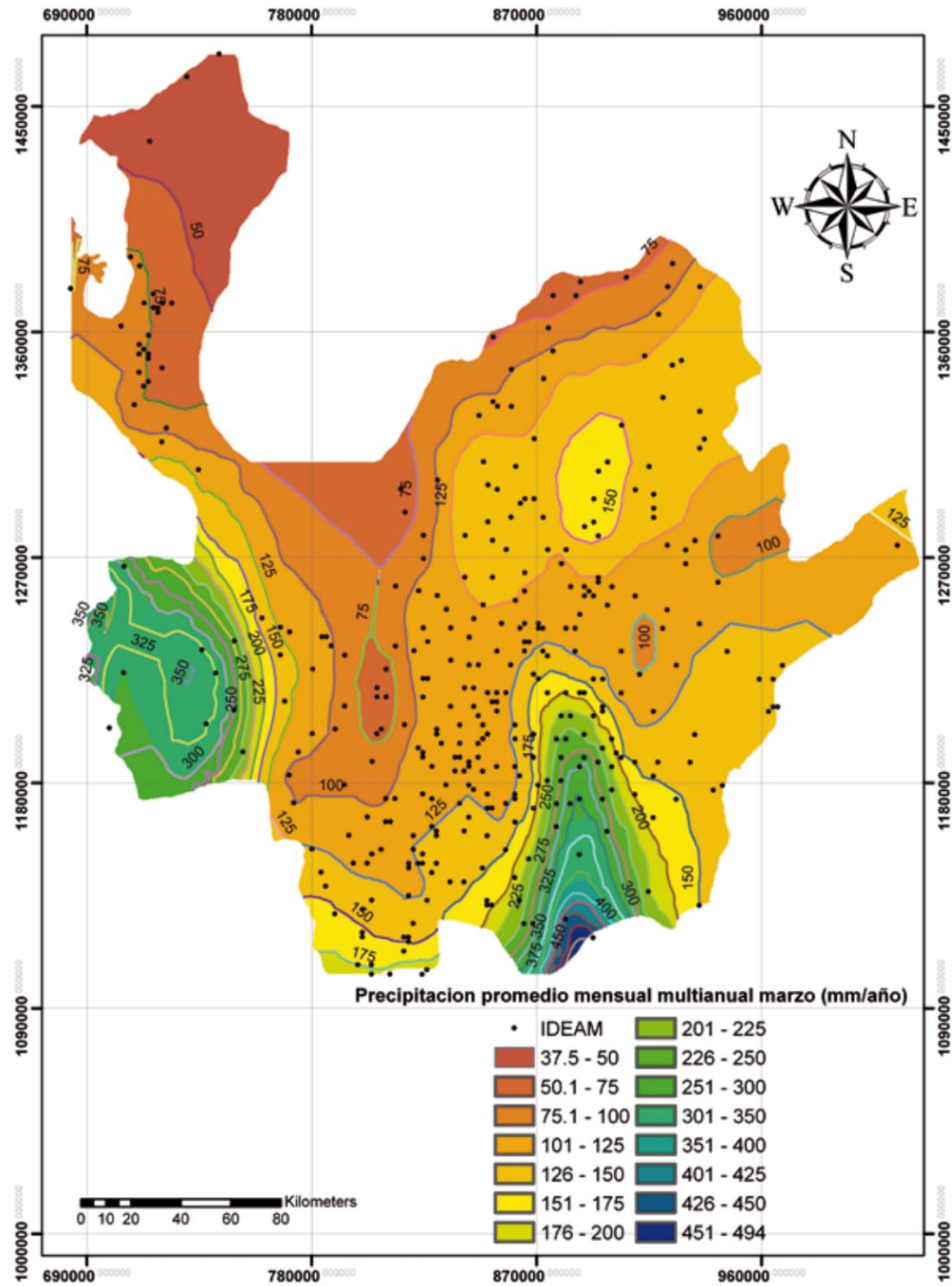


Figura 3.14. Continuación.

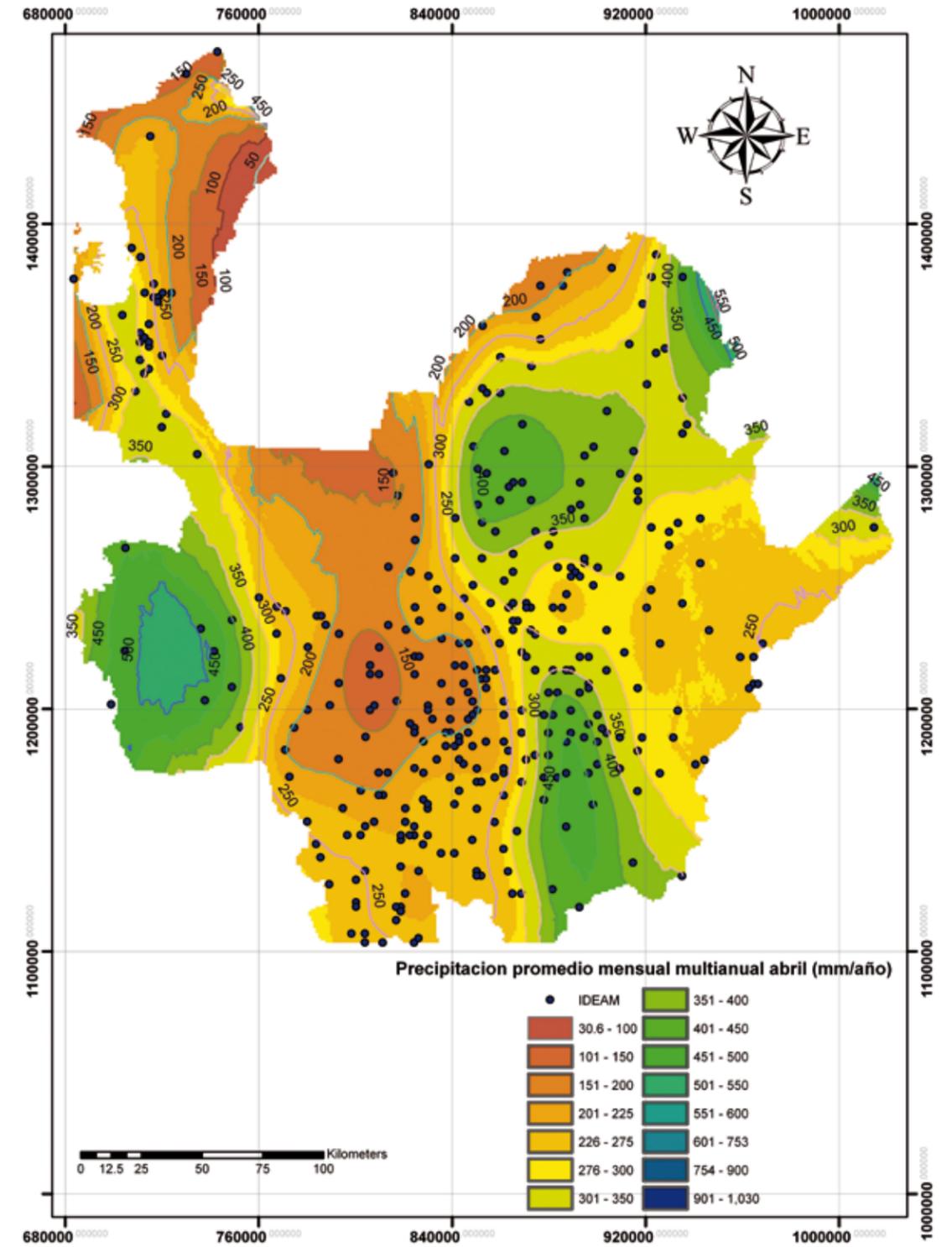


Figura 3.14. Continuación abril.

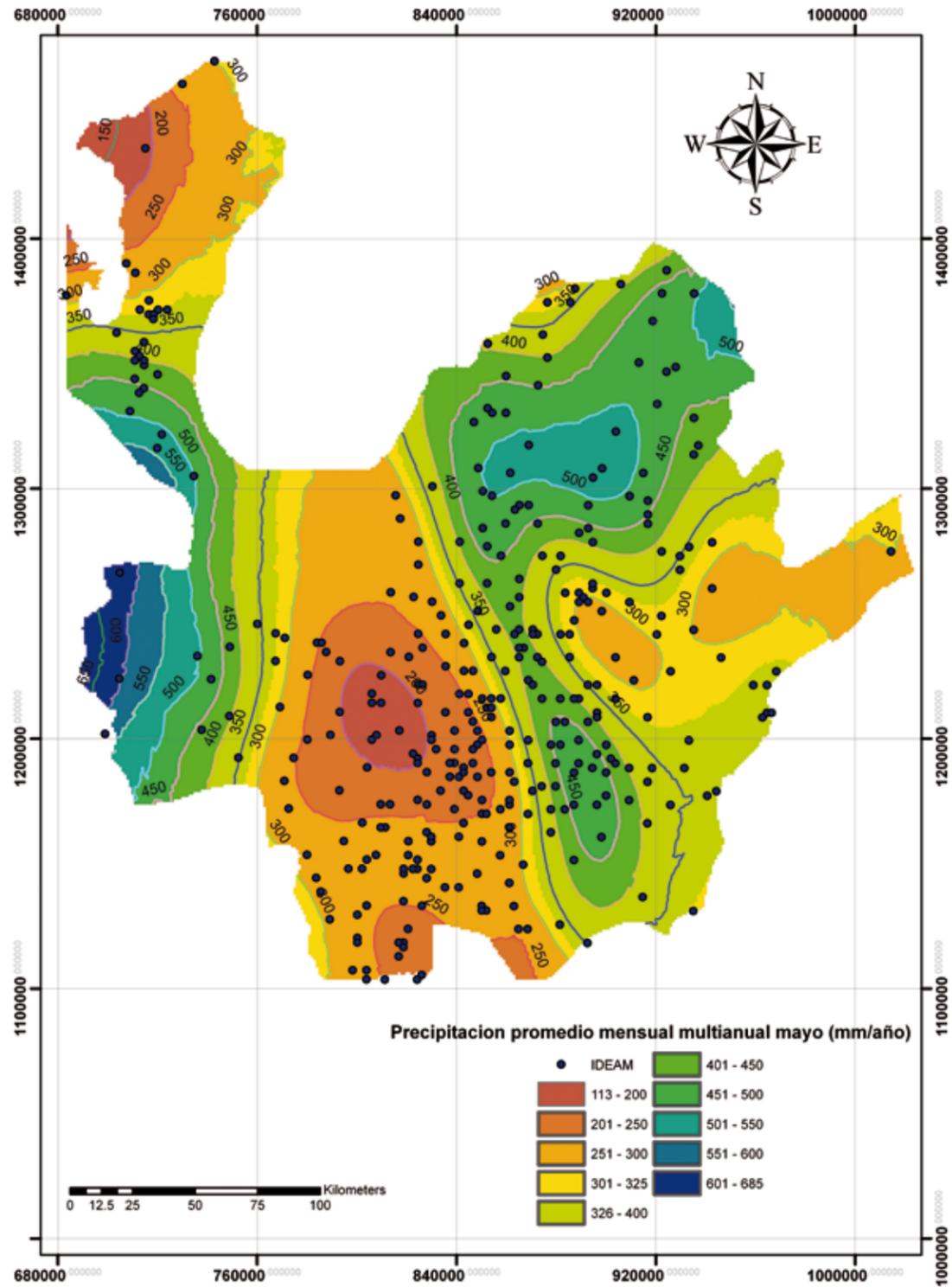


Figura 3.14. Continuación mayo.

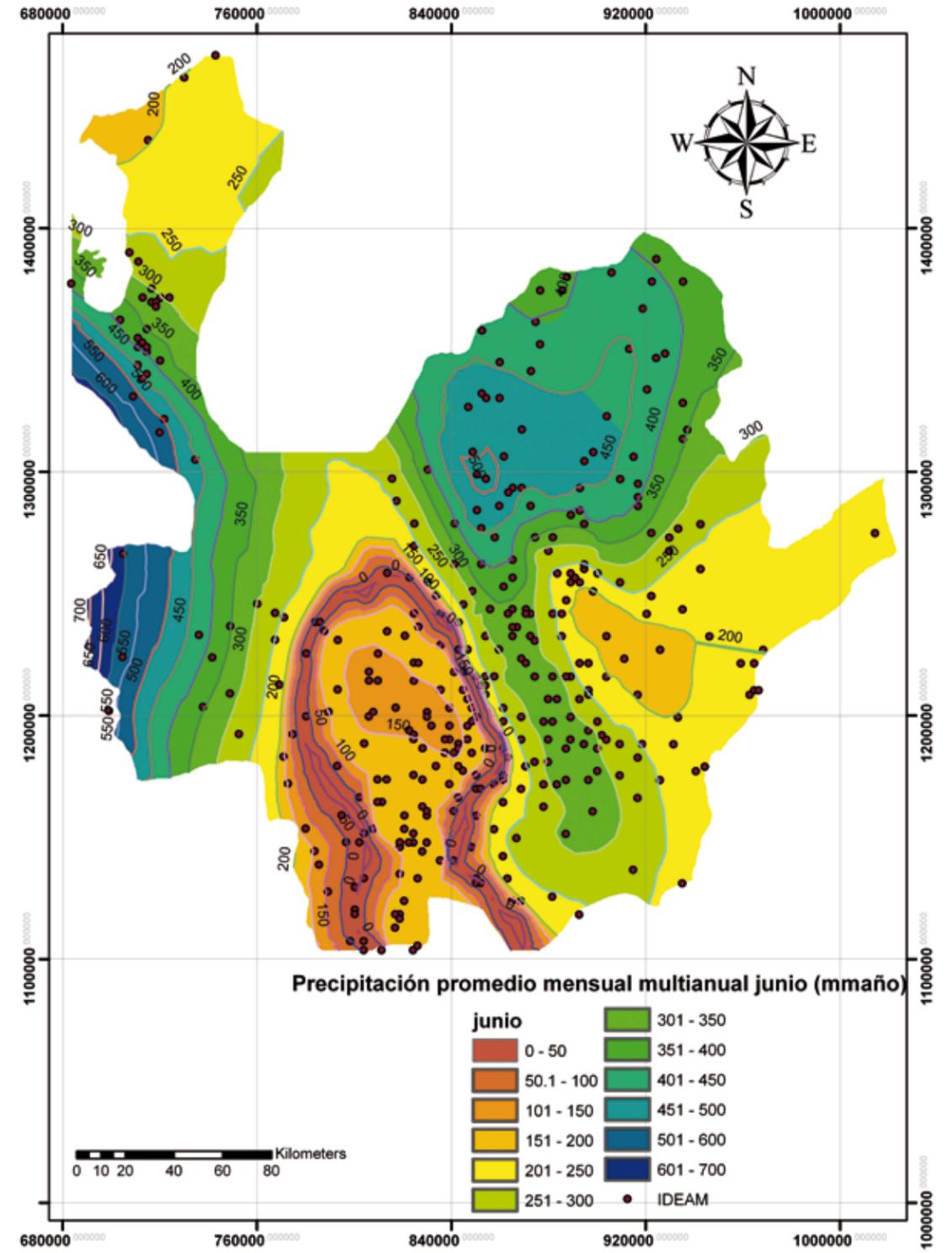


Figura 3.14. Continuación junio.

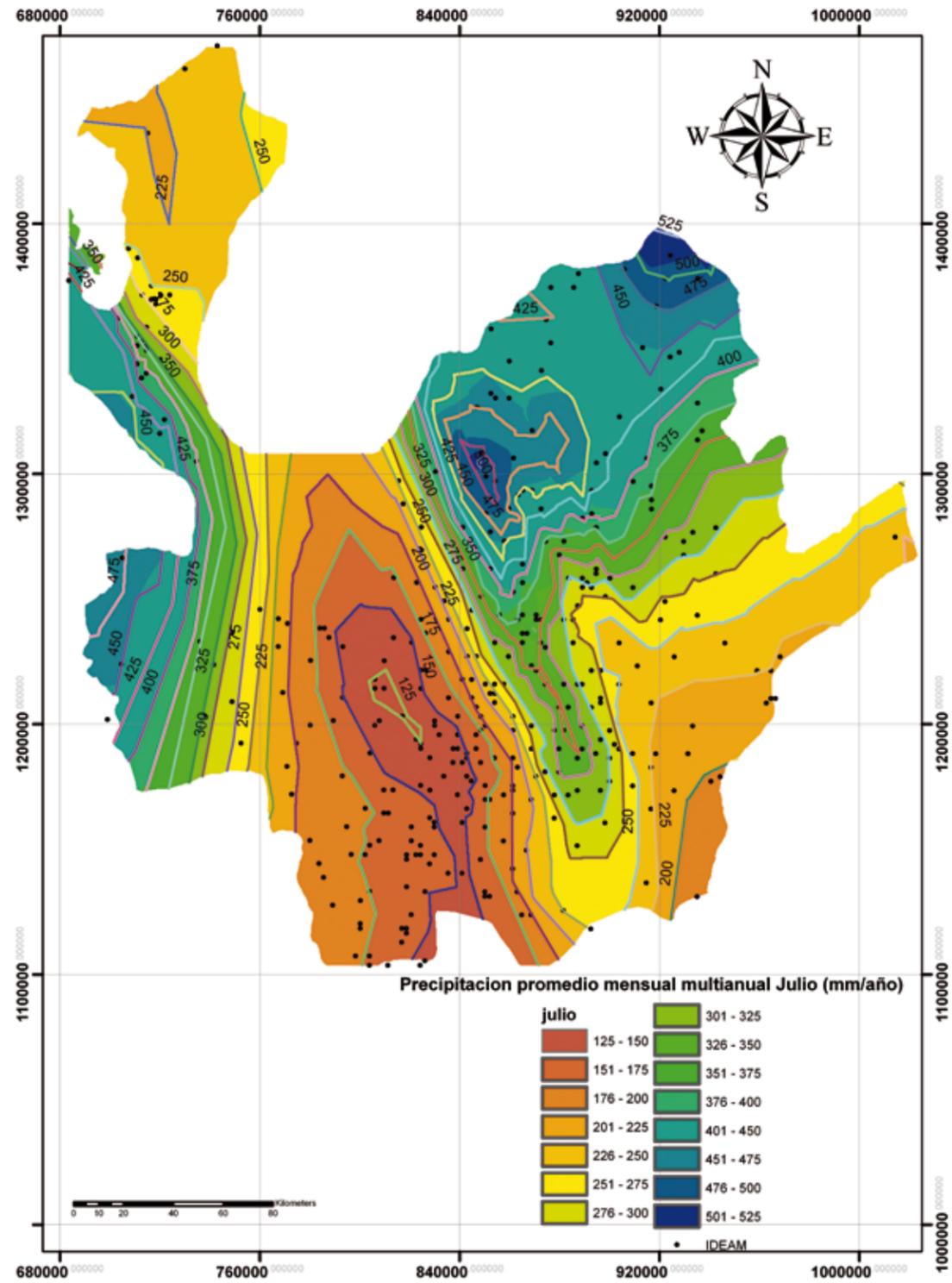


Figura 3.14. Continuación julio.

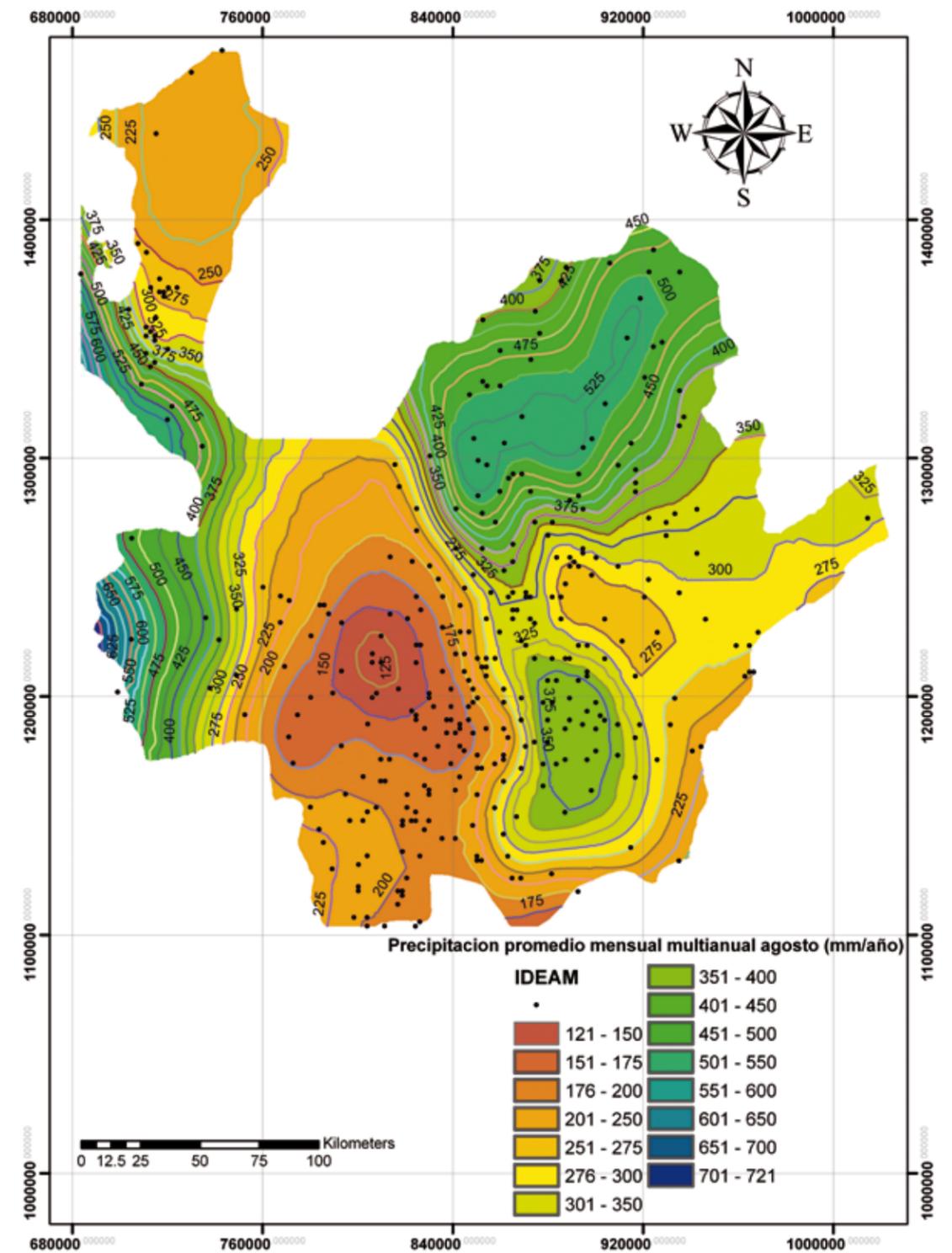


Figura 3.14. Continuación agosto.

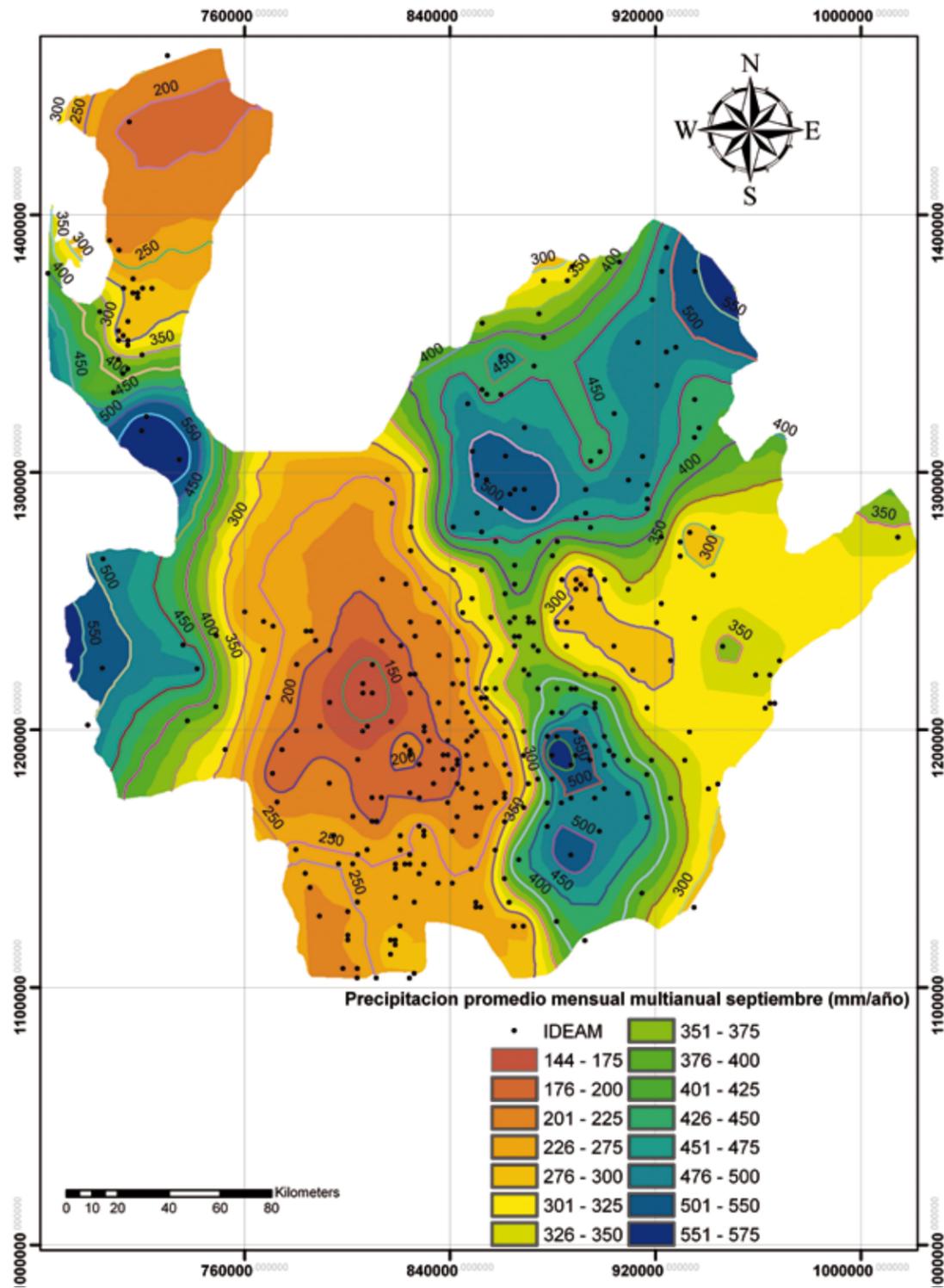


Figura 3.14. Continuación septiembre.

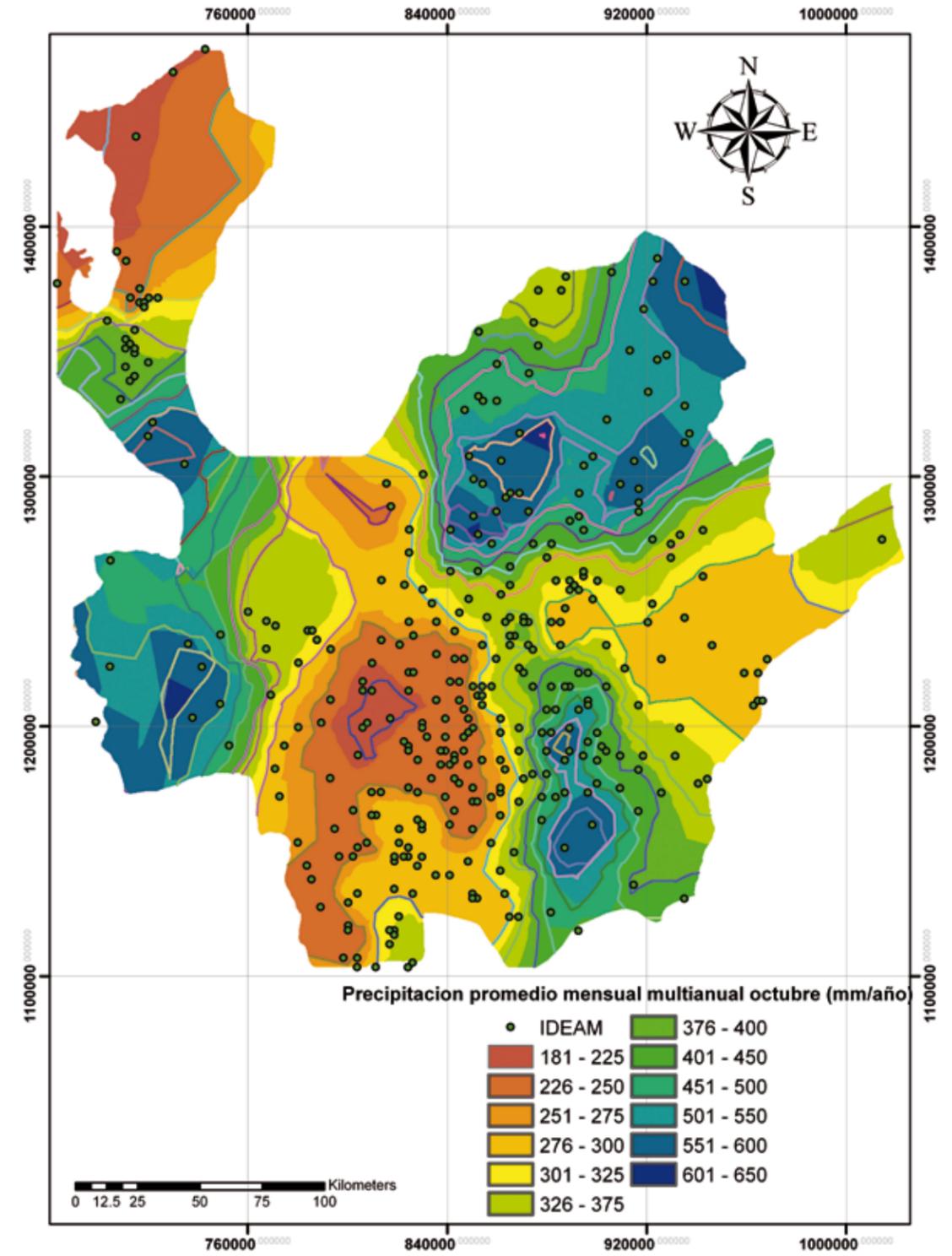


Figura 3.14. Continuación octubre.

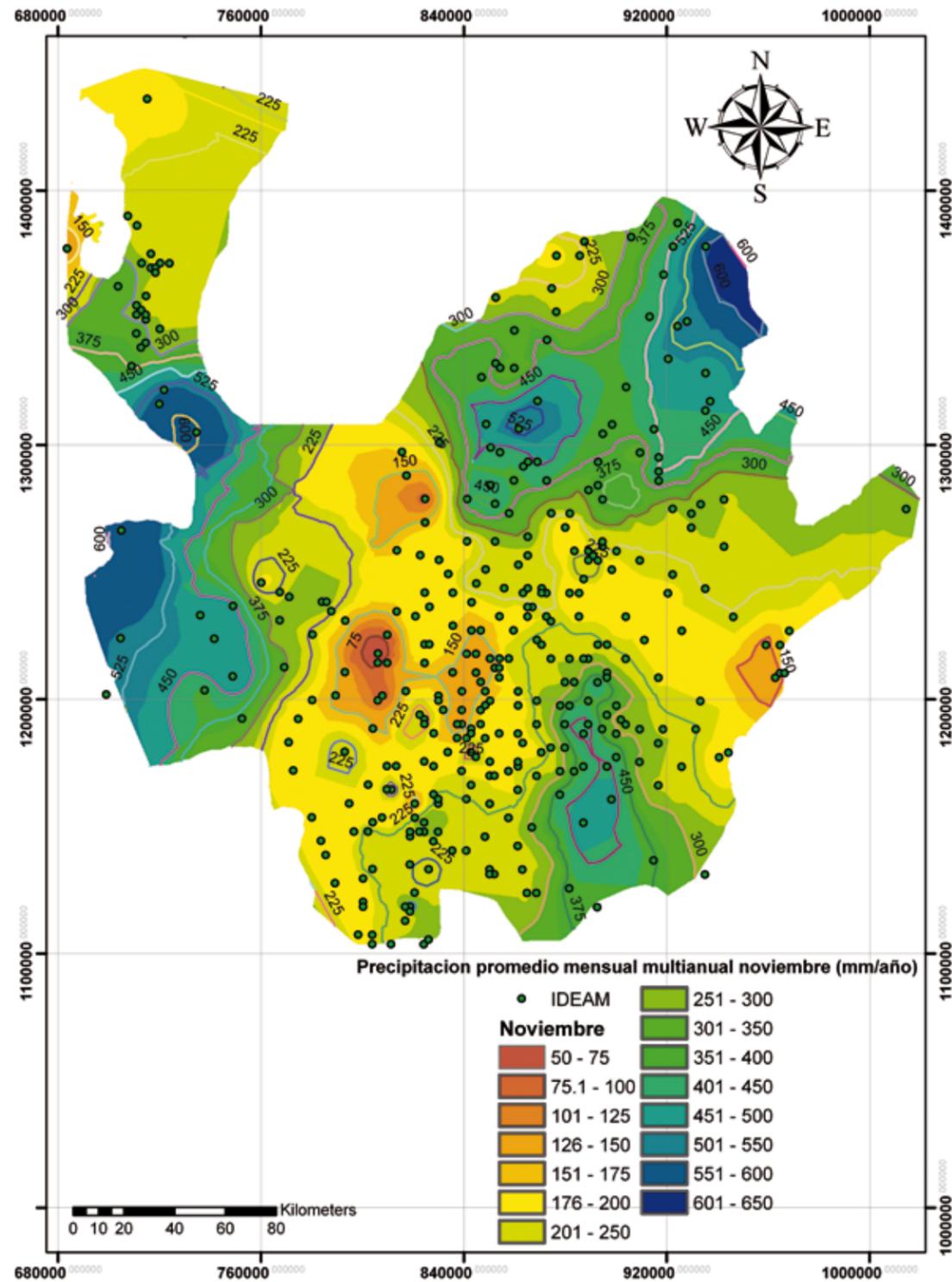


Figura 3.14. Continuación noviembre.

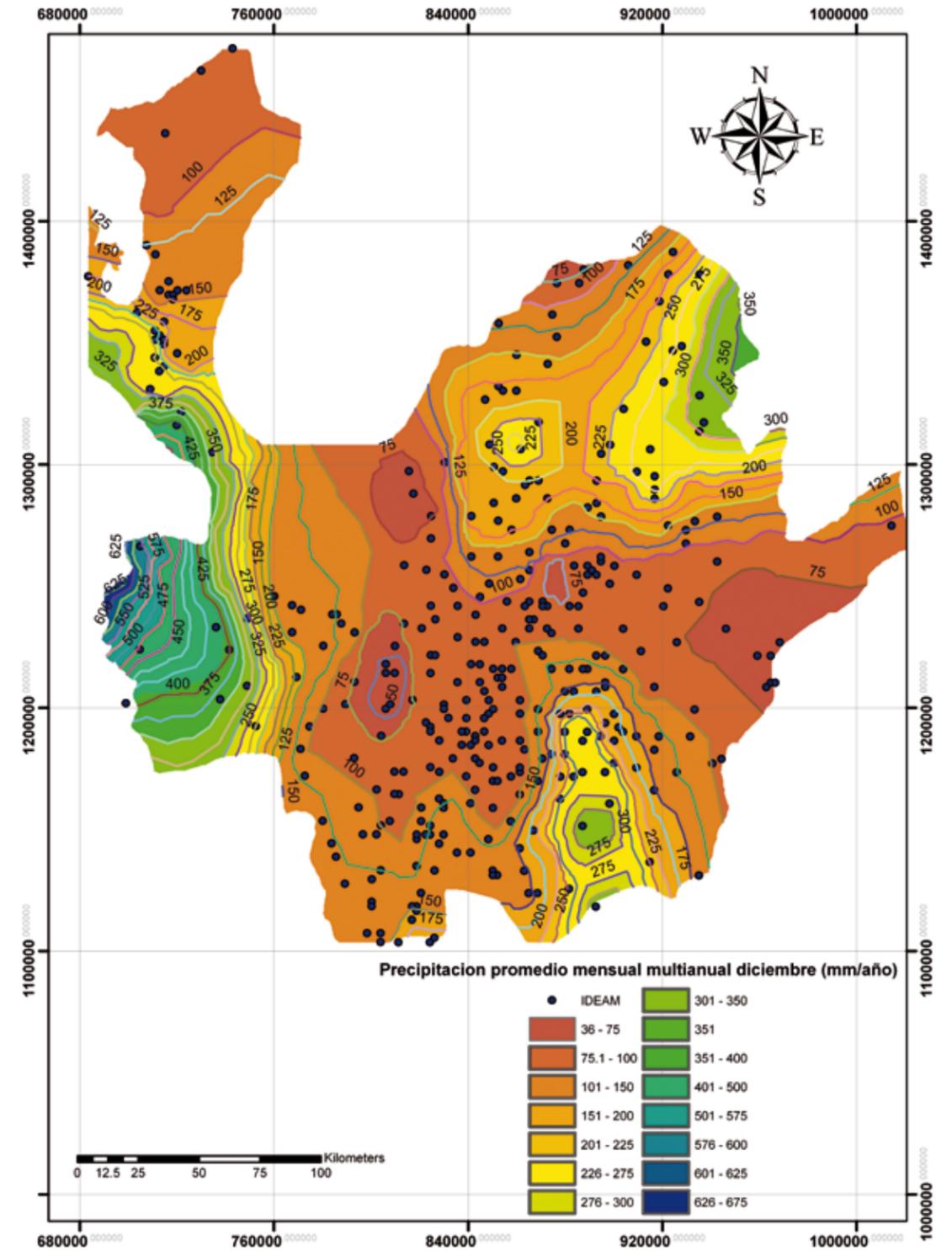


Figura 3.14. Continuación diciembre.

Un último elemento a resaltar dadas las condiciones de escasez que pueden llegar a generarse en épocas de poca lluvia, lo constituye la distribución espacial de las precipitaciones mínimas mensuales por municipio (Figura 3.15), se destaca que en el mes de enero para el 70% de las estaciones analizadas se presentan estas condiciones críticas; seguidas de los meses de febrero y marzo con el 19% y 7% respectivamente; mientras que en los periodos normalmente lluviosos, abril-mayo, septiembre-noviembre, en ninguna región del departamento se registran como mínimos anuales.

3.3.2. Los flujos atmosféricos: La evapotranspiración

La radiación solar constituye junto con la gravedad, las principales fuerzas motoras del ciclo hidrológico. A partir de los datos de tanque evaporimetro disponibles y aplicando la ecuación desarrollada en el Centro Nacional de Estudios del Café -Barco C. Cenicafé, 1998-, se logró construir el modelo digital de evapotranspiración promedio anual el cual se corresponde bien con la complejidad topográfica y la gran variabilidad altimétrica de la geografía regional (Figura 3.16).

El Medio Magdalena, el Bajo Cauca y Urabá, correspondientes a las zonas de menor altura y máximas temperaturas en el departamento, registran valores de evapotranspiración por encima de 1600 mm/año. Esta variable, para regiones con alturas superiores a 2000 metros, comprendida entre los Altiplanos de Oriente y Santa Rosa en la Cordillera Central y la zona de paramos-, no supera los 1000 mm/año. No se quiere terminar esta discusión sin resaltar la clara manifestación que sobre la grafica de evapotranspiración presenta el valle interandino del Río Cauca, como una evidencia de discontinuidad climática en esta porción de la Cordillera Central.

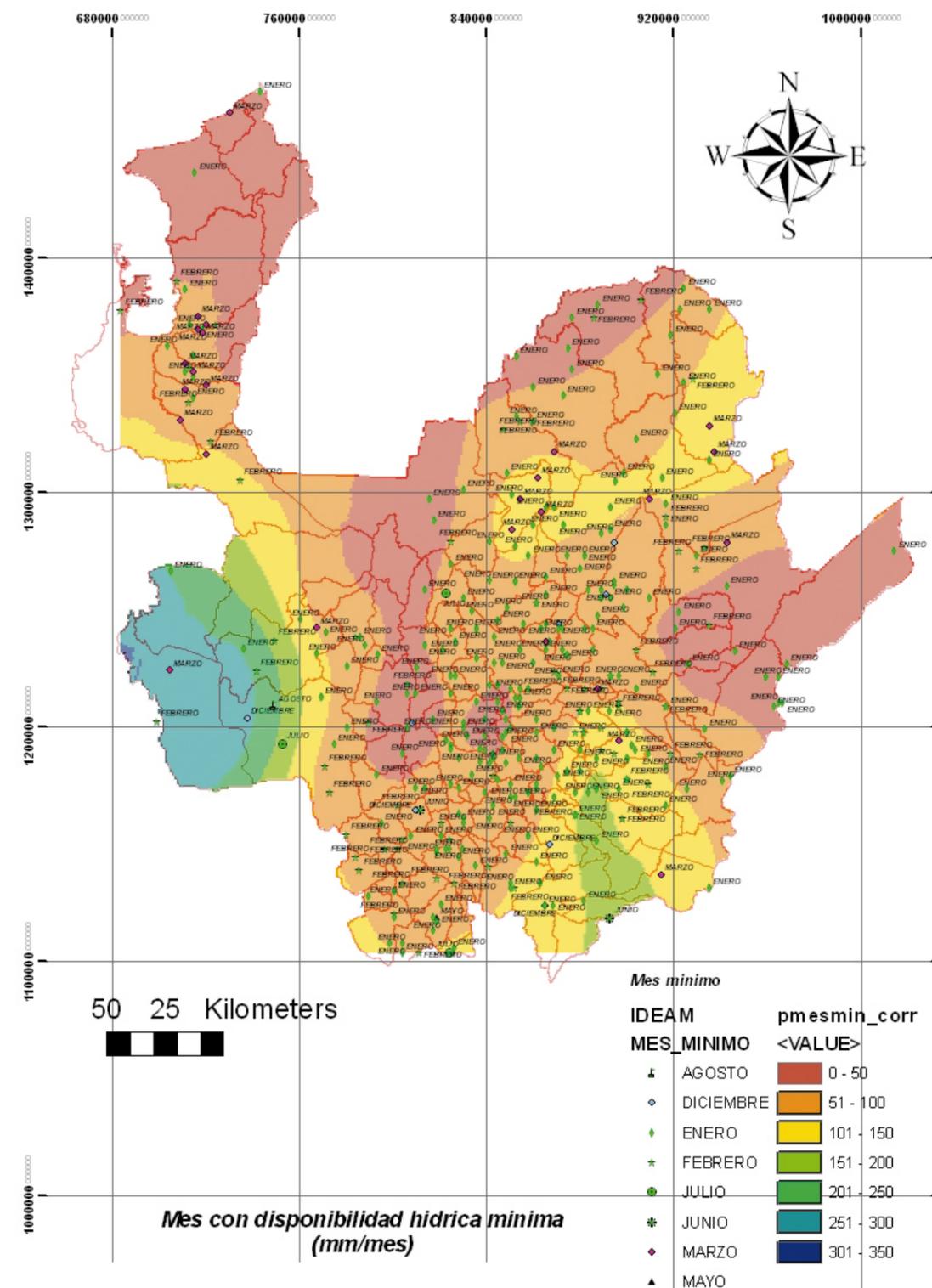


Figura 3.15. Distribución espacial de las mínimas precipitaciones mensuales. (Montoya, 2006).

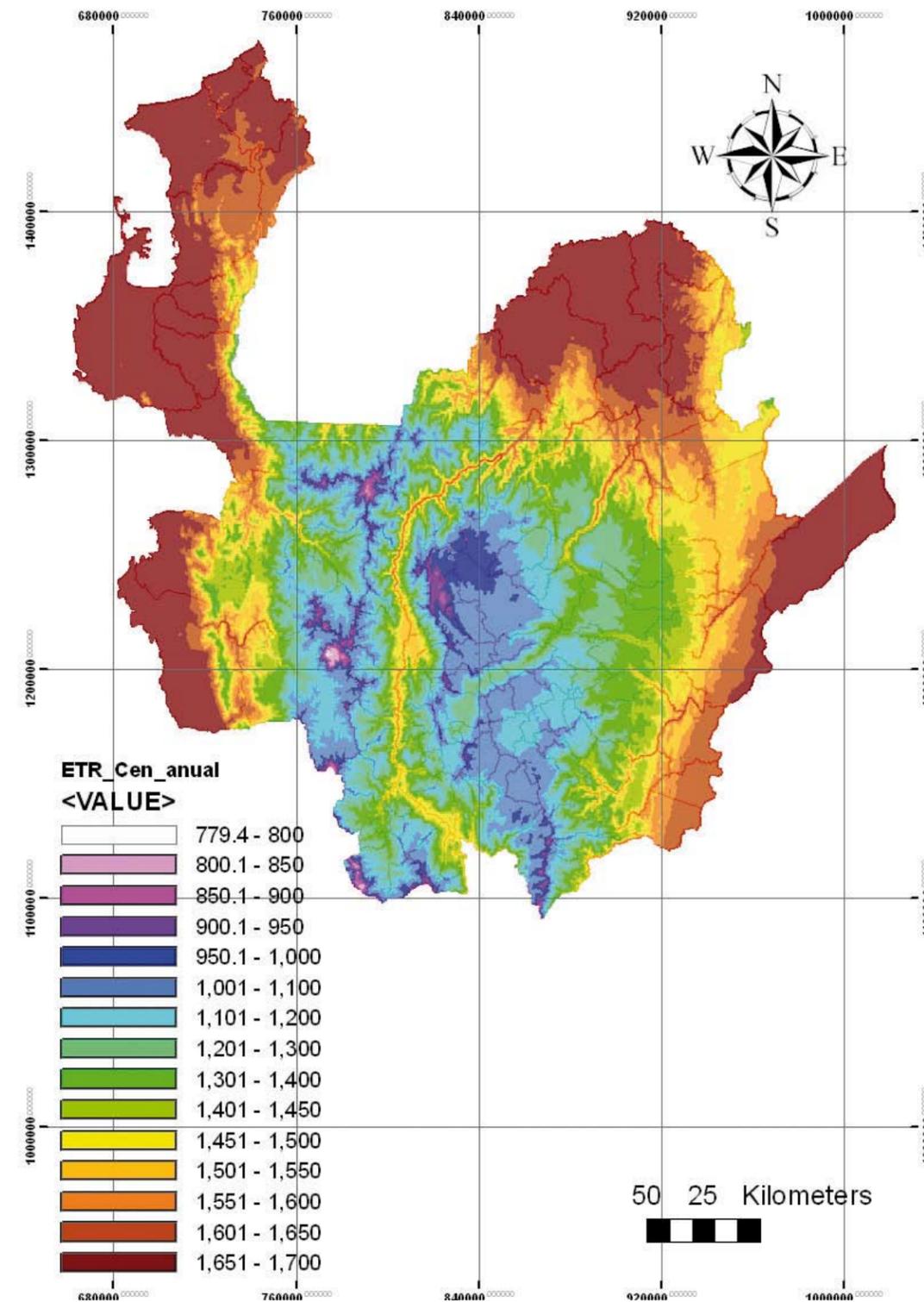


Figura 3.16. Distribución de la Evapotranspiración promedio anual según el Modelo de Cenicafé (mm/año). Fuente: Mejía & Correa, 2006.

3.3.3. La Escorrentía

La escorrentía superficial representada por el agua que fluye a lo largo de los ríos, humedales, alimentados por las corrientes en épocas de lluvia, y sostenida por los niveles freáticos en épocas secas, y las aguas subterráneas, constituyen tres resultados de la escorrentía a ser considerados en este trabajo.

3.3.3.1. Escorrentía superficial: Los caudales de agua disponibles en las corrientes de agua superficiales, dependen entre otros factores, de la cantidad de agua precipitada -lluvia-, de la evapotranspiración, de la infiltración, de los usos del suelo, de los modos de captación y los sistemas de aprovechamiento existentes. Cada uno de estos factores varía de mes a mes y de año a año, así como de región a región, generando una diversa variabilidad espacial y temporal de los regímenes hidrológicos. De lo anterior se deduce un hecho que evidencia y confirma la realidad: no es posible garantizar de manera permanente un caudal constante en los ríos, arroyos, caños, cañadas y quebradas, como una consecuencia de la naturaleza variable de la lluvia.

El mapa de contribución local de la precipitación a la escorrentía (Figura 3.17.) da cuenta de la gran variación espacial de las interrelaciones existentes entre las aguas lluvias que caen sobre la superficie del terreno y la evapotranspiración que a pesar de su carácter menos variable localmente, genera en conjunto con la lluvia el potencial real de escurrimiento hacia las zonas vecinas en virtud de la acción de la gravedad. Puede observarse que regiones como el Occidente Cercano o las zonas situadas en la frontera norte del departamento, esa potencial contribución es baja, mientras hacia el Occidente Lejano en fronteras con el departamento del Chocó y en el altiplano oriental alcanza magnitudes considerables. Sin embargo, cuando se consultan las cifras (Tabla 3.3) de escorrentía total para las cuencas mas grandes del departamento, las de mas de 200 km², se tienen caudales con magnitudes que varían entre 5 m³/s y 60 m³/s, esto no es mas que una evidencia de un hecho obvio en la dinámica de las cuencas: el agua que se acumula o circula a través de cada punto de una corriente corresponde al aporte local y al agua que proviene de áreas vecinas y de zonas distantes. Estas sumas de aportes configuran para cada municipio las fuentes superficiales que los cruzan y en muchos casos abastecen (Tablas 3.4 y 3.5). No puede perderse de vista que a escalas locales, existe un gran número de corrientes estacionales que si bien se secan en los veranos, pueden llegar a tener carácter torrencial durante las épocas invernales.



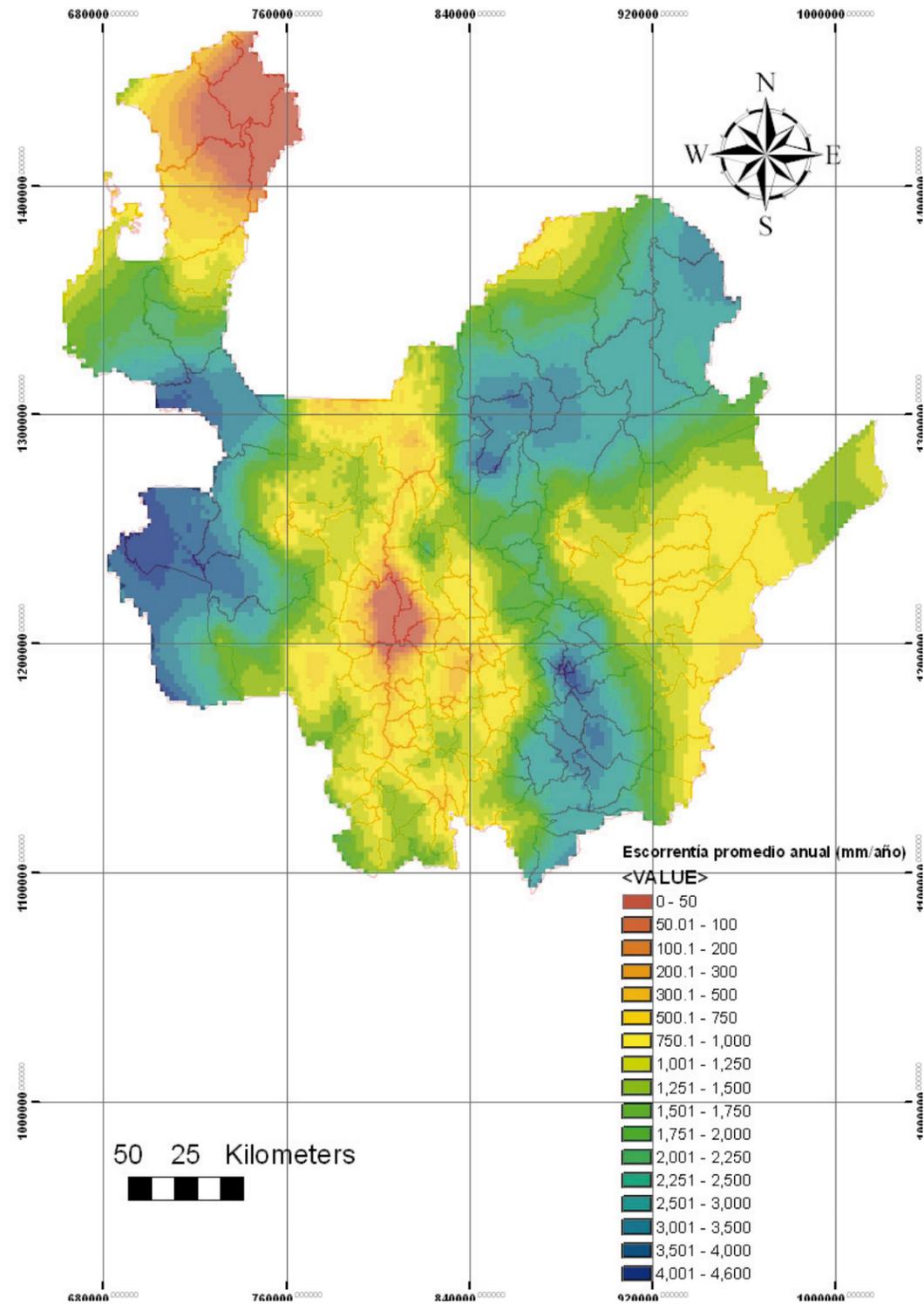


Figura 3.17. Distribución de la contribución local de la precipitación a la escorrentía promedio anual. (mm/año). Fuente: Mejía et al, CORANTIOQUIA, 2006

| Nombre | Área (km ²) | (*) Caudal mínimo (m ³ /s) | (*) Caudal máximo (m ³ /s) | Caudal promedio anual estimado cuenca (m ³ /s) |
|--------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| Río Aurra | 236,2 | 0,8 | 122,4 | 3,0 |
| Río Ituango | 227,0 | 1,2 | 136,6 | 5,7 |
| Río Amagá | 256,8 | 1,4 | 152,5 | 7,4 |
| Río Chico | 255,2 | 1,2 | 142,9 | 7,6 |
| Río Barroso | 235,5 | 1,6 | 156,5 | 9,3 |
| Río Pescado | 275,0 | 2,0 | 178,0 | 9,6 |
| Río Volcán | 299,0 | 1,9 | 184,6 | 10,4 |
| Río Nus | 292,1 | 1,6 | 191,3 | 11,8 |
| Río Poceró | 224,7 | 2,3 | 185,2 | 13,1 |
| Río Tamar | 242,6 | 1,6 | 194,9 | 13,5 |
| Río Cimitarra | 365,5 | 4,1 | 233,8 | 15,6 |
| Río Man | 343,5 | 3,2 | 229,8 | 15,7 |
| Río Mata | 266,5 | 2,9 | 211,7 | 15,9 |
| Río San Bartolomé | 527,8 | 2,4 | 255,6 | 17,7 |
| Río Anorí | 242,3 | 3,3 | 225,1 | 19,7 |
| Río Espíritu Santo | 270,8 | 3,1 | 221,6 | 20,2 |
| Río Pocuné | 275,4 | 3,7 | 242,0 | 20,8 |
| Río Bagre | 390,0 | 3,9 | 257,1 | 20,9 |
| Río Guadalupe | 364,8 | 3,2 | 229,9 | 21,0 |
| Río Tigüí | 286,0 | 4,0 | 255,1 | 22,9 |
| Río Ité | 747,4 | 4,2 | 332,4 | 28,2 |
| Río Cuturú | 379,6 | 5,2 | 298,3 | 29,5 |
| Río Amacerí | 361,4 | 5,1 | 294,8 | 30,2 |
| Río Aburrá | 1074,9 | 4,8 | 342,4 | 32,4 |
| Río Tarazá | 777,5 | 6,0 | 348,2 | 35,5 |
| Río Sinú | 814,9 | 12,3 | 338,9 | 36,4 |
| Río Cacerí | 652,8 | 7,4 | 377,7 | 42,2 |
| Río Grande | 1278,5 | 5,9 | 385,6 | 45,8 |
| Río San Juan | 1418,2 | 9,8 | 302,9 | 57,9 |

*Periodo de retorno: 10 años

Tabla 3.3. Caudales promedio, máximo y mínimo para los principales sistemas hídricos de la jurisdicción de CORANTIOQUIA

| Municipio | Principales fuentes de agua |
|-----------------------|--|
| Amagá | Río Amagá, Quebradas Sinifaná, Salinas, La Clara, La Paja |
| Amalfí | Río Porce, Mata, Tinitacita, Riachón, Maní, Monos Poceró |
| Andes | Río San Juan, Río Andes, Río Tapartó, La Chaparrala, San Bartolo, La Ciudad, Calentura, Naranjal, Monteblanco |
| Angelópolis | Quebrada La Bramadora |
| Angostura | Río Concepción, Río Los Guayabales, Río San Juan, El Bosque, Río Nechí, Río Dolores, Río Concepción, Río San Alejandro, Río Tenche, Río La Culebra |
| Anorí | Río Nechí, La Serrana, Bramadora, Tamí, Río Porce |
| Anzá | Río Cauca, Puiná, Purco |
| Armenia | Río Cauca, Horcona, Río Amagá, Cangrejo, Salto de Urao, La Chaparrala |
| Barbosa | Laureles, Monteloro, Cestillal, La López, Arenales, Santo Domingo, Montera, Piedra Gorda, Ovejas |
| Bello | El Hato, La García, Rodas, La Gabriela, La Loca, Seca, Guasimal |
| Belmira | Río Chico, Montañitas, Mogote |
| Betulia | Río Cauca, Río San Mateo, El Purco, El Higuierón, El Morro, La Purco, La Virgen |
| Briceño | Río Cauca, San Antonio, Cusumbí, El Tagual, Las Cenizas, Pescado, Río Espíritu Santo, Trinidad, Triana |
| Buriticá | Río Cauca, Río La Clara, Buriticá, Cuatro, Ecalichada, Purgatorio, La Seca, Río Guaca |
| Cáceres | Río Cauca, Río Tarazá, La Nicapa, Río Grande, Río Nechí, Río Man |
| Caicedo | Río Anacosa, Río Noque, El Águila |
| Caldas | La Amoladera, La Miel, La Salada, La Valeria, Santa Isabel, La Clara, Río Medellín |
| Campamento | Río Nechí, Negra, Río San Julián, Los Tres Saltos |
| Caracolí | Río Nus, Río Samaná Norte, La Soná |
| Caramanta | Río Cauca, Río Arquía, Bequedo, Conde |
| Carolina del Príncipe | Río Tenche, Río Guadalupe, Altavista, La Herradura |
| Caucasia | Río Cauca, Palanca, Río Nechí, Cascajo, Corcovada, Quebradona, Popales, Cuturú, Río San Jorge, Bijagual, Río Man |

Tabla 3.4. Principales fuentes hídricas superficiales en los municipios de CORANTIOQUIA

| Municipio | Principales fuentes de agua |
|---------------------------|---|
| Cisneros | Río Nus, Río Samaná Norte, La Soná |
| Ciudad Bolívar | Río Bolívar, La Arboleda, Farallones |
| Concordia | Río Cauca, quebradas Comía, La Futura, La Herradura, Magallo, La Vieja, Pedral |
| Copacabana | La Tolda, Piedras Blancas, El salto o Limonal, La Beta, El Chuscal, El Convento |
| Donmatías | Río Grande, Río Chico, Río Porce, La Piedrahita |
| Ebéjico | Quebrada La Clara, Perico, Guaca, Cibara, Careperro, Danja, La Clara, Arias, Mandinga, Agará |
| El Bagre | Río Nechí, Santa Isabel |
| Entreríos | Río Grande, Río Chico, Tesorero, Pontezuela, Peñol |
| Envigado | La Ayurá, Río Medellín, La Mina |
| Fredonia | Río Cauca, Sinifaná, Río Poblano, El Laurel, La Ardita |
| Girardota | La Mota, Juan Cojo, El salado, La Fulgencia, Caimito, La Correa, Ferrería |
| Gómez Plata | Río Porce, Guadalupe, Hojas Anchas, San Rafael |
| Guadalupe | Río Guadalupe, Río San Juan, Río Porce |
| Heliconia | Río Guaca, Sabaletas, Chachafruto, Amoladera, Pitirú, Horcona |
| Hispania | Río Tapartó, Río Pedral, Libia, Magdalena, Río Guadualejo |
| Itagüí | Doña María, Río Medellín, La Ospina, Calle Negra, La Tablaza, Aguas Negras |
| Ituango | Río Cauca, Río Sinú, Río San Jorge |
| Jardín | Ríos San Juan, Claro, Joguryo, Quebradas La Bonita y La Herradura |
| Jericó | Ríos Cauca, Piedras, Frío, Qdas. La Leona, Quebradona, Poas, Las Brisas |
| La Estrella | La Culebra, Río Medellín, Grande, Bermejala |
| La Pintada | Río Cauca, Río Arma, Río Poblano, Río El Buey, Río Cartama, Arremangos, La Historia |
| Liborina | Río Cauca, Canalón, La Sucia |
| Maceo | Río Alicante, Río Nus, Río Samaná Norte, Alejandría, La Soná, Río Guardasol |
| Medellín | Doña María, La Seca, La Rosa, La Iguana, Altavista, La Hueso, La Aguacatala, La Presidenta, La Zuñiga, La Rosa, La Madera, La Quintana, La Bermejala, La Picacha, La Ana Díaz |
| Montebello | Río La Miel, La Honda, Sabaleta, Palocoposo |
| Nechí | Río Cauca, Río Nechí, Río Cacerí, Río Caribona |
| Olaya | Río Cauca, La Barruda, Seca |
| Pueblorrico | Río San Juan, Río El Mulato, La Leona |
| Puerto Berrío | Ríos Magdalena, Guardasol, Alicante, Pescado, La Miquera, La Malena, San Juan, La Suiza, La Tirana, Santa Cruz, Alejandría, San José |
| Puerto Nare | Ríos Magdalena, Nus, Samaná Norte, La Unión, Playas, La Soná, Caño San Pablo |
| Remedios | Río Ité, Qdas. La Culebra, Mañon, El Cristo |
| Sabanalarga | Qdas. La Pená, El Junco, La Soledad, Chochito, La Mejorana |
| Sabaneta | Río Medellín, La Doctora |
| Salgar | Río Cauca, Río San Juan, Río Barroso |
| San Andrés de Cuerquia | Quebrada Santa Inés, El Mico, Castrillon, Cruces |
| San Jerónimo | Río Cauca, Río Aurrá, Muñoz, Aguas Blancas, La Sucia |
| San José de la Montaña | Qdas. Rincón Santo, El Corazón, El Guayabito, San José |
| San Pedro de los Milagros | Río Chico, Río Ovejas, El Hato, San Francisco |
| Santa Bárbara | Río Poblano, Sabaletas, Q. La Loma, Río Cauca |
| Santafé de Antioquia | Río Cauca, Río Tonuzco, Pená, Seca |
| Santa Rosa de Osos | Río Grande, Río Guadalupe, Las Cruces |
| Segovia | Río Nechí, Quebrada Tigüí, Pocuné, El Bagre |
| Sopetrán | Río Cauca, Río Aurrá, La Sopetrana |
| Támesis | Río Cauca, Támesis, La Mica, Río Cartama, Río Frío, Yarumala, La Sonsa, Río San Antonio, Río Claro |
| Tarazá | Río Tarazá, Río Puquí, Río Man, Río San Agustín |
| Tarso | Río Cauca, Río Mulatos, Río San Juan, La Llana, La Cristalina, La Capota |
| Titiribí | Río Cauca |
| Toledo | Río Cauca, Río San Andrés |
| Valdivia | Río Porce, Río Pocuné, Temperatura, Río Amacerí, Balsita |
| Valparaiso | Río Cauca, Río Conde, Quebradas Sabaletas, El Obispo, La Bocana |
| Vegachí | Ríos San Bartolomé, Pescado, Volcán, La Cruz |
| Venecia | Río Cauca, La Dorada, La Tigre, La Sinifaná, Galápagos |
| Yalí | Río San Bartolomé, Río Volcán, Río San Lorenzo, Río Pescado, Río La Cruz, Guarquiná |
| Yarumal | Río Nechí, Picadores, Madre Santa, Madrigales, Río Espíritu Santo, Popal, Río San Andrés, Matilde, Río Cauca, Río Pescado, Santa Juana, Río Ochalí, La Cruz |
| Yolombó | Río San Lorenzo |
| Yondó | Río Magdalena, Río Cimitarra, ciénagas El Guamo, El Tablazo, El Totumo, Sardinata, Barbacoas, Maquencal, La Popa, El Tigre |
| Zaragoza | Río Cauca, Río Valdivia, Río Nechí |

Tabla 3.4. Continuación.

| Municipio | Nombre de la Fuente abastecedora |
|---------------------------|--|
| Cáceres | Qda. La Nicapa |
| Caucasia | Río Man y Pozos |
| El Bagre | Qda. La Villa |
| Nechí | Pozos |
| Tarazá | Qda. Pozo Hondo |
| Zaragoza | Qdas. Balsitas, Temperatura y Los Ángeles |
| Valdivia | Quebradas San Pablo y Malalay |
| Angostura | Quebrada el Bosque |
| Anorí | Qda. La Serrana |
| Belmira | Quebradas La Montañita y El Mogote |
| Briceno | Quebradas La Tirana y Trinidad |
| Campamento | Quebradas La Chiquita y El Oso |
| Carolina del Príncipe | Qda. El Sacatín |
| Donmatías | Qda. La Piedrahita |
| Entreríos | Quebradas El Tesorero y El Peñón |
| Gómez Plata | San Rafael y Las Palomas |
| Guadalupe | Quebrada Santa Gertrudis |
| Ituango | Quebrada San Luis o Media Falda |
| San Andrés de Cuerquia | Quebrada El Bocadillo |
| San José de la Montaña | Quebrada Montenegro |
| San Pedro de los Milagros | Quebradas El Hato y San Francisco |
| Santa Rosa de Osos | Quebrada Las Cruces |
| Toledo | Quebrada Cañada de Roque |
| Yarumal | Quebradas Santa Juana, Picadores, Chorros Blancos |
| Amagá | Quebradas La Paja, El Toronjo, Maní del Cardal, |
| Angelópolis | Quebrada La Bramadora |
| Armenia | Quebrada La Chaparrala, Quebrada La Volcana |
| Barbosa | Quebradas La López, Dosquebradas, Ovejas, Santa Rosa |
| Bello | Río Grande, Quebradas La García, La Unión, El Hato, La Ospina, El Hato |
| Caldas | Quebrada La Valeria, La Reventona, La Caparrala, Río Medellín, La Salada, La Cano |
| Copacabana | Río Grande, Quebradas El Limonar, La Tolda, El Totumo |
| Envigado | Río Grande, Río Pantanillo, Quebrada La Ayurá |
| Girardota | Río Grande, Quebrada El Limonar, Quebrada Potrerito |
| Heliconia | Capillas (Dosquebradas), El Aljibe, La Sucia, La Porquera, Matazano, La Chorrera, La Aburreña, Pueblita, La Dominicana y El Algibe |
| Itagüí | Río Grande, Quebradas Doña María, La Tablaza, La Limona, La Jabalcona |
| La Estrella | Río Grande, Quebradas La Bermejala, La Culebra, La Chocha, La Corazona, Miraflores |
| Medellín | Río Grande, Quebrada Doña María |
| Sabaneta | Río Grande, Quebrada La Doctora |
| Titiribí | Quebradas Las Juntas, El Medio, Charcohondo, Las Amayas y El Llano |
| Anzá | Quebradas El Chuscal, El Perico, El Volcán |
| Buriticá | Quebradas Encalichada, La Seca y Mancias |
| Caicedo | Quebrada Asesí, San Juan, La Sinai, La Ossa |
| Ebejico | Quebradas Juan Ramos, La Chaverra, Las Peñitas |
| Liborina | Quebrada La Pamplona |
| Olaya | Quebradas Seca, El Chorrillo, Tahami, La Barbuda, La Trampa, Montires |
| Sabanalarga | Quebrada La Linda |
| San Jerónimo | Quebradas La Muñoz, Aguas negras, Los Cedros, Guaracú |
| Santafé de Antioquia | Quebradas La Pená, Juanes, Acequias La Loma, La Gualí, Espinal |
| Sopetrán | Quebradas El Aguacate, El Salto, Los Guayabos, La Volcana, Yarumito O Yarumalito, La Cangreja, La Yuna, La Sopetrana, La Pulgarina, La Mirandita, La Noarque, Los Guayabos, La Vita, Río Aurra, El Tobo, Cusumbi |
| Andes | Quebrada La Chaparrala |
| Betania | Río Pedral |
| Betulía | Quebrada Buenavista |
| Ciudad Bolívar | Quebrada Los Monos |

Tabla 3.5. Fuentes abastecedoras de cabeceras municipales y centros poblados (*): El primer nombre corresponde a fuente abastecedora de cabecera municipal.

| Municipio | Nombre de la Fuente abastecedora |
|---------------|---|
| Concordia | Quebrada La Nitrera |
| Hispania | Río Pedral |
| Jardín | Quebrada La Mendoza |
| Salgar | Quebrada La Sucre |
| Caramanta | Quebrada El Molino |
| Fredonia | Quebrada Las Frías |
| Jericó | Quebradas Valladares, La Peña, El Sacatín, La Elvira, Las Poas y Nubes |
| La Pintada | Río frío, Quebradas Arremangos, La Historia, La Trocha, Travesías, La Sucia, La Toma. |
| Montebello | Quebrada Palocoposo |
| Pueblo Rico | Microcuenca La Leona |
| Santa Bárbara | Quebrada La Loma |
| Támesis | Río San Antonio |
| Tarso | Quebrada La Capota |
| Valparaíso | Quebradas El Obispo y La Palmichala |
| Venecia | Quebradas La Tigra, El Rincón y La Amalia |
| Amalfi | Quebrada Guayabito y San Ignacio |
| Caracolí | Quebradas El Sol, La Reina, Ventanas |
| Cisneros | Quebrada Santa Gertrudis |
| Maceo | Villa Elena, Betulia, Horizontes |
| Puerto Berrío | Río Magdalena, Qda. La Alpina |
| Puerto Nare | Qdas. Zona y Cristalina |
| Remedios | Río Ité, Qdas. El coral, El gato, Mañon, La Culebra, El Cristo, Las Palmas, Pilones |
| Segovia | Qdas. Popales, Las Brujas, La Granja, Volcancito |
| Yalí | Qdas. La Mariposa, Corocito, Guascas, Las Margaritas, El Castillo |
| Yolombó | Qdas. El Sereno, El Vainillo, La Plata, Las Brujas, Chillonal |
| Yondó | Qdas. Santa Rosa, El Jabonal |
| Vegachí | Qda. La Gallinera |

Tabla 3.5. Continuación.

Otras cifras de mayor magnitud aparecen cuando se consideren las grandes arterias: Cauca y Magdalena, que ingresan al departamento con caudales significativos luego de haber recorrido y recogido las aguas de gran parte del territorio andino. En particular para el río Cauca, desde Caramanta, pasando por La Pintada, Bolombolo, Santafé de Antioquia, Tarazá, Caucasia, hasta Nechí los caudales se incrementan desde 800 m³/s hasta más de 1600 m³/s.

Dentro del contraste existente de panoramas hidrológicos, una situación especialmente preocupante, es la que hace referencia a la escasez en medio de la abundancia. En particular, para la Territorial Hevéxicos, región del departamento con un creciente desarrollo económico, turístico, urbanístico y demográfico, se vive esta paradoja. A pesar de que el río Cauca a la altura de Santafé de Antioquia cuenta con caudales promedio de 1200 m³/s, cantidad suficiente para abastecer una población cercana a los 700 millones de personas, esta fuente, dadas sus condiciones de calidad actuales, no es utilizada para abastecer las demandas de agua de la población fija y la de los centenares de turistas que la visitan. Pero esta abundancia es realmente aparente, en términos de precipitación el Occidente Cercano es una de las regiones más secas del departamento, en términos climáticos es una de las más cálidas y en consecuencia una de las que presenta los valores máximos de evapotranspiración potencial, las corrientes superficiales que tributan al Cauca son en su mayoría estacionales: parte de la población tiene problemas de abastecimiento en las épocas secas. Esta situación se hace cada vez más crítica

| Año | Población (hab) | Consumo Agua (L/día) | Producción Residuos Líquidos (L/día) | Producción Residuos Sólidos (Ton/día) |
|------|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 2000 | 93,578 | 20,212,915 | 16,170,332 | 37.4 |
| 2001 | 95,450 | 20,617,173 | 16,493,739 | 42.0 |
| 2002 | 97,359 | 21,029,517 | 16,823,614 | 46.7 |
| 2003 | 100,280 | 21,660,402 | 17,328,322 | 52.1 |
| 2004 | 103,288 | 22,310,214 | 17,848,172 | 57.8 |
| 2005 | 108,452 | 23,859,535 | 19,087,628 | 65.1 |
| 2006 | 117,129 | 26,236,812 | 20,989,450 | 75.0 |
| 2007 | 130,013 | 29,642,913 | 23,714,330 | 88.4 |
| 2008 | 145,614 | 33,782,519 | 27,026,016 | 104.8 |
| 2009 | 164,544 | 38,832,424 | 31,065,939 | 125.1 |
| 2010 | 189,226 | 45,414,190 | 36,331,352 | 151.4 |
| 2011 | 217,610 | 52,226,319 | 41,781,055 | 174.1 |
| 2012 | 250,251 | 60,060,267 | 48,048,213 | 200.2 |
| 2013 | 287,789 | 69,069,307 | 55,255,445 | 230.2 |
| 2014 | 330,957 | 79,429,703 | 63,543,762 | 264.8 |
| 2015 | 380,601 | 91,344,158 | 73,075,327 | 304.5 |

Tabla 3.6 . Proyecciones en la demanda de recursos y servicios ambientales en el Occidente Cercano de Antioquia

si se tienen en cuenta las cifras de crecimiento poblacional que allí se experimentan: de acuerdo a los datos reportados por el DANE (Tabla 3.6), en los últimos diez años se ha pasado de una relación urbano rural 30:70 a una relación 50:50 y se prevé en los próximos quince años que dicha relación sea 70:30.

En los próximos diez años se prevé que la población en el Occidente puede ser triplicada, el consumo de agua puede incrementarse cuatro veces y la producción de residuos puede incrementarse cinco veces. Hoy es posible resolver los principales problemas de saneamiento hídrico con educación y sistemas de tratamiento convencionales. En diez años, las jornadas de educación deberán incrementarse para atender una población tres veces mayor y los Sistemas de Tratamiento pueden llegar a ser doce veces más costosos. Es social y ambientalmente deseable, que la región de Occidente se prepare para educar los nuevos vecinos, que seguramente traerán con ellos, de no planificarse esta “migración anunciada” una serie de malos hábitos de consumo y una mayor presión sobre los recursos naturales.

La hidrología ha desarrollado técnicas que permiten obtener buenas aproximaciones físicas y estadísticas de los caudales promedio que es necesario considerar en las corrientes para su gestión integral en diferentes escenarios, de tal suerte que sea posible su operación en un marco de sostenibilidad.

Desde otra visión, para seguir aumentando los infinitos significados del agua, se rememora una pequeña parte de los innumerables bautizos ocurridos a lo largo de la historia acuacultural de nuestra geografía.

En este sentido, ahondar en lo que ha sido la construcción cultural de la toponimia hidrológica de Antioquia (hidronimia), adquiere de modo inconmensurable un valor no solo lingüístico e histórico, sino que es además un faro que sin duda, permite vislumbrar en las sensaciones del pasado lo que debe ser guía para entender el presente y construir el futuro de nuestra percepción y relación cultural con el agua.



El agua representa un referente simbólico de gran importancia en la sociedad antioqueña; de ello dan cuenta muchos ejemplos que se encuentran en la geografía regional. Una serie de municipios han tomado su nombre de un atributo asociado al agua; Santa Bárbara recibió su nombre en honor de la santa invocada en las tormentas para prevenir los rayos; Heliconia por la semejanza de una conocida cascada con el paraje griego Helicón lugar donde se inspiraban las musas, Entreríos por su ubicación entre los Ríos Grande y Chico, Venecia lleva el nombre de la ciudad italiana porque el territorio donde fue fundado era una laguna, Concordia se llamó inicialmente Comía que corresponde a una de sus principales quebradas, Tarso inicialmente se denominó Quebradalarga, Jericó se denominó aldea de piedras, debido a la cantidad de piedras que se observan en el lecho del río que corre cerca al poblado y que recibe el mismo nombre, Anzá comenzó en el sitio llamado “Río Arriba del Cauca”, Andes se llamó San Juan de Andes como tributo a ese gran río que lo cruza y la majestuosa cordillera donde se asienta, En la historia de los heterónimos de Amalfi se encuentra el de Riachón, unos de sus principales ríos, Puerto Berrío se llamó Remolino Grande como alusión a una característica hidráulica del río Magdalena observada en ese sector y no se puede olvidar calificativos como el de Caldas, que a causa de su particularidad pluviográfica se ha reconocido desde otrora como el Cielo Roto Antioqueño.

Otra serie de cualidades importantes que permiten intuir, concretar, y comprender la relación indisoluble agua territorio, lo que podría denominarse “el hidrotorio”, está asociada a los nombres que han recibido las corrientes de agua a lo largo y ancho de nuestra geografía, no se trata solo de los zanjones, caños, cañadas, quebradas, arroyos, ríos, sino de la serie de nombres y adjetivos que se le han dado de manera particular a cada uno de ellos, nombres que no han dejado vacíos, que hacen referencia a la multiplicidad cultural y a la geodiversidad de nuestras tierras.

Es así como se encuentran alusiones a la torrencialidad y a la variabilidad en los caudales, reflejados en ríos y quebradas como La Chaparrala, La Sucia, La Arenosa, La Cascajala, La Borrascosa o el Piedras; a la abundancia o a la escasez de las aguas -Seca, Chico, Honda, La Nada, Grande-; al temor que infunden sus caudales -La Brava, Mansa, Bramadora-; a leyendas e historias conocidas y secretas -El Purgatorio, La Llorona, El Dormido, Palenque, La Sepultura, Los Ataúdes, Guardasol, La Esperanza, La Ilusión, La Soledad, El Encanto, Carreperro-; a los muchos Juanes Antioqueños, así como a otros personajes recordados por la historia escrita y a

aquellos que solo habitan en la soledad de los remansos olvidados -Doña María, Rodas, Niquía, Donmatías, Juanes, Don Juan, Juan Martín, Juan Fe, Juan Barriga, Juan Vara, Juan Baquero, Maestro Esteban, Fermín, Don Diego, Don Domingo, Doña Ana, Doña Teresa, Manuela, Catalina, Mariana, Malena-, a los tradicionales apellidos -La Muñoz, Salazar, La García, La Montoya, Aguilar, La Murrapala-; a los números -El Doce, El Trece, Quince-; a vocablos españoles, huellas africanas y sonoridades indígenas -Palenque, Mandinga, Ucurú, Iguaná, Curumaná, Aurrá, Anará, Anapareí, Nuarque, Purí, Niquía, Yuná-; o el culto a la religiosidad que se encuentra reflejado en la gran cantidad de fuentes bautizadas conmemorando apóstoles, santas y santos patronos -Santa Elena, Santa Isabel, Santa Rita, Santa Inés, San Lorenzo, San Juan, San Mateo, San José, San Isidro, San Pedro, San Pablo, San Sebastián, San Julián-, a la variedad de maderas y a la vegetación -El Roble, El Cedro, El Balso, Totumo, Yarumito, Tabacal, Las Palmas, El Guamal, El Vergel, Los Algarrobos, Matasanos-; a colores y sabores -Negro, Negrito, La Tinta, La Morena, Barroso, La Colorada, La Clara, La Salada, La Cristalina, Agua Blanca-; a formas y texturas -La Corcovada, Medialuna, La Redonda, La Llana, La Vega, Garabato, La Barbuda, Quebradalarga, Hoyo Redondo, La Plancha, La Aguamasuda, Socavones-; a los minerales que arrastran con sus aguas -El Oro, La Cianurada, La Jagua-; a animales acuáticos, terrestres, domésticos y temibles, -El León, El Oso, La Cucaracha, El Tigre, Gallo, Gallinazo, Sardina, Sabaleta, Bocachico, Doradas, El Bagre, Perico, El Buey, El Pescado, El Loro, El Mono-, a frutas -El Naranja, Los Naranjos, El Limón, El Guamal, El Guayabito, La Manzana, El Mango, La Guanábana-; o al lecho por donde circula sin tregua ese extraño compuesto imprescindible -Peñalisa, El Pedrero, La Peña, Piedras Blancas, Piedra Verde-. Otras voces no explicadas, o mejor aun no entendidas pero no por ello menos importantes se pueden ver en Quebradas cuyos nombres podrían sugerir filosofías, como el caso de la quebrada La Nada.

Otra gran cantidad de nombres no clasificables, no por lo menos desde este intento de agrupar e interpretar lo que se encuentra oculto en este torrente de significaciones, que a pesar de su riqueza sonora, retumban junto a las otras voces ancestrales olvidadas y que bien merecen indagarse; lo anterior se ilustra citando solo algunos de los muchos ejemplos existentes: Nizo, Cestiaro, El Bique, Quiancosco, Niverengo, Nusna, Ogosco, Torcural y Toyugano.

3.3.3.2. Los humedales. La aplicación del término humedal ha sido motivo frecuente de controversias, dado que existen más de cincuenta definiciones y se ha hecho necesario acuñar una de uso general. En el estado Colombiano se ha adoptado la definición de la Convención de Ramsar, según la cual:

“...son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. (Scott y Carbonell 1986)”.

Para la estandarización de la nomenclatura en el Geotrópico, Ramsar adoptó un sistema de niveles jerárquicos de tipos de humedales (Scott 1989) tal como se muestra en la Tabla 3.7.

Los humedales como sistemas ambientales poseen una serie de funcionalidades de la mayor importancia reconocidas a nivel mundial, en su mayoría relacionadas con su capacidad productiva, hábitat de múltiples especies permanentes y migratorias y con el ciclo hidrológico. Entre las funciones más destacadas puede citarse:

Almacenadores de agua: Dentro de este componente se encuentran funciones ambientales como, retención de aguas superficiales, regulación de caudales, mitigación de las inundaciones, recarga y descarga de aguas subterráneas.

| Sistema | Subsistema | Clase | Subclase | |
|----------|-------------------|-----------|--|-------------------------------|
| Fluvial | Perenne | Emergente | Ríos/arroyos permanentes | |
| | | Emergente | Deltas interiores | |
| | Intermitente | Emergente | Ríos/arroyos intermitentes | |
| | | Emergente | Planicies inundables | |
| Lacustre | Permanente | Emergente | Lagos dulces permanentes | |
| | Estacional | | Lagos dulces estacionales | |
| | Perman/Estacional | Emergente | Lagos y pantanos salinos permanentes/ estacionales | |
| | | | Pantanos y ciénagas dulces permanentes | |
| Palustre | Permanente | Arbustivo | Turberas abiertas | |
| | | | Boscoso | Humedales alpinos y de tundra |
| | | | | Pantanos arbustivos |
| | Estacional | Emergente | Bosque pantanoso dulce | |
| | | | Turbera boscosa | |
| | | | Ojos de agua, oasis | |
| | | | Ciénaga estacional dulce | |

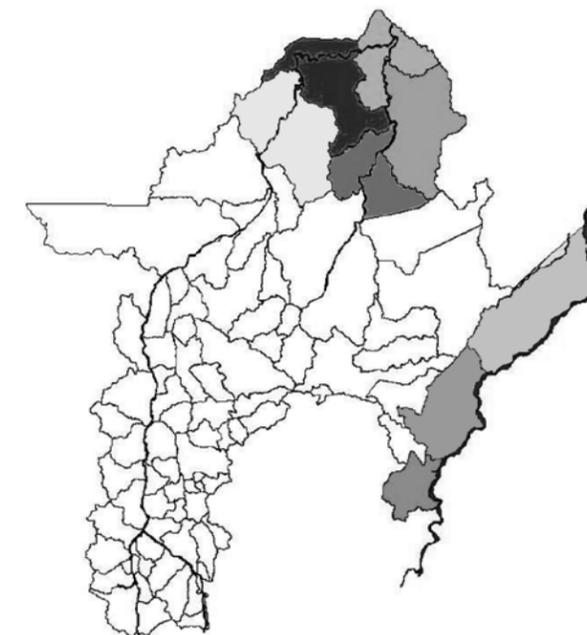
Tabla 3.7. Clasificación de Humedales Naturales en el ámbito interior según la Convención Ramsar. Fuente: Política para la conservación y desarrollo sostenible de los humedales interiores de Colombia (Instituto Alexander Von Humboldt)

Regulación del clima local: En este aspecto se reconoce la función ecológica de los humedales para la estabilización del clima local, en la regulación de las precipitaciones y la temperatura, y en la reducción de la evapotranspiración.

Control de la calidad del agua: Esta es una de las funciones que reviste la mayor importancia como son, purificación del agua, retención de nutrientes, retención de sedimentos y retención de agentes contaminantes.

CORANTIOQUIA posee humedales en toda la extensión de su territorio; no obstante, se ha reconocido por su magnitud e importancia relativa los ubicados en las

territoriales Panzenú y Zenufaná (Figura 3.18). Se cuenta con dos tipos de humedales naturales: los humedales tropicales de llanuras aluviales, conformados por humedales y complejos cenagosos con un área de 56.734.1 Ha. asociados al río Magdalena, los complejos Barbacoas, Totumos y las ciénagas de Santa Clara y Chiqueros; al río Cauca, la ciénaga Colombia y al río Nechí los complejos El Sapo y Corrales, y un gran número de ciénagas pequeñas y los humedales de alta montaña localizados en áreas de manejo especial, entre los que se destacan en el área de reserva del Sistema de Páramos y Bosques Altoandinos del Noroccidente Medio Antioqueño, la ciénaga El Morro y las lagunas de El Congo; en las reservas Farallones del Citará y Nubes-Capota-Trocha del Suroeste Antioqueño, la laguna de Santa Rita; en la reserva Las Nubes - La Trocha - La Capota, se encuentra el humedal La Cascada. Los humedales proveen sustento a las comunidades por su biodiversidad y su alto potencial ecoturístico. (PGAR 2007-2019).



A pesar de que los sistemas cenagosos de la región Panzenú, por alguna razón, no fueron considerados en el documento base para formular la Política Nacional de Humedales elaborado por el Instituto Alexander Von Humboldt (1998), tienen toda la importancia y cumplen, en la región, con todas las funciones ecoambientales reconocidas a estos sistemas, tal y como está expuesto en el proyecto Visión Panzenú realizado por Neotrópicos para la Corporación en 2001. Este trabajo posee un enorme valor, representa sin duda un soporte fundamental que deberá ser permanentemente actualizado, sobre los sistemas cenagosos de la planicie aluvial del Bajo Cauca Antioqueño, (Dirección Territorial Panzenú) y se constituye en uno de los primeros pasos para el análisis de las problemáticas y la generación de directrices para abordarlas, plantear las alternativas de manejo y toma de decisiones pertinentes.

En el trabajo referido se reportan 130 ciénagas (Figura 3.19). Existe una base de datos denominada SIPAPA en la que se encuentra almacenada la información disponible, fichas para cada sistema cenagoso con cartografía y fotografía, parámetros hidrológicos, limnología, flora y fauna, aspectos socioeconómicos, distribuciones, calificaciones; síntesis y resultados que permiten obtener un primer acercamiento a los estatus de estas ciénagas.



Figura 3.18. Humedales estudiados en la jurisdicción de CORANTIOQUIA

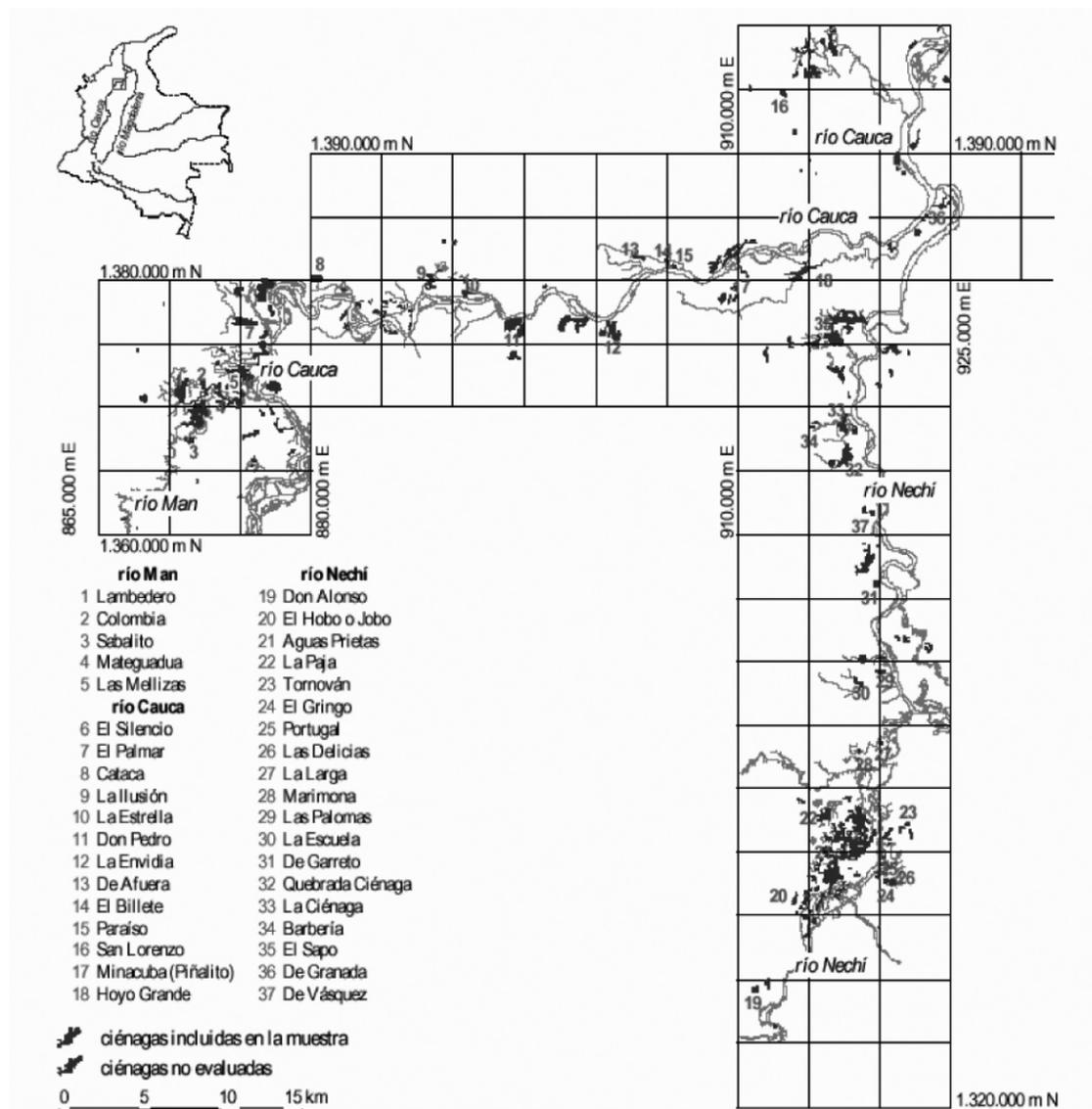


Figura 3.19. Algunas de las ciénagas de la planicie aluvial de la región Panzenú. Fuente: Diagnóstico del estado de las ciénagas de la región Panzenú, 2002.

3.3.3.3. Las Aguas Subterráneas

En principio, un recurso que no se ve, es un recurso que no existe; no obstante, es una necesidad imperiosa reconocer la existencia de las aguas subterráneas y llevarlas al mismo nivel de reconocimiento que tienen los mares, los ríos, las quebradas, los lagos, las ciénagas, los embalses, las nubes y la lluvia.

La hidrología y la geología, al unir sus objetos de estudio: el agua y la tierra, dan origen a la hidrogeología, disciplina que se ocupa de la ocurrencia de agua al interior de las formaciones rocosas, estudia su disponibilidad, origen, destino, modo de circulación y relación con intervención antrópica (Figura 3.20). La escasez en unos casos y la



Figura 3.20. Aprovechamiento de agua subterránea. Cortesía de Rosalba Rivera. El Hipocampo.

alteración de las condiciones naturales de calidad de las aguas superficiales, en otros, junto con el papel que ellas desempeñan en su compleja relación con algunos ecosistemas acuáticos, han convertido al georecurso aguas subterráneas en un recurso natural estratégico.

En regiones de nuestra geografía como Urabá, Oriente Antioqueño, Magdalena Medio, Valle de Aburrá, Bajo y Medio Cauca, el agua subterránea es un recurso natural que se explota desde hace décadas para el consumo humano, para uso en la industria o la agricultura. Una rápida mirada al mapa geológico de Antioquia (Figura 3.21) permite identificar las regiones en las que se da la presencia de rocas cuya porosidad primaria les imprime propiedades adecuadas para almacenar aguas subterráneas.



Ahí va, silenciosa
 Cargada de misterio
 Si ahí, bajo el prado verde
 Bajo el pino del columpio
 Junto a la era de las cebollas
 Por las raíces de las palmas
 Por entre los pies de las bromelias

Va reverdeciendo y nutriendo desde abajo
 cada hoja de limón y de guayabo
 Surtiendo gota a gota los surcos de los ajos
 Recorriendo con ternura
 Cada poro de arena mineral
 Cada grieta y hendidura
 Cada oscura caverna

Si, ahí va, sin prisa y sin afanes
 Guardando las lágrimas del cielo
 Acariciando de mar el hipocampo
 Reparando sequías a su paso
 Surtiendo lagunas y pantanos
 Humedeciendo los surcos del arroyo
 Inundando de ánimo los pozos

Ahí va, como siempre, desde siempre
 Fresca y serena, con olor a caminos
 Repleta de esencias y presencias
 Manteniendo los órdenes secretos
 Y pariendo sin tregua los ríos de la tierra

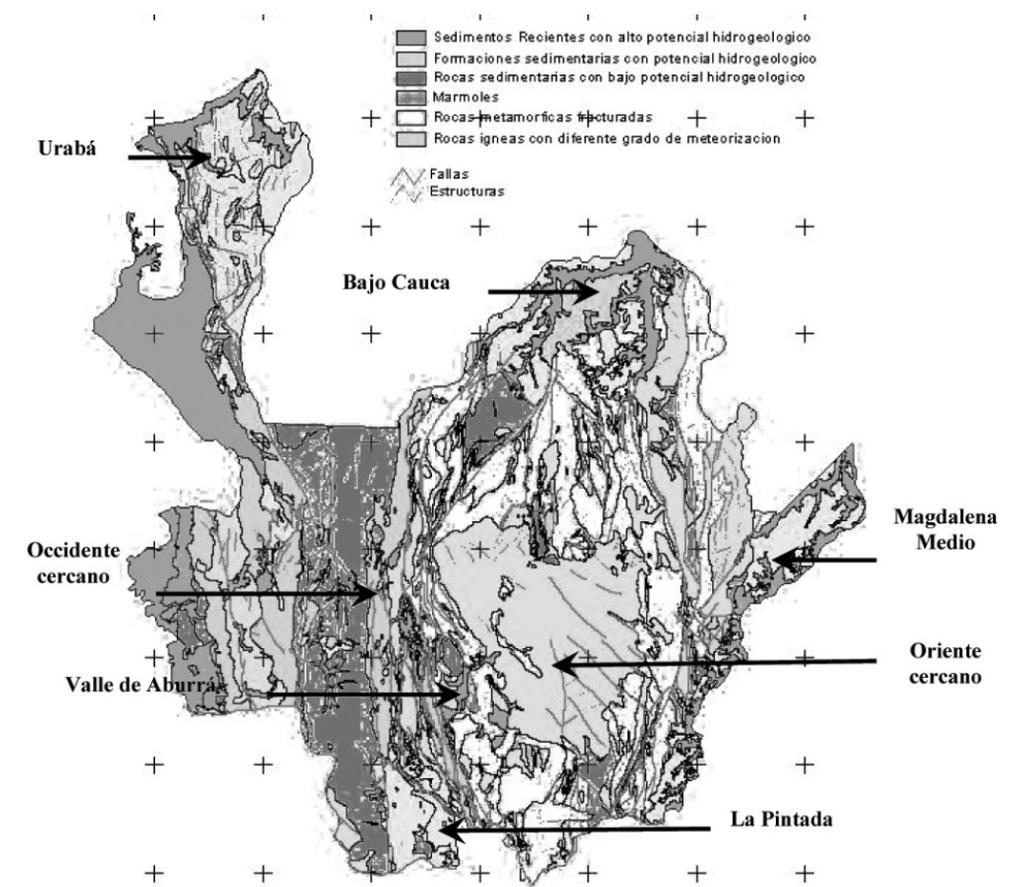


Figura 3.21. El agua subterránea en Antioquia. Fuente: Betancur, 2005.

En este aparte se trata de sintetizar el estado del arte del conocimiento hidrogeológico en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, que se viene construyendo mediante estudios de exploración hidrogeológica básica, realizados desde el año 2000 con firmas consultoras especializadas y con las universidades Nacional y de Antioquia. Gracias a estos, hoy se tiene una primera visión general acerca de las potencialidades acuíferas en el Magdalena Medio, el Occidente Cercano, el Sur de Antioquia y el Bajo Cauca.

En el Magdalena Medio (CORANTIOQUIA – Universidad Nacional, 2000 y 2002) se identificaron dentro de algunas subcuencas tributarias del gran río, zonas de interés hidrogeológico: 7 zonas con acuíferos libres y 9 con acuíferos confinados (Figura 3.22). No se cuenta con un estimativo de la cantidad de agua que estaría almacenada en este sistema pero se calcula que la recarga potencial sería de unos 289 Mm³ al año.

En el Occidente (CORANTIOQUIA-Universidad Nacional, 2004) la exploración hidrogeológica ha cubierto áreas pertenecientes a las jurisdicciones de los municipios de Santafé de Antioquia, Sopetrán, Liborina y Olaya, y se ha centrado en el potencial de los acuíferos aluviales (Figura 3.23), definiéndose dos zonas de especial interés en los sectores de Tonusco y La Florida. No se cuenta con estimativos de cantidad de agua almacenada siendo la recarga potencial de unos 10 Mm³ al año.

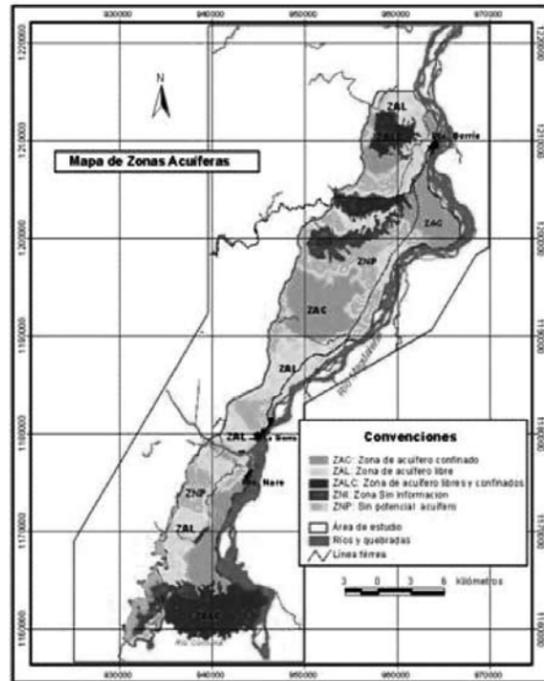


Figura 3.22 Distribución de las áreas acuíferas en el Magdalena Medio. Fuente: CORANTIOQUIA-Universidad Nacional, 2000 y 2002.

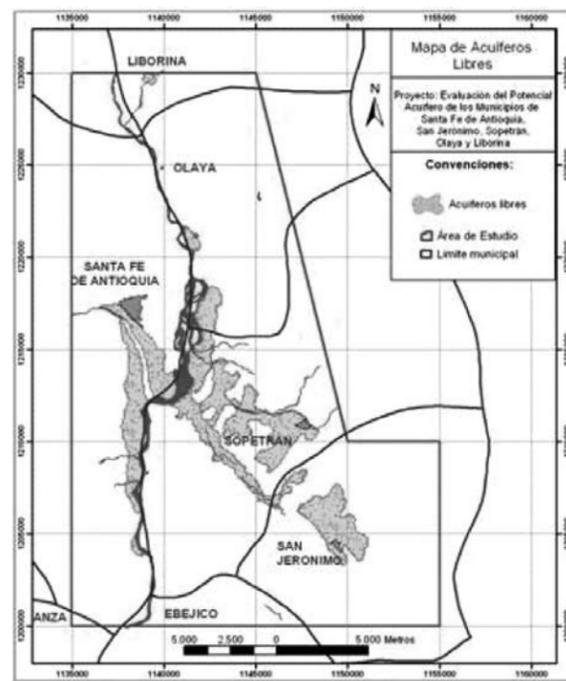


Figura 3.23 Distribución de potenciales acuíferos libres en el Occidente cercano. Fuente: (CORANTIOQUIA - Universidad Nacional, 2.004.

Lejos de ser completo, un mejor conocimiento se tiene de las aguas subterráneas en la territorial Panzenú (CORANTIOQUIA-Universidad de Antioquia, 2003, 2004 y 2005). El sistema acuífero del Bajo Cauca Antioqueño, que alberga un recurso natural estratégico dada la vital dependencia que la comunidad tiene de éste y las interrelaciones que guarda con las corrientes superficiales y el complejo sistema de humedales de la región, está conformado por dos acuíferos (Figura 3.24): la unidad superior, en la que se conjugan, cubiertas por una delgada capa de suelo, depósitos aluviales y el saprolito poco consolidado de las rocas sedimentarias del Terciario del Miembro Superior de la Formación Cerrito. U123 tiene el carácter de acuífero libre y su extensión abarca toda la planicie del área de estudio, su espesor oscila entre 10 y 90 metros, siendo mayor cerca al curso del río Cauca. Los valores de conductividad hidráulica para el acuífero libre oscilan entre 1 y 3 m/día, 1 m/día hacia la cuenca del río Man, sobre el material sedimentario del Terciario, valores algo mayores hacia el norte y entre 3 y 3.5 m/día sobre los depósitos aluviales del río Cauca. Separado del acuífero libre por un acuitardo, se tiene un acuífero confinado con espesores entre 10 y 100 metros, esta unidad poco explorada y explotada podría constituir una importante reserva de agua subterránea para la región.

La distribución espacial de las unidades hidrogeológicas, los atributos geomorfológicos del paisaje, la hidrografía, el tipo de cobertura, las características hidráulicas de los suelos y las condiciones hidrometeorológicas, son todos factores que condicionan la recarga de un sistema acuífero. Para el Bajo Cauca se han identificado tres fuentes de recarga, una distribuida a lo largo y ancho de la planicie ocasionada por la infiltración directa del agua lluvia hacia el acuífero libre, luego se daría alguna recarga mediante la interacción hidráulica que existe entre el acuífero libre y los principales cuerpos de agua superficial y desde algunas ciénagas y jagüeyes y, finalmente los dos acuíferos recibirían

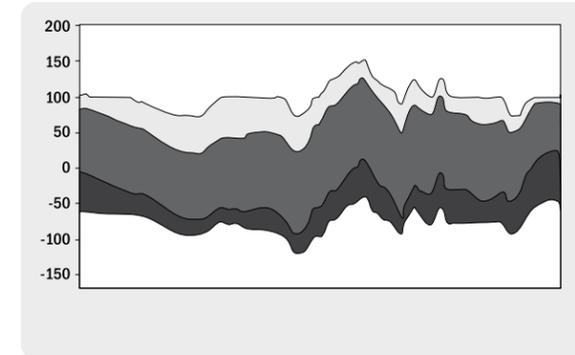


Figura 3.24 Mapa hidrogeológico del Bajo Cauca Antioqueño. Fuente: Betancur, 2007.

aportes laterales de agua desde la muy fracturada roca metamórfica encajante del sistema. Se ha estimado que aproximadamente el 30% de la precipitación del Bajo Cauca recarga el acuífero libre.

No se puede cerrar esta exposición descriptiva sobre la escorrentía superficial sin señalar que los macizos rocosos fracturados tienen también su función hidrogeológica estratégica, ya como embalses subterráneos a explorar o como medios a través de los cuales se alimentan mediante flujos laterales los acuíferos de medios porosos, como el ya citado caso del Bajo Cauca o como ocurre en el Valle de Aburrá (Figura 3.25).

3.4. Un macro sistema: el Río Cauca

El recurso hídrico resulta ser un elemento planificador y articulador de la gestión ambiental en CORANTIOQUIA. Para esta entidad, ha sido claro que su riqueza hídrica, además de ser una de sus principales fortalezas, representa, a su vez, una problemática asociada principalmente a sedimentación de corrientes, contaminación de fuentes de agua, pérdida de diversidad biológica, sistemas de producción sin enfoque de sostenibilidad ambiental, crecimiento de las áreas urbanas y distribución heterogénea del recurso.

El complejo hidrográfico Magdalena-Cauca (Figura 3.26), soporta el 70% de la población nacional, genera el 85% del PIB colombiano concentra la actividad industrial y cafetera, aporta aproximadamente el 10.6% de la oferta hídrica del país. La

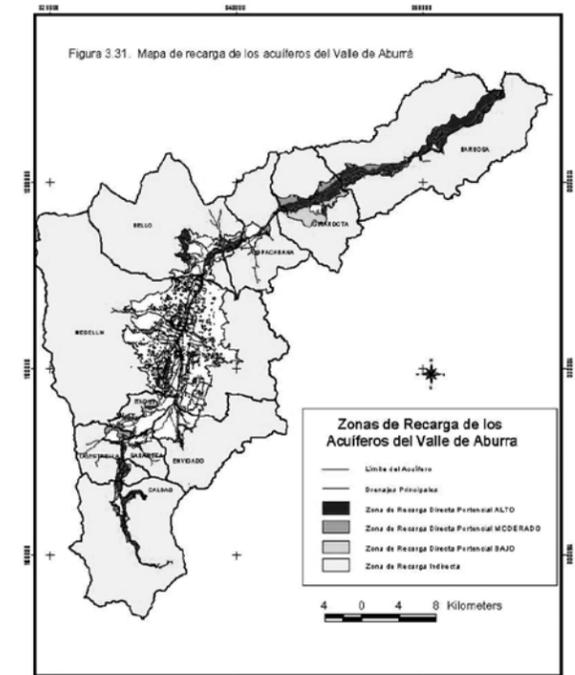
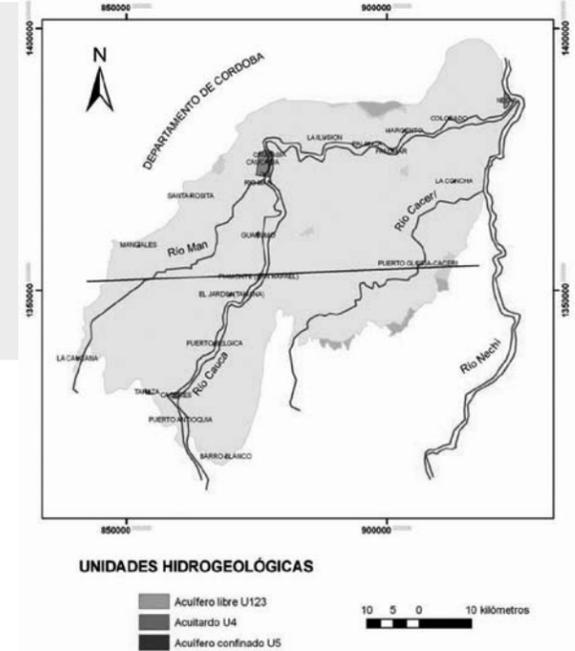


Figura 3.25. Zonas de recarga de los acuíferos del valle de Aburrá. Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá, CORANTIOQUIA, Universidad de Antioquia, 2002.

cuenca Magdalena-Cauca se ve afectada en la calidad de sus aguas superficiales debido al desequilibrio en la relación oferta-demanda del recurso hídrico; ya que aporta el 10% de la oferta hídrica del país y sin embargo soporta el 70% de la población y las actividades socioeconómicas desarrolladas en esta área generan el 85% del PIB.

Este río nace en el sur del país, en el Macizo Colombiano, cerca al Páramo de Sotará, en el departamento del Cauca. Tiene una longitud de 1.350 kilómetros y desemboca al Magdalena, en el departamento de Bolívar, constituyéndose en su principal afluente. La superficie de la cuenca es, aproximadamente, de 63.300 kilómetros cuadrados, equivalente al área del departamento de Antioquia. Atraviesa de sur a norte los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Risaralda, Caldas, Antioquia y Bolívar. Corre encañonado en tierras antioqueñas, entre los municipios de Caramanta, Valparaíso, La Pintada, Olaya y Puerto Valdivia. Es regulado en su cuenca alta por la presa de Salvajina, ubicada aguas arriba de la ciudad de Cali. El caudal medio multianual aforado en la estación Juanchito varía entre los 170 y 400 m³/seg, el caudal máximo medio alcanza valores de 600 m³/seg en los meses de lluvia y sobrepasa los 200 m³/seg en los meses secos; el caudal máximo instantáneo sobrepasa los 1100 m³/seg para los meses lluviosos de noviembre y diciembre y es del orden de los 500 m³/seg en los meses más secos. Recibe las aguas negras sin tratar de la ciudad de Cali y presenta un alto grado de contaminación orgánica. Por esta razón no es fuente de suministro de agua para ninguna población aguas abajo de esta ciudad en un tramo mayor a los cien kilómetros. A pesar de esto, sus aguas aún poseen variedades ictiológicas como el bagre, la dorada y el barbudo.



Figura 3.26 Mapa tridimensional de Colombia. Parque Jaime Duque, Colombia. Cortesía: Pablo Mejía B.

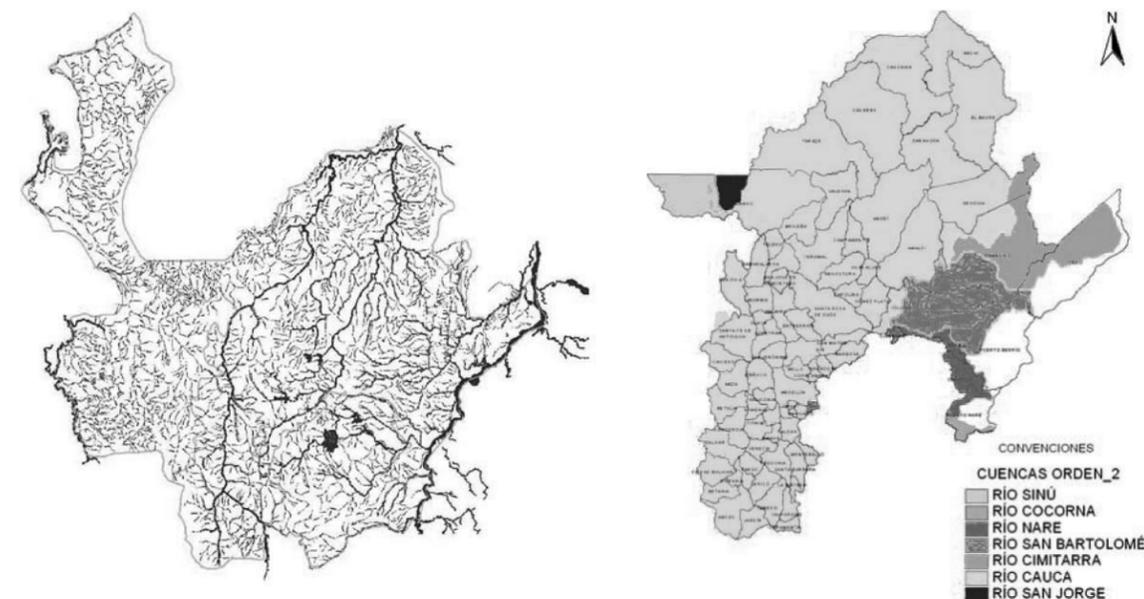


Figura 3.27 CORANTIOQUIA, un territorio de agua en la Cuenca del Río Cauca, un ejemplo de hidrodiversidad.

Entre la multitud de afluentes que en él depositan sus aguas, se destacan los ríos Tamaná, Pácora, Otún, La Vieja, Buga la Grande, San Jorge, Ponce y Risaralda entre otros. La macrocuenca del Cauca está formada por 28 cuencas y 308 subcuencas. En el Departamento de Antioquia sus principales tributarios son los ríos Nechí, San Juan, Cartama, Poblano, El Buey y Arma, entre otros. En toda su cuenca se pueden diferenciar tres medios físicos: el valle o alto Cauca, el cañón del Cauca y la llanura o planicie inundable. El mapa hidrográfico que se presenta en la Figura 3.27 ilustra la importancia del Río Cauca en el territorio del departamento de Antioquia y por lo tanto en el marco de la gestión corporativa de CORANTIOQUIA. Así mismo, la Figura 3.28 muestra los 29 municipios Antioqueños que este río atraviesa.



Tal como se había indicado, la jurisdicción de CORANTIOQUIA tiene 36.134 Km² y una población aproximada de 4.400.000 habitantes. El área de la Cuenca del Río Cauca en la jurisdicción de CORANTIOQUIA es de aproximadamente 27.087 km² equivalente al 75% de la jurisdicción y alberga una población cercana a los 4.200.000 habitantes. Puede verse entonces, en función de una adecuada gestión de la demanda del agua, la necesidad de orientaciones y acciones planificadas sobre esta unidad biofísica y de ordenamiento básico del territorio.

Uno de los problemas de mayor impacto en la cuenca es la magnitud de los vertimientos orgánicos generados por las actividades antrópicas, especialmente el sector doméstico, la industria de alimentos y bebidas, el beneficio del café y el sacrificio del ganado, ya que afectan el balance de oxígeno disuelto en el agua.

| Tiempo (mes) | Caudales promedios mensuales (m³/s) | |
|--------------|-------------------------------------|------------|
| | Media 1971-1998 | Media 2000 |
| Enero (2000) | 805 | 1,550 |
| Febrero | 738 | 1,324 |
| Marzo | 771 | 1,583 |
| Abril | 946 | 1,481 |
| Mayo | 1,111 | 1,742 |
| Junio | 916 | 1,605 |
| Julio | 670 | 978 |
| Agosto | 563 | 797 |
| Septiembre | 651 | 1,114 |
| Octubre | 903 | 1,042 |
| Noviembre | 1,152 | 1417 |
| Diciembre | 1,009 | 792.8 |
| Enero (2001) | 805 | 648 |
| promedio | 849 | 1,236 |
| mínimo | 563 | 648 |

Tabla 3.8. Distribución de los caudales medios mensuales en el río cauca. Estación Bolombolo. Fuente: IDEAM.



Figura 3.28 Municipios de la jurisdicción que son atravesados por el Río Cauca.

La Tabla (3.8) y la Figura 3.29 presentan un registro de caudales del Río Cauca entre enero de 2000 y enero de 2001 a la altura del municipio de Venecia en el corregimiento de Bolombolo y una comparación respecto a la serie de promedios del registro multianual 1971-1998.

3.4.1. Los riesgos de la abundancia

Este breve texto escrito hace catorce años a propósito de la creciente del Río Tapartó, expresa las percepciones del autor en ese entonces frente al fenómeno natural denominando inundaciones.

Las inundaciones: La inundación es un proceso de desbordamiento del agua fuera del cauce natural o artificial. Los desastres más devastadores según las estadísticas, se debe a las inundaciones. Son los fenómenos más letales de los desastres naturales. Las inundaciones representan aproximadamente el 40% de las víctimas de los desastres naturales. Esto es reforzado por el hecho de que más de la mitad de la población mundial vive en las costas y a lo largo de ríos y estuarios.

Se persiste en el intento de explicarlo
 De definir las causas
 Algunos hablan de caudal máximo admisible
 O de que el coeficiente de corte era muy bajo
 Que el asunto era de pendiente
 O que el periodo de retorno
 Otros opinan que se maltrataba la cuenca
 Que el tipo de suelo, que los usos, que los árboles
 O que la ira divina.

Pienso que hoy
 no entendemos aún
 la relación fraterna entre la tierra y el cielo
 que no imaginamos el alma rebelde de los ríos
 el corazón alegre de las aguas.

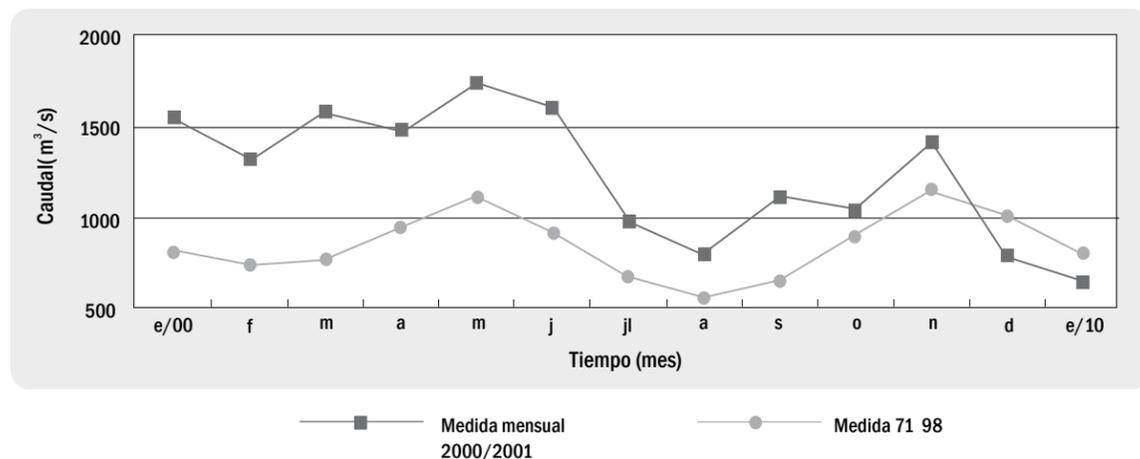


Figura 3.29 Variabilidad temporal de los caudales del Río Cauca. Estación Bolombolo. Fuente: IDEAM, 2002.

Entre los principales factores para la ocurrencia de una inundación se tienen las lluvias, los deslizamientos, las avalanchas, los represamientos, y la alteración del cauce de los ríos por erosión natural o inducida, y por aquellas actividades y prácticas humanas que reducen la capacidad de conducción de las aguas.

Entre los principales efectos provocados por una inundación se tiene: extensas áreas cubiertas de agua, erosión de riberas, viviendas afectadas, interrupción de vías de comunicación, pérdidas de bienes y de vidas, pérdidas de áreas de cultivos, enfermedades, plagas, escasez de alimentos, contaminación del agua, erosión del suelo, sedimentación excesiva, dificulta el drenaje e impide el empleo productivo de los terrenos; otros secundarios como: enfermedades, plagas, escasez de alimentación, contaminación del agua y de manera general afecta los procesos socioeconómicos.

En la jurisdicción de CORANTIOQUIA, de acuerdo a los registros de la Red Latinoamericana para la mitigación del Riesgo. (<http://www.desenredando.org>), durante el periodo 1931-1999, Caucasia es el municipio con mayor ocurrencia de eventos de este tipo (Tabla. 3.9, Figura 3.30), le sigue un conjunto de municipios ribereños de los ríos cauca y Magdalena entre los que se encuentra Nechí, Venecia en el corregimiento de Bolombolo, Puerto Berrío, Yondó, Puerto Nare, Zaragoza, Cáceres, La Pintada y El Bagre.

| Municipio | Numero de inundaciones (1931-1999) |
|---------------------|------------------------------------|
| Caucasia | 53 |
| Nechí | 33 |
| Venecia (Bolómbolo) | 21 |
| Puerto Berrío | 19 |
| Yondó | 16 |
| Puerto Nare | 15 |
| Zaragoza | 14 |
| Cáceres | 13 |
| El Bagre | 8 |
| La Pintada | 8 |

Tabla 3.9. Municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA con mayor número de inundaciones registradas en el periodo 1931-1999.

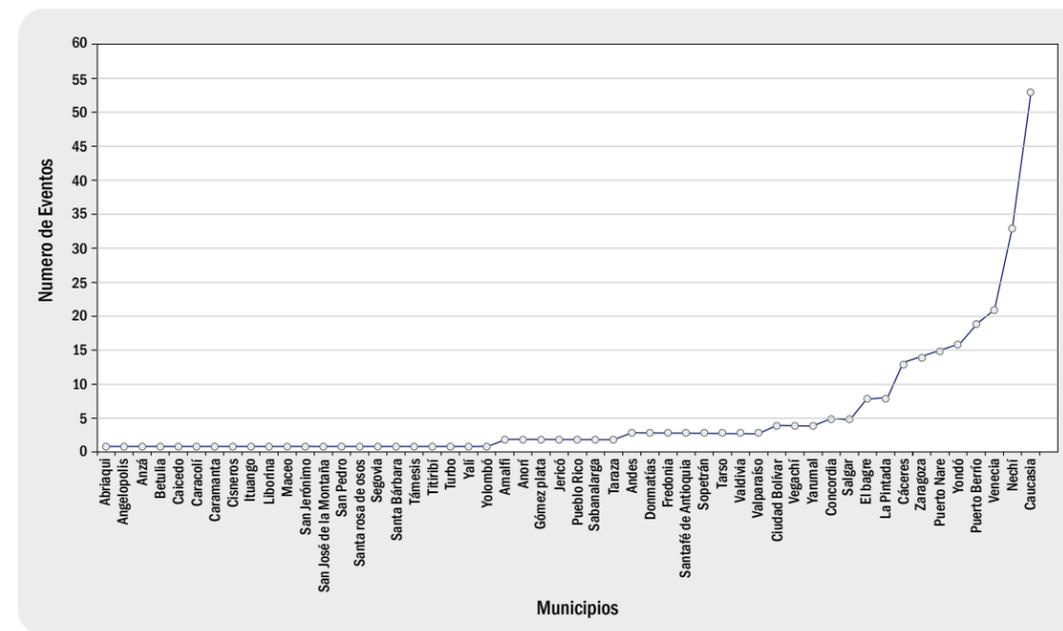


Figura 3.30 Número de inundaciones registradas en los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA durante el periodo 1931-1999.

A pesar de que los registros que aquí se presentan, corresponden a los registrados en la base de datos “Desinventar”, y no necesariamente representa un valor exacto de la cantidad de eventos ocurridos por sitio y por año, constituye una información representativa y permite observar la variabilidad temporal de las inundaciones y su relación con los años mas húmedos. –Años niña-. La Tabla 3.10 y la Figura 3.31 presentan la frecuencia anual de eventos de inundación para los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

De otra parte, haciendo análisis de la ocurrencia mensual de eventos para el periodo 1931-1999, puede verse que la probabilidad de inundación esta en estrecha relación con las épocas de mayores precipitaciones, pudiéndose definir un régimen bimodal de inundación caracterizado por dos periodos: marzo-junio y septiembre-noviembre

| Año | Número eventos por año |
|------|------------------------|
| 1996 | 70 |
| 1984 | 27 |
| 1998 | 24 |
| 1999 | 21 |
| 1982 | 16 |
| 1988 | 16 |
| 1981 | 12 |
| 1971 | 8 |
| 1975 | 8 |
| 1987 | 8 |
| 1995 | 7 |
| 1944 | 6 |
| 1950 | 5 |

Tabla 3.10. Años con mayor ocurrencia de inundaciones registradas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA. Periodo 1931-1999.

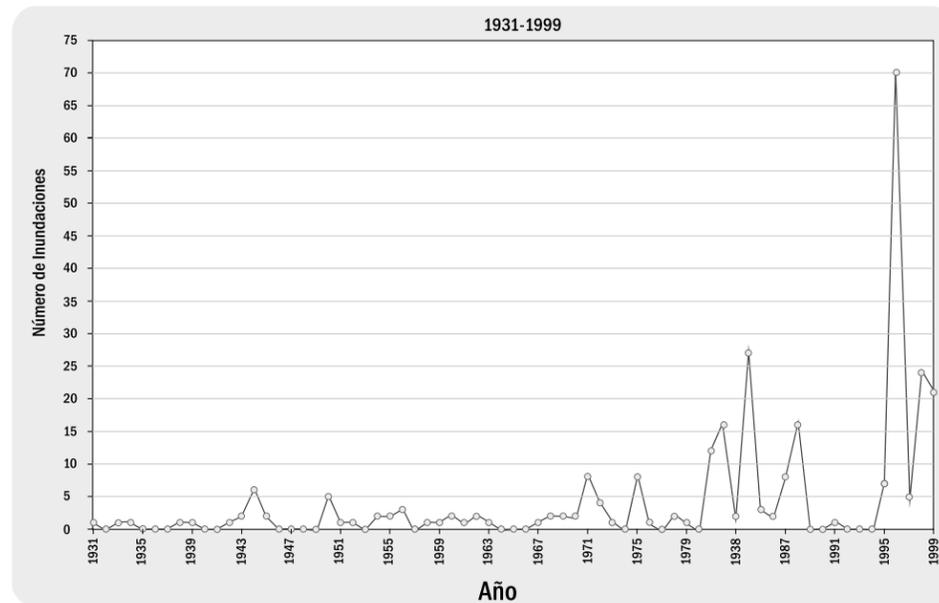


Figura 3.31. Número de inundaciones registradas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA por año. (1931-1999)

(Figura 3.32). De manera semejante, puede verse que los días miércoles y jueves son los de mayor frecuencia de inundaciones de acuerdo a los datos registrados en la Red latinoamericana para la mitigación del riesgo (Figura 3.33).

La Figura 3.34 detalla la ocurrencia de inundaciones en los municipios de Caucasia y Nechí para el periodo 1944-1996. La curva inferior representa las inundaciones por año y la superior el número acumulado de eventos desde 1944, partiendo de uno y alcanzando un valor de 78 en el año 1996.

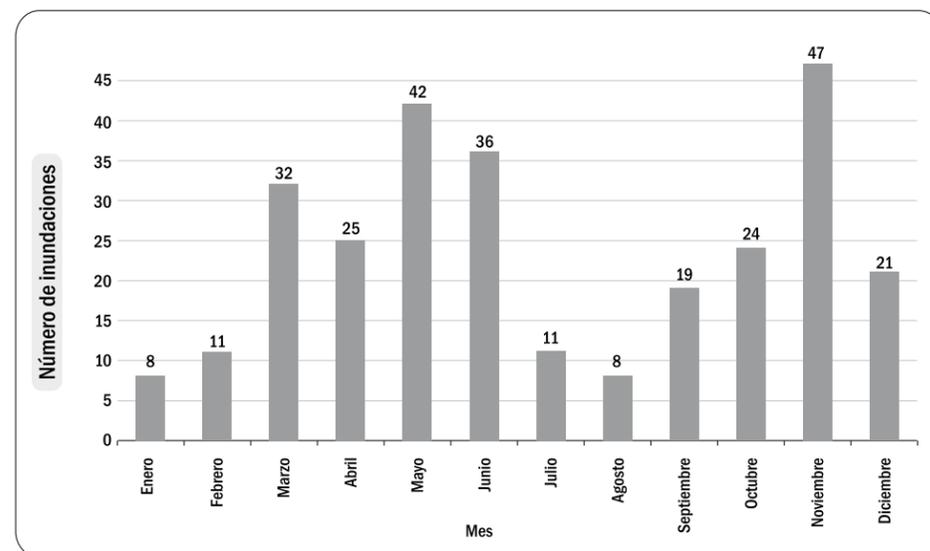


Figura 3.32 Número de inundaciones registradas por mes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA. (1931-1999)

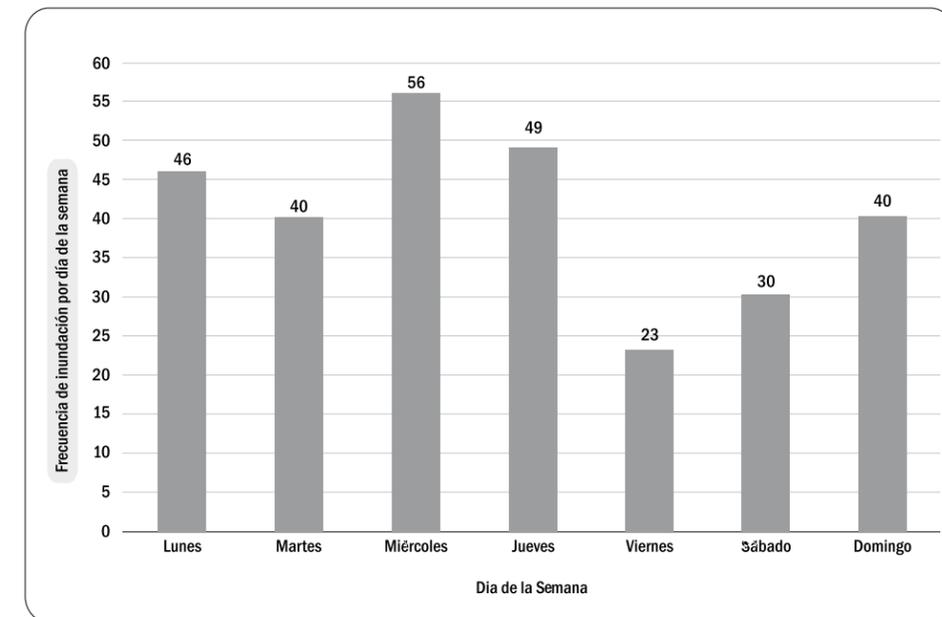


Figura 3.33. Número de inundaciones registradas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA por día de la semana. (1931-1999)

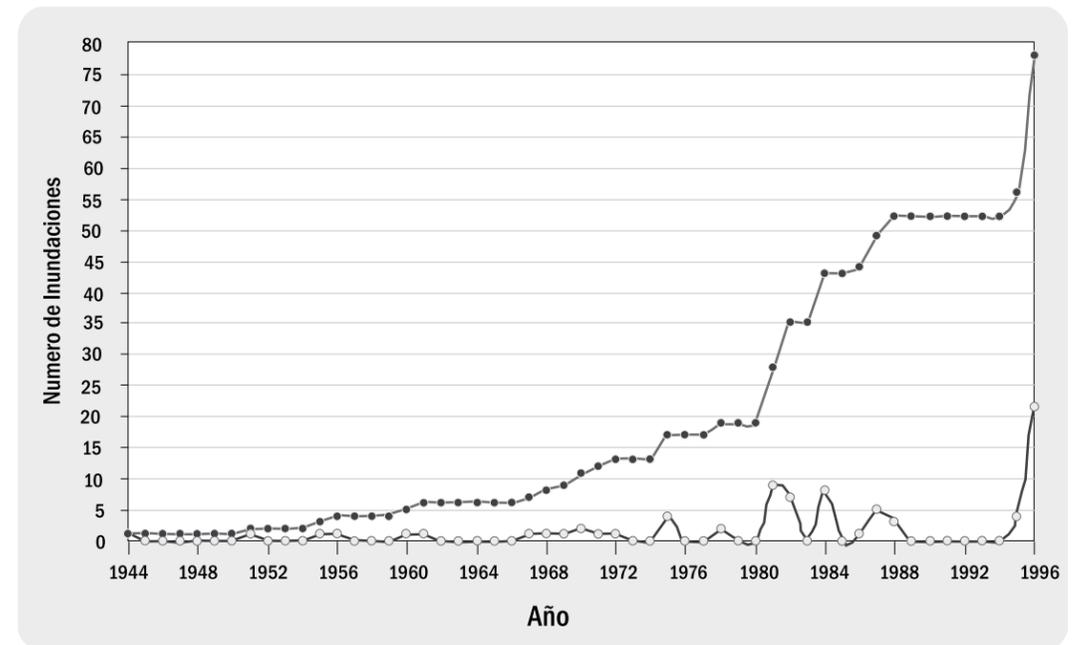


Figura 3.34 Número de inundaciones registradas en los municipios de Nechí y Caucasia por año. (1944-1996).

Para terminar, se quiere rememorar un fragmento de un bellissimo poema del escritor peruano Javier Heraud titulado "El Río", el cual presenta de manera profunda un significado sobre las inundaciones de los ríos.

3.5. Uso y demanda del agua en la jurisdicción de Corantioquia.

Nunca podrá saberse de que tanta agua se dispone sino se sabe cuanta se usa y cuanta se necesita. Dicho de otra manera, no es posible saber la magnitud del agua que se requiere si no se conocen la calidad y magnitud del volumen de agua que se encuentra disponible; esta es la esencia de la paradoja del aprovechamiento sostenible del recurso hídrico.

El uso de los recursos hídricos en cualquier región está ligado a las condiciones sociales, económicas y geográficas de ella. Existe una importante diferencia entre el concepto de demanda y el de consumo. Para la determinación de la demanda hídrica, se han establecido los criterios recomendados por el IDEAM, y han sido tenidos en cuenta para la totalidad de los municipios que hacen parte de la jurisdicción de CORANTIOQUIA. Uno de ellos corresponde a la clasificación por sectores consumidores así: doméstico, servicios, industrial, minero, agrícola, pecuario e hidro-energético.

La Corporación cuenta con una herramienta para el manejo de la información asociada a los trámites ambientales relacionados con el ejercicio de la autoridad ambiental en materia de licencias y permisos: SIRENA. Entre ellos, son de interés para los propósitos de este texto, los que hacen referencia al recurso hídrico. La base de datos asociada a esta herramienta permite identificar cada registro mediante atributos como municipio, fuente hídrica, usuario, caudal concesionado y uso. Dado el volumen de información, la gran cantidad de expedientes y muy especialmente la fase de implementación en que se encuentra SIRENA, no se cuenta con la actualización completa de la misma, a la fecha se han ingresado a ella aproximadamente el 62% de los expedientes que reposan en los archivos de la Corporación. No obstante, representa un enorme valor y constituye una potencialidad del sistema de seguimiento y evaluación ambiental del Territorio de CORANTIOQUIA, máxime si se puede avanzar e implementarla en el quehacer corporativo y se diseña y obtiene a partir de su base de datos, el conjunto de indicadores a escala de la cuenca hidrográfica, que den cuenta de la demanda del recurso atendiendo a su multiplicidad de usos.

En la Tabla 3.11 se presenta una síntesis sobre los caudales concesionados cada año entre 2000 y 2005, datos registrados a la fecha en SIRENA, en la Tabla 3.12 se muestra la información asociada a las concesiones para cada uno de los ochenta municipios que conforman la jurisdicción de CORANTIOQUIA, correspondiente a los caudales otorgados y hacen parte del conjunto de datos actualizado a enero de 2006, dentro de la población total de usuarios y concesiones. Estas concesiones deberían tener el propósito de satisfacer la demanda de los cascos urbanos y la zona rural de cada municipio (Tabla 3.13).

| Año | Número de concesiones | Volumen anual concesionado (m ³) | Caudal concesionado m ³ /año |
|---------|-----------------------|--|---|
| 2000 | 2378 | 79,034,160 | 2,506 |
| 2001 | 2715 | 164,981,189 | 5,232 |
| 2002 | 4562 | 529,441,184 | 16,788 |
| 2003 | 3375 | 342,151,950 | 10,850 |
| 2004 | 2748 | 83,346,753 | 2,643 |
| 2005 | 2715 | 709,800,509 | 22,508 |
| Totales | 18493 | 1,908,755,745 | 60,526 |

Tabla 3.11. Caudales concesionados en el periodo 2000-2005

“Yo soy un río, voy bajando por las piedras anchas, voy bajando por las rocas duras, por el sendero dibujado por el viento. Hay árboles a mi alrededor sombreados por la lluvia. Yo soy un río, bajo cada vez más furiosamente, más violentamente bajo cada vez que un puente me refleja en sus arcos.

Yo soy un río, un río, un río cristalino en la mañana. A veces soy tierno y bondadoso. Me deslizo suavemente por los valles fértiles, doy de beber miles de veces al ganado, a la gente dócil. Los niños se me acercan de día, y de noche trémulos amantes apoyan sus ojos en los míos, y hunden sus brazos en la oscura claridad de mis aguas fantasmales.

Yo soy el río. Pero a veces soy bravo y fuerte, pero a veces no respeto ni a la vida ni a la muerte. Bajo por las atropelladas cascadas, bajo con furia y con rencor, golpeo contra las piedras más y más, las hago una a una pedazos interminables. Los animales huyen, huyen huyendo cuando me desbordo por los campos, cuando siembro de piedras pequeñas las laderas, cuando inundo las casas y los pastos, cuando inundo las puertas y sus corazones, los cuerpos y sus corazones.

Y es aquí cuando más me precipito. Cuando puedo llegar a los corazones, cuando puedo cogerlos por la sangre, cuando puedo mirarlos desde adentro. Y mi furia se torna apacible, y me vuelvo árbol, y me estanco como un árbol y me silencio como una piedra, y callo como una rosa sin espinas”.

| Municipio | No de Consenciones | Total Caudal otorgado (l/s) |
|-----------------------|--------------------|-----------------------------|
| Barbosa | 575 | 633.55 |
| Bello | 318 | 2,759.54 |
| Copacabana | 498 | 108.16 |
| Girardota | 414 | 214.12 |
| Medellín | 1,203 | 2,845.51 |
| Amagá | 213 | 274.83 |
| Angelópolis | 29 | 45.18 |
| Armenia Mantequilla | 58 | 89.91 |
| Caldas | 446 | 1,179.45 |
| Envigado | 247 | 78.02 |
| Heliconia | 60 | 40.54 |
| Itagüí | 22 | 48.42 |
| La Estrella | 255 | 1,247.06 |
| Sabaneta | 117 | 32.43 |
| Titiribí | 337 | 94.55 |
| Caramanta | 37 | 52.99 |
| Fredonia | 557 | 208.17 |
| Jericó | 488 | 307.75 |
| La Pintada | 54 | 94.55 |
| Montebello | 47 | 7.17 |
| Pueblorrico | 73 | 24.24 |
| Santa Bárbara | 108 | 121.18 |
| Támesis | 320 | 346.59 |
| Tarso | 106 | 24.39 |
| Valparaíso | 114 | 53.02 |
| Venecia | 355 | 187.67 |
| Andes | 254 | 183.69 |
| Betania | 62 | 41.15 |
| Betulia | 100 | 19.97 |
| Ciudad Bolívar | 176 | 133.65 |
| Concordia | 416 | 15.49 |
| Hispania | 84 | 20.67 |
| Jardín | 220 | 145.65 |
| Salgar | 92 | 263.10 |
| Anzá | 65 | 1225.14 |
| Buritica | 45 | 28.38 |
| Caicedo | 31 | 171.19 |
| Ebejico | 147 | 81.45 |
| Liborina | 38 | 0.11 |
| Olaya | 40 | 58.49 |
| Sabanalarga | 43 | 124.75 |
| San Jerónimo | 519 | 1225.14 |
| Santa Fé de Antioquia | 282 | 353.23 |
| Sopetrán | 565 | 982.23 |
| Caucasia | 6 | 152.173 |
| El bagre | 1 | 60.5 |
| Tarazá | 4 | 0.1855 |
| Valdivia | 1 | 0.058 |
| Zaragoza | 4 | 1583.173 |
| Angostura | 64 | 5886.40203 |
| Anorí | 4 | 3.736 |
| Belmira | 26 | 245.9877 |
| Briceño | 9 | 1.795 |
| Campamento | 15 | 29.224 |
| Carolina del Príncipe | 4 | 26.7886 |
| Don Matías | 300 | 2721.7437 |
| Entreríos | 411 | 6655.5148 |
| Gómez Plata | 16 | 1284.344 |
| Guadalupe | 4 | 44 |
| Ituango | 51 | 218.4644 |

Tabla 3.12. Caudales concesionados por municipio. Fuente: SIRENA. Los datos corresponden a los actualizados en septiembre de 2007.

| Municipio | No de Consenciones | Total Caudal otorgado (l/s) |
|---------------------------|--------------------|-----------------------------|
| San Andrés de Cuerquia | 7 | 13.761 |
| San José de la Montaña | 6 | 2.7718 |
| San Pedro de los Milagros | 411 | 1892.5343 |
| Santa Rosa de Osos | 549 | 3627.4926 |
| Toledo | 2 | 19.8 |
| Yarumal | 98 | 1420.9856 |
| Amalfi | 19 | 771.18 |
| Caracolí | 4 | 32.58 |
| Cisneros | 14 | 217.518 |
| Maceo | 10 | 77.7 |
| Puerto Berrio | 15 | 2080.02 |
| Puerto Nare | 8 | 189.25 |
| Remedios | 8 | 305.254 |
| Segovia | 10 | 759.843 |
| Vegachí | 4 | 11.25 |
| Yalí | 12 | 33.812 |
| Yolombó | 26 | 176.661 |
| Yondó | 3 | 49.09 |
| Total | 12,356 | 45,563 |

Tabla 3.12. Continuación.

| Municipio | Altura Cabecera (m.s.n.m) | Demanda total sector Población (m³/año) | Demanda Población Urbana (m³/año) | Demanda sectorial Total (m³/año) |
|-----------------------|---------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| Amagá | 1400 | 1,868,933 | 1,032,147 | 12,046,602 |
| Amalfi | 1550 | 1,410,168 | 800,737 | 20,805,185 |
| Andes | 1350 | 2,856,938 | 1,407,659 | 49,133,252 |
| Angelópolis | 1900 | 518,624 | 309,52 | 3,004,217 |
| Angostura | 1675 | 833,479 | 150,453 | 12,642,565 |
| Anorí | 1535 | 654,488 | 389,966 | 6,700,270 |
| Anzá | 625 | 493,956 | 84,461 | 6,433,062 |
| Armenia | 1800 | 346,957 | 127,166 | 6,038,678 |
| Barbosa | 1300 | 2,928,127 | 1,366,633 | 23,743,341 |
| Bello | 1450 | 27,184,290 | 26,236,492 | 88,046,432 |
| Belmira | 2550 | 420,296 | 123,589 | 1,388,049 |
| Betania | 1550 | 690,967 | 276,889 | 32,827,227 |
| Betulia | 1600 | 1,131,382 | 378,359 | 22,595,552 |
| Briceño | 1200 | 534,082 | 159,87 | 7,515,656 |
| Buritica | 1625 | 438,234 | 77,745 | 6,270,432 |
| Cáceres | 100 | 1,893,708 | 462,674 | 7,388,902 |
| Caicedo | 1800 | 515,683 | 106,288 | 8,968,160 |
| Caldas | 1750 | 4,918,129 | 3,842,136 | 11,479,877 |
| Campamento | 1700 | 711,772 | 135,78 | 14,737,492 |
| Caracolí | 625 | 329,325 | 204,692 | 1,402,264 |
| Caramanta | 2050 | 384,474 | 186,807 | 5,530,522 |
| Carolina del Príncipe | 1800 | 277,458 | 220,46 | 851,884 |
| Caucasia | 50 | 5,913,478 | 5,172,707 | 16,933,175 |
| Cisneros | 1050 | 686,758 | 567,502 | 5,850,817 |
| Ciudad Bolívar | 1200 | 1,965,303 | 1,185,155 | 61,205,536 |
| Concordia | 2000 | 1,450,806 | 107,091 | 58,920,337 |
| Copacabana | 1425 | 4,419,508 | 593,928 | 6,960,163 |
| Donmatías | 2200 | 1,249,019 | 835,996 | 6,005,275 |
| Ebéjico | 1150 | 825,284 | 154,614 | 15,957,920 |
| El Bagre | 50 | 2,593,891 | 1,839,089 | 8,278,848 |
| Entreríos | 2300 | 579,866 | 289,956 | 2,412,894 |
| Envigado | 1575 | 12,715,274 | 12,172,166 | 29,311,040 |
| Fredonia | 1800 | 1,501,513 | 626,048 | 31,348,854 |
| Girardota | 1425 | 2,997,688 | 1,839,235 | 39,664,719 |

Tabla 3.13. Demanda hídrica en los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA

| Municipio | Altura Cabecera (m.s.n.m) | Demanda total sector Población (m³/año) | Demanda Población Urbana (m³/año) | Demanda sectorial Total (m³/año) |
|---------------------------|---------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| Gómez Plata | 1800 | 775,228 | 369,745 | 7,119,084 |
| Guadalupe | 1875 | 419,439 | 138,481 | 206,184,918 |
| Heliconia | 1440 | 447,236 | 206,444 | 12,213,222 |
| Hispania | 1000 | 334,903 | 222,431 | 5,365,125 |
| Itagüí | 1550 | 16,886,436 | 15,293,354 | 35,935,315 |
| Ituango | 1550 | 1,656,244 | 435,81 | 34,175,434 |
| Jardín | 1750 | 987,926 | 508,664 | 26,417,555 |
| Jericó | 2000 | 878,72 | 566,042 | 16,072,709 |
| La Estrella | 1775 | 3,799,293 | 2,083,274 | 8,210,201 |
| La Pintada | 600 | 490,953 | 437,343 | 1,278,439 |
| Liborina | 700 | 632,131 | 133,955 | 7,854,878 |
| Maceo | 950 | 514,633 | 218,27 | 4,911,186 |
| Medellín | 1550 | 161,618,309 | 159,676,988 | 368,608,414 |
| Montebello | 2350 | 497,198 | 145,051 | 17,315,647 |
| Nechí | 30 | 1,221,378 | 774,238 | 4,098,661 |
| Olaya | 500 | 196,709 | 21,243 | 4,295,483 |
| Pueblo Rico | 1800 | 565,915 | 297,913 | 14,335,377 |
| Puerto Berrio | 125 | 2,802,368 | 2,498,790 | 33,298,211 |
| Puerto Nare | 125 | 1,141,552 | 479,391 | 4,088,623 |
| Remedios | 700 | 1,414,633 | 597,943 | 23,350,401 |
| Sabanalarga | 850 | 550,445 | 189,508 | 7,121,970 |
| Sabaneta | 1550 | 3,219,738 | 2,593,544 | 8,377,758 |
| Salgar | 1250 | 1,235,789 | 579,839 | 54,717,291 |
| San Andrés de Cuerquia | 1475 | 755,316 | 230,242 | 11,228,220 |
| San Jerónimo | 780 | 787,076 | 257,398 | 5,736,133 |
| San José de la Montaña | 2550 | 217,861 | 152,132 | 711,89 |
| San Pedro de los Milagros | 2475 | 1,512,103 | 794,897 | 4,935,572 |
| Santa Bárbara | 1800 | 1,623,326 | 780,881 | 17,485,657 |
| Santafé de Antioquia | 550 | 2,155,495 | 1,081,130 | 16,568,806 |
| Santa Rosa de Osos | 2550 | 1,551,314 | 1,004,261 | 11,004,764 |
| Segovia | 650 | 2,483,369 | 2,036,627 | 5,662,207 |
| Sopetrán | 750 | 918,447 | 435,153 | 5,358,878 |
| Támesis | 1600 | 1,110,287 | 471,726 | 22,519,449 |
| Taraza | 125 | 2,079,677 | 1,345,171 | 6,801,160 |
| Tarso | 1325 | 586,046 | 231,702 | 14,708,483 |
| Titiribí | 1550 | 909,281 | 506,693 | 10,378,530 |
| Toledo | 1850 | 351,814 | 93,002 | 6,309,021 |
| Valdivia | 1165 | 1,110,613 | 359,89 | 2,911,788 |
| Valparaiso | 1375 | 412,086 | 234,257 | 6,441,392 |
| Vegachí | 980 | 770,744 | 467,273 | 12,537,879 |
| Venecia | 1350 | 864,115 | 453,476 | 12,004,002 |
| Yalí | 1250 | 431,308 | 215,204 | 10,373,785 |
| Yarumal | 2300 | 2,242,551 | 1,950,268 | 10,706,826 |
| Yolombó | 1450 | 1,377,012 | 442,964 | 25,808,982 |
| Yondó | 75 | 936,011 | 526,695 | 8,789,853 |
| Zaragoza | 50 | 1,717,122 | 916,734 | 4,683,982 |

Tabla 3.13. Continuación.

En el año 2003, la subdirección de Recursos Naturales -actualmente Subdirección de Calidad Ambiental-, con el apoyo de la Universidad Pontificia Bolivariana, concluyó un trabajo sobre la demanda, usos del agua, índices de consumo y planes de acción para la implementación de la ley 373 de 1997. En este proyecto se llevaron a cabo una serie de actividades entre las cuales se incluye una revisión sistemática y exhaustiva de la información existente en la Corporación y en otras organizaciones relacionadas con el uso del recurso en la jurisdicción, los consumos básicos y la demanda de los diferentes usuarios del recurso hídrico, se efectuaron encuestas a los usuarios de los sectores que fueron clasificados como importantes por el nivel de producción y uso, además de las

empresas de acueducto de los diferentes municipios, se determinaron los índices de uso de agua para las actividades principales y secundarias en cada una de las territoriales, los cuales permiten a la Corporación establecer las dotaciones de agua que deben hacerse para los diferentes procesos de producción que se llevan a cabo, y determinar los potenciales de ahorro de agua para cumplir con los requerimientos de la Ley 373 de 1.997. Algunos de los principales resultados sobre la distribución del consumo sectorial de agua en la jurisdicción de CORANTIOQUIA se presentan en la Figura 3.35.

Adicionalmente se identificó por Territorial las principales actividades demandantes de agua en la jurisdicción. De acuerdo con la determinación de la demanda, la caracterización de las territoriales y los índices de consumo evaluados, se recomienda la acción más pertinente en la aplicación de programas de asistencia técnica en cada una. Una síntesis de los resultados e presenta en la Tabla 3.14.

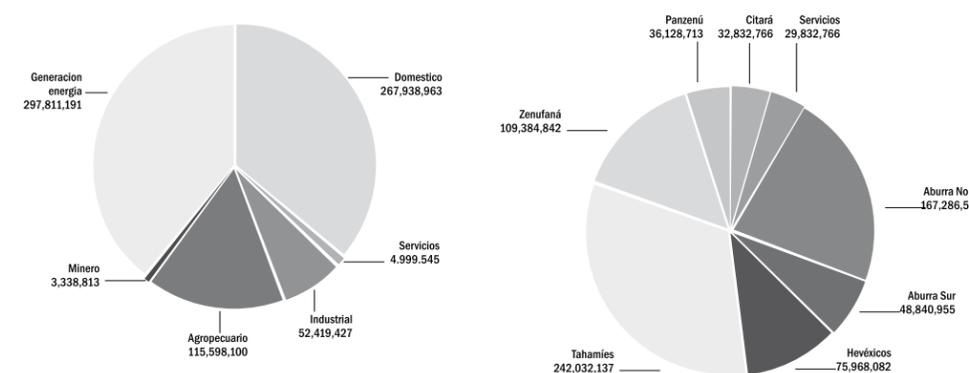


Figura 3.35 Distribución de la Demanda y Uso del agua por Sectores y por Territorial en la jurisdicción de CORANTIOQUIA (m³/año) Fuente: Estudio de la Demanda del Agua en CORANTIOQUIA, UPB, 2003.

| Dirección Territorial | Demanda sectorial de agua en orden descendente | Recomendación |
|-----------------------|--|---|
| Citará | Generación hidroeléctrica, Doméstico, Agropecuario, Servicios e industrial | El programa de asistencia técnica, se debe enfocar hacia el trabajo en técnicas de beneficio de café ecológico, reuso y reutilización del agua en instalaciones agrícolas, accesorios de uso eficiente y buenas prácticas en todos los sectores. No se considera que se trabaje en el área de producción hidroeléctrica, ya que el valor de la demanda corresponde únicamente a 2 instalaciones en toda la territorial. |
| Cartama | Doméstico, Agropecuario, Industrial, Servicios, hidroeléctrico y minero. | El programa de asistencia técnica, promoverá el trabajo en técnicas de beneficio de café ecológico, reuso y reutilización del agua en instalaciones agropecuarias, accesorios de uso eficiente y buenas prácticas |
| Aburrá Norte | Doméstico, hidroeléctrico, industrial, agropecuario, minero y Servicios | Se debe trabajar primordialmente en sistemas de reuso y recirculación a nivel industrial, producción limpia a nivel industrial y agropecuario, accesorios de bajo consumo en todos los sectores, técnicas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de riego y buenas practicas en los sectores industrial, minero y de servicios. |
| Aburrá Sur | Doméstico, industrial, servicios, agropecuario, Minero e Hidroeléctrico | El programa de asistencia técnica debe estar enfocado hacia los sistemas de reuso y recirculación a nivel industrial, producción limpia a nivel industrial y pecuario, técnicas de tratamiento de aguas residuales, y buenas practicas en todos los sectores. |

Tabla 3.14. Caracterización de las principales actividades demandantes del agua por territorial

| Dirección Territorial | Demanda sectorial de agua en orden descendente | Recomendación |
|-----------------------|--|--|
| Hevécicos | Agropecuario, doméstico, Servicios, industrial y minero. | Existe deficiencia de la oferta, por lo tanto es necesario que el programa de asistencia sea enfático en el uso de todo tipo de accesorios de bajo consumo para todos los sectores, sistemas eficientes de riego, reuso de aguas para recreación y buenas prácticas de consumo. |
| Tahamíes | Doméstico, agropecuario, industrial, hidroeléctrico y Servicios. | Se debe trabajar en accesorios de uso eficiente, producción limpia en el sector pecuario, principalmente el de producción de leche y sus derivados, reuso y reutilización de agua a nivel industrial y buenas prácticas de manejo |
| Zenufaná | Hidroeléctrico, industrial, Doméstico, Minero, servicios y agropecuario. | Se debe reforzar el programa de asistencia técnica con tecnologías de uso eficiente, reuso y recirculación. En el sector minero se enfocará hacia las buenas prácticas, estandarización del proceso de granulación y cianuración, tecnologías de uso eficiente y reuso y recirculación de agua en entables mineros. |
| Panzenú | Minero, doméstico, servicios, agropecuario e Industrial. | El programa de asistencia en el sector minero se enfocará hacia las buenas prácticas, estandarización del proceso de granulación y cianuración, uso del agua en minería de aluvión, tecnologías de uso eficiente, reuso y recirculación de agua en entables, accesorios de uso eficiente y técnicas adecuadas para el sector agropecuario. |

Tabla 3.14. Continuación.

3.5.1. La demanda hídrica subterránea

La respuesta a la carencia de disponer de agua apta para las diferentes actividades, ha sido extraerla del subsuelo desde pozos y aljibes. No obstante, solo desde hace unos cinco años, se ha venido realizando una tarea sistemática de evaluación del potencial hidrogeológico real de los acuíferos Antioqueños; evaluación que se ha venido complementando y que hoy permite tener aproximaciones importantes en relación con la cantidad y calidad de los recursos hídricos subterráneos identificados. De los estudios efectuados a la fecha pueden extraerse algunas cifras al respecto, las que se sintetizan en la Tabla 3.15. (Betancur 2007).

3.6. El proceso de implementación de los instrumentos económicos

Los instrumentos económicos (IE), Tasa por uso del agua (TUA) y Tasa retributiva (TR), pueden constituir una fuente de recursos para la sostenibilidad técnica y administrativa asociada a la gestión Integral del recurso hídrico en la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

| Región | Uso | Aljibes | Manantiales | Pozos | Total captaciones de agua | Porc. relativo de captaciones |
|-----------------|---|---------|-------------|-------|---------------------------|-------------------------------|
| Valle de Aburrá | Lavado vehículos, industria, aseo, riego, doméstico | 331 | 12 | 47 | 390 | 11,3 |
| Magdalena medio | Doméstico industria petróleo | 131 | * | 50 | 181 | 5,2 |
| Occidente | Doméstico turismo | 59 | * | * | 59 | 1,7 |
| Bajo Cauca | Abastecimiento público, doméstico, riego, ganadería | 1837 | 20 | 70 | 1927 | 55,6 |
| Total conocido | | 2831 | 92 | 540 | 3463 | 100,0 |

Tabla 3.15. Demanda hídrica subterránea en las subregiones de la jurisdicción de CORANTIOQUIA

Durante el segundo semestre de 2006, la subdirección de Calidad Ambiental desarrolló un proceso de revisión de la aplicación de los instrumentos económicos en la Corporación, tasa por uso del agua y tasa retributiva. Luego del diagnóstico elaborado a partir de la información disponible y basado en principios paretianos de la economía clásica, se definió una estrategia para su eficiente implementación.

El análisis desarrollado, las conclusiones que de él se derivaron, la estrategia planteada y el éxito de su implementación; se basa en una serie de hipótesis y acciones operativas y depende de la confiabilidad de la información utilizada, la cual se genera en las Direcciones Territoriales y es administrada por el grupo de informática a través del Sistema denominado SIRENA.

3.6.1. Diagnóstico de la Tasa por Utilización del Agua e hipótesis básicas para su implementación

De acuerdo con los datos del sistema de información SIRENA, para julio de 2006, CORANTIOQUIA contaba con 17.615 concesiones de agua superficial para un total de 158 m³/seg concesionados. A partir del análisis desarrollado, se encontró una relación no lineal entre el número de usuarios y los caudales concesionados individualmente y se evidenció que un alto porcentaje de concesiones de baja magnitud corresponde a una pequeña porción de la totalidad de los caudales concesionados; esto equivale a decir que la mayor parte de los caudales otorgados se han concesionado a lo que se denominan grandes usuarios, los cuales corresponden a un bajo porcentaje de la totalidad de los usuarios del agua (Figura 3.36).

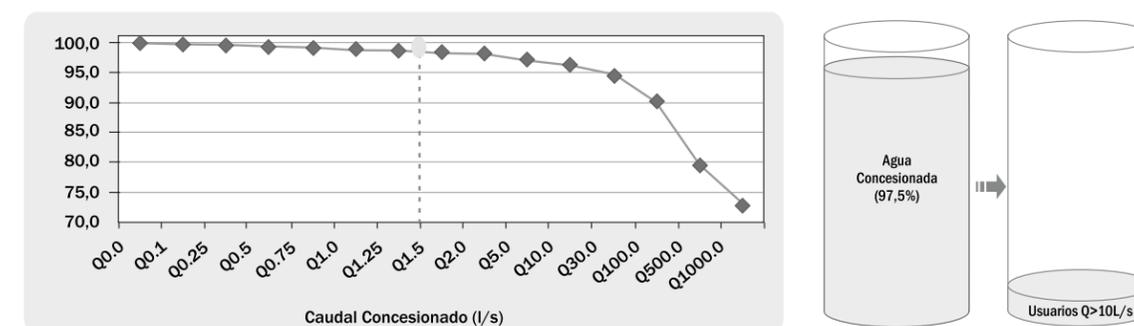


Figura 3.36 Relación entre el porcentaje de recaudo potencial y el caudal crítico para sostenibilidad financiera

En el caso de implementar la tasa por uso para la totalidad de los usuarios de los ochenta municipios se hace evidente que para un conjunto de ellos, tal implementación resulta ineficiente desde el punto de vista tributario, resultando ser más costoso el costo de facturación que los probables recaudos efectivos.

3.6.2. Las hipótesis y requerimientos mínimos para el desarrollo de la estrategia de implementación de los Instrumentos Económicos

Se ha establecido que para hacer realidad la concreción del proceso de implementación se requiere de manera prioritaria que la Corporación a través de cada una de sus dependencias establezca prioridades de acción para la implementación de estos

instrumentos; en relación con los trámites de concesión de aguas y permiso de vertimientos; que se definen prioridades en el ejercicio de autoridad ambiental, mediante la actualización de las concesiones y permisos de vertimientos de la población estratégica definida en cada territorial. Asimismo, se han emprendido procesos masivos de legalización de usuarios, teniendo en cuenta que debe promoverse la asociación de usuarios, al punto que se generen concesiones en bloque que permitan una mejor autogestión del recurso, obras de captación más eficientes para el control y medición de caudales y una mejor labor de monitoreo y seguimiento.

3.6.3. En relación con la Tasa Retributiva

De manera similar que con la TUA, existe una relación no lineal entre el número de usuarios y las cargas generadas individualmente. Un alto porcentaje de vertimientos de baja magnitud corresponde a una pequeña porción de la totalidad de las cargas vertidas en los cuerpos hídricos; esto equivale a decir que la mayor parte de las cargas vertidas las producen los grandes generadores.

La decisión de construir sistemas de tratamiento de aguas residuales en los municipios cuya viabilidad financiera está garantizada, evitará que en el tiempo el factor regional crezca de forma desproporcionada, evitando la posibilidad de dar soluciones en materia ambiental y que se afecten directamente las posibilidades de inversión, pues gran parte de los recursos que recauden las empresas prestadoras del servicio de alcantarillado irían a cubrir el costo de la tasa retributiva.

En una situación deficitaria en cuanto a la financiación de proyectos, aparte de todos los mecanismos disponibles de financiación, la construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales, representa en sí misma, una fuente de financiación dado el ahorro que por concepto de tasa retributiva se genera a partir de la remoción de carga contaminante, encontrándose allí un beneficio de doble vía, económico y ambiental.

Se hace necesario concebir proyectos con visión integral y de largo plazo; uniendo los diferentes recursos estipulados en las leyes y valorando los posibles ahorros que la adopción del sistema de tratamiento genera, para lograr los objetivos del saneamiento hídrico de una manera más eficiente y orientado al cumplimiento de la política de agua potable y saneamiento básico, teniendo en cuenta la articulación de instrumentos económicos y financieros que garanticen la sostenibilidad financiera de las inversiones, la adecuada prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado y el cumplimiento de las metas de coberturas de dichos servicios.

3.6.4. En relación con los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV)

La fijación de objetivos de calidad para los cuerpos hídricos, depende de que se lleve a cabo un debido proceso de ordenamiento de una cuenca y como parte de ese proceso se haga el ordenamiento del recurso. Cuando se hace el ordenamiento del recurso, se espera como resultado especial, un redireccionamiento en los usos y las destinaciones del agua, lo cual redundará en una variación del marco de los criterios de calidad. Esta condición determina un cambio sustancial en la organización de la estructura socioeconómica de la cuenca o de la región impactada, lo cual obliga a que se adelante una investigación y proceso muy claro, donde se identifiquen de manera detallada, los impactos sociales, económicos, ambientales e institucionales del ordenamiento.

El ordenamiento de un cuerpo de agua es un proceso complejo en el cual se incluye la concertación de objetivos de calidad, sobre la base de las proyecciones de calidad del recurso, las cuales a su vez, deben sustentarse en estudios detallados de predicción, modelación y simulación de calidad de recursos hídricos. Antes que la tecnología y los recursos necesarios para adelantar el ordenamiento del recurso, lo más importante es que las Autoridades Ambientales identifiquen las condiciones del entorno sociopolítico y económico (medio habilitante), de esta manera evitarán dar pasos equivocados embarcándose en un proceso que no podrán sostener. Dado que el ordenamiento del recurso no es discrecional para cada entidad, lo más recomendable es desarrollar el proceso completo, es decir, abordar el proceso del Ordenamiento de la cuenca y dentro del él, la ordenación de recurso y la concertación de los objetivos de calidad como condición para variar el marco de criterios de calidad de los cuerpos de agua en sus cuencas prioritarias.

Mientras no se cuente con los resultados del ordenamiento del Recurso, se deben establecer objetivos de calidad respetando la normatividad y considerando los usos genéricos de las aguas establecidos en el artículo 29 del Decreto 1594 de 1984. Los PSMV son un instrumento de Gestión efectivo que permite alcanzar de manera gradual y equitativa, las metas planteadas a nivel municipal, regional y nacional, y que posibilitan un desarrollo coherente a mediano y largo plazo de las acciones necesarias para atender las realidades de crecimiento económico y poblacional de las generaciones actuales y venideras. Mediante una articulación de las acciones entre municipios y la Corporación, pueden obtenerse beneficios ambientales que impactan positivamente la calidad de vida de los habitantes de la jurisdicción y adicionalmente se garantiza sostenibilidad financiera con equidad, no solo de las empresas prestadoras del servicio público de alcantarillado, sino también de la Corporación, en la medida que se generan y obtienen los recursos necesarios para desarrollar acciones regionales que promuevan Desarrollo Sustentable en el componente del saneamiento Hídrico municipal y regional (Anexo 5.).

| Número | Nombre punto | Sistema Hídrico | Criterio |
|---------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 62 | Río Cocorná | Río Magdalena | Afluente Río Magdalena |
| 66-67 | Río Nare | Río Magdalena | Afluente Río Magdalena |
| 69-70 | Municipio de Puerto Berrio | Río Magdalena | Descarga Río Magdalena |
| 71-72 | Río Alicante | Río Magdalena | Afluente Río Magdalena |
| 84 | Municipio de Nechí | Río Cauca | Límite intercorporativo |
| 187-188 | Municipio de La Pintada | Río Cauca | Descarga Río Cauca |
| 189-190 | Río San Juan | Río Cauca | Afluente Río Cauca |
| 191 | Desembocadura Río San Juan | Río Cauca | Afluente Río Cauca |
| 192-193 | Río Amagá | Río Cauca | Afluente Río Cauca |
| 194-196 | Municipio de Santafé de Antioquia | Río Cauca | Descarga Río Cauca |
| 195 | Río Tonusco | Río Cauca | Afluente Descarga |
| 197 | Límite CORANTIOQUIA - Corpourabá | Río Cauca | Límite intercorporativo |
| 198-199 | Río San Andrés | Río Cauca | Afluente Río Cauca |
| 201 | Municipio de Valdivia | Río Cauca | Descarga Río Cauca |
| 202-203 | Río Tarazá | Río Cauca | Afluente Río Cauca |
| 204-205 | Río Man | Río Cauca | Afluente Río Cauca |
| 206-207 | Municipio de Caucasia | Río Cauca | Descarga Río Cauca |
| 208-209 | Río Nechí | Río Cauca | Afluente Río Cauca |
| 210 | Desembocadura Río Nechí | Río Cauca | Afluente Río Cauca |
| 211 | Límite CORANTIOQUIA - CSB | Río Magdalena | Límite intercorporativo |

Tabla 3.16. Estaciones de monitoreo de la calidad en los Ríos Cauca y Magdalena en el Departamento de Antioquia

La Corporación cuenta con un programa de monitoreo de calidad de corrientes (Figura 3.37), pero se hace necesario diseñar una estrategia económicamente posible que permita a partir de los puntos de control establecidos a nivel municipal, realizar control y monitoreo de la red de muestreo con una frecuencia adecuada y con análisis de los parámetros mínimos que se deben medir.

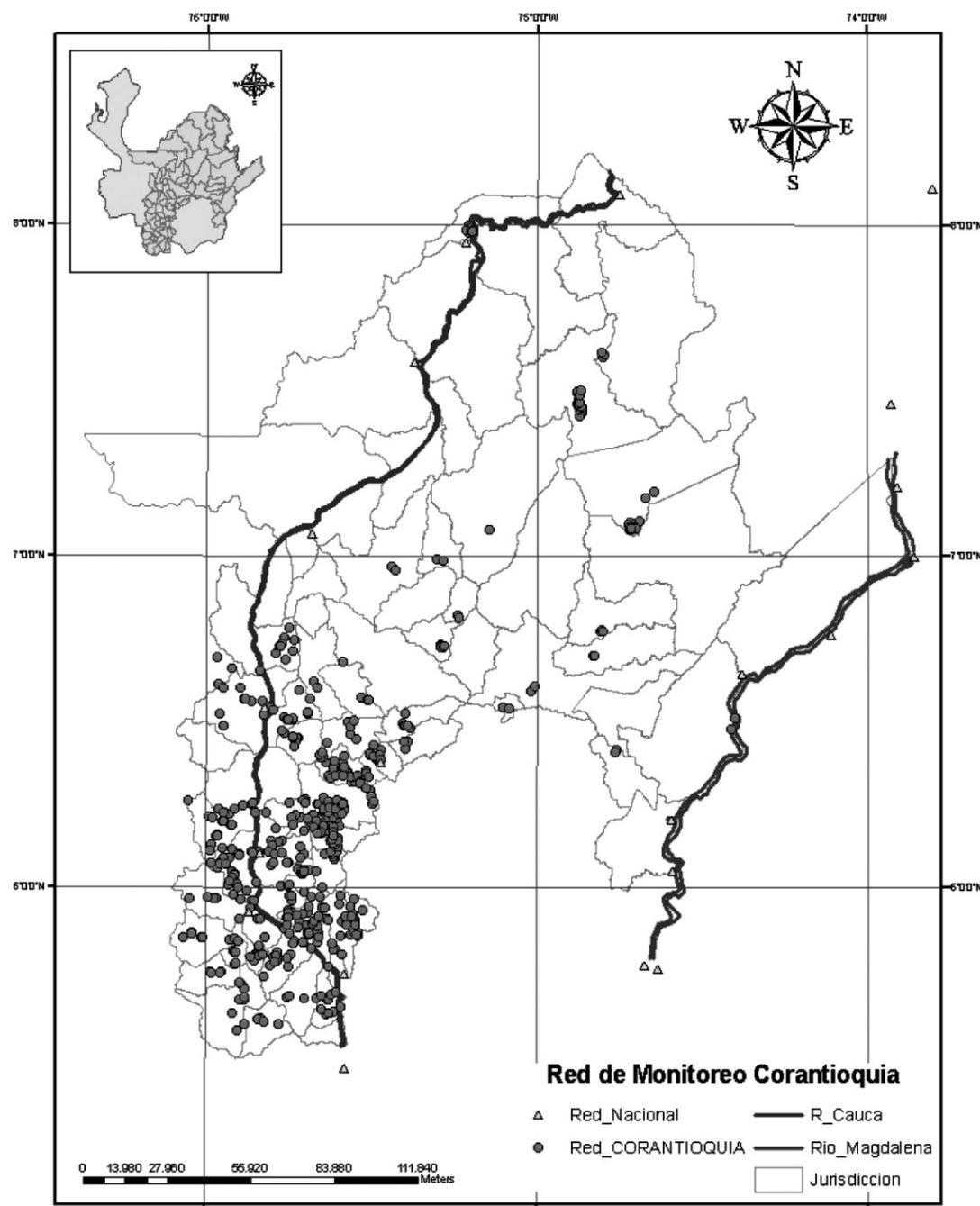


Figura 3.37. Red de monitoreo de la calidad del agua de las corrientes superficiales en la jurisdicción de CORANTIOQUIA

PADRE

Padre, Decidme qué le han hecho al río que ya no canta
Resbala como un barbo muerto
bajo un palmo de espuma blanca.

Padre, que el río ya no es el río.
Padre, antes de que vuelva el verano
Esconda todo lo que tiene vida.

Padre, decidme qué le han hecho al bosque
que no hay árboles.
En invierno no tendremos fuego
ni en verano sitio donde resguardarnos.

Padre, que el bosque ya no es el bosque.
Padre, antes de que oscurezca
llenad de vida la despensa.

Sin leña y sin peces, padre
Tendremos que quemar la barca,
Labrar el trigo entre las ruinas, padre,
y cerrar con tres cerraduras la casa
y decía usted,

Padre, si no hay pinos no se hacen piñones,
ni gusanos, ni pájaros.
Padre,
donde no hay flores no hay abejas,
ni cera, ni miel.

Padre, que el campo ya no es el campo.
Padre, mañana del cielo lloverá sangre.
El viento lo canta llorando.

Padre, ya están aquí..
Monstruos de carne con gusanos de hierro.
Padre, no tengáis miedo, decid que no,
que yo os espero.

Padre, que están matando la tierra.
Padre, dejad de llorar
que nos han declarado la guerra.

Joan Manuel Serrat

Todo lenguaje es un alfabeto de símbolos cuyo ejercicio presupone un pasado que los interlocutores comparten; ¿cómo transmitir a los otros el infinito Aleph, que mi temerosa memoria apenas abarca? Los místicos, en análogo trance prodigan los emblemas: para significar la divinidad, un persa habla de un pájaro que de algún modo es todos los pájaros; Alanus de Insulis, de una esfera cuyo centro está en todas partes y las circunferencia en ninguna; Ezequiel, de un ángel de cuatro caras que a un tiempo se dirige al Oriente y al Occidente, al Norte y al Sur. (...) En ese instante gigantesco, he visto millones de actos deleitables o atroces; ninguno me asombró como el hecho de que todos ocuparan el mismo punto, sin superposición y sin transparencia. Lo que vieron mis ojos fue simultáneo: lo que transcribiré sucesivo, porque el lenguaje lo es. Algo, sin embargo, recogeré.

(...) El diámetro del Aleph sería de dos o tres centímetros, pero el espacio cósmico estaba ahí, sin disminución de tamaño. Cada cosa (la luna del espejo, digamos) era infinitas cosas, porque yo claramente la veía desde todos los puntos del universo. Vi el populoso mar, vi el alba y la tarde, vi las muchedumbres de América, vi una plateada telaraña en el centro de una negra pirámide, vi un laberinto roto (era Londres), vi interminables ojos inmediatos escrutándose en mí como en un espejo, vi todos los espejos del planeta y ninguno me reflejó (...), vi racimos, nieve, tabaco, vetas de metal, vapor de agua, vi convexos desiertos ecuatoriales y cada uno de sus granos de arena (...), vi un círculo de tierra seca en una vereda, donde antes hubo un árbol, vi una quinta de Adrogué, un ejemplar de la primera versión inglesa de Plinio (...), vi a un tiempo cada letra de cada página (de chico yo solía maravillarme de que las letras de un volumen cerrado no se mezclaran y perdieran en el decurso de la noche), vi la noche y el día contemporáneo, vi un poniente en Querétaro que parecía reflejar el color de una rosa en Bengala (...), vi caballos de crin arremolinada, en una playa del Mar Caspio en el alba, vi la delicada osadura de una mano (...), vi las sombras oblicuas de unos helechos en el suelo de un invernáculo, vi tigres, émbolos, bisontes, marejadas y ejércitos, vi todas las hormigas que hay en la tierra, vi un astrolabio persa (...), vi la circulación de mi propia sangre, vi el engranaje del amor y la modificación de la muerte, vi el Aleph, desde todos los puntos, vi en el Aleph la tierra, vi mi cara y mis vísceras, vi tu cara, y sentí vértigo y lloré, porque mis ojos habían visto ese objeto secreto y conjetural, cuyo nombre usurpan los hombres, pero que ningún hombre ha mirado: el inconcebible universo.

Jorge Luis Borges, El Aleph



4. UN SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

La evaluación de los recursos hídricos, incluida la determinación de posibles fuentes de agua dulce, consiste en determinar ininterrumpidamente las fuentes, la cantidad, la fiabilidad y la calidad de los recursos de agua y de las actividades humanas que afectan esos recursos. Esa evaluación es la base práctica para su ordenación sostenible y condición previa para evaluar las posibilidades de aprovecharlos. No obstante, preocupa cada vez más que en el momento en que se necesita información más precisa y fidedigna acerca de los recursos de agua, a los servicios hidrológicos y organismos conexos les sea más difícil que antes proporcionar esta información, incluido el tema de las aguas subterráneas y de la calidad del agua. Los principales obstáculos son la falta de recursos financieros para esa evaluación, el carácter fragmentado de los estudios hidrológicos y la escasez de personal capacitado. Sin embargo, el avance en este sentido reviste importancia decisiva para evaluar los recursos hídricos y para mitigar los efectos de inundaciones, sequías, desertificación y contaminación.

El manejo integral del recurso hídrico debe contar con herramientas sólidas que permitan analizar de manera consistente las diferentes dinámicas y comportamientos del recurso hídrico y sus ecosistemas asociados, de tal forma que se eviten acciones aisladas y se logre la articulación de esfuerzos con impacto regional.

4.1. El marco normativo de un Sistema de información del recurso hídrico

De acuerdo con la Ley 99 de 1993 y los Decretos 1277, 1600 y 1603 de 1994, el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, deberá dirigir la coordinación del Sistema de Información Nacional del Medio Ambiente (SINA) y establecer el Sistema de Información del Medio Ambiente (SIA), y el IDEAM gestionará su realización y operación y asesorará a las Corporaciones Autónomas Regionales para que hagan lo mismo en sus áreas. Otras instituciones de investigación (INVEMAR, SINCHI, John Von Neumann, Alexander Von Humboldt) contribuirán a la ejecución del sistema a lo largo de todo el



“En la actualidad, las decisiones gubernamentales de alto nivel, deben beneficiarse de la información geográfica. A pesar del reconocimiento de su importancia para la generación de conocimiento, valor añadido en la identificación de problemas y asistencia para proponer alternativas y definir un centro de acción; el descubrimiento de la información geográfica, su acceso y uso no se han extendido como sería de desear”.

GSDI, 2001.

territorio nacional, con el propósito de dar a conocer información medioambiental oportuna y suficiente para servir de apoyo en la toma de decisiones.

El 19 de abril de 2007, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial –MAVDT-, expidió el Decreto número 1323, mediante el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH-, como parte del Sistema de Información Ambiental para Colombia -SIAC-. Un objetivo fundamental del SIRH es promover la integración de otros sistemas que gestionen información sobre el recurso hídrico en los ámbitos institucional, sectorial, académico y privado.

Se ha definido el SIRH como el conjunto que integra y estandariza el acopio, registro, manejo y consulta de datos, bases de datos, estadísticas, sistemas, modelos, información documental y bibliográfica, reglamentos y protocolos que facilita la Gestión Integral del Recurso Hídrico –GIRH-.

Entre los principales alcances propuestos, el SIRH gestionará la información ambiental relacionada con la cantidad y calidad de agua de los cuerpos hídricos que comprenden las aguas superficiales continentales y las aguas subterráneas. De otra parte, se plantean como objetivos de este sistema, proporcionar la información hidrológica para orientar la toma de decisiones en materia de políticas, regulación, gestión, planificación e investigación; consolidar un inventario y caracterización del estado y comportamiento del recurso hídrico en términos de calidad y cantidad; constituir la base de seguimiento de los resultados de las acciones de control de la contaminación y asignación de concesiones, con base en reportes de las autoridades ambientales; contar con información para evaluar la disponibilidad del recurso; promover estudios hidrológicos, hidrogeológicos en las cuencas hidrográficas, zonas de recarga y acuíferos; facilitar los procesos de planificación y ordenación; constituir la base para el monitoreo y seguimiento a la gestión integral; aportar información que permita el análisis y la gestión de los riesgos asociados al recurso hídrico.

Las denominadas “Áreas Temáticas” del Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH- son la disponibilidad, la calidad hídrica, el estado actual del recurso hídrico y su gestión integral. Estas áreas estarán conformadas así:

a) Disponibilidad hídrica: Estará conformada, como mínimo, por la información generada por las redes hidrometeorológicas y/o estaciones de medición de caudales y de aforos, la estimación de la oferta hídrica superficial y subterránea, la información sistematizada y georeferenciada de concesiones de agua otorgadas vigentes, el registro de usuarios del agua, la caracterización de usuarios de acuerdo al sector y a la actividad, la demanda actual de agua por los usuarios y módulos de consumo.

b) Calidad hídrica: Estará conformada como mínimo por la información referente a la calidad del recurso hídrico, la información sistematizada y georeferenciada de los vertimientos actuales, su caracterización y los correspondientes instrumentos de manejo y control de vertimientos, especificando el tipo de actividad; y además, por los objetivos de calidad definidos para las distintas unidades hidrológicas o tramos.

c) Estado actual del recurso hídrico: Contendrá el cálculo de los indicadores que permiten determinar el estado actual del recurso, tales como índices de escasez, perfiles de calidad, conflictos de uso o calidad.

d) Gestión integral del recurso hídrico: Contendrá indicadores de gestión que incluyan información sobre el grado de implementación de los diferentes instrumentos de gestión del recurso.

Al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en el marco de sus competencias y como ente rector del SINA, le corresponde: a) Definir las prioridades de información del SIRH, b) Aprobar los procedimientos para el desarrollo y operación del SIRH que incluirán, al menos, las variables, metodologías, protocolos, indicadores y responsables, los cuales serán desarrollados y propuestos por el IDEAM o el INVEMAR, según el caso y c) Definir las demás orientaciones e instrumentos que sean necesarios para la adecuada implementación del SIRH.

Al IDEAM en el marco de sus competencias, le corresponde: a) Coordinar el Sistema de Información Hídrica -SIRH-, definir su estrategia de implementación y fijar los mecanismos de transferencia de la información, bajo las directrices, orientaciones y lineamientos del MAVDT; b) Diseñar, elaborar y proponer al MAVDT los procedimientos para el desarrollo y operación del SIRH que incluirán, al menos, las variables, metodologías, protocolos, indicadores y responsables, dentro del año siguiente a la publicación del Decreto 1323 y c) Compilar la información en el ámbito nacional, la operación de la red básica nacional de monitoreo, identificar y desarrollar las fuentes de datos, la gestión y el procesamiento de éstos y difundir el conocimiento sobre el recurso hídrico.

A las Autoridades Ambientales Regionales y Urbanas en el SIRH les corresponde realizar el monitoreo y seguimiento del recurso hídrico en el área de su jurisdicción, para lo cual deberán aplicar los protocolos y estándares establecidos en el SIRH.

A los titulares de licencias, permisos o concesiones que autorizan el uso del recurso hídrico, les corresponde recopilar y suministrar sin costo alguno la información sobre la utilización del mismo a las Autoridades Ambientales Competentes.

La implementación del SIRH se realizará de forma gradual, comenzando por las cuencas priorizadas para ordenación, las declaradas en ordenación o las que cuentan con Planes de Ordenación y Manejo adoptados.

4.2. La sociedad: base de una construcción colectiva de la información

El Sistema Nacional Ambiental –SINA- es un proceso en construcción colectiva en manos de todos y cada uno de los actores estatales, sociales y privados que lo componen. Es una propuesta política y administrativa para que la sociedad se relacione consigo misma y con el medio ambiente de manera más respetuosa y armónica. Por lo tanto, el SINA que tenemos hoy, con sus fortalezas y debilidades, así como la situación del patrimonio natural del país, reflejan el grado de evolución o involución de la sociedad colombiana. El SINA enfrenta aún el reto de consolidarse.

Reconociendo que el estado del presente representa el trabajo hecho por muchos, podría decirse que es innombrable el listado completo de personas e instituciones que han contribuido con la memoria documental de la gestión del recurso hídrico en la Corporación. Sin embargo, existe una serie de nombres de quienes han sido responsables de construir paso a paso durante más de una década, desde los niveles directivos y operativos, lo que podría denominarse el estado del conocimiento del recurso hídrico en

CORANTIOQUIA y el desarrollo de la gestión corporativa. Sin pretender hacer un listado exhaustivo y completo de los diferentes nombres de los contribuyentes en esta tarea y con el riesgo de no incluir la totalidad y más aún algunos seguramente significativos en esta historia, se citan a continuación algunos de los que reposan en la frágil memoria de los tiempos.

Adriana María Pérez Guzmán, Alba Miriam Vergara Vargas, Alejandro Humberto Zapata Roldán, Alejandro Peláez Mejía, Alexandra Aguirre Cuartas, Amalia Patricia Díaz Sepúlveda, Ángela María Soto Isaza, Angélica Gómez, Carlos Correa Maya, Catalina Posada, Carlos Humberto Bernal Arteaga, Carmen Florinda Londoño Zapata, Carmen Rocío Escalante, Catalina Blanco Saint-Sorny, Claudia María Montoya Palacio, Dayro Alberto Múnera Palacio, Diana Astrid Martínez Ceballos, Diana Marcela Soto Castrillón, Diana María Montoya, Diana Milena Amaya Pérez, Diana Santa, Elber Hernández, Elkin Díaz, Enrique Alexis García Moya, Fernando Gutiérrez, Francisco Zapata Ospina, Francisco Javier Leoz Maiztegui, Francisco González Maya, Gabriel Jaime Jiménez, Gabriel Jaime Lopera, Gloria Elena Díaz Ríos, Gloria Elena Sanclemente, Gloria María Arboleda Guerra, Gualberto Fuentes, Guillermo Gutiérrez, Hernán Alonso Grisales, Hernán Morales González, Isabel Cristina Buriticá Mira, Javier Eduardo Posada Muñoz, John Jairo Ramírez Restrepo, Jorge Emilio Ángel Robledo, Jorge Enrique López Arango, Juan Carlos Arboleda Guerra, Jacqueline Correa, Juan David Lopera Posada, Juan David Villa Arcila, Juan Guillermo Peña Marín, Juan José Baena, Julián Mauricio Campo Velásquez, Libardo Cano, Lilliana Patricia Ceballos Montoya, Lina Marcela Jaramillo Flórez, Loesley Sierra Velásquez, Luis Alfonso Escobar Trujillo, Luis Fernando Loaiza, Luis Humberto Betancur Berruecos, Luz Marina García Muñetón, Luz Stella Carmona Londoño, Marco Fidel Gamboa Ramírez, Margarita Madrid Vélez, María Eugenia Marín Gaviria, María Patricia Tamayo Vélez, Marleny Barrientos, Marleny Durango López, Mauricio Arce Carvajal, Mauricio González Echeverri, Michel Hermelín, Natalia Lema Duque, Nolberto Marín Marín, Nora Cadavid Giraldo, Norberto Vélez Escobar, Orfely María Rueda Gallo, Oscar Darío Ramírez Toro, Oscar Humberto Restrepo Zuluaga, Oscar Iván Giraldo Duque, Oscar Mejía R, Paula Andrea Maya Ortiz, Roberto Javier Cardona Gallego, Rodrigo Aguirre, Sandra Milena Pérez Caro, Silvia Julia Escalante Arbeláez, Teresita Betancur, Tito Machado Cartagena, Viviana Vélez, Wilealdo García Charria, entre otros.

De igual forma, no pueden dejar de citarse instituciones como: Área Metropolitana del Valle de Aburrá -AMVA-, Asociación Ambientalista Futuro Verde -AAFUVER-, Asociación de Municipios de la Meseta del Norte de Antioquia -AMENA-, Consorcio Antioquia, Cooperativa Conalde, Banco Interamericano de Desarrollo -BID-, Instituto Mi Río, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad Pontificia Bolivariana, Integral S.A., Corporación La Ceiba, Corporación Montañas, Corporación para la Educación y el Bienestar Ambiental -CEIBA-, Corporación Ambiente, Corporación GAIA, Neotrópicos, Colnet Ingeniería Ambiental, Acueductos y Alcantarillados Sostenibles, Francisco Correa Botero Consultoría y Construcción, Hidrogema, Essere, HYDRA Ingeniería Ltda, Sanear Ltda, SaneAmbiente.

No obstante el carácter incompleto y sin ánimo excluyente de la lista anterior, ésta da cuenta del carácter heterogéneo, participativo e incluyente de múltiples sectores de la sociedad que comprenden el sector privado, las personas naturales y jurídicas, el sector académico, ONG, corporaciones ambientales, centros de investigación e instituciones públicas, en lo que ha representado una construcción colectiva de la gestión del agua en la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

4.3. Los antecedentes: un recorrido por la historia de los estudios y evaluaciones del recurso hídrico realizados y apoyados por CORANTIOQUIA

Es necesario aprender a reconocer la verdadera información, el valor que posee, las maneras de transmitirla y enseñar a utilizarla

Es realmente difícil recorrer y pretender detallar la historia del conocimiento del recurso hídrico en la jurisdicción de CORANTIOQUIA desde su inicio en 1995. En este año se realiza el primer taller relacionado con el manejo de cuencas hidrográficas para líderes campesinos y se documenta lo que corresponde a las primeras memorias de gestión del agua en CORANTIOQUIA. Para 1996, se edita el video: "El agua más transparente". Para ese mismo año se publica, en asocio con el municipio de Amalfi y en el marco del programa de educación Ambiental, la cartilla "Manejo y conservación de cuencas hidrográficas". Se publica también, una cartilla resultante de un curso de capacitación sobre manejo y recuperación de microcuencas veredales.

De acuerdo con la premisa de que no puede administrarse aquello que no se conoce, se da paso a los inventarios hídricos, iniciando en la región del Suroeste, en el año 1997 mediante el estudio titulado: "Inventario de las fuentes de agua que surten las cabeceras de los municipios y corregimientos de la región suroeste". Con el ánimo de reconocer de manera integral el recurso a gestionar desde la perspectiva del aprovechamiento sostenible, también tuvo sentido y lugar el estudio de las aguas minerales, de los ecosistemas lénticos, de las relaciones culturales con el agua; fue así como a causa de este interés se realizaron investigaciones sobre el origen de fuentes de agua salada en el departamento de Antioquia, la caracterización limnológica de los recursos hídricos del Parque de Piedras Blancas y la percepción ambiental del agua en la región de Tamaná, en el municipio de Jardín.

El primer asomo del interés corporativo por los asuntos relativos a la economía ambiental, o a las contabilidades del agua, si se quiere, fue en 1998 con el estudio: "Cuenta del agua en la cuenca de Piedras Blancas". Para ese mismo año se inicia con la construcción e incorporación de elementos relativos a la gestión integral del agua y al manejo de cuencas hidrográficas. El primer trabajo de este género fue la delimitación de la cuenca del río San Juan con énfasis en procesos erosivos, a este trabajo le sucedió el de conservación, ordenamiento y manejo del sistema de páramos y bosques altoandinos del Noroccidente Medio, trabajo cofinanciado durante 1999 por el Banco Interamericano de Desarrollo -BID-.

El año 1999 resulta ser de gran interés para los asuntos del agua, más que por la magnitud o cantidad de trabajos realizados, por la diversidad de temas que dejan entreverse en las nuevas agendas y discusiones corporativas. Es así como consientes de la realidad hidrológica, social y climática de la región del occidente cercano de Antioquia, se decidió, adelantar el inventario hídrico de la región de los Hevéxicos ubicada al occidente de la jurisdicción. De otra parte, no desconociendo la realidad urbanística, las modificaciones observadas en las corrientes naturales a causa del crecimiento urbano no planificado, se realiza un trabajo específico sobre los cambios en la dinámica hidráulica y social de la Quebrada La López, en su transformación de cauce natural a entorno urbano. Ese mismo año se realiza en el ámbito institucional el primer Seminario sobre Aguas Subterráneas.

El año 2000 inicia con un trabajo sobre uso eficiente y ahorro del agua, con este trabajo se definieron bases que permitieran la implementación de la Ley 373 de 1997 en la jurisdicción de la Corporación. Se pueden encontrar otra serie de títulos sobre diversas temáticas relacionadas con el recurso hídrico entre los que se destacan: manejo de agua y reforestación, campañas de prevención de desastres naturales en las comunidades de los corregimientos del municipio de Medellín, de las coberturas, desvíos y ocupaciones de cauces. Se realiza el primer estudio y diseño para la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Valdivia. Se redacta un manual de administración e intervención de las áreas de regulación hídrica en la jurisdicción, se construye el perfil ambiental del municipio de Medellín, se adelanta la reglamentación de la quebrada Las Palmas y se levanta el primer inventario de aguas subterráneas en el Valle de Aburrá.

Otra serie de títulos sugestivos como: "Naturalizar: un compromiso de todos", El agua: recurso estratégico para el desarrollo. La gestión de la Corporación en la protección del recurso natural "agua".

El año 2001 se caracteriza porque inician los diagnósticos ambientales de microcuencas, se realizan los primeros trabajos de investigación hidrogeológica básica y continúan los inventarios hídricos de aguas superficiales. Se realizan una serie de estudios con títulos como: Manual para el uso eficiente y ahorro del agua, el agua es fuente de vida, resolución no. 4305 por la cual se acoge el protocolo para toma y preservación de muestras de agua, gestores ambientales comunitarios en las veredas de influencia del sistema de páramos y bosques altoandinos del noroccidente antioqueño, el agua: nuestro mayor tesoro, para que Medellín y sus corregimientos tengan siempre agua limpia y abundante, proyecto ambiental escolar: círculos procultura del agua: módulo uno, microcuenca de la quebrada el Atascoso, replicación de la cuenta del agua en municipios del occidente antioqueño -Santafé de Antioquia, San Jerónimo, Sopetrán, Olaya, Ebéjico-, inventario hídrico del municipio de Angelópolis, inventario hídrico del municipio de Titiribí, restricciones por pendientes quebrada Magallo en el municipio de Concordia, diagnósticos ambientales de las cuencas hidrográficas de las quebradas: La Clarita y Palonegro del municipio de Amagá, la Cascada del municipio de Sopetrán, la Montañita en el municipio de Belmira, quebrada la Tolda, corregimiento Llanos de Cuivá, municipio de Yarumal, quebrada Usabá del corregimiento Tabacal del municipio de Buriticá, quebrada Donmatías del municipio de Donmatías, quebrada La Muñoz del municipio de Santa Rosa de Osos, quebradas San Pablo y Malalay del municipio de Valdivia, quebrada La Cangreja en el municipio de Sopetrán, Inventario y caracterización de aguas subterráneas en el casco urbano del municipio de Caucasia, Territorial Panzenú y evaluación del potencial de los acuíferos de la zona de Yondó.

En el año 2002 pueden destacarse realizaciones como: Guía de campo para toma de muestras de agua, Estudio de la calidad del agua de la cuenca del Río Grande mediante el uso de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, gestión participativa hacia la solución alternativa de conflictos en el manejo del agua, en las cuencas la Pulgarina y la Arracachala del municipio de San Pedro de los Milagros, diagnóstico ambiental del área de captación de la microcuenca de la quebrada El Laurel, quebrada Negra, San Cayetano y Combia Abajo, del municipio de Fredonia, caracterización puntual cualitativa y cuantitativa de la calidad y cantidad del recurso hídrico superficial en las cuencas de los ríos Aurrá y San Juan, plan de ordenamiento y manejo de las cuencas de las quebradas la Noque en los municipios de Caicedo, Santafé de Antioquia y Anzá y del río San Bartolomé, diagnósticos ambientales de las cuencas de las quebradas Soñadora del municipio de Puerto Nare, la Chilona en el municipio de Zaragoza, Jacobo, Guaguas y Sardinas en el municipio de Caracolí, El Guarco y Pilonos del municipio de Buriticá,

la Arabia en el municipio de Puerto Nare, Chorros Blancos en el municipio de Yarumal, Sabaleticas en Betulia, los Monos de, Ciudad Bolívar, San Rafael, La Batea, El Cañero y Palomos en el municipio de Gómez Plata, Insor en el municipio de Ebéjico, la Quioná en Anzá, El Guarco y Pilonos del municipio de Buriticá, estudio de zonas de recarga y acuíferos del Valle de Aburrá. Inician también para este año la elaboración de Planes maestros de acueducto y alcantarillado urbano de los municipios de Caramanta, Tarso y Yalí.

El año 2003 tiene como rasgo característico la elaboración de Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado, los Planes de Ordenamiento y Manejo de Microcuencas y las Evaluaciones Hidrogeológicas. Entre los trabajos de este año pueden citarse: Diseño de la metodología para la formulación de los Planes Integrales de Ordenamiento y Manejo de Microcuencas -PIOM-, Inventario y caracterización de la avifauna asociada a 10 ojos de agua salada en la jurisdicción de la Corporación, demanda y usos del agua, índices de consumo y planes de acción para la implementación de la Ley 373 de 1997 en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, caracterización cualitativa y cuantitativa de fuentes hídricas en el río Amagá y la quebrada El Limonar, áreas de importancia estratégica para la conservación de los recursos hídricos, estudios y diseños plan maestro de acueducto y alcantarillado zona urbana del municipio de Buriticá, Planes de ordenamiento y manejo de la cuenca de los ríos Cupiná, San Alejandro, Tenche, San Pablo y Guadalupe en los municipios de Santa Rosa de Osos, Carolina del Príncipe, Gómez Plata y Guadalupe, clasificación de cuencas hidrográficas de la jurisdicción de CORANTIOQUIA a escala 1:100.000, estudio y diseño para la instrumentación de 10 cuencas, Diagnóstico ambiental cuenca de la quebrada La Llana del municipio de Tarso, evaluación hidrogeológica entre los municipios de Caucasia, Cáceres, Puerto Berrío y Puerto Nare, planes maestros de acueducto y alcantarillado urbano de los municipios de Montebello, Caracolí, Titiribí, Jericó, Heliconia, Amalfi, Gómez Plata, Donmatías y Venecia.

El año 2004 es similar al 2003 en cuanto tiene preponderancia la realización de planes maestros de acueducto y alcantarillado para cabeceras municipales. Entre los trabajos de este año se tiene: Evaluación del potencial acuífero de los municipios de Santafé de Antioquia, Sopetrán, San Jerónimo, Olaya y Liborina, plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Piedras en el municipio de Jericó y de la quebrada El Salado, planes maestros de acueducto y alcantarillado de área urbana de los municipios de Anorí, Maceo, Entreríos, Betania, Zaragoza, Olaya, Ebéjico, Armenia Mantequilla y Sopetrán, valoración económica de algunas alternativas productivas dentro de la cuenca del río San Juan, clasificación y priorización de cuencas hidrográficas con fines de ordenación en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, evaluación hidrogeológica y vulnerabilidad de acuíferos al Norte del municipio de Caucasia.

Entra las realizaciones del año 2005 se encuentra: Monitoreo en las cuencas de las quebradas la Combia en el municipio de Fredonia, Juan Vara en el municipio de Zaragoza y el río Sinifaná en los municipios de Amagá, Fredonia, Titiribí y Venecia, Inventario hídrico regional Zenufaná, Plan de ordenación y manejo de las cuencas de los ríos Buey en los municipios de Santa Bárbara y Montebello, Santa Rita en el municipio de Andes, Tamar e Ité, Grande y Chico en jurisdicción de los municipios de Donmatías, Entreríos, San Pedro, Belmira y Santa Rosa de Osos, Inventario hídrico Regional Panzenú, Poblano en los municipios de Fredonia, La Pintada y Santa Bárbara, microcuencas San Bartolo - La Cañaverala municipio de Andes y Jardín, La Cruz en jurisdicción de los municipios de Vegachí, Yalí, Amalfi y Yolombó, río Frío en los municipios de Támesis y Jericó, Pedral en los municipios de Betania e Hispania, quebrada La Pena en el municipio de Sabanalarga, parte alta de las microcuencas Los Bedoya, Los Chica y Los Cadavid en Santa Bárbara, California y La Gómez del municipio de Pueblorrico, modelación matemática para el cál-

culo de caudales en algunas cuencas de la jurisdicción de CORANTIOQUIA, Subproyecto educativo ambiental comunitario con énfasis en gestión de cuencas, talleres de capacitación a los habitantes de la zona de humedales del río Claro entre los municipios de Puerto Nare y Puerto Triunfo, Proyectos educativos ambientales comunitarios en micro-cuencas ubicadas en las Oficinas Territoriales Hevéxicos y Zenufaná, cuenca la Cianurada municipio de Segovia, Evaluación hidrogeológica y vulnerabilidad de acuíferos de la cuenca del río Caserí Territorial Panzenú, planes maestros de acueducto y alcantarillado en el área urbana de los municipios de Guadalupe, Liborina, Pueblorrico e Hispania.

Y para el año 2006 pueden citarse títulos como: Algunos elementos sobre el recurso hídrico en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, aplicación y análisis comparativo entre metodologías de evaluación de vulnerabilidad de acuíferos en el bajo cauca antioqueño, diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada Las cruces entre los municipios de Tarso y Jericó, metodología de campo mediante SIG móvil para la actualización de datos georreferenciados en cuencas, diagnóstico ambiental y plan de manejo de la cuenca Orobajo en el municipio de Santa Rosa de Osos, clasificación y priorización con fines de ordenación de cuencas hidrográficas de la región del Suroeste Antioqueño.

4.4. Las bases mínimas de un sistema de información del recurso hídrico en la jurisdicción

El objetivo esencial de la información es informar. “La información debe fluir desde el que la tiene hacia el que la necesita”.

Protocolo de Camberra

Se requiere tener presente que un Sistema de Información –SI–, es más que un sistema computacional que se utiliza para almacenar, administrar y manipular información. Un Sistema de información es un conjunto de elementos interconectados coherentemente y de manera dinámica, su capacidad para evolucionar en el tiempo y adaptarse a los cambios que se producen en el conocimiento, en las políticas y regulaciones y en los esquemas de administración es lo que le posibilita su continuidad y pertinencia al interior de las organizaciones. Un SI está constituido por un conjunto organizado de hardware, software, datos, información y personas que cumplen con las funciones de capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar, desplegar información y contribuir por el mejoramiento permanente del sistema, pero sobre todo, a la satisfacción y ayuda que puedan experimentar los múltiples usuarios de la información.

La información tiene un comportamiento distinto al de la energía, pues su comunicación no elimina la información del emisor o de la fuente. En términos formales: la cantidad de información que permanece en un sistema es igual a la información que existe más la que entra, no se elimina la información del sistema (Johannsen, 1975). La información es la más importante corriente negentrópica –la negentropía se refiere a la energía que el sistema importa del ambiente para mantener su organización y sobrevivir– de que disponen los sistemas complejos. Los sistemas vivos son capaces de conservar estados de organización improbables –entropía-. Este fenómeno aparentemente contradictorio se explica porque los sistemas abiertos pueden importar energía extra para mantener sus estados estables de organización e incluso desarrollar niveles más altos de improbabilidad.

Un sistema abierto es aquel que importa, intercambia y procesa energía, materia e información, proveniente del exterior del sistema, esta es una característica propia de todos los sistemas vivos. Los intercambios determinan su equilibrio, la capacidad reproductiva o continuidad, es decir, su viabilidad.

Todo sistema es sinérgico en tanto el examen de sus partes en forma aislada no puede explicar o predecir su comportamiento. La sinergia es, en consecuencia, un fenómeno que surge de las interacciones entre las partes o componentes de un sistema. Este concepto responde al postulado aristotélico que dice que “el todo no es igual a la suma de sus partes”. La totalidad es la conservación del todo en la acción recíproca de las partes componentes -teleología-. Podría señalarse que la sinergia es la propiedad común a todas aquellas cosas que observamos como sistemas.

La implementación de un SI implica un cambio en la cultura del manejo de la información y sus atributos. Para cumplir con éxito este propósito debe tenerse conciencia de las potencialidades y de los beneficios de su aplicación, deben identificarse las necesidades del sistema, e implementar una serie de proyectos pilotos hasta lograr que los diferentes usuarios estén utilizando adecuadamente la herramienta en su rutina de trabajo (Betancur, 1999).

Adicionalmente, para lograr los objetivos a los que se hace referencia, se debe partir de tres premisas fundamentales: El agua hace parte del sistema ambiental (Figura 4.1), la información debe fluir desde el que la tiene hacia el que la necesita y se requiere integrar las diversas fases de los procesos relacionados con la información como son: La captura, el almacenamiento, la visualización, el análisis, la divulgación, la educación, la retroalimentación y la permanente actualización. Un sistema de información debe

pues vincular los diferentes niveles (datos, información, conocimiento y saberes), de tal modo que puedan articularse a través de plataformas de comunicación que permitan establecer programas sostenibles de monitoreo, evaluación, control y vigilancia, interacción y socialización. Las estrategias de recolección, análisis y evaluación suelen expresarse mediante la frase: “La información debe ser oportuna, eficiente, uniforme y confiable”. El sistema de Información del Recurso Hídrico, es el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales y el desarrollo de acciones definidas por la Corporación y que están orientadas hacia el fomento del desarrollo sostenible.

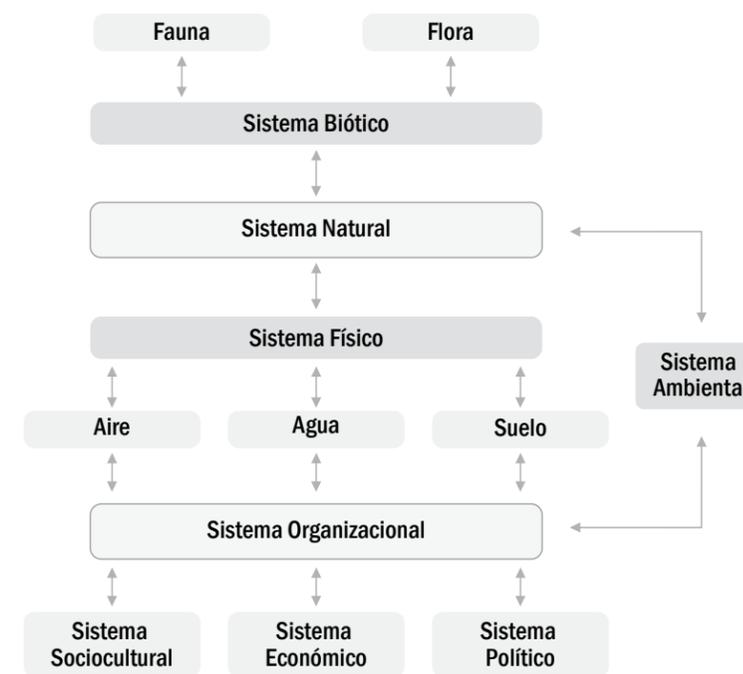
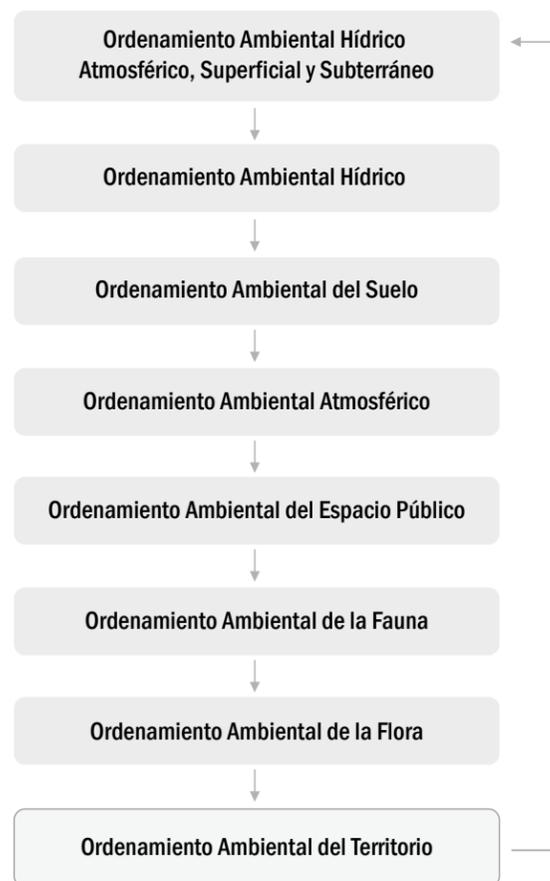


Figura 4.1. Estructura del Sistema Ambiental.



Para contar con un módulo de calidad del recurso hídrico se requiere iniciar por recolectar, almacenar, procesar y analizar la información existente y posteriormente implementar metodologías y modelos apropiados de calidad que permitan valorar el impacto ambiental que causa el vertimiento de las aguas residuales municipales, así como las obras de infraestructura construidas y proyectadas para prevenir, corregir y mitigar sus efectos adversos y de este modo orientar la toma de decisiones en el ámbito local y regional con criterios de priorización de objetivos y bajo el enfoque de la sustentabilidad ambiental. Para lograr este propósito se propone diseñar e implementar un sistema de información del recurso hídrico, que haga parte integral del sistema de Información de la Corporación y por ende deberá soportarse en una plataforma única de información técnica sobre la hidrología, cartografía, demografía y aspectos socio-culturales de la región y del país, y contar con aplicativos temáticos que permitan valorar las tendencias y realizar seguimiento, mejorando el conocimiento del recurso hídrico para la toma de decisiones.

Dado que no se cuenta con un módulo de información ambiental que permita actualizar y divulgar el estado y diagnóstico detallado del componente del servicio público relacionado con el tratamiento de aguas residuales, se avanza en el desarrollo de un módulo de información ambiental sectorial.

Figura 4.2. Esquema Simple de Correlación de capas para avanzar hacia el Ordenamiento Ambiental Territorial a partir del Análisis de Recursos.

El MAVDT en consulta con otras entidades nacionales, desarrolló en una primera fase, un modelo de priorización nacional, que parte de estructurar cartográficamente la red hídrica del país, estimar sus caudales con base en la información hidrológica y modelar el comportamiento de la calidad del recurso afectado por los vertimientos de los municipios con base en sus coordenadas y proyecciones de población; de esta forma se determinaron en un primer ejercicio los ríos que sufren el mayor impacto ambiental así como los centros urbanos más contaminantes.

Por lo anterior, se hace evidente la necesidad de desarrollar esta herramienta técnica de priorización que incluya variables ambientales como el impacto ambiental causado sobre las corrientes receptoras y la afectación de sistemas de acueducto ubicados aguas abajo, que permita orientar y optimizar los escasos recursos disponibles y realizar seguimiento y control a la operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales para evitar la contaminación hídrica con inversiones costo/efectivas.

Este módulo se integrará al modelo sistematizado de priorización conformando el sistema de información, que permitirá consolidar y direccionar la gestión a nivel regional y nacional en el manejo de las aguas residuales.

Se presenta aquí una propuesta con las bases mínimas que deben ser tenidas en cuenta a la hora de definir objetivos de calidad de un sistema hídrico y de planificar y ejecutar acciones tendientes a recuperar la calidad de los recursos que han sido afectados por descargas de aguas residuales -AR-:

- a) Caracterización de las AR: En este primer punto es necesario establecer las características de las AR en términos de cantidad y calidad.
- b) Caracterización de la fuente receptora: En esta fase se deben identificar las características de la fuente receptora en términos igualmente de calidad y cantidad dirigido a estimar la capacidad de asimilación de la fuente receptora.
- c) Identificar el impacto del vertimiento de AR sobre la calidad de la fuente receptora: Al cruzar los resultados de los numerales a) y b) se obtendrá el impacto causado en la fuente receptora. En este caso, se trata de estimar cómo se ve afectada la disponibilidad del recurso a causa del vertimiento de AR y su consecuente alteración de la calidad de agua de la fuente receptora.
- d) Identificación de los usos actuales y potenciales de la fuente receptora: Con base en el punto anterior, es necesario definir la disponibilidad del recurso en función de sus usos actuales y potenciales, determinando la calidad de agua requerida para esos usos y los conflictos que se pueden presentar en consecuencia.
- e) Cuantificación de las eficiencias remocionales requeridas para alcanzar los estándares de calidad de los usos actuales y potenciales: En esta etapa se deben cuantificar las eficiencias de remoción mínimas para el sistema de tratamiento de la descarga que garantice la calidad de agua en la fuente receptora acorde a los usos mencionados.
- f) Reconocimiento de la oferta tecnológica disponible para alcanzar dichas eficiencias: Aquí se deben identificar las tecnologías disponibles para alcanzar las eficiencias necesarias.
- g) Estimación de los costos asociados a las tecnologías que permiten obtener las eficiencias requeridas: Se deben estimar los costos de inversión, operación y mantenimiento, y administración para cada alternativa tecnológica que alcance dichas eficiencias.
- h) Concertación de objetivos de tratamiento entre los actores participantes: Se deben construir varios escenarios en los cuales se aprecie para diferentes objetivos de tratamiento de las AR la calidad de agua obtenida en la fuente, la consecuente disponibilidad-usos y los costos respectivos. A partir de ello definir con todos los actores participantes los objetivos de tratamiento.

4.5. Duberdicus, un modelo de administración del recurso hídrico

La disponibilidad de los recursos hídricos representa uno de los mayores condicionantes para el desarrollo, dado que el agua constituye un elemento esencial para la satisfacción de necesidades individuales básicas de la población y un factor clave del desarrollo colectivo, como parte de los procesos productivos y del saneamiento ambiental. La legislación colombiana ha establecido claramente que toda persona natural o jurí-

dica, pública o privada, requiere concesión para obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas, que el suministro de aguas para satisfacer concesiones está sujeto a la disponibilidad del recurso, que el Estado no es responsable cuando por causas naturales no pueda garantizar el caudal concedido, que en casos de escasez el abastecimiento se realizara por turnos, que existe un orden de prioridad para el otorgamiento de concesiones de agua en relación al uso, siendo el primero, el consumo humano, colectivo o comunitario, tanto en zonas urbanas como rurales; que los usos colectivos priman sobre los individuales y los de los habitantes de una región sobre los de fuera de ella, que la autoridad ambiental competente podrá variar el orden de prelación establecido, atendiendo a las necesidades socioeconómicas de la región, y de acuerdo con el régimen de lluvia, temperatura y evaporación; la demanda de agua presente y proyectada en los sectores que conforman la región; la preservación del ambiente y la necesidad de mantener reservas suficientes del recurso hídrico.

En Colombia, desde hace 29 años (artículos 36 y 37 del Decreto 1541 de 1978), ha sido claramente establecido que se requiere concesión para obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas y adicionalmente que: “El suministro de aguas para satisfacer concesiones está sujeto a la disponibilidad del recurso, por tanto, el Estado no es responsable cuando por causas naturales no pueda garantizar el caudal concedido (...)”.

También se ha establecido el siguiente orden de prioridad para el otorgamiento de concesiones de agua, siendo prioritario el consumo humano, bien sea colectivo o comunitario, urbano o rural; siguen en su orden las necesidades domésticas individuales, los usos agropecuarios comunitarios e individuales, incluyendo la acuicultura y la pesca; la generación de energía hidroeléctrica; los usos industriales o manufactureros, los usos mineros, los usos recreativos comunitarios y finalmente los usos recreativos individuales.

De manera complementaria, el Artículo 43 estableció que el uso doméstico tendrá siempre prioridad sobre los demás, los usos colectivos sobre los individuales y los de los habitantes de una región sobre los de fuera de ella. El Artículo 42 del citado Decreto establece que la autoridad ambiental competente podrá variar el orden de prelación establecido atendiendo a las necesidades socioeconómicas de la región y de acuerdo con los siguientes factores:

- a) El régimen de lluvia, temperatura y evaporación.
- b) La demanda de agua presente y proyectada en los sectores que conforman la región.
- c) Los planes de desarrollo económico y social aprobados por la autoridad competente.
- d) La preservación del ambiente.
- e) La necesidad de mantener reservas suficientes del recurso hídrico.

Ante la magnitud de la importante tarea impuesta, es evidente que se requiere contar con herramientas adecuadas para la administración del recurso hídrico bajo criterios ajustados a la ley, a los reglamentos, a los instrumentos de planificación locales y regionales, pero sobre todo, a las realidades cambiantes de la naturaleza y de la sociedad.

Para un sistema hídrico determinado, se requiere contar con información referente a disponibilidad hídrica, caudal ecológico, caudales máximos, mínimos y promedio, caudal remanente, índices de legalidad e índice de escasez entre otros. Se requiere co-

nocer cuales son las cuencas y corrientes hídricas que requieren prioridad en su atención por presentar conflictos asociados a la disponibilidad hídrica.

Bajo el supuesto de recursos escasos para el desarrollo y complemento de sistemas de monitoreo, se requiere priorizar la instrumentación hidrológica de cuencas y corrientes y definir cuales son los elementos mínimos para decidir sobre la viabilidad de implementar un instrumento económico como la tasa por uso del agua, así como los indicadores mínimos que deben desarrollarse para administrar eficientemente la demanda hídrica.

Se presentan una serie de Tablas síntesis frente a la estructura y configuración interna del modelo Duberdicus en lo referente a consideraciones conceptuales, requerimientos de entrada, variables de entrada y salida, parámetros empleados, fuentes de información y codificación de variables usadas entre otros de sus aspectos y características.

| Variables | Unidades | Descripción |
|----------------------------|----------------------|--|
| Código | adimensional | Número único asignado a cada corriente considerada en el Modelo Duberdicus. |
| Id_Cuenca | adimensional | Sistema de codificación de la cuenca, según su posición hidrológica frente a los sistemas tributarios y aferentes. Se basa en metodología IDEAM con ajustes de CORANTIOQUIA. |
| Tipo_Corriente | adimensional | La corriente puede ser cañada, caño, quebrada, río o zanjón. |
| Nombre | adimensional | Nombre de la corriente superficial. |
| Perímetro | m | Longitud total de la cuenca. |
| Área | Área Km ² | Extensión total de la cuenca. |
| T_prom | °C | Temperatura promedio de la cuenca calculada por la expresión propuesta por Cenicafé. |
| Alt_min | m.s.n.m | Es la cota de la desembocadura de la corriente principal de la cuenca. |
| Alt_max | m.s.n.m | Es la máxima altura alcanzada por la divisoria de agua superficial. |
| Alt_nacimiento | m.s.n.m | Altura de nacimiento de la corriente principal de la cuenca. |
| Alt_prom | m.s.n.m | Es la altura de la cuenca que divide el área total en dos áreas iguales. |
| Long_cauce | km | Longitud del cauce principal de la corriente medido directamente de la red de drenaje. |
| PPAM_min | mm/año | Precipitación promedio anual multianual mínima para la cuenca. |
| PPAM_max | mm/año | Precipitación promedio anual multianual máxima para la cuenca. |
| PPAM | mm/año | Precipitación promedio anual multianual para la cuenca. |
| PPAM_Total_Cuenca | m ³ /año | Es el volumen total de agua precipitada en la cuenca durante un año. Se obtiene como el producto entre la PPAM Prom y el Área Total de la cuenca. |
| ETP_Prom | mm/año | Evapotranspiración potencial promedio, obtenida según Thomthwaite. |
| ETP_Suma | m ³ /año | La suma de la evapotranspiración potencial para cada cuenca. |
| ETR_Prom | mm/año | Evapotranspiración Real Promedio, según Cenicafé. |
| ETR_Total_cuenca | m ³ /año | Es el volumen total de agua evapotranspirada de la cuenca durante un año. Se obtiene como el producto entre ETR Prom y el Área Total de la cuenca. |
| Zona Hidrológica Antioquia | adimensional | Clasificación establecida según, Bolaños en 1995 mediante técnicas de regionalización de caudales mínimos en el departamento de Antioquia. |
| Periodo de Retorno (Tr) | años | Periodo de ciclicidad hidrológica mínima, considerado para la estimación de caudales mínimos. Tiempo promedio que transcurre entre dos eventos de la misma magnitud. |

Tabla 4.1. Listado de variables usadas en el Sistema de Administración de la Demanda Hídrica -Duberdicus-.

| Variables | Unidades | Descripción |
|--|---------------------|--|
| Factor de frecuencia (K_T) | adimensional | Corresponde al valor normalizado de la variable aleatoria caudales mínimos. |
| Q_{min} | | Caudal mínimo medio anual estimado. |
| σ_{min} | | Desviación estándar del Caudal mínimo medio anual estimado. |
| Cv | adimensional | Coefficiente de variación del Caudal mínimo medio anual estimado. |
| beta (β) | | Coefficiente de ajuste de la distribución. |
| Caudal mínimo para KTr | l/s | Caudal mínimo de la cuenca estimado mediante técnicas de regionalización. |
| ETR / P | adimensional | Relación entre Evapotranspiración Real Promedio y Precipitación Promedio. |
| (P - ETR) | adimensional | Escorrentía calculada como la diferencia entre la Precipitación promedio y la Evapotranspiración promedio. |
| (P - ETR) / P | adimensional | Relación entre la Escorrentía y la Evapotranspiración Promedio. |
| Coef. De Variación (Cv) | adimensional | Coefficiente obtenido a través de la relación (P - ETR) / P |
| Numero de usuarios concesionados | # | Es el número de usuarios legalizados mediante una concesión de aguas. |
| Caudal medido verano | l/s | Valor medido en campo para época de verano. |
| Caudal medido invierno | l/s | Valor medido en campo para época de invierno. |
| Caudal promedio anual estimado cuenca (E) | l/s | Caudal promedio anual estimado de la cuenca, a partir de balance hídrico. |
| Factor para caudal mínimo (F_{min}) | adimensional | Es el factor de reducción de caudales promedios para la estimación del caudal mínimo. |
| Caudal mínimo estimado F_{min} | l/s | Caudal mínimo estimado como el producto del Caudal promedio anual estimado de la cuenca y el Factor para caudal mínimo. |
| Caudal mínimo estimado cuenca | l/s | Es el Caudal mínimo estimado a partir de técnicas de regionalización. |
| Caudal ecológico promedio anual | l/s | Es el caudal mínimo que permite la supervivencia de los organismos que habitan en condiciones normales el ecosistema hídrico. Se calcula como el 25% del Caudal mínimo estimado de la cuenca. |
| Factor de reducción por calidad | adimensional | Según la Resolución 0865 del MAVDT, es un factor de reducción que se aplica a la estimación de la oferta hídrica disponible por calidad. |
| Caudal máximo de reparto | l/s | Es el caudal máximo que puede ser otorgado, garantizando a sostenibilidad ambiental de la cuenca. Se calcula como tres veces el Caudal ecológico promedio anual. Para corrientes estacionales se define como 0.01. |
| Relación caudal otorgado vs. caudal de reparto | adimensional | Es la relación aritmética entre el caudal otorgado y el caudal de reparto. |
| Señal Ambiental | | Es la acción ambiental a emprender en la cuenca de acuerdo con el nivel de reservas hídricas existentes. |
| Oferta promedio anual para Índice de escasez | l/s | Es la oferta hídrica disponible, obtenida como la oferta total menos el caudal ecológico y la reducción por calidad. |
| Caudal de reparto sustentable | l/s | Es el máximo caudal que puede ser otorgado de la corriente principal de la cuenca sin comprometer su sostenibilidad ambiental. |
| Caudal otorgado (Demanda legalizada) | l/s | Es el caudal total otorgado mediante concesiones de agua. |
| Demanda actual medida | m ³ /año | Es el caudal total demandado de agua obtenido a partir de micro-medidores, macromedidores o cualquier otro dispositivo de control. |
| Demanda actual estimada como porcentaje del caudal medio | l/s | Es la demanda de agua estimada como una fracción del caudal promedio para la cuenca. |
| Demanda para Índice de escasez | m ³ /año | Es el valor de la demanda hídrica legalizada, obtenida mediante medición o estimación. |
| Demanda corregida para Índice de escasez (ilegalidad) | m ³ /año | Es la demanda hídrica total (legalizada y no legalizada) que se usa para calcular el Índice de Escasez. |
| Valor mínimo - máximo a cobrar | \$/año | Es el recaudo teórico mínimo - máximo que puede obtenerse con la implementación del instrumento económico (Tasa por Uso del Agua). |
| Índice de escasez | adimensional | Es la relación aritmética existente entre la demanda hídrica total y la oferta hídrica disponible. |

Tabla 4.1. Continuación.

| Variables | Unidades | Descripción |
|---|---------------------|--|
| Coefficiente de Escasez (CE) | adimensional | Es un parámetro que se obtiene a partir del Índice de escasez según lo establecido en la Resolución 155 de 2004. |
| Costos totales del plan de ordenación y manejo de la cuenca en el año anterior (CPMC) | \$/año | Valor de las inversiones totales del plan de ordenación y manejo de la cuenca en el año anterior. |
| Facturación anual estimada de la tasa por utilización de agua aplicando la tarifa mínima a los usuarios de la cuenca. | \$/año | Facturación anual estimada con la implementación de la tasa por utilización de agua aplicando la tarifa mínima a los usuarios de la cuenca. |
| Coefficiente de inversión (Ck) | adimensional | Fracción de los costos totales del plan de ordenación y manejo de la cuenca. |
| Índice de Necesidades básicas Insatisfechas (NBI) | adimensional | Es un índice macroeconómico que indica el porcentaje de servicios básicos con que cuenta una población. |
| Coefficiente de condiciones Socioeconómicas (Cs) | adimensional | Parámetro socioeconómico que da cuenta de la capacidad de pago de un usuario en función de las necesidades básicas insatisfechas. |
| Factor Regional | adimensional | Factor que integra los factores de disponibilidad (CE) necesidades de inversión en recuperación de la cuenca hidrográfica y condiciones socioeconómicas de la población (Cs), mediante las variables cuantitativas de índice de escasez (IE), costos de inversión (Ck) y el índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI). |
| Volumen de agua concesionado o captado | m ³ | Es el volumen de agua demandado, y que es utilizado bien sea mediante concesiones o de manera ilegal, durante el periodo de cobro. |
| Volumen de agua vertido | m ³ | Es el volumen de agua que luego de su utilización es devuelto a la corriente hídrica en iguales o mejores condiciones de calidad, durante el periodo de cobro. |
| Tasa por Uso (TU) | \$/m ³ | Es la tarifa unitaria de la tasa por utilización del agua. |
| Factor de costo de oportunidad | adimensional | Es un factor que toma en cuenta si el usuario del agua se encuentra haciendo un uso consuntivo o no consuntivo generando costos de oportunidad para los usuarios ubicados aguas abajo del vertimiento. |
| Valor anual a recaudar | \$/año | Es el recaudo teórico que se obtendría a partir de la implementación de la Tasa por Utilización del Agua sobre la totalidad de los usuarios con el factor regional calculado para la cuenca. |
| Población actual | personas | Cantidad de personas que habitan actualmente la cuenca. |
| Demanda poblacional total | m ³ /año | Es la cantidad requerida de agua por el total de la población que habita la cuenca o de usuarios de cuencas aledañas mediante trasvases, para la totalidad de los usos del agua. |
| Población equivalente abastecida | personas | Es la cantidad de personas que podrían ser abastecidas con el agua utilizada considerando sólo el uso doméstico. |
| Población equivalente abastecida con el caudal mínimo | personas | Es la cantidad de personas que podrían ser abastecidas con el caudal mínimo de la cuenca, considerando sólo el uso doméstico. |
| Caudal mínimo para implementación | l/s | Es el caudal mínimo concesionado a un usuario que será objeto de cobro de tasa de acuerdo con los principios de eficiencia tributaria. |
| Costo estimado de la Implementación | \$ | Es el costo estimado requerido para implementar el instrumento, considerando estudios, inventarios, administración, facturación, notificación, etc. |
| Decisión de la implementación | adimensional | Es la recomendación que se desprende con la aplicación de este modelo frente a la viabilidad de implementar o no el instrumento económico. |
| Municipio (s) CORANTIOQUIA | adimensional | Son los municipios sobre los que se asienta la cuenca de estudio. |
| Recaudo per cápita | \$/año | La cantidad anual de dinero recaudado por habitante de la cuenca con la implementación de la Tasa. |

Tabla 4.1. Continuación.

| Parámetros auxiliares | Valor del parámetro auxiliar | Unidades | Descripción |
|---|------------------------------|--|---|
| Caudal promedio mínimo | 0.1 | l/s | Para evitar errores numéricos en el modelo, se ha asumido que el caudal promedio mínimo que puede tener una corriente, incluso las estacionales es 0.1 l/s |
| Factor de conversión | 31536 | de l/s a m ³ /año | Factor para convertir caudales de l/s a m ³ /año. |
| Factor de conversión | 0.03170979 | de mm*km ² /año a l/s | Factor para convertir de mm*km ² /año a l/s. Útil cuando se requiere encontrar caudales a partir de Balance hídrico y del área de la cuenca. |
| Porcentaje del caudal medio mensual multianual mas bajo | 0.25 | % | Según la Resolución 0865 del MAVDT, ante la ausencia de información y estudios específicos para determinar el caudal ecológico, este puede estimarse como el 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio. |
| Valor mínimo de caudal máximo de reparto | 0.01 | l/s | Es el menor valor del caudal máximo de reparto que podrá otorgarse de una corriente. Aplica solo para corrientes estacionarias. |
| Nivel crítico de sostenibilidad | 0.7 | adimensional | Es el valor de la relación de caudal otorgado vs. caudal de reparto que genera condiciones de riesgo bajo frente a la disponibilidad del recurso. |
| Porcentaje otorgado respecto al caudal promedio | 0.1 | % | Coefficiente de demanda hídrica superficial respecto al caudal promedio de la corriente. |
| Factor de ilegalidad en el uso del agua | 1.4 | adimensional | Porcentaje de usuarios del recurso hídrico superficial que no poseen una concesión de aguas. |
| Tasa por uso mínima 2007 | 0.058 | \$/m ³ | Es el producto de la tarifa mínima (actualmente 0.58\$/m ³ y el Factor regional mínimo para aguas superficiales -uno (1) en este caso-. |
| Tasa por uso máxima 2007 | 4.06 | \$/m ³ | Es el producto de la tarifa mínima (actualmente 0.58\$/m ³ y el Factor regional máximo para aguas superficiales (siete (7) en este caso). |
| Tarifa mínima | 0.58 | \$/m ³ | Es el mínimo valor a pagar por el uso de un metro cúbico de agua. |
| Consumo per capita de agua | 345 | (l/hab-día) | Es un módulo de consumo per cápita de agua. Considera el consumo real total de agua de cada habitante asumiendo que comparte proporcionalmente las demandas de los demás sectores de la sociedad. |
| Factor de conversión | 125.925 | de (l/(hab-día)) a (m ³ /(hab-año)) | Factor de conversión de unidades de consumo per capita. |
| Factor de conversión | 0.00399306 | de (l/(hab-día)) a (l/(hab-s)) | Factor de conversión de unidades de consumo per capita. |
| Costo unitario promedio de facturación | 50000 | \$/factura | Es el valor estimado por usuario, requerido para implementar el instrumento económico, considerando estudios, inventarios, administración, facturación, notificación, etc. |

Tabla 4.2. Listado de parámetros usados en el modelo Duberdicus

| Variables | Fuente de información |
|---|---|
| Código | Sistema de Información Geográfica. (ArcGIS). |
| Tipo_Corriente | Cartografía oficial digitalizada y estudios previos realizados por la Corporación. |
| Nombre | Cartografía oficial digitalizada y estudios previos realizados por la Corporación. |
| Perímetro | Cartografía y estudios previos realizados por la Corporación. |
| Área | Cartografía y estudios previos realizados por la Corporación. |
| T_prom | Cenicafé. Estudio de la temperatura en Colombia. |
| Alt_min | Cartografía IGAC, 1:25000. Modelo de elevación digital. |
| Alt_max | Cartografía IGAC, 1:25000. Modelo de elevación digital. |
| Alt_nacimiento | Cartografía IGAC, 1:25000. Modelo de elevación digital. |
| Alt_prom | Cartografía IGAC, 1:25000. Modelo de elevación digital. |
| Long_cauce | Cartografía IGAC, 1:25000. Modelo de elevación digital. |
| PPAM_Min | IDEAM - CORANTIOQUIA. Modelo digital de precipitación mínima promedio mensual multianual. |
| PPAM_Max | IDEAM - CORANTIOQUIA. Modelo digital de precipitación máxima promedio mensual multianual. |
| ETR_Prom | Modelo digital de evapotranspiración real según la Ecuación de Cenicafé. |
| ETR_Total_Cuenca | CORANTIOQUIA. Grupo de Gestión de la Demanda Hídrica. |
| Zona Hidrológica Antioquia | Bolaños. Arias, Hernán Darío. Regionalización de caudales mínimos en el departamento de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 1995. |
| Período de Retorno | Usuario del sistema. |
| Número de usuarios concesionados | Sistema de Información de Recursos Naturales (SIRENA). |
| Caudales medidos en verano e invierno | Registro de estaciones limnimétricas y limnigráficas de IDEAM, EE.PP.M. CORANTIOQUIA. Caracterización cualitativa y cuantitativa del recurso hídrico superficial. Grupo Aguas Superficiales SDRN. Oficinas territoriales. |
| Factor para caudal mínimo (Fmin) | Modelo Digital de precipitación promedio anual multianual y Modelo Digital de Factores mínimos. SGDh. |
| Costos totales del plan de ordenación y manejo de la cuenca en el año anterior (CPMC) | Subdirección Administrativa y Financiera. Subdirección Ecosistemas. |
| Índice de Necesidades básicas Insatisfechas (NBI) | DNP. Departamento Nacional de Planeación. |
| Población actual | DANE, SISBEN, Planes de Ordenación y Manejo de cuencas y microcuencas (SD Territorial). Caracterización hídrica superficial de corrientes (SDRN). POT, EOT, PBOT, PGIRS, PSMV, SGDh. |
| Municipio (s) CORANTIOQUIA | Cartografía IGAC 1:25000. SGDh. |

Tabla 4.3. Fuentes de información usadas y requeridas para la alimentación del modelo

| Variables | Fuente de información |
|------------------------------|---|
| Caudal mínimo para KTr (l/s) | Bolaños. Arias, Hernán Darío. Regionalización de caudales mínimos en el departamento de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 1995 |
| ETR / P | Índice Climático de Holdridge. Modelos Digitales de evapotranspiración real y precipitación promedio anual multianual. ArcGIS 9.1. SGDh. |
| (P - ETR) | Modelo Digital de escorrentía según Balance Hídrico. SGDh. |
| (P - ETR) / P | Índice Climático de Holdridge. Modelos Digitales de evapotranspiración real y precipitación promedio anual multianual usando calculadora raster ArcGIS 9.1. SGDh. |
| Coef. De Variación (Cv) | Ayala-Caicedo. Francisco J. Impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos en España y viabilidad del plan hidrológico nacional 2000 |

Tabla 4.4. Tipo de información que se deriva de la aplicación del modelo

| Variables | Fuente de información |
|--|--|
| Caudal promedio anual estimado cuenca (E) | Modelo Digital de escorrentía según Balance Hídrico. SGDh |
| Caudal mínimo estimado Fmin | Modelo Digital de escorrentía promedio anual multianual y Modelo Digital de Factores mínimos. SGDh. |
| Caudal mínimo estimado cuenca | Bolaños. Arias, Hernán Darío. Regionalización de caudales mínimos en el departamento de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 1995. |
| Caudal ecológico promedio anual | Resolución 0865 de 2004. MAVDT. Modelo Digital de escorrentía según Balance Hídrico. SGDh. |
| Caudal máximo de reparto | SGDH |
| Relación caudal otorgado vs. caudal de reparto | SGDH |
| Señal Ambiental | Decreto Ley 2811 de 1974. Decreto 1541 de 1978. Decreto 1729 de 2000. SGDh |
| Oferta promedio anual para Índice de escasez | Decreto 155 de 2004. MAVDT. IDEAM. Metodología para el Cálculo del Índice de escasez de aguas superficiales. 2004. |
| Caudal de reparto sustentable | Metodología para el Cálculo del Índice de Escasez de aguas superficiales. 2004. SGDh |
| Caudal otorgado (Demanda legalizada) | Sistema de Información de Recursos Naturales (SIRENA) |
| Demanda actual estimada como porcentaje del caudal medio | SGDH |
| Demanda para Índice de escasez | SGDH |
| Índice de escasez | SGDH |
| Coefficiente de Escasez. (CE) | Decreto 155 de 2004. MAVDT. SGDh |
| Facturación anual estimada de la TUA aplicando la tarifa mínima a los usuarios de la cuenca. | Subdirección Administrativa y Financiera. Oficinas Territoriales |
| Coefficiente de inversión (Ck) | Decreto 155 de 2004. MAVDT. SGDh |
| Coefficiente de condic. Socioeconómicas (Cs) | Decreto 155 de 2004. MAVDT. SGDh |
| Factor Regional | Decreto 155 de 2004. MAVDT. SGDh |
| Volumen de agua concesionado o captado | Concesiones de Agua. Oficinas Territoriales y Sistema de Información de Recursos Naturales (SIRENA) |
| Volumen de agua vertido | Permisos de Vertimiento. Oficinas Territoriales y Sistema de Información de Recursos Naturales (SIRENA) |
| Tasa por Uso (TU) | Decreto 155 de 2004. MAVDT. SGDh |
| Factor de Costo de oportunidad | Decreto 155 de 2004. MAVDT. SGDh |
| Demanda Poblacional Total | Planes de Ordenación y Manejo de cuencas y microcuencas (Subdirección Ecosistemas). Caracterización hídrica superficial de corrientes (SDRN). POT, EOT, PBOT, PGIRS, PSMV. , SGDh. |
| Población equivalente abastecida con el caudal mínimo y promedio | SGDH |
| Caudal mínimo para implementación | SGDH |
| Costo estimado de la Implementación | Subdirección Administrativa y Financiera Grupo de implementación de tasas. |
| Decisión de la implementación | SGDH |
| Recaudo per cápita | Subdirección Administrativa y Financiera |

Tabla 4.4. Continuación.

La información y la comunicación de la información

Las herramientas para la administración del agua deben ayudar a definir estrategias de gestión y disponer de indicadores que permitan establecer criterios para definir disponibilidad hídrica en una corriente o en una cuenca, estimar su caudal ecológico, los caudales mínimos que pueden obtenerse en el tiempo, las cuencas y corrientes hídricas que requieren prioridad en su atención por presentar conflictos asociados a la disponibilidad hídrica, la instrumentación hidrológica mínima que debe ser implementada, la aplicabilidad de instrumentos económicos como la Tasa por Utilización del Agua.

Se debe llegar de manera ordenada y coordinada a las respuestas requeridas. Para esto se requiere como mínimo: conocer el potencial hídrico existente, incluyendo el agua subterránea y atmosférica. -Los análisis deben considerar cantidad y calidad y deben evaluar los recursos como alternativas de suministro real-, establecer las condiciones para hacer un aprovechamiento sostenible, evaluar el nivel de legitimidad y legalidad en el uso del recurso, lograr representatividad y credibilidad en los compromisos, garantizar el financiamiento de los proyectos y la transparencia en el manejo de los fondos y los gastos, una red de usuarios capacitada de acuerdo al nivel de gestión, sistemas de control y monitoreo con alta participación social, un soporte tecnológico para el manejo de la información, equipos interdisciplinarios capaces de trabajar coordinadamente, capitalizar la experiencia adquirida a través de los años y armonizar los proyectos de gestión existentes, detallar el papel de cada entidad gubernamental, diferentes niveles de acción de las cuencas hidrográficas considerando la existencia de acuíferos, estudios básicos que permitan identificar las regiones que carecen de información adecuada, evaluar las redes de monitoreo existentes, el manejo actual, problemas de explotación intensiva, contaminación y recarga de acuíferos, fomentar la gestión interinstitucional conjunta y generar mecanismos locales para realizar veedurías, monitoreo y administrar eficientemente el recurso.

Se debe contar con bases de datos actualizadas de puntos de agua, niveles, caudales y usuarios; controlar el uso del recurso; identificar los problemas relacionados con la explotación intensiva de acuíferos y proponer soluciones a los mismos. Establecer redes de monitoreo de niveles de agua y de control de calidad hidroquímica. Se debe realizar balances hídricos periódicos de las cuencas utilizando toda la información de las redes existentes de agua atmosférica, superficial y subterránea, Para el ámbito de la jurisdicción de CORANTIOQUIA y preferiblemente de manera conjunta con las otras corporaciones y autoridades ambientales del departamento, existe una serie de proyectos prioritarios a desarrollar en el corto y mediano plazo como son: Atlas hidrogeológico, mapa hidrogeológico, modelos hidrológicos e hidrogeológicos de simulación y predicción, proyectos regionales alternativos de agua subterránea como fuente de suministro, desarrollar procesos intensivos de legalización en el uso del agua, alcanzar mayores niveles de representatividad social y definir con claridad los compromisos y roles de cada dependencia intracorporativa, avanzar en la formulación e implementación de estrategias de administración de fondos regionales de inversión y financiamiento, diseñar e implementar una red de usuarios capacitada de acuerdo al nivel de gestión local existente en cada cuenca, ampliar la cobertura y desarrollar sistemas permanentes de control y monitoreo, desarrollar estrategias participativas de actualización de la cartografía temática del recurso hídrico.

4.7. Consideración final

“No señor, hoy no podemos informarle, lamentablemente se ha caído el sistema”.

De manera semejante al planteamiento que se hacía en el capítulo 2 sobre la necesidad de construir una edad del agua para trascender la edad de piedra, es preciso construir una sociedad de la comunicación antes que una sociedad de la información. Actualmente, las personas viven conectadas –online-, el tiempo se ha suprimido, curiosamente parece no disponer de él. Ya no hay tiempo para relacionarse, para comunicarse, pero sí para establecer conexiones. Las relaciones humanas se han hecho abstracción, se han hecho un nombre en una pantalla o una dirección de mail, o a lo sumo una presunta voz humana en un aparato denominado “celular”. La mal llamada “facilidad de comunicarse”, ha generado tales distorsiones sobre el concepto, que las nuevas formas de “comunicación”, atrapadas en modernas tecnologías, están provocando que las relaciones se conviertan en recursos. Ya no se pretende comunicar sino informar, teniendo en cuenta que informar no presenta caos ni discusiones, ni enfrentamientos, y por lo tanto, no genera dolor.

Un escrito del profesor Enrique Posada, el cual leí hace cinco años en el artículo editorial de una revista sobre gestión del aire, es a juicio del autor, entre otras cosas, una profunda y bella reflexión sobre los sistemas de información, en tanto reconoce en las personas –no en la tecnología-, en las infinitas posibilidades de comunicación, en la realidad termodinámica de los sistemas de transferencia de información: los verdaderos desarrollos en la construcción de sistemas de información humanos y para los humanos.



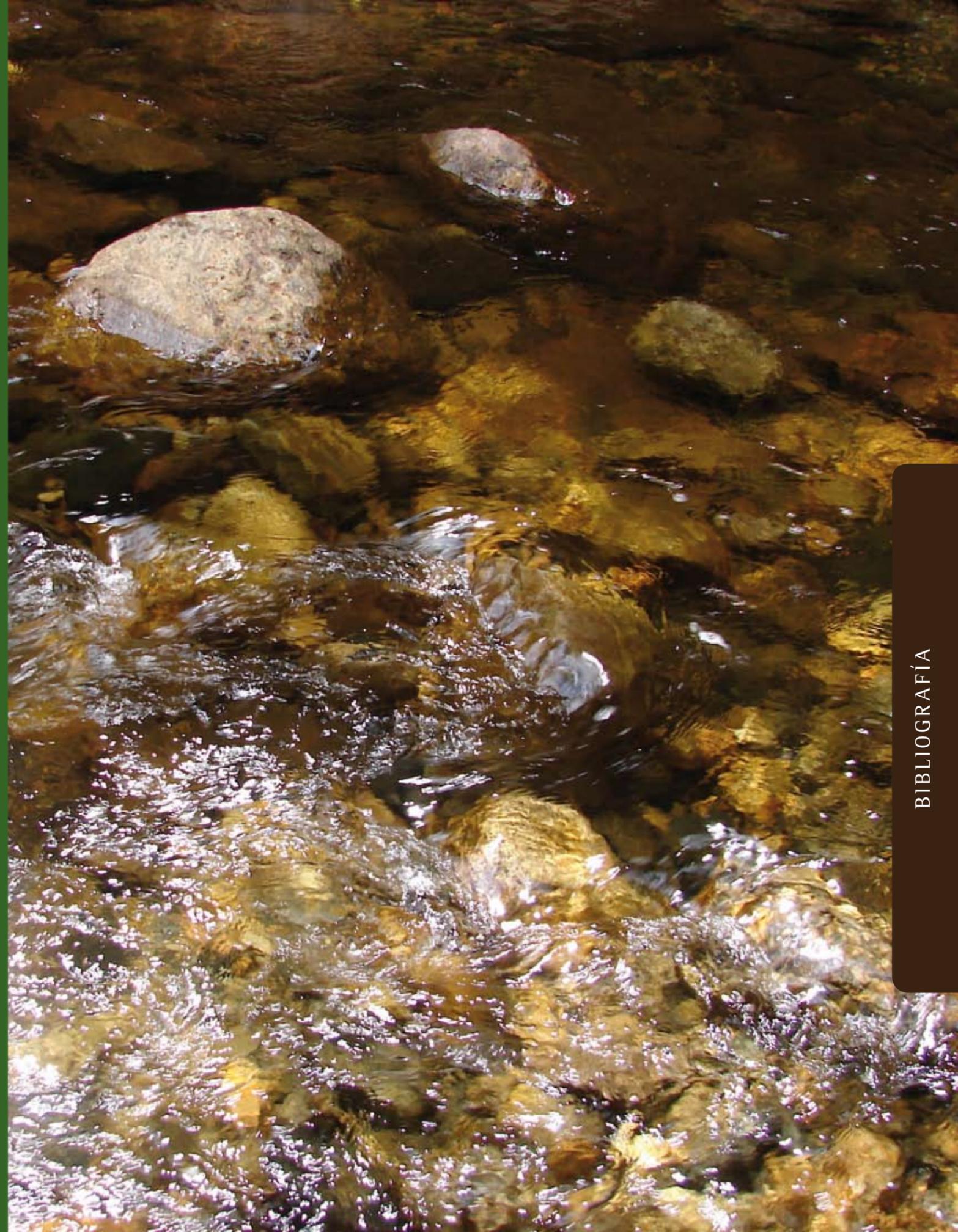
“Una red es un conjunto de uniones entre elementos que le confiere un carácter especial a dichos elementos. La red genera la unión. La unión genera la fuerza y aumenta la capacidad de los elementos individuales, que unidos en red son especialmente potentes. La red genera el movimiento colectivo e interdependiente de los elementos. Este movimiento colectivo es impredecible y sorprendente y genera una mezcla de impulsos a la vez desbordantes y prudentes. Es un movimiento que tiene en cuenta al otro y que sincroniza los anhelos colectivos. La red genera el sentir. Cuando uno está en red, siente lo que el otro está sintiendo, ya que lo que el otro siente se convierte en vibración de la conexiones de la red y toca a los elementos así unidos. La red genera estados de alerta. La conciencia individual y los estados de atención de los elementos despiertan a los elementos que estén dormidos o inconscientes.

Esto aligera la evolución colectiva e individual. La red crea un lenguaje común. Se van perdiendo las etiquetas ignorantes que separan, que ofenden, que dividen y paralizan y se crea un lenguaje armónico y cariñoso que estimula el aprecio colectivo y el bienestar individual. La red elimina los miedos. Como los elementos están unidos, se mantienen en actitud de brazos extendidos, sintiendo como en un saludo constante la esencia del otro. La red termina con el dolor y el sufrimiento. La unión suministra los alivios para los miembros cansados y distribuye las fuerzas de forma equitativa para que nadie se sienta exigido más allá de sus límites. Una estructura soporta elegantemente el peso de las cargas.

La red evita la agresividad destructora y la reemplaza por la confianza creativa. Se es consciente de que la vibración armónica de los elementos es deseable y nutritiva y que la separación entre elementos debilita la red. Se establecen así propósitos comunes y metas alcanzables. La red evita la repetición inútil del pasado. Fluye la información, fluye el conocimiento, los elementos se apoyan entre sí y hay múltiples oportunidades para todos los elementos. Surge el pensamiento creativo bajo la mirada apreciativa del otro. La red es inteligente. Contiene múltiples caminos y múltiples lecciones que se van aprendiendo. Una red de conexiones entre elementos permite interpolar, extrapolar, proyectar, concluir y construir un mundo nuevo. La red es imaginativa. La vecindad del otro conectado estimula imágenes y nuevos significados. El sentir al otro evoca imágenes desconocidas y novedosas.

La red es creativa. Se pueden hacer declaraciones colectivas que convocan visiones valiosas y nuevas realidades. Se facilitan los proyectos y las ideas. Se facilita el apoyo colectivo. Se comparten las nuevas realidades. La red es intuitiva. Permite contestar las grandes preguntas sin respuesta y sentir la verdad inexpresable que todos los elementos tienen por dentro y que se experimenta por la vibración de las conexiones. La red es observadora y apreciativa. Despierta la capacidad de vivir la realidad, de observarla sin prejuicios, de cambiar el mundo actual por un mundo mejor. Despierta la evolución de los elementos individuales y de la colectividad en la cual funcionan”.

Entique Posada



5. BIBLIOGRAFÍA

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá - Universidad de Antioquia. (2002) Estudio de zonas de recarga y acuíferos del Valle de Aburrá.
- Belmira. Plan de desarrollo municipal "Emporio Ecológico", Belmira. 1999.
- Betancur. V. T. (2005) Acerca de la oferta y demanda del recurso hídrico subterráneo en Antioquia. Reseña sobre el estado del conocimiento del recurso hídrico subterráneo en el departamento). Convenio Interinstitucional Cátedra del Agua.
- Bolaños A. H. D. Regionalización de caudales mínimos en el departamento de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 1995.
- Caldas, Francisco José de (1808) "Del influjo del clima sobre los seres organizados", en Semanario del Nuevo Reino de Granada (Santa Fe de Bogotá: Biblioteca Popular Colombiana).
- Chow, V. T. (1994): Hidrología Aplicada. Santafé de Bogotá, Colombia. McGraw Hill.
- Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Decreto Ley 2811 de 1974. Republica de Colombia. Ministerio de Agricultura. Imprenta Nacional.
- CORNARE - Universidad Nacional. (1997) Evaluación hidrogeológica en los municipios del Retiro, Rionegro, La Ceja, El Carmen de Viboral, Guarne y Marinilla.
- CORNARE - Universidad Nacional. (2000) Investigación de aguas subterráneas región valles de San Nicolás. fase II.
- CORPOURABA - INGEOMINAS. (1995) Evaluación de aguas subterráneas en la región de Urabá, departamento de Antioquia.
- GOBERNACION DE ANTIOQUIA - CATEDRA DEL AGUA (2005) Lineamientos de política departamental en Antioquia para el agua.
- Decreto Reglamentario 1541 de 1978. Republica de Colombia. Ministerio de Agricultura. Imprenta Nacional.
- Decreto 1594 del 26 de junio de 1984. Republica de Colombia. Ministerio de Salud. Imprenta Nacional.
- Departamento Nacional de Planeación-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales en Colombia. Bogotá, D.C. Noviembre de 2003.
- Dourojeanni, A y Jouraviev, A : "Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua". CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura; Santiago de Chile, 2001

- ESRI. Manuales de ArcGIS. www.esri.com. 2005.
- Evaluación de recursos hídricos y disponibilidad de agua en el mundo, Instituto Hidrológico del Estado San Petersburgo, Rusia; Prof. I. A. Shiklomanov, et al., 1996.
- Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional, Medellín. Trabajo de Grado en estudios urbano regionales. El recurso agua como elemento ordenador del territorio, zona de influencia del embalse Rio Grande II. 1997.
- FAO. AQUASTAT (2000). Information System on Water and Agriculture. 2000.
- Federación Nacional de Cafeteros. Plan de manejo integral de la cuenca del río Pedral. 1991.
- Gaviria, I.(2005) Identificación y clasificación de fuentes potenciales de contaminación del acuífero libre del bajo cauca antioqueño. Trabajo de grado. Universidad de Antioquia. Medellín.
- <http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/regions/lac/print6.stm>
- IDEAM. 2006. Base de datos de precipitación media mensual multianual para las estaciones hidrometeorológicas del Departamento de Antioquia.
- IDEAM. Documento "Criterios y parámetros para la clasificación y priorización de cuencas hidrográficas". 2002.
- IDEAM. Subdirección de Hidrología, Modelo Conceptual del Sistema de Información Ambiental - Componente Hidrológico. Santa Fe de Bogotá. 1997.
- IDEAM. Estudio Nacional del Agua. Balance Hídrico y Relaciones Oferta - Demanda en Colombia. Primera versión. Santa Fe de Bogotá. 1998.
- IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología, Estudios Ambientales. 2000. Estudio Nacional del Agua. Bogotá.
- IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología, Estudios Ambientales. 2002.
- IGAC (1992) Atlas de Colombia. 5a edición. Editolaser Ltda. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Atlas de Colombia 5ª Edición. 2002. Imprenta Nacional, Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Atlas de Colombia Básico 6ª Edición. 1989. Imprenta IGAC, Bogotá.
- Jouravlev, Andrei. Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del Siglo XXI, Santiago de Chile: CEPAL, jul. 2001b. (Serie Recursos Naturales e Infraestructura. No 27, LC/L.1564-P). Disponible en <http://www.eclac.org/publicaciones/RecursosNaturales>.
- Jouravlev, Andrei (2003). "Los municipios y la gestión de los recursos hídricos". ECLAC Serie recursos naturales e infraestructura No. 66, LC/L.2003-P (<http://www.eclac.cl>). Santiago de Chile, 2003.
- LA RED (2003) Sistema de Inventario de Desastres Desinventar 1994-2003.
- Lévi-Strauss, C.: "El origen de las maneras de mesa. Mitológicas III". Siglo XXI. Editores. 9ª Edición. 2003:156. 1ª edición en francés: 1968.
- López J. (2004) Aplicación de Una función de tiempo de viaje para la evaluación de la vulnerabilidad de un acuífero libre. Trabajo de Investigación, Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad de Antioquia.
- Manual para la implementación de la ley 373/97. Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá 2003.
- Mejía, O. Inédito. "Planificación, gestión social, estudio y manejo integral del agua y de las cuencas hidrográficas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA". 2005.
- Mejía, O. Inédito. El Aleph: Un sistema de información integral para CORANTIOQUIA, una necesidad prioritaria. CORANTIOQUIA. 2001.
- Mejía, O. Betancur, T, Londoño, L. Técnicas Geoestadísticas en Hidrogeología. Revista Dyna, 2007.
- Ministerio del Medio Ambiente-Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 1999. Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 1729/02.
- Ministerio de Desarrollo Económico. Procesos de aplicación a los Esquemas de Ordenamiento Territorial, Ley 388/97.
- Morin, E.: "El Método IV: Las ideas, su hábitat, su vida, sus costumbres, su organización". Ed. Cátedra; Madrid; 1991.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial), Evaluación general de los recursos de agua dulce del mundo, Nueva York, 1997, 33 p.
- ONU/WWAP (Naciones Unidas/Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos). 2003. 1er Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua para todos, agua para la vida. París, Nueva York y Oxford. UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) y Berghahn Books.
- Posada, E. Artículo editorial, Boletín Redaire. Julio de 2002.
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS - 2000 [CD-ROM]. Bogotá D.C., noviembre de 2000.
- Resolución 0865 de julio 22 de 2004. Metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales según Decreto 155 de 2004. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Rivera H.G., Domínguez E., Marín R., Vanegas R. (2004): Metodología para el cálculo del Índice de escasez de agua superficial. Bogotá. D.C., Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM.
- Sánchez S, Francisco Javier. (2005): Evapotranspiración. España. Universidad de Salamanca, Departamento de Geología.
- Scott, D.A & M. Carbonell. 1986. Inventario de humedales de la Región Neotropical. IWRB. Slimbirdge, U.K.
- TRAGSATEC. Restauración hidrológica forestal de cuencas y control de la erosión. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 1994.
- UNESCO, 1979: Balance hídrico mundial y recursos hidráulicos de la tierra /Estudios e informes sobre hidrología 25, 821 p, Madrid.
- Vargas, R. La Cultura del Agua: Lecciones de la América Indígena. UNESCO Programa Hidrológico Internacional -PHI-, 2005.
- Visión Colombia 2019. II Centenario. Propuesta para discusión. Presidencia de la Republica, DNP. Segunda edición. 2005

Se presenta ahora una síntesis cronológica de estudios relacionados con el agua en las diferentes regiones de la jurisdicción de Corantioquia, realizados por la Corporación durante el periodo 1995-2007 (Tabla 5.1). Para facilitar la consulta de la información, se presentan las referencias bibliográficas en forma de tabla. Para los 171 registros que se referencian, se adjunta para cada uno de ellos el código asignado por el Centro de información Ambiental -CIA- de Corantioquia. Adicionalmente se detalla la temática o componente ambiental que se trata, la empresa o persona que ha realizado el trabajo y donde es posible asignar un territorio específico, el municipio y la Dirección Territorial.

| Id | Código CIA | Formato | Título | Realizado por | Dirección Territ. | Municipio | Tema | Componente | Año |
|----|------------|---------|---|--|-------------------|--------------|--|--------------------|------|
| 1 | 937Le | Le | Fundamentos de manejo de cuencas hidrográficas para líderes campesinos | Guillermo Vásquez Velásquez, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Educación Ambiental | agua superficial | 1995 |
| 2 | 138AV | AV | El agua más transparente | U. Nacional de Colombia | Jurisdicción | Jurisdicción | Gestión Ambiental | agua superficial | 1996 |
| 3 | 450FLL | FLL | Manejo y conservación de cuencas hidrográficas: cartilla para un programa de educación ambiental | CORANTIOQUIA, Alcaldía Municipal de Amalfi | Zenufaná | Amalfi | Educación Ambiental | agua superficial | 1996 |
| 4 | 455FLL | FLL | Manejo y Recuperación de Microcuencas Veredales: curso de capacitación-memorias culturales | CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Manejo y Recuperación de Microcuencas Veredales | agua superficial | 1996 |
| 5 | 280Reg | Reg | Inventario de las fuentes de agua que surten las cabeceras de los municipios y corregimientos de la Región Suroeste | CORANTIOQUIA | Citará | Citará | Inventario hídrico | agua superficial | 1997 |
| 6 | 278Reg | Reg | Estudio sobre el origen de fuentes de agua salada en el departamento de Antioquia, Colombia | Nora Cadavid Giraldo, Michel Hermelin, Carlos A. Correa Maya, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Fuentes de agua salada | aguas minerales | 1997 |
| 7 | 456FLL | FLL | Taller líderes del Agua | CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Educación Ambiental | agua superficial | 1997 |
| 8 | 286Reg | Reg | Caracterización limnológica de los recursos hídricos del Parque de Piedras Blancas | Universidad de Antioquia | Aburrá Norte | Medellín | Caracterización de fuentes hídricas | agua superficial | 1997 |
| 9 | 276Reg | Reg | Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental Cuenca Hidrográfica del Río Nus | CORANTIOQUIA, CORNARE | Zenufaná | Cisneros | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 1997 |
| 10 | 340Reg | Reg | Inventario de las fuentes de agua que surten las cabeceras de municipios y corregimientos de la Región Norte | CORANTIOQUIA | Tahamíes | Tahamíes | Inventario hídrico | agua superficial | 1997 |
| 11 | 393Reg | Reg | Percepción ambiental del agua en Jardín Tamáná | Jorge Grisales Escobar [et al.], U. Nacional de Colombia; Secretaría Educación y Cultura | Cartama | Jardín | Educación Ambiental | agua superficial | 1998 |
| 12 | 417Reg | Reg | Cuenta del agua cuenca de Piedras Blancas | Universidad Nacional de Colombia | Aburrá Norte | Medellín | Economía Ambiental | agua superficial | 1998 |
| 13 | 440Reg | Reg | Delimitación de la cuenca del río San Juan con énfasis en procesos erosivos | Alejandro Peláez Mejía, Hernán Alonso Grisales, CORANTIOQUIA | Citará | Citará | Procesos erosivos | agua superficial | 1999 |
| 14 | 444Reg | Reg | Conservación, ordenamiento y manejo del sistema de páramos y bosques altoandinos del Noroccidente Medio Antioqueño | CORANTIOQUIA, Banco Interamericano de Desarrollo, BID | Tahamíes | Tahamíes | Conservación, ordenamiento y manejo del sistema de páramos y bosques | agua superficial | 1999 |
| 15 | 641Reg | Reg | Inventario hídrico de la región de los Hevéxicos (Occidente) de la jurisdicción de CORANTIOQUIA | Universidad de Antioquia | Hevéxicos | Hevéxicos | Inventario hídrico | agua superficial | 1999 |
| 16 | 710Reg | Reg | Quebrada La López de cauce natural a entorno urbano | Beatriz E. Cano Vanegas [et al.], U. Nacional de Colombia, Gobernación de Antioquia. | Aburrá Norte | Barbosa | Cauces urbanos | agua superficial | 1999 |
| 17 | 1949Le | Le | Seminario Taller Aguas Subterráneas: memorias | Catalina Blanco Saint-Sorny, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Aguas subterráneas | Aguas subterráneas | 1999 |

Tabla 5.1. Estudios relacionados con el recurso hídrico. Centro de Información Ambiental de CORANTIOQUIA. 1995-2007.

| Id | Código CIA | Formato | Título | Realizado por | Dirección Territ. | Municipio | Tema | Componente | Año |
|----|-------------------|---------|---|--|--------------------|-----------------|--|--------------------|------|
| 18 | 960REG | REG | Bases para la implementación de la ley 373 de 1997 en la jurisdicción de CORANTIOQUIA | Universidad Nacional de Colombia | Jurisdicción | Jurisdicción | Uso eficiente y Ahorro del agua | recurso hídrico | 2000 |
| 19 | 963FLL | FLL | Naturalizar : Un compromiso de todos | CORANTIOQUIA - AMVA | Jurisdicción | Jurisdicción | Gestión Ambiental | recurso hídrico | 2000 |
| 20 | Ecodiver-sos # 16 | Revista | El agua : recurso estratégico para el desarrollo | Catalina Blanco Saint-Sorny, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Gestión del Agua | recurso hídrico | 2000 |
| 21 | Ecodiver-sos # 18 | Revista | La gestión de la Corporación en la protección del recurso natural "agua" | CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Gestión Ambiental Corporativa | recurso hídrico | 2000 |
| 22 | 990FLL | FLL | Manejo de agua y reforestación : campañas de prevención de desastres naturales en las comunidades de los corregimientos del municipio de Medellín | CORANTIOQUIA | Aburrá Norte | Medellín | Manejo de agua y reforestación | agua superficial | 2000 |
| 23 | 684Reg | Reg | Estudios y diseños planta de tratamiento de aguas residuales municipio de Valdivia | Francisco Correa Botero Consultoría y Construcción | Panzenú | Valdivia | Aguas Residuales | servicios públicos | 2000 |
| 24 | 688Reg | Reg | Manual inicial de administración e intervención de las áreas de regulación hídrica en la jurisdicción de CORANTIOQUIA | CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Gestión Ambiental Corporativa | recurso hídrico | 2000 |
| 25 | 986Reg | Reg | Perfil ambiental del municipio de Medellín / CORANTIOQUIA, Sobretasa Ambiental de Medellín, Alcaldía de Medellín | Colnet Ingeniería Ambiental | Aburrá Norte | Medellín | El agua en Medellín y sus corregimientos | agua superficial | 2000 |
| 26 | 1008Reg | Reg | Regional Zenufaná / CORANTIOQUIA | CORANTIOQUIA | Zenufaná | Zenufaná | Gestión Ambiental Corporativa | recurso hídrico | 2000 |
| 27 | Ecodiver-sos # 17 | Revista | De las coberturas, desvíos y ocupaciones de cauces | Roberto Javier Cardona Gallego, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Cauces urbanos | agua superficial | 2000 |
| 28 | 1805Reg | Reg | Reglamentación de la quebrada Las Palmas y sus afluentes | Dayro Alberto Múnera P., Juan Guillermo Peña Marín, Julián Mauricio Campo Velásquez | Aburrá Norte | Envigado | Reglamentación de corrientes | agua superficial | 2000 |
| 29 | 337AV | AV | Aguas subterráneas / CORANTIOQUIA | CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Aguas subterráneas | Aguas subterráneas | 2000 |
| 30 | 997Reg | Reg | Inventario de aguas subterráneas en el Valle de Aburrá | Hidrogema | Aburrá Sur y Norte | Valle de Aburrá | Aguas subterráneas | Aguas subterráneas | 2000 |
| 31 | 952FLL | FLL | Manual para el uso eficiente y ahorro del agua | Universidad Nacional de Colombia | Jurisdicción | Jurisdicción | Uso eficiente y Ahorro del agua | recurso hídrico | 2001 |
| 32 | 953FLL | FLL | El agua es fuente de vida | Diana Vélez, CORANTIOQUIA, U. Nacional de Colombia | Jurisdicción | Jurisdicción | Educación Ambiental | recurso hídrico | 2001 |
| 33 | 179Leg | Leg | Resolución no. 4305/01 por la cual se acoge el "protocolo para toma y preservación de muestras de agua" | CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Resoluciones | recurso hídrico | 2001 |
| 34 | 1971Le | Le | Gestores ambientales comunitarios en las veredas de influencia del sistema de páramos y bosques altoandinos del noroccidente antioqueño | Corporación para la educación integral y el bienestar ambiental, CEIBA, Corporación Ambiente | Tahamíes | Tahamíes | Educación Ambiental | recurso hídrico | 2001 |
| 35 | 998FLL | FLL | El agua: nuestro mayor tesoro, para que Medellín y sus corregimientos tengan siempre agua limpia y abundante | CORANTIOQUIA, Alcaldía de Medellín | Aburrá Norte | Medellín | El agua en Medellín y sus corregimientos | agua superficial | 2001 |
| 36 | 1090Reg | Reg | Proyecto ambiental escolar : círculos pro-cultura del agua: módulo uno, microcuenca de la quebrada el Atascoso | CORANTIOQUIA | Panzenú | Caucasia | Educación Ambiental | recurso hídrico | 2001 |

Tabla 5.1. Continuación.

| Id | Código CIA | Formato | Título | Realizado por | Dirección Territ. | Municipio | Tema | Componente | Año |
|----|------------|---------|--|--|-------------------|--------------------|--|--------------------|------|
| 36 | 1090Reg | Reg | Proyecto ambiental escolar : círculos pro-cultura del agua: módulo uno, microcuenca de la quebrada el Atascoso | CORANTIOQUIA | Panzenú | Caucasia | Educación Ambiental | recurso hídrico | 2001 |
| 37 | 1771Reg | Reg | Replicación de la cuenta del agua en municipios del Occidente Antioqueño (Santa Fe de Antioquia, San Jerónimo, Sopetrán, Olaya, Ebejico) | Luis Alberto Blandón M., U. Nacional de Colombia | Hevéxicos | Hevéxicos | Economía Ambiental | agua superficial | 2001 |
| 38 | 1824Reg | Reg | Informe final inventario hídrico del municipio de Angelópolis | CORANTIOQUIA | Aburrá Sur | Angelópolis | Inventario hídrico | agua superficial | 2001 |
| 39 | 407CD | CD | Informe final inventario hídrico del municipio de Titiribí | CORANTIOQUIA | Aburrá Sur | Titiribí | Inventario hídrico | agua superficial | 2001 |
| 40 | 992Reg | Reg | Restricciones por pendientes quebrada Magallo municipio de Concordia, Antioquia | CORANTIOQUIA | Citará | Concordia | Reglamentación de corrientes | agua superficial | 2001 |
| 41 | 1119Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de las cuencas hidrográficas de las quebradas La Clarita y Palonegro, municipio de Amagá, Antioquia | Margarita Madrid Vélez, CORANTIOQUIA | Aburrá Sur | Amagá | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2001 |
| 42 | 1125Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada la Cascada municipio de Sopetrán Antioquia | Libardo Cano, CORANTIOQUIA | Hevéxicos | Sopetrán | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2001 |
| 43 | 1126Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada la Montañita municipio de Belmira | Oscar Humberto Restrepo Zuluaga, CORANTIOQUIA | Tahamíes | Belmira | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2001 |
| 44 | 1179Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca quebrada la Tolda, corregimiento Llanos de Cuivá, municipio de Yarumal | María Patricia Tamayo Vélez, CORANTIOQUIA | Tahamíes | Yarumal | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2001 |
| 45 | 1192Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada Usabá, del corregimiento Tabacal del municipio de Buriticá | Gloria Elena Díaz Ríos, CORANTIOQUIA | Hevéxicos | Buriticá | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2001 |
| 46 | 1728Reg | Reg | Diagnóstico y formulación del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica de la quebrada Donmatías, municipio de Donmatías : acciones de la ejecución del plan | Universidad Nacional de Colombia | Tahamíes | Donmatías | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2001 |
| 47 | 1747Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada La Muñoz, municipio de Santa Rosa de Osos | CORANTIOQUIA | Tahamíes | Santa Rosa de Osos | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2001 |
| 48 | 1748Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de las cuencas de las quebradas San Pablo y Malalay, municipio de Valdivia, Antioquia | CORANTIOQUIA | Panzenú | Valdivia | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2001 |
| 49 | 1828Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada La Cangreja municipio de Sopetrán Antioquia | Rodrigo Aguirre, CORANTIOQUIA, 2001 | Hevéxicos | Sopetrán | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2001 |
| 50 | 1002Reg | Reg | Inventario y caracterización de aguas subterráneas en el casco urbano del municipio de Cauca, Territorial Panzenú | Hidrogema | Panzenú | Caucasia | Aguas subterráneas | Aguas subterráneas | 2001 |
| 51 | 1142Reg | Reg | Evaluación del potencial de los acuíferos de la zona de Yondó | Universidad Nacional de Colombia | Zenufaná | Yondó | Aguas subterráneas | Aguas subterráneas | 2001 |

Tabla 5.1. Continuación.

| Id | Código CIA | Formato | Título | Realizado por | Dirección Territ. | Municipio | Tema | Componente | Año |
|----|------------|---------|---|--|-------------------|---------------------------------------|--|------------------|------|
| 52 | 632Reg | Reg | Ciénagas de la Regional Panzenú | Neotrópicos | Panzenú | Panzenú | Inventario hídrico | Humedales | 2001 |
| 53 | 1727Reg | Reg | Plan de ordenación y manejo integral de la cuenca la Honda en el municipio de Sabaneta | Carlos Alberto Bernal Arteaga; CORANTIOQUIA | Aburrá Sur | Sabaneta | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2001 |
| 54 | 1065FLL | FLL | Guía de campo para toma de muestras de agua | Claudia María Montoya Palacio, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Monitoreo del agua | recurso hídrico | 2002 |
| 55 | 1118Reg | Reg | Estudio de la calidad del agua de la cuenca del Río Grande (departamento de Antioquia) mediante el uso de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores | Tito Machado Cartagena, John Jairo Ramírez Restrepo, CORANTIOQUIA, U. de Antioquia, 2002 | Tahamíes | Tahamíes | Caracterización de fuentes hídricas | agua superficial | 2002 |
| 56 | 1661Reg | Reg | Gestión participativa hacia la solución alternativa de conflictos en el manejo del agua, en las cuencas la Pulgarina y la Arracachala del municipio de San Pedro de los Milagros | Corporación La Ceiba | Tahamíes | San Pedro de los Milagros | Gestión Ambiental Corporativa | agua superficial | 2002 |
| 57 | 1644Reg | Reg | Diagnóstico ambiental del área de captación de la microcuenca de la quebrada El Laurel, quebrada Negra, San Cayetano y Combia Abajo, localizada en jurisdicción del municipio de Fredonia | Diana Milena Amaya Pérez, CORANTIOQUIA | Cartama | Cartama | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 58 | 1678Reg | Reg | Caracterización puntual cualitativa y cuantitativa de la calidad y cantidad del recurso hídrico superficial en la cuenca del río Aurrá | Colnet Ingeniería Ambiental | Hevéxicos | Sopetrán | Caracterización de fuentes hídricas | agua superficial | 2002 |
| 59 | 1679Reg | Reg | Caracterización cualitativa y cuantitativa de la calidad y cantidad del recurso hídrico superficial en la cuenca del río San Juan | U. Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Corporación GAIA, GIGA | Citará | Citará | Caracterización de fuentes hídricas | agua superficial | 2002 |
| 60 | 1122Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada la Chilona municipio de Zaragoza | Oscar Darío Ramírez Toro, CORANTIOQUIA, 2002 | Panzenú | Zaragoza | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 61 | 1147Reg | Reg | Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca de la quebrada la Noque: municipios de Caicedo, Santa Fe de Antioquia y Anzá | Marleny Durango López et al, CORANTIOQUIA | Hevéxicos | Caicedo, Santa Fe de Antioquia y Anzá | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 62 | 1169Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada Soñadora del municipio de Puerto Nare | María Eugenia Marín Gaviria, CORANTIOQUIA | Zenufaná | Puerto Nare | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 63 | 1170Reg | Reg | Diagnósticos ambientales de las cuencas de las quebradas Jacobo, Guaguas y Sardinias en el municipio de Caracolí | Carlos Humberto Bernal Arteaga, CORANTIOQUIA | Zenufaná | Caracolí | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 64 | 1171Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada El Guarco y Pilones del municipio de Buriticá, desde la cota máxima de la cuenca hasta su desembocadura, incluyendo la totalidad de afluentes | Juan David Villa Arcila, CORANTIOQUIA | Hevéxicos | Buriticá | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 65 | 1175Reg | Reg | Elaboración del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río San Bartolomé | CORANTIOQUIA | Zenufaná | Zenufaná | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 66 | 1178Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca hidrográfica de la quebrada la Arabia en el municipio de Puerto Nare Antioquia | Mauricio Arce Carvajal, CORANTIOQUIA | Zenufaná | Puerto Nare | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |

Tabla 5.1. Continuación.

| Id | Código CIA | Formato | Título | Realizado por | Dirección Terrít. | Municipio | Tema | Componente | Año |
|----|------------|---------|---|--|-------------------|--------------------------|--|--------------------|------|
| 67 | 1636Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada Choros Blancos municipio de Yarumal | Gloria Elena Díaz Ríos, CORANTIOQUIA | Tahamíes | Yarumal | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 68 | 376Reg | Reg | Diagnóstico de la cuenca hidrográfica de la quebrada Sabaleticas Betulia, Antioquia | Luis Humberto Betancur Berruecos, CORANTIOQUIA | Citará | Betulia | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 69 | 196Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la quebrada los Monos, parte alta, bocatomá, Ciudad Bolívar Antioquia | Sandra Milena Pérez Caro, CORANTIOQUIA | Citará | Ciudad Bolívar | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 70 | 1746Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de las cuencas San Rafael, La Batea, El Cañero y Palomos municipio de Gómez Plata | CORANTIOQUIA | Tahamíes | Gómez Plata | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 71 | 173CD | CD | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada Inso municipio de Ebéjico Antioquia | Juan José Baena, CORANTIOQUIA | Hevéxicos | Ebéjico | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 72 | 1817Reg | Reg | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada la Quioná - municipio de Anzá | Gabriel Jaime Lopera, CORANTIOQUIA | Hevéxicos | Anzá | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 73 | 429FLL | FLL | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada El Guarco y Pilones del municipio de Buriticá, desde la cota máxima de la cuenca hasta su desembocadura, incluyendo la totalidad de afluentes | Gabriel Jaime Lopera, CORANTIOQUIA | Hevéxicos | Anzá | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |
| 74 | 1183Reg | Reg | Estudio de zonas de recarga y acuíferos del Valle de Aburrá | Universidad de Antioquia, Integral | Valle de Aburrá | Valle de Aburrá | Aguas subterráneas | Aguas subterráneas | 2002 |
| 75 | 1714Reg | Reg | Plan maestro de acueducto y alcantarillado urbano del municipio de Caramanta - Antioquia | Sanear | Cartama | Caramanta | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2002 |
| 76 | 1715Reg | Reg | Plan maestro de acueducto y alcantarillado urbano del municipio de Tarso - Antioquia | Sanear | Cartama | Tarso | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2002 |
| 77 | 1716Reg | Reg | Plan maestro de acueducto y alcantarillado área urbana municipio de Yalí | SaneAmbiente | Zenufaná | Yalí | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2002 |
| 78 | 993Reg | Reg | Establecimiento de proceso de sensibilización educación ambiental y organización para las gentes de los humedales de las cuencas de los ríos Nechí, Cauca y Man | Liliana María Castaño Molina | Panzenú | Caucasia, Cáceres, Nechí | Educación Ambiental | Humedales | 2002 |
| 79 | 1039Reg | Reg | Prediagnóstico físico y socio cultural participativo del estado ambiental de los humedales del Magdalena Medio Antioqueño en la jurisdicción de CORANTIOQUIA | CORANTIOQUIA | Zenufaná | Zenufaná | Educación Ambiental | Humedales | 2002 |
| 80 | 1623Reg | Reg | Diseño e implementación inicial de los componentes institucional y operativo de Visión Panzenú | Neotrópicos | Panzenú | Panzenú | Gestión Ambiental Corporativa | Humedales | 2002 |
| 81 | 33FLL | FLL | Mi ciénaga: cartilla para diagnóstico, Visión Panzenú | Neotrópicos | Panzenú | Panzenú | Gestión Ambiental Corporativa | Humedales | 2002 |
| 82 | 1601Reg | Reg | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Cacerí, Bajo Cauca Antioqueño | Universidad Nacional de Colombia | Panzenú | Caucasia | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2002 |

Tabla 5.1. Continuación.

| Id | Código CIA | Formato | Título | Realizado por | Dirección Terrít. | Municipio | Tema | Componente | Año |
|----|------------|---------|---|--|--------------------|--|--|--------------------|------|
| 83 | 1802Reg | Reg | Plan de manejo integral de los humedales, subregión de la Depresión Momposina, parte baja de los ríos Cauca, Magdalena y San Jorge y cuenca del río Sinú en el área de la jurisdicción de la CSB, CVS, CORPOMOJANA, CORPAMAG y CORANTIOQUIA | CSB, CVS, CORPOMOJANA, CORPAMAG y CORANTIOQUIA Ministerio del Medio Ambiente, BID | Panzenú, | Panzenú, Zenufaná | Plan de manejo de ciénagas | Humedales | 2002 |
| 84 | 1121Reg | Reg | Caracterización biofísica de la quebrada la Malena | Diego Alejandro Gil Rojas | Zenufaná | | Caracterización de fuentes hídricas | agua superficial | 2002 |
| 85 | 1658REG | Reg | Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Guadalupe : municipios de Santa Rosa de Osos, Carolina del Príncipe, Gómez Plata y Guadalupe | Marleny Durango López et al, CORANTIOQUIA | Tahamíes | Santa Rosa de Osos, Carolina del Príncipe, Gómez Plata y Guadalupe | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2003 |
| 86 | 1768Reg | Reg | Diseño de la metodología para la formulación de los planes integrales de ordenamiento y manejo de microcuencas - PIOM | CORANTIOQUIA, Instituto Mi Río, Universidad Nacional de Colombia | Jurisdicción | Jurisdicción | Ordenamiento de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2003 |
| 87 | 154CD | CD | Inventario y caracterización de la avifauna asociada a 10 ojos de agua salada en la jurisdicción de la Corporación | Carmen Florinda Londoño Zapata, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Inventario hídrico | aguas minerales | 2003 |
| 88 | 1793Reg | Reg | Demanda y usos del agua, índices de consumo y planes de acción para la implementación de la ley 373 de 1997 en la jurisdicción de CORANTIOQUIA | Universidad Pontificia Bolivariana | Jurisdicción | Jurisdicción | Uso eficiente y Ahorro del agua | recurso hídrico | 2003 |
| 89 | 1755Reg | Reg | Caracterización cualitativa y cuantitativa de fuentes hídricas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA : río Amagá y quebrada El Limonar | CORANTIOQUIA, U. de Antioquia, U. Nacional de Colombia | Aburrá Sur y Norte | Amagá, Girardota | Caracterización de fuentes hídricas | agua superficial | 2003 |
| 90 | 176CD | CD | Áreas de importancia estratégica para la conservación de los recursos hídricos : cumplimiento del artículo 111 de la Ley 99 en la jurisdicción de CORANTIOQUIA | Roberto Javier Cardona Gallego, Nolberto Marín, Hernán Morales González, José Didier Zapata Suárez, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Áreas de importancia estratégica para la conservación de los recursos hídricos | agua superficial | 2003 |
| 91 | 340CD | CD | Estudios y diseños plan maestro de acueducto y alcantarillado zona urbana del municipio de Buriticá | Francisco Correa Botero Consultoría y Construcción | Hevéxicos | Buriticá | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2003 |
| 92 | 1660Reg | Reg | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Cupiná | CORANTIOQUIA | Zenufaná | Zenufaná | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2003 |
| 93 | 1770Reg | Reg | Clasificación de cuencas hidrográficas de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-CORANTIOQUIA, escala 1:100.000 | Amalia Patricia Díaz Sepúlveda, Isabel Cristina Buriticá Mira, Marco Fidel Gamboa Ramírez, CORANTIOQUIA, 2003 | Jurisdicción | Jurisdicción | Gestión Ambiental Corporativa | agua superficial | 2003 |
| 94 | 197CD | CD | Estudio y diseño para la instrumentación de 10 cuencas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA | Javier Eduardo Posada Muñoz, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Monitoreo del agua | agua superficial | 2003 |
| 95 | 219CD | CD | Plan de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas de los ríos San Alejandro, Tenche y San Pablo | Adriana María Pérez Guzmán, CORANTIOQUIA | Tahamíes | Tahamíes | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2003 |

Tabla 5.1. Continuación.

| Id | Código CIA | Formato | Título | Realizado por | Dirección Territ. | Municipio | Tema | Componente | Año |
|-----|------------|---------|---|--|-------------------|---|--|--------------------|------|
| 96 | 261CD | CD | Diagnóstico ambiental cuenca de la quebrada La Llana del municipio de Tarso | Alejandro Humberto Zapata Roldán, CORANTIOQUIA | Cartama | Tarso | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2003 |
| 97 | 142CD | CD | Evaluación hidrogeológica entre los municipios de Cauca y Cáceres | U. de Antioquia | Panzenú | Caucasia y Cáceres | Aguas subterráneas | Aguas subterráneas | 2003 |
| 98 | 143CD | CD | Evaluación del potencial acuifero de los municipios de Puerto Berrío y Puerto Nare | Universidad Nacional de Colombia | Zenufaná | Puerto Berrío y Puerto Nare | Aguas subterráneas | Aguas subterráneas | 2003 |
| 99 | 206CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado urbano del municipio de Montebello departamento de Antioquia | SaneAmbiente | Cartama | Montebello | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2003 |
| 100 | 207CD | CD | Estudios y diseños plan maestro de acueducto y alcantarillado urbano municipio de Caracolí Antioquia | Luz Marina García Muñetón | Zenufaná | Caracolí | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2003 |
| 101 | 208CD | CD | Estudios y diseños plan maestro de acueducto y alcantarillado área urbana, municipio de Titiribí/ CORANTIOQUIA, Alcaldía Municipal de Titiribí, | HYDRA Ingeniería Ltda. | Aburrá Sur | Titiribí | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2003 |
| 102 | 209CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado urbano municipio de Jericó, Antioquia | Sanear. | Cartama | Jericó | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2003 |
| 103 | 210CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado municipio de Heliconia Antioquia | Enrique Alexis García Moya | Aburrá Sur | Heliconia | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2003 |
| 104 | 211CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado municipio de Amalfi | Asociación de Municipios de la Meseta del Norte de Antioquia - AMENA, Alcaldía Municipal de Amalfi | Zenufaná | Amalfi | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2003 |
| 105 | 212CD | CD | Estudios y diseños del plan maestro de saneamiento acueducto y alcantarillado zona urbana del municipio de Gómez Plata Antioquia | Consorcio Antioquia 2002, Alcaldía Municipal de Gómez Plata | Tahamíes | Gómez Plata | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2003 |
| 106 | 214CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado del área urbana del municipio de Donmatías | Elber de J. Hernández D., CORANTIOQUIA, Acueductos y Alcantarillados Sostenibles | Tahamíes | Donmatías | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2003 |
| 107 | 288CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado urbano del municipio de Venecia Antioquia | Sanear | Cartama | Venecia | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2003 |
| 108 | 101CD | CD | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Man | Luis Betancur Berruecos | Panzenú | Caucasia | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2003 |
| 109 | 146CD | CD | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica de las quebradas la Clara y la Sucia | Holos | | | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2003 |
| 110 | 199CD | CD | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Amacerí en el municipio de El Bagre Antioquia | U. Nacional de Colombia | Panzenú | El Bagre | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2003 |
| 111 | 399CD | CD | Evaluación del potencial acuifero de los municipios de Santa Fe de Antioquia, Sopetrán, San Jerónimo, Olaya y Liborina | U. Nacional de Colombia | Hevéxicos | Sta Fe de Antioquia, Sopetrán, San Jerónimo, Olaya y Liborina | Aguas subterráneas | Aguas subterráneas | 2004 |
| 112 | 1827Reg | Reg | Plan de manejo de la cuenca hidrográfica de la quebrada El Salado | Gloria Elena Díaz Ríos, CORANTIOQUIA | Aburrá Sur | Envigado | Plan de manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2004 |

Tabla 5.1. Continuación.

| Id | Código CIA | Formato | Título | Realizado por | Dirección Territ. | Municipio | Tema | Componente | Año |
|-----|------------|---------|---|--|-------------------|--------------|--|--------------------|------|
| 113 | 344CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado área urbana municipio de Anorí | HYDRA Ingeniería Ltda. | Tahamíes | Anorí | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2004 |
| 114 | 347CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado urbano del municipio de Maceo Antioquia | Gualberto Fuentes, CORANTIOQUIA | Zenufaná | Maceo | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2004 |
| 115 | 349CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado área urbana municipio de Entreríos | SaneAmbiente | Tahamíes | Entreríos | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2004 |
| 116 | 380CD | CD | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Piedras municipio de Jericó | Luz Stella Carmona Londoño, CORANTIOQUIA | Cartama | Jericó | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2004 |
| 117 | 380CD | CD | Valoración económica de algunas alternativas productivas dentro de la cuenca del río San Juan | Liliana Patricia Ceballos Montoya, CORANTIOQUIA | Citará | Jericó | Economía Ambiental | agua superficial | 2004 |
| 118 | 215CD | CD | Clasificación y priorización con fines de ordenación de cuencas hidrográficas en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia | Natalia Lema Duque, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Ordenamiento de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2004 |
| 119 | 408CD | CD | Evaluación hidrogeológica y vulnerabilidad de acuíferos al Norte del municipio de Cauca | U. de Antioquia | Panzenú | Panzenú | Aguas subterráneas | Aguas subterráneas | 2004 |
| 120 | 213CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado municipio de Betania | HYDRA Ingeniería Ltda. | Citará | Betania | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2004 |
| 121 | 342CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado del área urbana municipio de Zaragoza | Elber de J. Hernández D., CORANTIOQUIA, Acueductos y Alcantarillados Sostenibles | Panzenú | Zaragoza | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2004 |
| 122 | 345CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado área urbana municipio de Olaya departamento de Antioquia | CORANTIOQUIA, SaneAmbiente, Alcaldía Municipal de Olaya | Hevéxicos | Olaya | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2004 |
| 123 | 346CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado urbano del municipio de Ebejico Antioquia | Consorcio Essere SaneAmbiente | Hevéxicos | Ebejico | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2004 |
| 124 | 348CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado urbano municipio de Armenia Mantequilla | SaneAmbiente | Aburrá Sur | Armenia | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2004 |
| 125 | 349CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado área urbana municipio de Entreríos | SaneAmbiente | Tahamíes | Entreríos | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2004 |
| 126 | 349CD | CD | Estudios y diseños para el plan maestro de acueducto y alcantarillado de la zona urbana del municipio de Sopetrán Antioquia | HYDRA Ingeniería Ltda. | Hevéxicos | Sopetrán | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2004 |
| 127 | 1717Reg | Reg | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Tigüí | CORANTIOQUIA | | | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2004 |
| 128 | 203CD | CD | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del Caño Barro en jurisdicción del municipio de Nechí, Antioquia | Adriana Pérez Guzmán | Panzenú | Nechí | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2004 |
| 129 | 218CD | CD | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica de la quebrada la Bermejala | Holos | | | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2004 |

Tabla 5.1. Continuación.

| Id | Código CIA | Formato | Título | Realizado por | Dirección Terrít. | Municipio | Tema | Componente | Año |
|-----|------------|---------|--|---|-------------------|--|--|--------------------|------|
| 130 | 172CD | CD | Plan de ordenamiento de las microcuencas de los ríos mulatos y Mulaticos | Planeación Ecológica | | | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2004 |
| 131 | 460CD | CD | Monitoreo en las cuencas de las quebradas la Combia en el municipio de Fredonia, Juan Vara en el municipio de Zaragoza y el río Sinifaná en los municipios de Amagá, Fredonia, Titiribí y Venecia | Jorge Enrique López Arango, Viviana Vélez | Cartama, Zenufaná | Fredonia, Zaragoza, Amaga, Titiribí, Venecia | Caracterización de fuentes hídricas | agua superficial | 2005 |
| 132 | 181SI-10 | SI-10 | Un tesoro escondido para proteger | Loresley Sierra Velásquez, Alba Miriam Vergara Vargas, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Educación Ambiental | Aguas subterráneas | 2005 |
| 133 | 362CD | CD | Inventario hídrico regional Zenufaná | Wilealdo García Charria CORANTIOQUIA | Zenufaná | Zenufaná | Inventario hídrico | agua superficial | 2005 |
| 134 | 369CD | CD | Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río La Cruz, en jurisdicción de los municipios de Vegachí, Yalí, Amalfi y Yolombó, Antioquia | Juan Carlos Arboleda Guerra et al CORANTIOQUIA | Zenufaná | Vegachí, Yalí, Amalfi y Yolombó | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |
| 135 | 374CD | CD | Plan de ordenación y manejo cuenca hidrográfica del río Frío municipio de Támesis y Jericó | Marleny Durango López et al, CORANTIOQUIA | Cartama | Támesis y Jericó | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |
| 136 | 375CD | CD | Plan de ordenación y manejo cuenca hidrográfica del río Pedral municipio de Betania e Hispania | Marleny Durango López et al, CORANTIOQUIA | Citará | Betania e Hispania | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |
| 137 | 376CD | CD | Plan de manejo de la cuenca de la quebrada La Pena, en el municipio de Sabanalarga, Antioquia | Ángela María Soto Isaza, CORANTIOQUIA | Hevéxicos | Sabanalarga | Plan de Manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |
| 138 | 382CD | CD | Plan de manejo parte alta de las microcuencas Los Bedoya, Los Chica y Los Cadavid que abastecen el acueducto multiveredal Santa Bárbara, California y La Gómez del municipio de Pueblorrico Antioquia | Silvia Julia Escalante Arbeláez, CORANTIOQUIA | Cartama | Pueblorrico | Plan de Manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |
| 139 | 400CD | CD | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Buey | Adriana María Pérez Guzmán, CORANTIOQUIA | Cartama | Cartama | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |
| 140 | 405CD | CD | Modelación matemática para el cálculo de caudales en algunas cuencas de la jurisdicción de CORANTIOQUIA | Gloria Elena Díaz Ríos, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Hidrología Regional | agua superficial | 2005 |
| 141 | 428CD | CD | Informe final de la realización de los cuatro talleres de capacitación dirigidos a los habitantes de la zona aledaña a los humedales del río Claro Cocomá área limítrofe entre los municipios de Puerto Nare y Puerto Triunfo, Antioquia | Asociación Ambientalista Futuro Verde, AAFUVER | Zenufaná | Puerto Nare y Puerto Triunfo | Educación Ambiental | humedales | 2005 |
| 142 | 425CD | CD | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Santa Rita en el municipio de Andes | Corporación Montañas | Citará | Ándes | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |
| 143 | 453CD | CD | Plan de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas de los ríos Tamar e Ité | Adriana María Pérez Guzmán, CORANTIOQUIA | Zenufaná | Zenufaná | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |

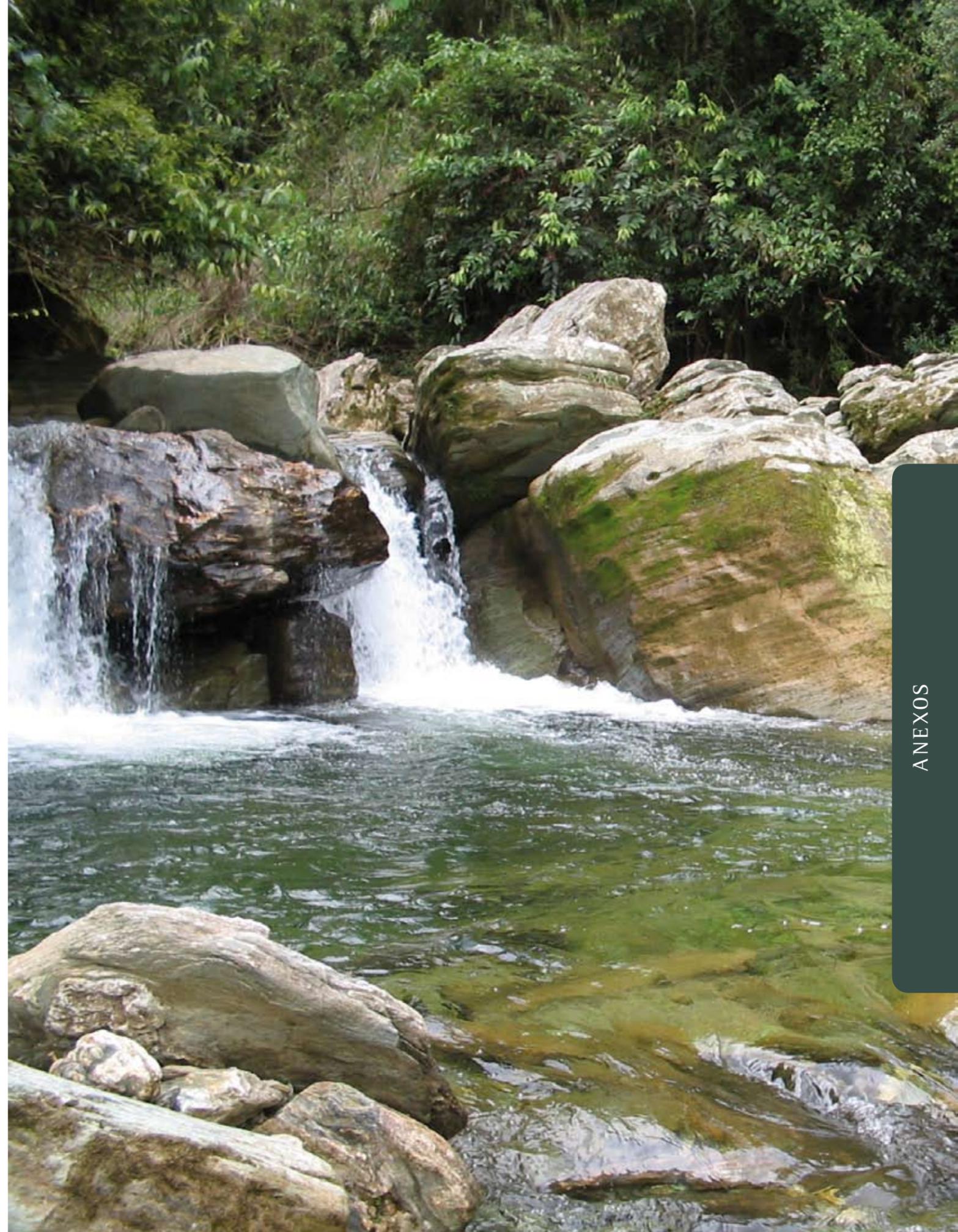
Tabla 5.1. Continuación.

| Id | Código CIA | Formato | Título | Realizado por | Dirección Terrít. | Municipio | Tema | Componente | Año |
|-----|------------|---------|---|--|----------------------|---|--|--------------------|------|
| 144 | 355CD | CD | Plan de ordenación y manejo de la cuenca de los ríos Grande y Chico incluido todo su sistema de drenaje, hasta su desembocadura en el río Porce, jurisdicción de los municipios de Donmatías, Entreríos, San Pedro, Belmira y Santa Rosa de Osos, departamento de Antioquia | Carlos Humberto Bernál Arteaga, CORANTIOQUIA | Tahamíes | Donmatías, Entreríos, San Pedro, Belmira y Santa Rosa de Osos | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |
| 145 | 363CD | CD | Inventario hídrico Regional Panzenú | Wilealdo García Charria, CORANTIOQUIA | Panzenú | Panzenú | Inventario hídrico | agua superficial | 2005 |
| 146 | 406CD | CD | Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Poblancó | Adriana María Pérez Guzmán, CORANTIOQUIA | Cartama | Cartama | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |
| 147 | 418CD | CD | Subproyecto educativo ambiental comunitario con énfasis en gestión de cuencas, microcuencas San Bartolo - La Cañaverala municipio de Andes y Jardín | Diana Marcela Soto Castrillón, Paula Andrea Maya Ortiz, CORANTIOQUIA | Citará | Andes y Jardín | Educación Ambiental | agua superficial | 2005 |
| 148 | 32CD | CD | Proyectos educativos ambientales comunitarios en microcuencas ubicadas en las Oficinas Territoriales Hevéxicos y Zenufaná, cuenca la Cianurada municipio de Segovia | Universidad Nacional de Colombia | Hevéxicos y Zenufaná | Segovia | Educación Ambiental | agua superficial | 2005 |
| 149 | 409CD | CD | Evaluación hidrogeológica y vulnerabilidad de acuíferos de la cuenca del río Caserí Territorial Panzenú | U. de Antioquia | Panzenú | Panzenú | Aguas subterráneas | Aguas subterráneas | 2005 |
| 150 | 449CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado área urbana del municipio de Guadalupe | Cooperativa Conalde | Tahamíes | Guadalupe | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2005 |
| 151 | 436CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado del área urbana municipio de Liborina | SaneAmbiente | Hevéxicos | Liborina | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2005 |
| 152 | 437CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado área urbana municipio de Pueblorrico | CORANTIOQUIA | Cartama | Pueblorrico | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2005 |
| 153 | 438CD | CD | Plan maestro de acueducto y alcantarillado zona urbana municipio de Hispania | SaneAmbiente | Citará | Hispania | Plan maestro de acueducto y alcantarillado | servicios públicos | 2005 |
| 154 | 428CD | CD | Informe final de la realización de los cuatro talleres de capacitación dirigidos a los habitantes de la zona aledaña a los humedales del río Claro Cocomá área limítrofe entre los municipios de Puerto Nare y Puerto Triunfo, Antioquia | Asociación Ambientalista Futuro Verde, AAFUVER | Zenufaná | Puerto Nare, Puerto Triunfo | Educación Ambiental | Humedales | 2005 |
| 155 | 433CD | CD | Plan de manejo ambiental de humedales de la Ciénaga Colombia en el municipio de Caucasia Antioquia | Corporación Montañas | Panzenú | Caucasia | Plan de manejo de ciénagas | Humedales | 2005 |
| 156 | 310CD | CD | Plan de ordenación y manejo cuenca río El Bagre, municipios de Segovia, Remedios y Zaragoza Antioquia | CPA Ingeniería | Panzenú | Segovia, Remedios y Zaragoza | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |
| 157 | 325CD | CD | Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Tarazá | Holos | Panzenú | Tarazá | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2005 |
| 158 | 325CD | CD | Algunos elementos sobre el recurso hídrico en la jurisdicción de CORANTIOQUIA | Oscar Mejía R., CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Gestión del Agua | recurso hídrico | 2006 |

Tabla 5.1. Continuación.

| Id | Código CIA | Formato | Título | Realizado por | Dirección Territ. | Municipio | Tema | Componente | Año |
|-----|------------|---------|--|---|-------------------|---|--|------------------|------|
| 159 | 474CD | CD | Aplicación y análisis comparativo entre metodologías de evaluación de vulnerabilidad de acuíferos y confrontación con parámetros de calidad del agua subterránea en el Bajo Cauca antioqueño | Orfely María Rueda Gallo, U. de Antioquia | Panzenú | Panzenú | Aguas subterráneas | agua superficial | 2006 |
| 160 | 462CD | CD | Diagnóstico ambiental de la cuenca de la quebrada Las cruces, ubicada entre los municipios de Tarso y Jericó, Antioquia | Gloria María Arboleda Guerra, CORANTIOQUIA | Cartama | Tarso y Jericó | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2006 |
| 161 | 475CD | CD | Metodología de campo mediante SIG móvil para la actualización de datos georreferenciados en las cuencas de CORANTIOQUIA | Oscar Iván Giraldo Duque, Francisco Javier Leoz Maiztegui, CORANTIOQUIA | Jurisdicción | Jurisdicción | Gestión Ambiental Corporativa | agua superficial | 2006 |
| 162 | 431CD | CD | Diagnóstico ambiental y plan de manejo de la cuenca Oro bajo en el municipio de Santa Rosa de Osos, Antioquia | Mauricio González Echeverri, CORANTIOQUIA | Tahamíes | Santa Rosa de Osos | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2006 |
| 163 | 352CD | CD | Clasificación y priorización con fines de ordenación de cuencas hidrográficas regional Suroeste | Alexandra Aguirre Cuartas, Lina Marcela Jaramillo Flórez, CORANTIOQUIA | Citará | Citará | Ordenamiento de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2006 |
| 164 | 361CD | CD | Plan de manejo ambiental del complejo cenagoso El Sapo en el municipio de Nechí Antioquia | Corporación Montañas | Panzenú | Nechí | Plan de manejo de ciénagas | Humedales | 2006 |
| 165 | 383CD | CD | Plan de manejo ambiental del Complejo Cenagoso Barbacoas | Corporación Montañas | Zenufaná | Puerto Berrío | Plan de manejo de cuencas hidrográficas | Humedales | 2006 |
| 166 | 398CD | CD | Diagnóstico ambiental y perfil del plan de ordenación y manejo de la cuenca de la quebrada La Correa, municipio de Girardota Antioquia | Gloria Elena Díaz Ríos | Aburrá Norte | Girardota | Diagnóstico ambiental de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2006 |
| 167 | 536CD | CD | Plan de ordenación y manejo cuenca de la quebrada Sinifaná municipio de Caldas, Amagá, Fredonia, Venecia y Titiribí | Marleny Durango López et al, CORANTIOQUIA | Aburrá Sur | Caldas, Amagá, Fredonia, Venecia y Titiribí | Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas | agua superficial | 2007 |
| 168 | 493CD | CD | Plan de manejo ambiental ciénaga de Corrales | Corporación Montañas | Panzenú | Nechí | Plan de manejo de ciénagas | Humedales | 2007 |
| 169 | 503CD | CD | Caracterización patrimonial del sistema de humedales ciénagas El Totumo, Barbacoas y Chiqueros municipio de Yondó y Puerto Berrío Antioquia | Jorge Iván Pino Salazar | Zenufaná | Yondó, Puerto Berrío | Caracterización de fuentes hídricas | Humedales | 2007 |
| 170 | 506CD | CD | Plan de manejo ambiental del complejo cenagoso de Chiqueros y su área de influencia en el municipio de Puerto Berrío Antioquia | Corporación Montañas | Zenufaná | Puerto Berrío | Plan de manejo de ciénagas | Humedales | 2007 |
| 171 | 442CD | CD | Plan de manejo ambiental del humedal de montaña "Laguna la Cascada" en el municipio de Tarso Antioquia | Corporación Montañas | Cartama | Tarso | Plan de manejo de ciénagas | Humedales | 2007 |

Tabla 5.1. Continuación.



6. ANEXOS

Anexo 1. Algunas de las acciones realizadas en relación con el recurso hídrico

Subdirección de Ecosistemas

De acuerdo al estudio de priorización de cuencas (CORANTIOQUIA, 2004), cuyo objetivo era diseñar un instrumento de trabajo que sirva como herramienta a la Corporación, para adelantar la declaratoria de cuencas en ordenación en su territorio y así dar cumplimiento al Decreto 1729 del 6 de agosto de 2002, se establece que una cuenca para ser priorizada debe cumplir de manera concurrente con una serie de criterios predefinidos:

- El área a estudiar debe contar con información físico-biótica, socioeconómica e hidrológica. Como primer criterio de selección de cuencas se incluyeron aquellas que tienen un Plan de Ordenación y Manejo (POM), por ser objeto de reglamentación o intervención.
- Las cuencas deben ser estratégicas por su representatividad regional o local.
- Las cuencas presentan tendencias a la sobreexplotación de sus recursos (suelo, bosque, agua).
- Las cuencas son estratégicamente importantes para el aprovechamiento múltiple del recurso hídrico.
- La población asentada en estas cuencas subsisten a través del desarrollo de sistemas de producción primitivos, tradicionales o avanzado artesanal. Se excluyeron aquellas áreas con predominio de sistemas de producción avanzado mecanizados.
- En general, las cuencas seleccionadas deben tener un área de captación mayor a 10.000 hectáreas.

Aclarando que la escogencia de una cuenca para su priorización, no necesariamente está condicionada al cumplimiento de los 6 principios, el no cumplimiento de uno o varios de éstos no se traduce en su eliminación.

De acuerdo a lo anterior, un conjunto de cuencas de gran importancia para la Corporación dado que cumplen con los requisitos anotados anteriormente son: Río Piedras, Q. La Honda, Río Nus, Río San Bartolomé, Río San Juan, Río Mulato - Mulatito, Q. La Noque, Q. Don Matías, Río Man, Río Guadalupe, Río San Pablo, Río Grande - Río Chico, Río Tigüi, Río Pedral, Río San Alejandro, Q. La Malena, Q. La Bermejala, Río Cupiná, Río Tenche, Río Cacerí, Ríos La Clara y La Sucia, Río Taraza, Río Tamar - Ité, Río Bagre, Río Poblano y Río Frío.



| Cuenca | Municipio |
|-------------------------|--|
| Río Mulatos - Mulaticos | Tarso y Pueblorrico |
| La Noque | Caicedo, Santa Fe y Anzá |
| Río Cacerí | Cáceres, Nechí, Caucasia |
| Río Tigüi | El Bagre, Zaragoza, Segovia y Remedios |
| Río Guadalupe | Santa Rosa de Osos, Carolina del Príncipe, Gómez Plata y Guadalupe |
| Río Man | Tarazá, Cáceres y Caucasia |
| Q. La Bermejala | La Estrella |
| Río San Bartolomé | Yolombó, Yalí, Vegachí, Maceo |
| Donmatías | Donmatías |
| Río Cupiná | Maceo y Yolombó |
| Río Nus | Cisneros, Yolombó, Maceo y Caracolí. En jurisdicción de Comare Santo Domingo y San Roque |
| La Honda | Sabaneta |
| La Clara | Medellín, Ebéjico, San Jerónimo y Sopetrán |
| La Sucia | Medellín, Ebéjico, San Jerónimo y Sopetrán |
| Río Tenche | Santa Rosa de Osos, Carolina del Príncipe, Campamento, Guadalupe, Anorí y Angostura |
| Río San Alejandro | Santa Rosa de Osos, Carolina del Príncipe, Campamento, Guadalupe, Anorí y Angostura |
| Río San Pablo | Santa Rosa de Osos, Carolina del Príncipe, Campamento, Guadalupe, Anorí y Angostura |
| Río Piedras | Jericó |
| Q. La Malena | Puerto Berrío |
| Río San Juan | Andes, Jardín, Hispania, Salgar, Ciudad Bolívar y Betania |
| Río Pedral | Betania e Hispania |
| Río Grande - Río Chico | San Pedro, Belmira, Don Matías y Santa Rosa |
| Río Tarazá | Tarazá |
| Río Tamar - Ité | Remedios, Yondó |
| Río Bagre | El Bagre |
| Río Frío | Támesis, Jardín y Andes |
| Río Poblano | Santa Bárbara y Fredonia |

Tabla A1. Resultados al ejercicio de priorización de cuencas con perspectiva de ordenamiento.

Inicialmente se habían considerado los parámetros de oxígeno disuelto en los ríos San Juan y Río Grande - Chico y sólidos suspendidos totales en los ríos Mulatos, Quebrada La Noque, río Nus, quebrada La Honda, río San Juan y río Grande - Chico, pero como en la mayoría de las cuencas no se disponía de esta información, se optó por excluir para este ejercicio de priorización ambos criterios. Estos se deben incluir en la lista de variables a calificar en la medida que se mejore la calidad de la información.

Para el caso de la cuenca de los ríos Tenche, San Alejandro y San Pablo, se califican como cuencas independientes ya que el plan de ordenación presenta la información separada, para cada una de ellas.

Las cuencas que obtuvieron un menor puntaje (Tarazá, Tamar-Ité, El Bagre, Poblano y Río Frío), no reflejan un estado óptimo de los criterios analizados; lo que se desprende de esta priorización, es la ausencia casi total de información que permita confrontar o cuantificar las variables ambientales de un territorio. En consecuencia, la Corporación deberá potenciar el levantamiento de esta información.

En resumen, el puntaje obtenido para cada cuenca analizada, refleja las condiciones establecidas para cada parámetro; condiciones que no necesariamente se tra-

ducen en síntomas de deterioro ambiental sino, en muchos casos, en las potencialidades económicas, sociales, biofísicas, políticas, que se ofrece en cada una de las áreas estudiadas.

Entre las conclusiones del Estudio de priorización de Cuencas en la Jurisdicción de CORANTIOQUIA se tiene que en la mayoría de los casos, la información de oferta y demanda no es confiable ya que los estudios no tienen la información disponible y hubo que inferirla o no se contaba con los estudios que tuvieran información, por lo tanto se recomienda que la Corporación realice aforos en las cuencas para determinar la oferta, realice inventarios detallados de usuarios actuales y potenciales del recurso hídrico para definir las demandas sobre el recurso.

Se hace necesario que la Corporación emprenda un proceso de búsqueda y actualización de la información necesaria para abordar el proceso de priorización de cuencas en los casos que no esté disponible, con el fin de que dicho proceso sea más confiable en sus resultados. Esto implica la actualización cartográfica de los planes de ordenación de cuencas, de los planes de ordenamiento territorial, mejorar la escala de trabajo, mejorar las redes de monitoreo, georreferenciar las inversiones y la infraestructura asociada, entre otros.

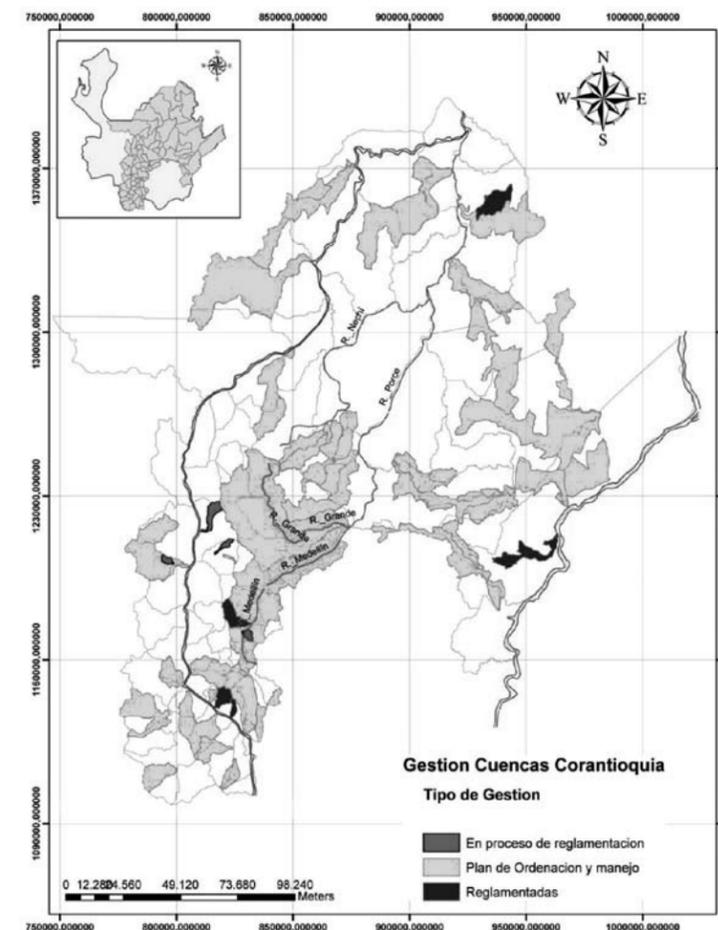


Figura A1. Gestión de Cuencas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA. 1995-2007

| Nombre | Territorial |
|---------------------|-------------|
| Río Grande | Tahamíes |
| Río Pedral | Citará |
| Quebrada Santa Rita | Citará |
| Río Pajarito | Tahamíes |
| Río San Pablo | Tahamíes |
| Río La Cruz | Zenufaná |
| Río Cupin | Zenufaná |
| Río Tamar | Zenufaná |
| Río Cacerí | Panzenú |
| Río Amacerí | Panzenú |
| Río Tigüi | Panzenú |
| Río Espíritu Santo | Tahamíes |
| Quebrada La Noque | Hevéxicos |
| Quebrada La Pena | Hevéxicos |
| Río Monos | Zenufaná |
| Río Frío | Cartama |
| Río Conde | Cartama |
| Río Nus | Zenufaná |
| Río Ité | Zenufaná |

| Nombre | Territorial |
|------------------------|-------------|
| C. Barbacoas | Zenufaná |
| Río Bolívar | Citará |
| Río Tarazá | Panzenú |
| Río Man | Panzenú |
| Quebrada La Quebradona | Panzenú |
| Río San Bartolomé | Zenufaná |
| Río San Alejandro | Tahamíes |
| Río Dolores | Tahamíes |
| Río Piedras | Cartama |
| Río Mulatos | Cartama |
| Quebrada Magallo | Citará |
| Río Bagre | Zenufaná |
| Río Tenche | Tahamíes |
| Río Guadalupe | Tahamíes |
| Río Buey | Cartama |
| Quebrada La Sinifaná | Cartama |
| Quebrada La Clara | Hevéxicos |
| Quebrada La Sucia | Cartama |
| Río Poblano | Cartama |

Tabla A2. Planes de Ordenación y Manejo (1995 - 2003)

| Nombre | Territorial |
|---------------------|--------------|
| Quebrada Malena | Zenufaná |
| Quebrada La Llana | Panzenú |
| Quebrada La Nuarque | Hevéxicos |
| Quebrada Doña María | Aburrá Norte |
| Quebrada Los Cedros | Hevéxicos |
| Quebrada La Doctora | Aburrá Sur |
| Quebrada Grande | Hevéxicos |
| Quebrada Combia | Cartama |
| Quebrada La Ardita | Cartama |

Tabla A3. Cuencas reglamentadas o en proceso de reglamentación



| | Territorial | Cuenca | Orden de Gravellius | Población asentada en la cuenca | Número de monitoreo realizado | Puntos de monitoreo | Fechas de monitoreo | Caudal l/s | Calidad ICA |
|------------------------------------|--------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|
| 1 | Cartama | Quebrada la Arolta | 3 | 2,642 | 1 | 9 | Ago-04 | 6.033 | Regular |
| | | Río Poblano | 3 | 58,823 | 1 | 11 | May-03 | 2271.2 | Regular |
| | | Río Poblano | 3 | 58,823 | 2 | 15 | Nov-04 | 6060.2 | Regular |
| | | Quebrada Combia | 3 | 755 | 1 | 9 | Sep-04 | 394.2 | Buena |
| | | Quebrada Sinifaná | 3 | 19,720 | 1 | 15 | Sep-04 | 7,000.000 | Regular |
| | | 5 | | | | 59 | | 15,731.633 | |
| 2 | Citará | Río San Juan | 3 | 119,297 | 1 | 20 | May-02 | 75,000.000 | Buena |
| | | Río San Juan | 3 | 119,297 | 2 | 22 | May-04 | 19,410,000 | Buena |
| | | Quebrada Magallo | 3 | 14,472 | 1 | 11 | Ago-03 | 1524 | Regular |
| | | Quebrada Magallo | 3 | 14,472 | 2 | 15 | Oct-04 | 4117,7 | Regular |
| | | Quebrada Corría | 3 | 8,082 | 1 | 10 | Sep-03 | 1410.09 | Regular |
| | | Quebrada Corría | 3 | 8,082 | 2 | 13 | Oct-04 | 2446,72 | Regular |
| | | Quebrada San Mateo | 3 | 10,099 | 1 | 7 | Jun-03 | 3,966.740 | Mala |
| | | Quebrada San Mateo | 3 | 10,099 | 2 | 10 | Sep-04 | 2,997.075 | Regular |
| | | Quebrada Purco | 3 | 9,306 | 1 | 9 | Ago-04 | 245.5 | Regular |
| | | | | 9 | | | | 117 | |
| 3 | Aburrá Norte | Quebrada Rodas | 6 | 820 | 1 | 3 | Sep-04 | 155.800 | Regular |
| | | Quebrada Piedras Blancas | 6 | 2,932 | 1 | 9 | Oct-04 | 4,816.100 | Buena |
| | | Quebrada La Gabriela | 6 | 562 | 1 | 3 | Oct-04 | 14.900 | Regular |
| | | Quebrada La García | 6 | 177,994 | 1 | 19 | Sep-04 | 3,377.900 | Mala |
| | | Quebrada El Hato | 6 | 3,362 | 1 | 7 | Oct-04 | 987.600 | Mala |
| | | Quebrada Mata de los Ortega | 6 | 1,594 | 1 | 4 | Sep-04 | 101.910 | Buena |
| | | Quebrada El Chocho | 6 | 1,025 | 1 | 5 | Oct-04 | 139.500 | Regular |
| | | Quebrada La Picacha | 6 | 97,969 | 1 | 6 | Dic-03 | 213.850 | Mala |
| | | Quebrada Altavista | 6 | 140,479 | 1 | 13 | Dic-03 | 257.600 | Mala |
| | | Quebrada Altavista | 6 | 140,479 | 2 | | May-05 | 1564,31 | |
| | | Quebrada El Limonar | 6 | | 1 | | May-05 | 591,1 | Mala |
| Quebrada Ana Díaz | 6 | 5000 | 1 | 9 | Nov-03 | 2000 | | | |
| | | 9 | | | | 117 | | 108,671.915 | |
| 4 | Aburra Sur | Río Amagá | 3 | 51,721 | | 26 | Mar-03 | 2,157.600 | Regular |
| | | 1 | | | | 26 | | 2,157.600 | |
| 5 | Zenufaná | Quebrada La Cianurada | 7 | 37,093 | 1 | 8 | Oct-03 | 1,126.100 | Mala |
| | | Quebrada La Cianurada | 7 | 37,093 | 2 | 16 | Nov-04 | 991.200 | Regular |
| | | 2 | | | | 24 | | 2,117.300 | |
| 6 | Panzenú | Quebrada Juan Vara | 4 | 1,350 | 1 | 8 | Sep-03 | 2,252.900 | Regular |
| | | Quebrada Juan Vara | 4 | 1,350 | 2 | 14 | Dic-04 | 1,897.850 | Buena |
| | | Caño Atascoso | 3 | 24,361 | 1 | 5 | Nov-03 | 39.750 | Mala |
| | | Caño El Silencio | 3 | 25,600 | 1 | 8 | Nov-03 | 67.820 | Mala |
| | | 4 | | | | 35 | | 4,258.320 | |
| 7 | Tahamies | Río Grande | 6 | 55,665 | 1 | 20 | Feb-04 | 10,380.000 | Buena |
| | | 1 | | | | 20 | | 10,380.000 | |
| 8 | Hevéxicos | Río Aura | 3 | 5,555 | 1 | 13 | Sep-02 | 1,136.000 | Buena |
| | | Río Tonusco | 3 | | 1 | | May-05 | 6701,13 | |
| | | Quebrada La Sopetrana | 3 | | 1 | | May-05 | 943,33 | Buena |
| | | 3 | | | | | | 1,136.000 | |
| Totales | | 37 | | | | | | 154,519.93 | |
| Poblacion Equivalente (habitantes) | | | | | | | | | 89,003,479 |

Tabla A4. Corrientes caracterizadas de acuerdo a su nivel de calidad. Elaboró González F. Corantioquia 2006.

Síntesis con los principales resultados de la Gestión relativa a la caracterización de la calidad del recurso hídrico superficial en la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

Anexo 2. Las áreas de reserva

Subdirección de Ecosistemas

El 27% del territorio de CORANTIOQUIA (975.304 ha), está cubierto por bosques naturales y plantados, este porcentaje se distribuye principalmente en Zenufaná (9,22%), Tahamíes (8,63%) y Panzenú (6,83%), Cartama (0,23%), Aburrá Norte y Sur (0,55%), Hevéxicos (0,60%) y Citará (0,99%). Igualmente existe vegetación de páramos en Tahamíes y Hevéxicos, con un total de 1.698 ha que corresponden al 0,05% del total del Territorio. Esta vegetación está asociada a ecosistemas frágiles que por ley deben ser protegidos.

CORANTIOQUIA, cuenta con 444.499 hectáreas en áreas de reserva, 12.3% de la Jurisdicción, distribuidas en todo el territorio, las mayores se encuentran principalmente en Tahamíes (Sistema de Bosques y Páramos Altoandinos del Noroccidente Medio Antioqueño y el área de Amortiguamiento del Parque Nacional Natural Paramillo), y en Panzenú (la reserva Bajo Cauca-Nechí y la reserva de recursos naturales de la Zona Ribereña del Río Cauca).

El 13% del territorio corporativo, posee áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas como el Parque Nacional Natural Paramillo en Tahamíes, en 111.211 ha y la Reserva Forestal Protectora del Río Magdalena, creada por la Ley segunda de 1959, en 352.483 ha, en Panzenú y Zenufaná.

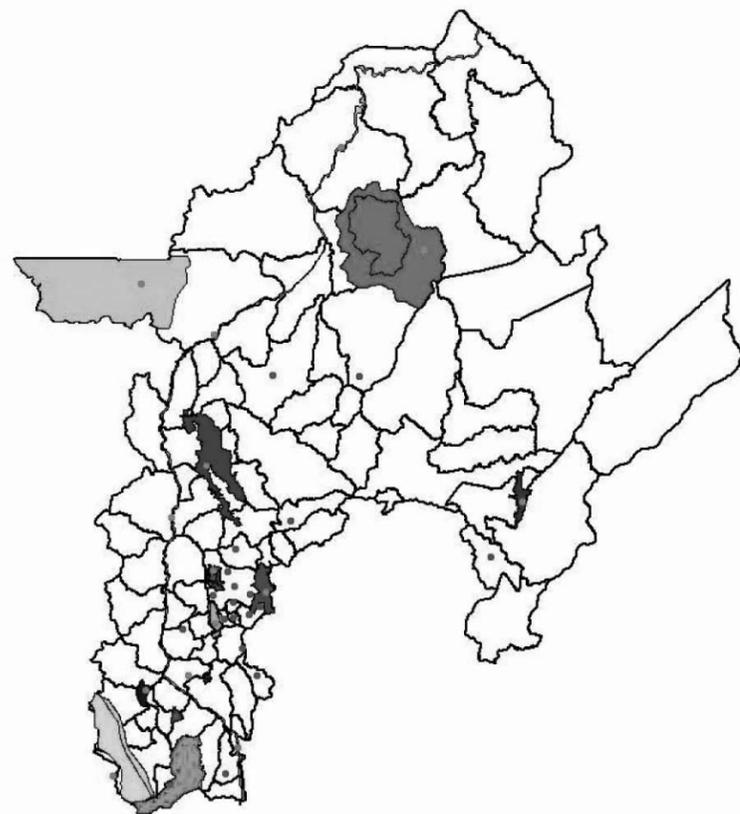


Figura A2. Sistema corporativo de Áreas de Reserva

Los páramos, un ecosistema característico de los países andinos tropicales, es uno de los que evidentemente más afectado se verá por el calentamiento global. Su extensión actual en Colombia (39.000 km²) muy seguramente se verá reducida debido al desplazamiento hacia altitudes mayores de los cinturones de vegetación y a la pérdida de los glaciares. Con ello, alrededor del 25% de las especies endémicas de los páramos corren altísimo riesgo de extinción en el presente siglo. Se encuentran, según Del Llano (1990), entre 3200 y 4500 m.s.n.m, y según Rangel (1995), entre 3600 y 4300 m.s.n.m. Los páramos colombianos alcanzan una superficie de aproximadamente 1'443.425 ha, correspondiente al 1,3% de la extensión continental del país, representada principalmente por páramos atmosféricamente húmedos. El departamento de Boyacá se destaca con la mayor extensión de este ecosistema en Colombia, alcanzando un 18,3% del total nacional.

En términos de precipitación es posible encontrar este tipo de formaciones naturales en lugares con menos de 650 mm/año (páramos como los del departamento de Santander), hasta con mas de 4000 mm/año (en frontino, departamento de Antioquia). (Rangel, 2000; en Rodríguez, 2004).

En Antioquia tenemos cerca de 15000 hectáreas de zonas paramunas localizadas en Belmira (3000Ha), Farallones del Citará (400Ha), Caramanta, Baldías, Paramillo, Caicedo, Santafé de Antioquia -Cordillera de Las Alegrías-, Sonsón, Frontino, Urrao.

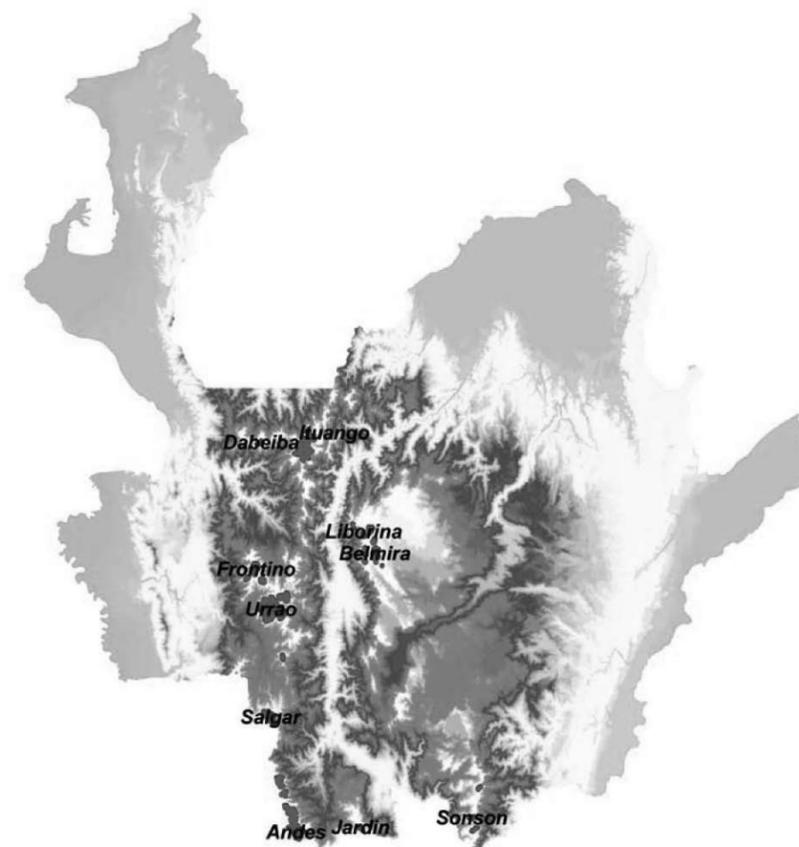
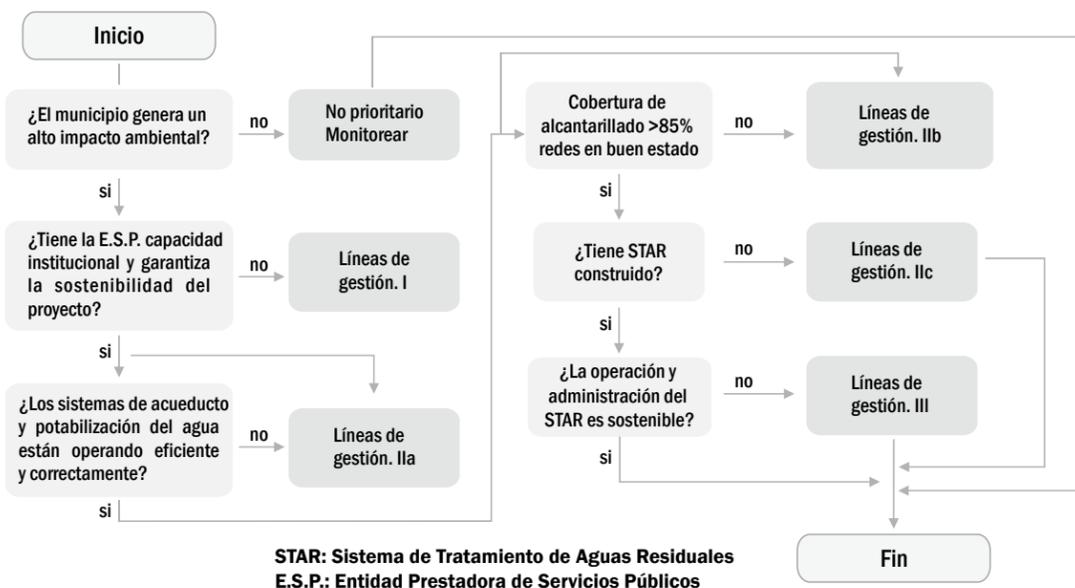


Figura A3. Distribución de los sistemas paramunos en el departamento de Antioquia

Anexo 3. Gestión en saneamiento básico

Subdirección de Calidad Ambiental

Se presenta el esquema general de priorización para la gestión y manejo de aguas residuales y resultados de la priorización preliminar del Saneamiento básico en la jurisdicción de CORANTIOQUIA de acuerdo al impacto ambiental. (Fuente: Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales en Colombia –PMAR-).



STAR: Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales
E.S.P.: Entidad Prestadora de Servicios Públicos

| | |
|-----|---|
| I | Fortalecimiento de la capacidad técnica, administrativa de planificación, financiera, comercial y operativa de las entidades prestadoras de los servicios. Elaborar los planes maestros de acueducto y alcantarillado de los sistemas. Determinación de inversiones necesarias Elaborar los estudios tarifarios de los sistemas. Elaborar los planes maestros de acueducto y alcantarillado de los sistemas. Determinación de inversiones necesarias. Elaborar los estudios tarifarios de los sistemas. |
| IIa | Diagnóstico técnico operativo y financiero del sistema de acueducto y la PTAP. Determinación de las necesidades de rehabilitación y optimización del sistema. Reducción del Índice de Agua No contabilizada. Cumplimiento de las normas de calidad del agua potable (Decr. 475/97). Verificación de dotaciones (Ley 373 de 1997 y RAS) Catastro de redes de acueducto y de usuarios. Programa de mantenimiento preventivo del sistema. Aumento de la cobertura del servicio. |
| IIb | Catastro de redes de alcantarillado y de usuarios. Diagnóstico técnico operativo del sistema de alcantarillado. Determinación de las necesidades de rehabilitación y optimización del sistema. Programa de mantenimiento preventivo del sistema. Aumento de la cobertura del servicio. Disminución del número de vertimientos en la zona urbana. |
| IIc | Determinación de inversiones necesarias para la implementación de las STAR Determinación de costos de operación y mantenimiento del sistema. Elaborar los estudios tarifarios del STAR. Determinar capacidad de pago de la población. Determinación de la sostenibilidad del sistema incluyendo el STAR. Construcción de obras. |

Tabla A5. Líneas de Gestión en saneamiento básico nacional

- III
 - Planos record del STAR existente.
 - Diagnóstico técnico operativo del sistema.
 - Determinación de las necesidades de rehabilitación y optimización del sistema.
 - Programa de mantenimiento preventivo del sistema.
 - Determinación de inversiones necesarias para rehabilitación y optimización del STAR
 - Determinación de costos de operación y mantenimiento del sistema.
 - Elaborar los estudios tarifarios del STAR.
 - Determinar capacidad de pago de la población.
 - Determinación de la sostenibilidad del STAR.
 - Implementación del programa de administración si el sistema es sostenible
 - Construcción de obras de optimización si el sistema es sostenible

Tabla A5. Continuación

Bajo los criterios y enfoques anteriores se cuenta con una estructura de priorización de los municipios y cuencas del país. La priorización ambiental y sectorial permitió jerarquizar los 1085 entes territoriales en un orden relacionado directamente con los parámetros aplicados. Se presenta en la tabla siguiente una síntesis para los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

| Orden de prioridad frente al Departamento | Código DANE | No de Prioridad frente a la totalidad de Municipios del país | Nombre del Municipio |
|---|-------------|--|---------------------------|
| 1 | 5360 | 6 | Itagüí |
| 2 | 5001 | 7 | Medellín |
| 3 | 5088 | 17 | Bello |
| 4 | 5308 | 66 | Girardota |
| 5 | 5212 | 75 | Copacabana |
| 6 | 5664 | 92 | San Pedro de los Milagros |
| 7 | 5030 | 113 | Amagá |
| 8 | 5686 | 138 | Santa Rosa de Osos |
| 9 | 5364 | 143 | Jardín |
| 10 | 5034 | 145 | Andes |
| 11 | 5237 | 153 | Donmatías |
| 12 | 5887 | 157 | Yarumal |
| 13 | 5736 | 177 | Segovia |
| 14 | 5679 | 184 | Santa Bárbara |
| 15 | 5264 | 221 | Entreríos |
| 16 | 5858 | 234 | Vegachí |
| 17 | 5079 | 269 | Barbosa |
| 18 | 5361 | 274 | Ituango |
| 19 | 5890 | 315 | Yolombó |
| 20 | 5282 | 326 | Fredonia |
| 21 | 5038 | 346 | Angostura |
| 22 | 5190 | 348 | Cisneros |
| 23 | 5895 | 349 | Zaragoza |
| 24 | 5093 | 367 | Betulia |
| 25 | 5250 | 370 | El Bagre |
| 26 | 5658 | 378 | San José de la Montaña |
| 27 | 5789 | 396 | Támesis |
| 28 | 5647 | 402 | San Andrés de Cuerquia |
| 29 | 5209 | 439 | Concordia |
| 30 | 5656 | 444 | San Jerónimo |
| 31 | 5031 | 452 | Amalfi |
| 32 | 5790 | 456 | Tarazá |
| 33 | 5604 | 460 | Remedios |
| 34 | 5368 | 466 | Jericó |
| 35 | 5642 | 473 | Salgar |
| 36 | 5576 | 477 | Pueblorrico |
| 37 | 5266 | 480 | Envigado |
| 38 | 5129 | 512 | Caldas |

Tabla A6. Orden de prioridad para la inversión en Sistemas de tratamiento de Aguas residuales en los municipios de la jurisdicción de Corantioquia de acuerdo a la priorización del PMAR. Fuente: Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales (PMAR).

| Orden de prioridad frente al Departamento | Código DANE | No de Prioridad frente a la totalidad de Municipios del país | Nombre del Municipio |
|---|-------------|--|----------------------------|
| 39 | 5154 | 515 | Caucasia |
| 40 | 5040 | 525 | Anorí |
| 41 | 5380 | 527 | La Estrella |
| 42 | 5036 | 547 | Angelópolis |
| 43 | 5861 | 551 | Venecia |
| 44 | 5631 | 554 | Sabaneta |
| 45 | 5579 | 561 | Puerto Berrío |
| 46 | 5809 | 563 | Titiribí |
| 47 | 5240 | 567 | Ebéjico |
| 48 | 5819 | 568 | Toledo |
| 49 | 5761 | 581 | Sopetrán |
| 50 | 5885 | 582 | Yalí |
| 51 | 5086 | 589 | Belmira |
| 52 | 5042 | 591 | Santafé de Antioquia |
| 53 | 5854 | 637 | Valdivia |
| 54 | 5091 | 643 | Betania |
| 55 | 5125 | 657 | Caicedo |
| 56 | 5347 | 658 | Heliconia |
| 57 | 5107 | 660 | Briceño |
| 58 | 5495 | 669 | Nechí |
| 59 | 5310 | 673 | Gómez Plata |
| 60 | 5150 | 741 | Carolina del Príncipe |
| 61 | 5467 | 747 | Montebello |
| 62 | 5145 | 750 | Caramanta |
| 63 | 5893 | 758 | Yondó |
| 64 | 5142 | 764 | Caracolí |
| 65 | 5134 | 828 | Campamento |
| 66 | 5390 | 833 | La Pintada |
| 67 | 5120 | 845 | Cáceres |
| 68 | 5628 | 870 | Sabanalarga |
| 69 | 5792 | 885 | Tarso |
| 70 | 5113 | 887 | Buriticá |
| 71 | 5856 | 892 | Valparaiso |
| 72 | 5411 | 896 | Liborina |
| 73 | 5585 | 899 | Puerto Nare (La Magdalena) |
| 74 | 5353 | 930 | Hispania |
| 75 | 5059 | 935 | Armenia Mantequilla |
| 76 | 5315 | 969 | Guadalupe |
| 77 | 5044 | 999 | Anzá |
| 78 | 5501 | 1056 | Olaya |
| 79 | 5101 | 232 | Ciudad Bolívar |
| 80 | 5425 | 644 | Maceo |

Tabla A6. Continuación

| Municipio | Caudal efluente Contribución doméstica (QD) Cabecera | Existe Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) | (%) Eficiencia para DB05 | Eficiencia para SST | Cuenca y Corriente(s) receptora(s) | Prestador del servicio de alcantarillado |
|-------------|--|---|--------------------------|---------------------|------------------------------------|--|
| Amaga | 44.82 | No | | | R. Amagá | OOSPM |
| Amalfi | 28.97 | En Construcción | 65%-80% | 20-40% | Q. La Vibora, Q. Los Encuentros | E.S.P. A.A.S. S.A. |
| Andes | 50.6 | Si | 26%-70% | 26.00% | R. San Juan, Q. Chaparrala | Ingeniería Total E.S.P |
| Angelópolis | 30.58 | Si | 60.00% | 51.00% | R. Amagá, Q. La Honda | OOSPM |
| Angostura | 3.24 | No | | | R. Dolores | OOSPM |
| Anorí | 19.54 | No | | | R. Anorí | n.d |
| Anza | 2.96 | No | | | R. Cauca (Tramo) | n.d |
| Armenia | 3.14 | No | | | R. Amagá | E.S.P. A.A.S. S.A. |

Convenciones:

Q: Quebrada, R: Río
 OOSPD: Oficina de Servicios Públicos Domiciliarios, E.S.P.: Empresa prestadora de Servicios Públicos
 Cgto: Corregimiento, n.d: No disponible

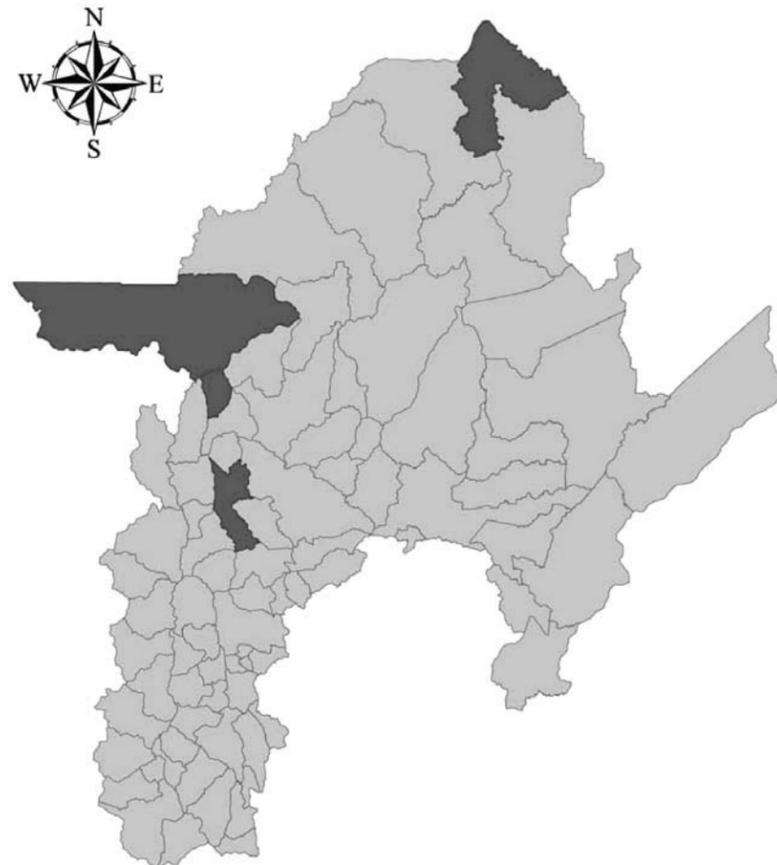
Tabla A7. Síntesis del estado de los Sistemas de Tratamiento de Aguas residuales en los municipios de la jurisdicción de Corantioquia

| Municipio | Caudal efluente Contribución doméstica (QD) Cabecera | Existe Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) | (%) Eficiencia para DB05 | Eficiencia para SST | Cuenca y Corriente(s) receptora(s) | Prestador del servicio de alcantarillado |
|---------------------------|--|---|--------------------------|---------------------|---|--|
| Belmira | 4.35 | En Construcción | 65%-80% | 20-40% | R. Grande, R. Chico | EMPUBEL E.S.P |
| Betania | 8.16 | Si | 35%-50% | 20-40% | R. San Juan, Q. La Sucia | OOSPM |
| Betulia | 14.14 | Si | 65%-80% | 20-40% | Q. San Mateo, Q. Buenavista - Q. Quebradona | OOSPM |
| Briceño | 7.96 | No | | | R. Espíritu Santo | n.d |
| Buriticá | 1.19 | No | | | Q. Remango - Q. Tesorera | n.d |
| Cáceres | 28.15 | No | | | R. Cacerí | E.S.P. AGUASCOL S.A. |
| Caicedo | 3.99 | No | | | Q. La Noque | n.d |
| Campamento | 5.69 | No | | | R. Nechí (Tramo) | OOSPM |
| Caracolí | 5.14 | No | | | R. Nus | OOSPM |
| Caramanta | 4.58 | Si | 65%-80% | 20-40% | R. Arquía, Q. El Molino | E.S.P Operadores de Servicios S.A. |
| Carolina del Príncipe | 6.83 | No | | | R. Guadalupe | OOSPM |
| Caucasia | 293.75 | No | | | Caños Atascoso y El Silencio, | E.S.P AGUASCOL S.A. |
| Cisneros | 16.74 | No | | | R. Nus | n.d |
| Ciudad Bolívar | 33.72 | Si | 2.00% | 20-40% | R. San Juan, R. Bolívar | Ingeniería Total E.S.P |
| Concordia | 0.4 | Si | 34.00% | 36.00% | Q. Magallo | E.S.P CONCORDIA |
| Donmatías | 36.99 | No | | | R. Grande | E.S.P DONMATIAS |
| Ebéjico | 4.47 | Si | 50.00% | 81.00% | Q. Juan Ramos, | E.S.P EBEJICO |
| El Bagre | 53 | No | | | R. Nechí - Río Tigüi | E.S.P Empresas Públicas del Bagre |
| Entrerriós | 14.18 | Si | 65%-80% | 20-40% | R. Grande, Q. La Tortura | E.S.P ENTRERRIOS |
| Envigado | 581.93 | | | | Q. Ayurá, | n.d |
| Fredonia | 17.32 | No | | | Q. Sabaletas - Q. Sinifaná - R. Poblano | E.S.P Operadores de Servicios S.A. |
| Gómez Plata | 14.13 | No | | | R. Guadalupe | OOSPM |
| Guadalupe | 5.3 | No | | | R. Guadalupe | OOSPM |
| Heliconia | 7.76 | No | | | Q. La Guaca | E.S.P |
| Hispania | 8.44 | No | | | R. San Juan | OOSPM |
| Ituango | 13.48 | No | | | R. Ituango | n.d |
| Jardín | 16.35 | Si | 42.00% | 46.00% | R. San Juan, Q. La Salada | Ingeniería Total E.S.P |
| Jericó | 18.65 | Si | 34.00% | 63.00% | R. Piedras | OOSPM |
| La Pintada | 12.43 | No | | | R. Cauca (Tramo) | OOSPM |
| Liborina | 3.2 | No | | | Q. Juan García | n.d |
| Maceo | 6.91 | En Construcción | 65%-80% | 20-40% | Q. Santa Helena, Q. La Bonita | n.d |
| Montebello | 5.12 | En Construcción | | | Q. Sabaletas | E.S.P Operadores de Servicios S.A. |
| Nechí | 39.59 | No | | | R. Cacerí | n.d |
| Olaya | 0.22 | No | | | R. Cauca (Tramo) | n.d |
| Pueblorrico | 7.3 | No | | | R. Mulatos | OOSPM |
| Puerto Berrío | 105.74 | En Construcción | 65%-80% | 20-40% | R. Magdalena (Tramo) | E.S.P CONHYDRA S.A. |
| Puerto Nare | 22.44 | En Construcción | 65%-80% | 20-40% | R. Magdalena (Tramo) | n.d |
| Remedios | 26.7 | No | | | R. Ité | E.S.P REMEDIOS |
| Sabanalarga | 8.17 | No | | | Q. Niquía | n.d |
| Salgar | 21.99 | No | | | R. San Juan | Ingeniería Total E.S.P |
| San Andrés de Cuerquia | 10.27 | No | | | R. San Andrés | n.d |
| San Jerónimo | 10.23 | No | | | R. Aurra | E.S.P AGUAS DE SAN JERONIMO |
| San José de la Montaña | 4.1 | No | | | R. San Andrés | n.d |
| San Pedro de Los Milagros | 47.49 | No | | | R. Grande, Q. El Hato | E.S.P. A.A.S. S.A. |
| Santa Bárbara | 22.11 | No | | | Q. La Guaca - Q. Sabaletas | E.S.P Operadores de Servicios S.A. |
| Santa Rosa de Osos | 40.96 | No | | | R. Guadalupe | E.S.P. A.A.S. S.A. |
| Santafé de Antioquia | 53.64 | Si | 69.00% | 35.00% | R. Tonusco, R. Tonusco | E.S.P CONHYDRA S.A. |
| Segovia | 64.98 | No | | | Q. La Cianurada | E.S.P SEGOVIA |
| Sopetrán | 16.78 | No | | | Q. La Sopetrana | OOSPM |
| Támesis | 13.8 | En Construcción | 65%-80% | 20-40% | Q. San Antonio, Q. La Peinada | OOSPM |
| Taraza | 101.93 | No | | | R. Tarazá | E.S.P AGUASCOL S.A. |
| Tarso | 8.65 | Si | 81.00% | 57.00% | R. Mulatos, Q. La Cristalina | OOSPM |

Tabla A7. Continuación

| Municipio | Caudal efluente Contribución doméstica (QD) Cabecera | Existe Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) | (%) Eficiencia para DBO5 | Eficiencia para SST | Cuenca y Corriente(s) receptora(s) | Prestador del servicio de alcantarillado |
|------------|--|---|--------------------------|---------------------|---|--|
| Titiribí | 31.37 | No | | | R. Amagá | E.S.P. A.A.S. S.A. |
| Toledo | 0.9 | No | | | R. San Andrés | n.d |
| Valdivia | 18.66 | No | | | Q. Valdivia | n.d |
| Valparaíso | 6.4 | No | | | Q. La Palmichala | E.S.P Operadores de Servicios S.A. |
| Vegachí | 12.19 | No | | | R. La Cruz - R. Volcán | n.d |
| Venecia | 18.24 | Si | 75.00% | 78.00% | Q. Sinifaná, Q. La Tigre | E.S.P. A.A.S. S.A. |
| Yalí | 5.53 | Si | 65%-80% | 20-40 | Q. Guarquina - R. San Bartolomé, Q. La Veta | n.d |
| Yarumal | 71 | No | | | Q. Yarumalito | E.S.P.YARUMAL |
| Yolombó | 13.62 | No | | | R. San Lorenzo | n.d |
| Yondó | 25.99 | No | | | R. Magdalena (Tramo) | n.d |
| Zaragoza | 29.47 | No | | | Q. Juan Vara | E.S.P Zaragoza |

Tabla A7. Continuación



Municipios con Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado

Municipios Corantioquia
SanHidro_Corantioquia_Dic_2007.PMAA
 ■ contratados
 ■ si

Figura A4. Municipios con Estudios y Diseños de Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado. 2003



Municipios con Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Municipios Corantioquia
SanHidro_Corantioquia_Dic_2007.STAR
 □ Contratado
 ■ En construc
 ■ no
 ■ si

Figura A5. Sistemas de manejo y tratamiento de aguas residuales urbanas construidos en la jurisdicción de CORANTIOQUIA. (Periodo 2000-2005).

Anexo 4. Inventario de la información hidrometeorológica existente en la Corporación

Diana M. Montoya V. Ingeniera Sanitaria.

Como parte del sistema de información de recursos hídricos, se ha realizado un inventario de las estaciones hidrometeorológicas activas e inactivas que operan o han operado en el Departamento de Antioquia. Para lograr este propósito se realizó una búsqueda exhaustiva de información hidrometeorológica procedente de entidades públicas entre las que se destacan el Instituto de Hidrología, Estudios Ambientales y Meteorología –IDEAM- (Tabla A8), Empresas Públicas de Medellín y CENICAFÉ; se recolectó también información procedente de estudios disponibles en la Universidad Nacional Sede Medellín, la Universidad de Antioquia y la procedente de estudios realizados por la Corporación.

Este inventario permite identificar cada uno de los puntos de la red de monitoreo hidrometeorológico mediante un código único, consultar el nombre y tipo de la estación, la corriente o cuerpo de agua más próximo, el nombre de la cuenca en que se ubica, el municipio, las coordenadas, la altura a la que se encuentra y la entidad operadora entre otros datos. El código único que posee cada una de las estaciones, es de 7 dígitos, el primer dígito corresponde al área Hidrográfica, existiendo 5 áreas hidrográficas principales: 1- Caribe, 2- Magdalena-Cauca, 3- Orinoco, 4- Amazonas y 5- Pacífico. Los dos siguientes dígitos hacen referencia a la sub-zona hidrográfica. Los tres dígitos siguientes que conforman el código, corresponden del 000 al 499 a estaciones pluviométricas; del 500 al 699 a estaciones climatológicas y del 700 en adelante a estaciones hidrológicas.

A la fecha se tienen identificadas 1014 estaciones hidrometeorológicas con datos de precipitación, de estas, 476 se seleccionaron para la elaboración de un modelo digital de precipitación anual multianual para el Departamento de Antioquia.

Todas las estaciones hidrometeorológicas se georreferenciaron con el programa Geocalc (Freeware) y fueron espacializadas en el programa ArcGIS 9.1 con el fin de facilitar la consulta, actualización, visualización y análisis.

| Código | Tipo | Nombre estación | Municipio | Corriente (Río, Quebrada) | Elevación |
|---------|------|-----------------|------------|---------------------------|-----------|
| 2618001 | PM | Abejorral | Abejorral | Yunque | 2030 |
| 2618009 | PG | El Buey | Abejorral | Buey | 2110 |
| 2618011 | PM | Abejorral | Abejorral | Buey | 2120 |
| 2618016 | PM | Abejorral | Abejorral | Buey | 2180 |
| 1111002 | PG | Abriaquí | Abriaquí | Herradura | 1920 |
| 2308047 | PG | El Combo | Alejandría | Nare | 1500 |
| 2308068 | PM | Alejandría | Alejandría | Nare | 1700 |
| 2308503 | CO | Alejandría | Alejandría | Nare | 1700 |
| 2308505 | CP | Santa Rita | Alejandría | Nare | 1875 |
| 2620016 | PM | El Rincón | Amaga | Cauca | 1350 |
| 2310003 | PM | El Tigre | Amalfi | Pescado | 975 |
| 2701069 | PG | Salazar | Amalfi | Porce | 1530 |
| 2701085 | PM | Amalfi | Amalfi | Q La Vibora | 1530 |
| 2701089 | PM | Cueva Santa | Amalfi | Riachón | 1550 |

PG: Pluviográfica, PM: Pluviométrica, CO: Climatológica ordinaria, CP: Climatológica principal, ME: Meteorológica, AM: Agro-meteorológica PG: Pluviográfica, PM: Pluviométrica, CO: Climatológica ordinaria, CP: Climatológica principal, ME: Meteorológica, AM: Agro-meteorológica

Tabla A8. Estaciones hidrometeorológicas del IDEAM en el Departamento de Antioquia

| Código | Tipo | Nombre estación | Municipio | Corriente (Río, Quebrada) | Elevación |
|---------|------|-----------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| 2701096 | PM | Hacienda Monos | Amalfi | Mata | 1100 |
| 2701097 | PG | El Mango | Amalfi | Porce | 900 |
| 2701099 | PG | Boquerón Amalfi | Amalfi | Riachón | 1600 |
| 2701100 | PG | Cajamarca | Amalfi | Porce | 1780 |
| 2701102 | PG | El Silencio | Amalfi | Porce | 1600 |
| 2701103 | PM | Mina La Viborita | Amalfi | Riachón | 1460 |
| 2701502 | CO | Aeropuerto Amalfi | Amalfi | Porce | 1680 |
| 2701525 | CP | Amalfi | Amalfi | Riachón | 1500 |
| 2619010 | PM | Santa Bárbara | Andes | San Juan | 1600 |
| 2619012 | PM | Campamento | Andes | San Juan | 1250 |
| 2619502 | CO | Ita Andes | Andes | San Juan | 1250 |
| 2702004 | PM | Angostura | Angostura | Tenche | 1800 |
| 2702009 | PG | El Tabor | Angostura | Concepción | 2430 |
| 2702012 | PM | Angostura | Angostura | Dolores | 1675 |
| 2702021 | PM | Angostura | Angostura | Tenche | 1650 |
| 2701091 | PG | La Caída | Anorí | Porce | 340 |
| 2701501 | CO | El Roble | Anorí | Porce | 1175 |
| 2702002 | PM | El Carmín | Anorí | Nechí | 880 |
| 2702003 | PM | Anorí | Anorí | Q La Soledad | 1535 |
| 2702016 | PM | Tenche La Risaralda | Anorí | Tenche | 330 |
| 2702017 | PM | Hacienda El Carmen | Anorí | Anorí | 950 |
| 2702018 | PM | Anorí | Anorí | Anorí | 1550 |
| 2702024 | PG | Madre seca | Anorí | Nechí | 650 |
| 2702035 | PG | Soledad | Anorí | Nechí | 1100 |
| 2702037 | PM | Las Cruces | Anorí | Anorí | 500 |
| 2702502 | CO | Charcón Liberia | Anorí | Anorí | 165 |
| 2702503 | CO | Anorí | Anorí | Anorí | 1610 |
| 2620506 | CO | La Noque | Antioquia | Cauca | 450 |
| 2621013 | PM | Guasabra | Antioquia | Tonusco | 2100 |
| 2621502 | CO | Cañafisto | Antioquia | Cauca | 500 |
| 2622001 | PM | Antioquia | Antioquia | Ituango | 500 |
| 2622503 | AM | Hacienda Cotové | Antioquia | Tonusco | 530 |
| 2621009 | PM | Anzá | Anzá | Cauca | 620 |
| 1201005 | PM | La Toscana | Apartado | Vijagual | 18 |
| 1201010 | PM | Eupol | Apartado | Riogrande | 4 |
| 1201012 | PM | Santa Martha | Apartado | Riogrande | 5 |
| 1201018 | PG | Hacienda Choromando | Apartado | Grande | 150 |
| 1201502 | AM | Uniban | Apartado | Zungo | 23 |
| 1201505 | CO | Riogrande | Apartado | Riogrande | 20 |
| 1201507 | SP | Aeropuerto Los Cedros | Apartado | Vijagual | 20 |
| 1203001 | PM | San Juan de Urabá | Arboletes | San Juan d Urabá | 4 |
| 1204501 | CO | Arboletes | Arboletes | Q. Seca | 4 |
| 2305507 | ME | Argelia | Argelia | Samaná Sur | 1700 |
| 2620006 | PM | Armenia | Armenia | Cauca | 1380 |
| 2620014 | PM | Armenia | Armenia | Q Sabaleta | 1700 |
| 2701048 | PG | Tasajera | Barbosa | Medellín | 1345 |
| 2701057 | PM | Barbosa | Barbosa | Medellín | 1290 |
| 2701515 | CO | Hacienda El Progreso | Barbosa | Medellín | 1500 |
| 2701037 | PG | Fabricato | Bello | Medellín | 2422 |
| 2701076 | PG | Niquía | Bello | Medellín | 2150 |
| 2701080 | PM | Meseta La San Pedro | Bello | Medellín | 2600 |
| 2701106 | PG | Planta Manantiales | Bello | Medellín | 1790 |
| 2701509 | CP | Tulio Ospina | Bello | Medellín | 1438 |
| 2701071 | PG | La Trinidad | Belmira | Grande | 2950 |
| 2701072 | PG | El Gómez | Belmira | Grande | 2675 |
| 2701074 | PM | Belmira | Belmira | Chico | 2520 |
| 2701087 | PM | Belmira | Belmira | Chico | 2540 |
| 2701101 | PG | Alto de La Sierra | Belmira | Chico | 2750 |
| 2619009 | PM | Betania-Las Guacas | Betania | Guadalejo | 1580 |

Tabla A8. Continuación

| Código | Tipo | Nombre estación | Municipio | Corriente (Río, Quebrada) | Elevación |
|---------|------|----------------------|-------------------|---------------------------|-----------|
| 2619015 | PG | Cachipay | Betania | San Juan | 990 |
| 2621014 | PM | Altamira | Betulia | Q. Purca | 1800 |
| 2619006 | PM | Bolívar-Convento | Bolívar | Farallones | 1510 |
| 2619019 | PG | Las Mercedes | Bolívar | Bolívar | 2100 |
| 2623016 | PG | Briceño | Briceño | Q El Oro | 1440 |
| 2624006 | PM | Manizales | Cáceres | Man | 75 |
| 2624010 | PM | Guarumo-La Lucha | Cáceres | Cauca | 70 |
| 2625001 | PM | Cáceres | Cáceres | Cauca | 150 |
| 2625002 | PM | Hacienda La Trinidad | Cáceres | Cauca | 260 |
| 2625003 | PM | Cáceres | Cáceres | Cauca | 95 |
| 2625009 | PM | Piamonte | Cáceres | Cauca | 80 |
| 2625011 | PG | Barro Blanco | Cáceres | Q Corrales | 190 |
| 2702028 | PM | Las Margaritas | Cáceres | Nechí | 800 |
| 2621007 | PM | Caicedo | Caicedo | Q Noque | 1750 |
| 2701036 | PG | Caldas | Caldas | Medellín | 1875 |
| 2701079 | PM | Meseta La-Sena | Caldas | Medellín | 1700 |
| 2701526 | AM | La Salada | Caldas | Medellín | 1680 |
| 2702011 | PM | Campamento | Campamento | Nechí | 1750 |
| 1111004 | PM | Cañasgordas | Cañasgordas | Cañasgordas | 1200 |
| 1111502 | CO | Cañasgordas | Cañasgordas | Cañasgordas | 1200 |
| 2308008 | PG | Imarco | Caracolí | Nare | 260 |
| 2617017 | PM | La Pradera | Caramanta | Q Canas | 1950 |
| 2617018 | PM | Caramanta | Caramanta | Arquia | 2100 |
| 2308065 | PM | Campoalegre | Carmen de Viboral | Q Cimarrona | 2150 |
| 2308030 | PM | El Carmen | Carmen de Viboral | Negro | 2180 |
| 2308079 | PG | La Linda | Carmen de Viboral | Santo Domingo | 2620 |
| 2701014 | PM | Carolina | Carolina | Guadalupe | 1800 |
| 2701049 | PM | La Conchita | Carolina | Guadalupe | 1760 |
| 2701050 | PM | Carolina | Carolina | Guadalupe | 1800 |
| 2701108 | PG | La Sirena | Carolina | Guadalupe | 1925 |
| 2701518 | CO | Troneras | Carolina | Guadalupe | 1800 |
| 2702007 | PM | Salado El Tc-2 | Carolina | Tenche | 1870 |
| 2702014 | PG | Miraflores | Carolina | Tenche | 2015 |
| 2702038 | PG | Tenche Bocatoma | Carolina | Tenche | 1800 |
| 2502037 | PM | Hacienda La Moneda | Caucasia | Cauca | 30 |
| 2502053 | PM | La Ilusión | Caucasia | Cauca | 60 |
| 2502514 | CO | Nechí | Caucasia | Nechí | 200 |
| 2624016 | PM | La Coquera | Caucasia | Cauca | 500 |
| 2625504 | CP | Cacaoteras del Dique | Caucasia | Cauca | 55 |
| 2703004 | PM | El Guamo | Caucasia | Nechí | 40 |
| 2704003 | PM | La Esmeralda | Caucasia | Q Cuturú | 100 |
| 1201002 | PM | La Palmera | Chigorodó | León | 58 |
| 1201003 | PM | Barranquillita | Chigorodó | León | 20 |
| 1201004 | PM | Tulenapa | Chigorodó | Chigorodó | 30 |
| 1201008 | PM | Santa Isabel | Chigorodó | Q Pechinde | 30 |
| 1201009 | PM | Triganá | Chigorodó | Chirido | 18 |
| 1201013 | PM | Chigorodó | Chigorodó | Chigorodó | 30 |
| 1201503 | CO | Idema-Montecristo | Chigorodó | Chigorodó | 40 |
| 1201506 | CO | Tulenapa | Chigorodó | Chigorodó | 30 |
| 1201508 | AM | La Cerrazón | Chigorodó | Ghigorodó | 70 |
| 2308051 | PG | Cisneros | Cisneros | Nus | 1080 |
| 2308071 | PG | Bellalina | Cisneros | Nus | 1460 |
| 2308004 | PM | Cocomá | Cocomá | Cocomá | 1350 |
| 2308052 | PM | Cocomá | Cocomá | Samaná Norte | 1210 |
| 2308075 | PM | Cocomá | Cocomá | Cocomá | 1280 |
| 2308514 | CO | San Francisco | Cocomá | Calderas | 1300 |
| 2308036 | PM | Concepción | Concepción | Nare | 1880 |
| 2308045 | PG | Remango | Concepción | Nare | 1730 |
| 2308074 | PM | Concepción | Concepción | Q San Pedro | 1850 |

Tabla A8. Continuación

| Código | Tipo | Nombre estación | Municipio | Corriente (Río, Quebrada) | Elevación |
|---------|------|---------------------|-------------|---------------------------|-----------|
| 2621008 | PM | La Herradura | Concordia | Cauca | 550 |
| 2621501 | CO | Concordia | Concordia | Q. Magallo | 2032 |
| 2701017 | PM | Don Matías | Donmatías | Grande | 2200 |
| 2701040 | PM | Riogrande Almacén | Donmatías | Grande | 2070 |
| 2701044 | PM | Riogrande Mocorongo | Donmatías | Grande | 1784 |
| 2701065 | PM | Don Matías | Donmatías | Grande | 2200 |
| 2701095 | PG | Presa Riogrande 2 | Donmatías | Grande | 2220 |
| 2701524 | CP | Riogrande | Donmatías | Grande | 2210 |
| 2308016 | PM | San Luis | Dormilón | San Luis | 1619 |
| 2502148 | PM | Esperanza La Radio | El Bagre | Nechí | 45 |
| 2703005 | PM | El Bagre | El Bagre | Nechí | 160 |
| 2703006 | PM | Amacerí | El Bagre | Amacerí | 250 |
| 2703013 | PM | El Londres | El Bagre | Tigüi | 1000 |
| 2703016 | PM | Buenavista | El Bagre | Tigüi | 375 |
| 2703022 | PM | El Oriente | El Bagre | Tigüi | 400 |
| 2703503 | CO | Santa Margarita | El Bagre | Nechí | 179 |
| 2701075 | PM | Enterríos | Enterríos | Grande | 2285 |
| 2701083 | PM | San Isidro | Enterríos | Grande | 2320 |
| 2701093 | PG | Ayurá | Envigado | Medellín | 1770 |
| 2620005 | PM | Fredonia | Fredonia | Q El Laurel | 1700 |
| 2620009 | PM | Hacienda Jonás | Fredonia | Cauca | 1300 |
| 2620010 | PM | Hacienda Gualanday | Fredonia | Cauca | 1420 |
| 2620015 | PM | Fredonia | Fredonia | Poblanco | 1800 |
| 2620019 | PM | Bariloche | Fredonia | Cauca | 1700 |
| 2620505 | CO | Piamonte | Fredonia | Poblanco | 1330 |
| 1107014 | PG | Chaquenoda | Frontino | Penderisco | 460 |
| 1107016 | PG | Pantanogrande | Frontino | Penderisco | 820 |
| 1107018 | PG | Murri | Frontino | Murri | 810 |
| 1111001 | PM | Normal Santa Teresa | Frontino | Q de Cruces | 1370 |
| 1111005 | PG | Musinga Grande | Frontino | Musinga | 1930 |
| 1111503 | CO | Nutibara | Frontino | Verde | 1400 |
| 1111504 | CO | Musinga | Frontino | Musinga | 1330 |
| 1111011 | PG | Boquerón de Toyo | Giraldo | Sucio | 2000 |
| 2622009 | PM | Giraldo | Giraldo | Tonusco | 2100 |
| 2701053 | PG | Aito San Andrés | Girardota | Medellín | 2240 |
| 2701056 | PM | Girardota | Girardota | Medellín | 1350 |
| 2701082 | PM | La Cuchilla | Girardota | Medellín | 1600 |
| 2701016 | PM | Gómez Plata | Gómez Plata | San Fernando | 1865 |
| 2701032 | PM | Guadalupe Bocatoma | Gómez Plata | Guadalupe | 1650 |
| 2701060 | PM | Gómez Plata | Gómez Plata | Guadalupe | 1800 |
| 2701090 | PM | Gómez Plata | Gómez Plata | Q San Fernando | 1850 |
| 2308054 | PM | Granada | Granada | Samaná Norte | 2050 |
| 2308070 | PG | Calderas | Granada | Calderas | 2070 |
| 2308082 | PG | Tafetanes | Granada | Samaná Norte | 1950 |
| 2701098 | PG | El Plan | Guadalupe | Guadalupe | 722 |
| 2308022 | PG | La Severa | Guame | Negro | 2170 |
| 2308026 | PG | La Mosca | Guame | Negro | 2250 |
| 2701521 | CP | El Vivero | Guame | Medellín | 2400 |
| 2308037 | PM | Guatapé | Guatapé | Nare | 1900 |
| 2622010 | PM | La Granja | Ituango | Q San Isidro | 1000 |
| 2622011 | PG | Santa Rita | Ituango | Sinitave | 1950 |
| 2622501 | CO | Ituango | Ituango | Ituango | 1575 |
| 2622505 | CP | El Palmar | Ituango | Cauca | 580 |
| 2619004 | PM | Jardín | Jardín | San Juan | 1630 |
| 2619017 | PG | Ventanas | Jardín | San Juan | 2850 |
| 2619501 | CO | Miguel Valencia | Jardín | San Juan | 1570 |
| 2617019 | PM | El Dique | Jericó | Q La Leona | 850 |
| 2308015 | PM | La Ceja | La Ceja | Pereira | 2300 |
| 2618008 | PG | Mesopotamia | La Unión | Buey | 2415 |

Tabla A8. Continuación

| Código | Tipo | Nombre estación | Municipio | Corriente (Río, Quebrada) | Elevación |
|---------|------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------|
| 2618010 | PM | La Unión | La Unión | Piedras | 2500 |
| 2618017 | PM | La Unión | La Unión | Piedras | 2450 |
| 2618502 | CO | Mesopotamia | La Unión | Buey | 2370 |
| 2623014 | PM | La Placita | Liborina | Q. Juan García | 1250 |
| 2308017 | PM | Marinilla | Marinilla | Negro | 2100 |
| 2308064 | PM | Marinilla | Marinilla | Negro | 2100 |
| 2701022 | PM | Hotel | Medellín | Q Piedras Blanca | 2450 |
| 2701034 | PG | Mazo | Medellín | Q Piedras Blanca | 2455 |
| 2701035 | PG | Chorrillos | Medellín | Q Piedras Blanca | 2353 |
| 2701038 | PG | San Antonio de Prado | Medellín | Medellín | 2000 |
| 2701045 | PG | Planta Villahermosa | Medellín | Medellín | 1690 |
| 2701046 | PG | San Cristóbal | Medellín | Medellín | 1890 |
| 2701062 | PM | Boquerón | Medellín | Medellín | 3150 |
| 2701063 | PM | Boquerón Televisión Nacional | Medellín | Medellín | 3149 |
| 2701078 | PM | Boquerón | Medellín | Medellín | 2510 |
| 2701081 | PM | Santa Helena | Medellín | Medellín | 2550 |
| 2701507 | SP | Aeropuerto Olaya Herrera | Medellín | Medellín | 1490 |
| 2701512 | CO | Piedras Blancas | Medellín | Medellín | 1450 |
| 2618020 | PM | Montebello | Montebello | Buey | 2400 |
| 1110003 | PM | Murindó | Murindó | Murindó | 23 |
| 1201015 | PM | Villa Arteaga | Mutatá | Tigüi | 150 |
| 1201501 | CO | Villarteaga | Mutatá | Villarteaga | 132 |
| 2305509 | ME | Puente Linda | Nariño | Samaná Sur | 650 |
| 2502054 | PM | Patio Bonito | Nechí | Q San Pablo | 500 |
| 1202503 | CO | El Mellito | Necoclí | Mulatos | 10 |
| 2623001 | PM | Olaya | Olaya | Cauca | 575 |
| 2308007 | PM | Peñol | Peñol | Nare | 1100 |
| 2308511 | CO | El Peñol | Peñol | Rionegro | 2075 |
| 2308517 | CP | El Peñol | Peñol | Nare | 1880 |
| 2308062 | PG | La Arabia | Puerto Nare (La magdalena) | Samaná | 600 |
| 2308072 | PM | Canteras | Puerto Nare (La magdalena) | Nare | 125 |
| 2617015 | PM | Pueblorrico | Pueblorrico | Mulato | 1800 |
| 2309002 | PM | Virginias | Puerto Berrío | Q Humareda | 650 |
| 2309004 | PM | Puerto Berrío | Puerto Berrío | Magdalena | 125 |
| 2309005 | PM | Nare La Sierra | Puerto Berrío | Magdalena | 125 |
| 2309009 | PM | Los Pozos | Puerto Berrío | Magdalena | 108 |
| 2309010 | PG | San Juan Beduth | Puerto Berrío | Pescado | 150 |
| 2309011 | PG | Murillo | Puerto Berrío | Magdalena | 130 |
| 2309501 | CO | Aeropuerto Puerto Berrío | Puerto Berrío | Magdalena | 150 |
| 2317501 | CO | Cabuyal | Remedios | Ite | 540 |
| 2317502 | SS | Aeropuerto Otú | Remedios | Otú | 630 |
| 2701031 | PG | Santa María | Remedios | Mata | 390 |
| 2703008 | PM | La Cruzada | Remedios | Pocuné | 650 |
| 2308021 | PG | La Fe | Retiro | Nare | 2150 |
| 2308023 | PG | Las Palmas | Retiro | Negro | 2495 |
| 2308025 | PG | El Retiro | Retiro | Negro | 2190 |
| 2308028 | PG | Chuscal | Retiro | Negro | 2290 |
| 2308024 | PG | Vasconia | Rionegro | Negro | 2510 |
| 2308027 | PG | Rionegro La Macare | Rionegro | Negro | 2070 |
| 2308029 | PM | Montijo | Rionegro | Negro | 2098 |
| 2308504 | AM | La Selva | Rionegro | Negro | 2090 |
| 2308520 | SP | Aeropuerto José María Córdova | Rionegro | Rionegro | 2140 |
| 2623019 | PM | El Oro | Sabanalarga | Cauca | 2100 |
| 2619016 | PG | La Regada | Salgar | Barroso | 1790 |
| 2619018 | PG | Salento | Salgar | Barroso | 1225 |
| 2621011 | PM | Peñalisa | Salgar | San Juan | 550 |
| 2623011 | PM | San Andrés | San Andrés | San Andrés | 1600 |
| 2623013 | PM | Cruces Arriba | San Andrés | San Andrés | 2830 |
| 2308049 | PG | San Carlos | San Carlos | Guatapé | 1000 |

Tabla A8. Continuación

| Código | Tipo | Nombre estación | Municipio | Corriente (Río, Quebrada) | Elevación |
|---------|------|----------------------------|----------------------|---------------------------|-----------|
| 2308058 | PG | Linderos | San Carlos | Nare | 710 |
| 2308063 | PG | El Topacio | San Carlos | San Lorenzo | 1340 |
| 2308080 | PG | Patio Bonito | San Carlos | San Carlos | 975 |
| 2308081 | PG | El Jordán | San Carlos | San Carlos | 820 |
| 2308513 | CO | San Carlos | San Carlos | San Carlos | 1060 |
| 2308522 | CP | San Carlos | San Carlos | Samaná Norte | 1132 |
| 2308524 | CP | Samaná | San Carlos | Samaná Norte | 800 |
| 2623501 | CO | San Jerónimo | San Jerónimo | Aurra | 764 |
| 2623022 | PM | La Oculta | San José de La Mont. | San Andrés | 2300 |
| 2701094 | PG | San Bernardo | San José de La Mont. | Grande | 1740 |
| 2308055 | PM | San Luis | San Luis | Samaná Norte | 1080 |
| 2623009 | PG | Aurra | San Pedro | Aurra | 2525 |
| 2701052 | PG | Riochico | San Pedro | Grande | 2280 |
| 2701073 | PG | Medina | San Pedro | Grande | 2620 |
| 2701104 | PG | Captación Riogrande 2 | San Pedro | Grande | 2325 |
| 2701522 | CP | San Pedro | San Pedro | Chico | 2392 |
| 2308042 | PG | San Lorenzo | San Rafael | Nare | 1320 |
| 2308046 | PG | La Pradera | San Rafael | Guatapé | 1100 |
| 2308057 | PG | El Pital | San Rafael | Guatapé | 1110 |
| 2308061 | PG | El Bizcocho | San Rafael | Guatapé | 1040 |
| 2308067 | PM | La Arana | San Rafael | Guatapé | 1260 |
| 2308069 | PG | Playas | San Rafael | Guatapé | 1050 |
| 2308073 | PG | El Tejar | San Rafael | Guatapé | 1020 |
| 2308521 | CP | Las Violetas | San Rafael | San Lorenzo | 1100 |
| 2308523 | CP | Playas | San Rafael | Guatapé | 1210 |
| 2308048 | PM | Colegio La Presentación | San Roque | Nus | 1450 |
| 2308050 | PM | San Roque | San Roque | Nus | 1450 |
| 2308056 | PM | San José del Nus | San Roque | Nus | 835 |
| 2308076 | PM | San Roque | San Roque | Q San Roque | 1455 |
| 2308508 | CP | Granja experimental El Nus | San Roque | Nus | 835 |
| 2308034 | PG | Rioabajo | San Vicente | Nare | 2070 |
| 2308038 | PM | San Vicente | San Vicente | Negro | 2155 |
| 2308044 | PG | Corrientes | San Vicente | Nare | 1980 |
| 2308516 | CO | Corrientes | San Vicente | Rionegro | 1950 |
| 2618012 | PM | Santa Bárbara | Santa Bárbara | Arma | 1780 |
| 2701042 | PG | Riogrande Bocacero | Santa Rosa de Osos | Grande | 2120 |
| 2701043 | PM | Riogrande Bocatoma | Santa Rosa de Osos | Grande | 2150 |
| 2701051 | PG | El Botón | Santa Rosa de Osos | Grande | 2500 |
| 2701054 | PM | Santa Rosa | Santa Rosa de Osos | Grande | 2550 |
| 2701055 | PG | Aragón | Santa Rosa de Osos | Grande | 2630 |
| 2701058 | PG | Rionegrillo | Santa Rosa de Osos | Guadalupe | 2435 |
| 2701059 | PG | El Chaquiro | Santa Rosa de Osos | Grande | 2750 |
| 2701070 | PG | Haiton | Santa Rosa de Osos | Grande | 2120 |
| 2701084 | PM | San Pablo | Santa Rosa de Osos | Grande | 1900 |
| 2701088 | PM | Montanitas | Santa Rosa de Osos | Guadalupe | 2630 |
| 2701511 | CO | Aragón | Santa Rosa de Osos | Grande | 2600 |
| 2701523 | CP | Cucurucho | Santa Rosa de Osos | Grande | 2580 |
| 2702029 | PG | Montanitas | Santa Rosa de Osos | Tenche | 2630 |
| 2308033 | PM | Santo Domingo | Santo Domingo | Nare | 1940 |
| 2308039 | PG | Santo Domingo | Santo Domingo | Q San Pedro | 1950 |
| 2308066 | PG | El Morro | Santo Domingo | Q San Pedro | 2210 |
| 2701066 | PG | Gabino | Santo Domingo | Porce | 1080 |
| 2701519 | CO | Guayabito | Santo Domingo | Rosario | 1700 |
| 2308035 | PM | Santuario | Santuario | Negro | 2150 |
| 2701110 | PM | Las Brisas | Segovia | Mata | 600 |
| 2703002 | PM | Segovia | Segovia | Q Doña Teresa | 601 |
| 2703014 | PM | La Palma de Coko | Segovia | Pocuné | 100 |
| 2703019 | PM | Patio Bonito 2 | Segovia | Porce | 363 |
| 2703024 | PG | Puente Bagre | Segovia | Bagre | 240 |

Tabla A8. Continuación

| Código | Tipo | Nombre estación | Municipio | Corriente (Río, Quebrada) | Elevación |
|---------|------|---------------------------------|------------|---------------------------|-----------|
| 2305010 | PM | San Miguel | Sonsón | La Miel | 160 |
| 2307501 | CP | Río Claro | Sonsón | Claro | 423 |
| 2618007 | PM | Carmen El Convento | Sonsón | Arma | 1680 |
| 2618015 | PM | Sonsón | Sonsón | Arma | 2500 |
| 2618018 | PG | Sonsón | Sonsón | Sonsón | 2530 |
| 2623502 | CO | Vega La-Tab Rubios | Sopetrán | Aurra | 450 |
| 2617003 | PM | Támesis | Támesis | Cartama | 1500 |
| 2617010 | PM | El Cacique | Támesis | Cartama | 1520 |
| 2617021 | PM | La Nacional | Támesis | Cauca | 1190 |
| 2617023 | PM | Compañía Nacional de Chocolates | Támesis | Cauca | 1490 |
| 2617503 | CP | Granja La Nacional | Támesis | Cartama | 1140 |
| 2624005 | PM | Hacienda La Unión | Taraza | Cauca | 230 |
| 2624007 | PM | Alto El Muñeco | Taraza | Taraza | 125 |
| 2624008 | PM | Hoyo Rico | Taraza | Rayo | 1038 |
| 2624017 | PG | Playalta | Taraza | Taraza | 175 |
| 2624503 | CO | Taraza | Taraza | Cauca | 120 |
| 2620001 | PM | Mina El Zancudo | Titiribí | Amaga | 1300 |
| 2620012 | PM | Otramina | Titiribí | Amaga | 1600 |
| 2623015 | PM | Matanzas | Toledo | San Andrés | 500 |
| 1114001 | PM | Marirío | Turbo | Caribe | 1 |
| 1201001 | PM | El Tormento | Turbo | León | 20 |
| 1201011 | PM | Prado Mar | Turbo | Caño Viejo | 10 |
| 1201014 | PM | Riogrande | Turbo | Zungo | 5 |
| 1201504 | ME | Negra La N° 1 | Turbo | Q Zumbadora | 2 |
| 1202501 | CO | Aeropuerto Gonzalo Mejía | Turbo | Caribe | 1 |
| 1202504 | CO | Turbo | Turbo | Turbo | 2 |
| 1106001 | PM | Buchado | Urrao | Atrato | 18 |
| 1107001 | PM | Playa La-Murry | Urrao | Murry | 22 |
| 1107003 | PG | La Clarita | Urrao | Q La Clarita | 2150 |
| 1107007 | PG | Cruces | Urrao | Penderisco | 950 |
| 1107008 | PG | Mande | Urrao | Penderisco | 495 |
| 1107009 | PG | Santa Bárbara | Urrao | Penderisco | 2595 |
| 1107011 | PG | Nendo | Urrao | Penderisco | 960 |
| 1107012 | PG | Pabon | Urrao | Penderisco | 1920 |
| 1107017 | PG | San José | Urrao | Penderisco | 1870 |
| 1107502 | CO | Urrao | Urrao | Penderisco | 1850 |
| 2624012 | PG | Puerto Valdivia | Valdivia | Cauca | 125 |
| 2624015 | PG | Alerta Puerto Valdivia | Valdivia | Cauca | 150 |
| 2625005 | PM | Valdivia | Valdivia | Valdivia | 1100 |
| 2625006 | PM | Puerto Raudal | Valdivia | Cauca | 125 |
| 2702026 | PM | El Tesoro | Valdivia | Nechí | 1000 |
| 2617504 | CO | Hacienda Montenegro | Valparaiso | Cauca | 550 |
| 2310010 | PG | La Teresa | Vegachí | Volcán | 730 |
| 2310503 | CO | Vegachí | Vegachí | Volcán | 965 |
| 2620013 | PM | Alertas Bolómbolo | Venecia | Cauca | 515 |
| 2620501 | CO | Esteban Jaramillo | Venecia | Cauca | 1450 |
| 2620502 | CP | El Rosario | Venecia | Q Mina | 1600 |
| 2620507 | CP | La Plata | Venecia | Sinifaná | 750 |
| 2310504 | CP | La Guaira | Yalí | San Bartolomé | 927 |
| 2623023 | PM | Espíritu Santo | Yarumal | Espíritu Santo | 2240 |
| 2625007 | PM | Villanueva | Yarumal | Nechí | 1950 |
| 2702008 | PG | El Cedro | Yarumal | Nechí | 900 |
| 2702010 | PM | Yarumal | Yarumal | Nechí | 2350 |
| 2702013 | PG | La Teresita | Yarumal | Nechí | 2560 |
| 2702019 | PM | Yarumal | Yarumal | Nechí | 2400 |
| 2702020 | PG | Cedeño | Yarumal | San Julián | 2400 |
| 2702022 | PM | Los Llanos de Cuivá | Yarumal | Dolores | 2750 |
| 2702030 | PM | Yarumal Semisiones | Yarumal | Nechí | 2250 |
| 2702504 | CO | Media Luna | Yarumal | Nechí | 765 |

Tabla A8. Continuación

| Código | Tipo | Nombre estación | Municipio | Corriente (Río, Quebrada) | Elevación |
|---------|------|---------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| 2308077 | PM | Guacharacas | Yolombó | Nus | 830 |
| 2308507 | ME | Hacienda El Delirio | Yolombó | Nus | 1680 |
| 2310001 | PM | Yolombó | Yolombó | San Lorenzo | 1540 |
| 2310004 | PM | Yolombó | Yolombó | San Lorenzo | 1450 |
| 2310009 | PG | Ceiba La Floresta | Yolombó | San Bartolomé | 1260 |
| 2310011 | PG | Versalles | Yolombó | San Bartolomé | 1220 |
| 2310505 | CP | La Honda | Yolombó | San Bartolomé | 540 |
| 2701086 | PM | Hacienda Normandia | Yolombó | Q Guaduas | 980 |
| 2701520 | CO | Hacienda Normandia | Yolombó | Q Guaduas | 900 |
| 2310007 | PG | Ramblas | Yondó | San Bartolomé | 120 |
| 2316001 | PM | Yondó | Yondó | Magdalena | 140 |
| 2701010 | PG | El Ermitaño | Zaragoza | Porce | 130 |
| 2703009 | PM | El Bosque | Zaragoza | Q Doña Teresa | 220 |
| 2704002 | PM | Alto del Indio | Zaragoza | Q Pato | 125 |

Tabla A8. Continuación



Como una simple muestra de la complejidad en una de las variables climáticas que registra el IDEAM en la jurisdicción de Corantioquia, se presenta en la Figura A6 una muestra del comportamiento mensual multianual de la precipitación en el territorio de la corporación. La precipitación corresponde a la oferta hídrica atmosférica y representa en muchos casos y en diversas regiones, una alternativa importante de abastecimiento. El conocimiento de los comportamientos y patrones de la lluvia y sus variaciones espacio-temporales, son fundamentales en el proceso de gestión y administración de los recursos hídricos, puesto que permiten obtener estimaciones del balance hídrico, caracterizar las cuencas, conocer su importancia estratégica y la disponibilidad real del recurso agua. También es un insumo básico para los procesos de concesión de agua, el diseño de sistemas de tratamiento, la adecuada formulación de planes de saneamiento y manejo de vertimientos, el ordenamiento y manejo de cuencas y la aplicación de los instrumentos económicos.

Si se observan las variaciones intermensuales de la precipitación (Figura A6), se logra evidenciar un cambio espacial en el régimen de las lluvias que caen sobre los municipios de la jurisdicción de Corantioquia: mientras que para la zona andina se aprecia claramente el comportamiento bimodal de la precipitación, con valores máximos en los meses de abril y octubre y épocas secas en enero y julio, al norte del departamento en el Bajo Cauca y Urabá, la dinámica se vuelve monomodal con una época seca entre diciembre y marzo y lluvias distribuidas entre abril y noviembre.

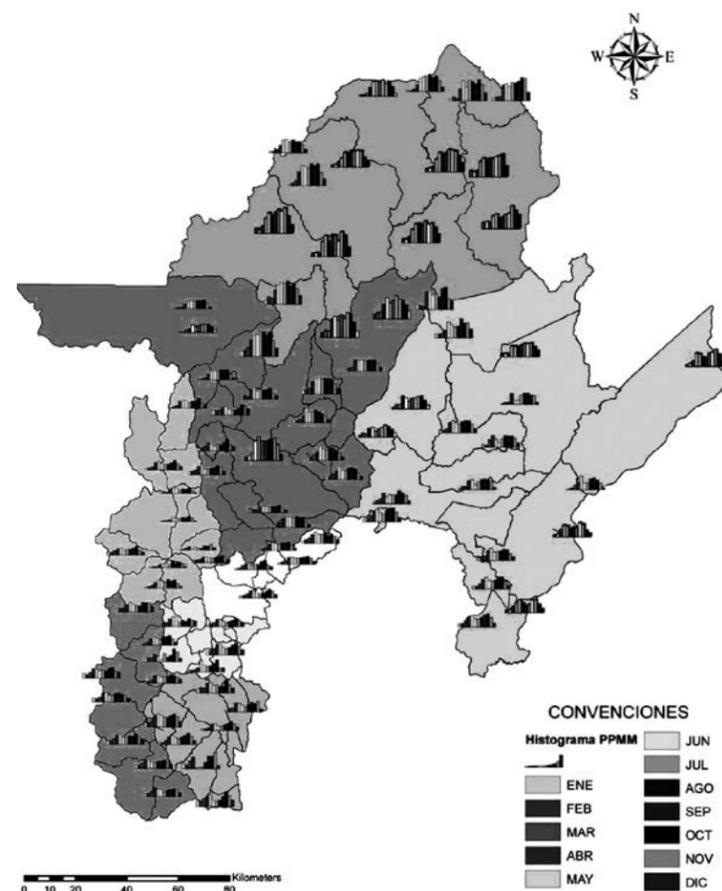


Figura A6. Comportamiento de la precipitación promedio mensual multianual en algunas zonas de la jurisdicción de Corantioquia.

Anexo 5. Las aguas mineralizadas: Los Salados

Juan Camilo Restrepo. Zootecnista.

Es un hecho bien conocido que tanto los seres humanos como los animales requieren sales de sodio y potasio para satisfacer sus necesidades fisiológicas y que los alimentos consumidos por los seres vivos no alcanzan a suministrar las cantidades suficientes de éstos solutos, razón por la cual se ven exigidos a consumir estos elementos como suplemento a sus dietas.

En varias zonas de nuestro departamento existen afloramientos de aguas ricas en sales que reciben los nombres de “salados, chupaderos, saladeros u ojos de agua sal”, se les reconoce fácilmente por el sabor de sus aguas y en algunas ocasiones por su olor azufrado.

Es posible que los animales silvestres fueran los primeros en descubrir y utilizar estas fuentes; el hombre ha explotado estos salados desde períodos pre-cerámicos, los grupos alfareros obtenían sal al hervir estas aguas hasta compactar la masa salina; en la época de la Colonia se intensificó la explotación con el uso de la mano de obra esclava y en tiempos más recientes fueron fuentes de gran industria, pero en la actualidad no se conoce en el Departamento de Antioquia que se estén explotando comercialmente.

Los salados fueron en ese entonces elementos centralizados de población y debido a su abundancia y a lo aislado geográficamente de la región, se convirtieron en generadores de comercio entre pueblos indígenas y luego elementos de poder entre culturas más recientes.

La fauna silvestre con frecuencia se congrega alrededor de los ojos de agua sal y es en estos lugares donde los cazadores hacen su bonanza, son lugares que se podrían considerar de acuerdo a su localización y estado actual como ecosistemas estratégicos.

Se presenta en la Tabla A.9 y en la Figura A.5, una síntesis del inventario, estado, distribución y ocurrencia de las fuentes de agua salada identificadas en la jurisdicción de Corantioquia.

| Municipio | Vereda o Corregimiento | Nombre del Salado | Estadio Sucesional Vegetación Circundante | Estado actual de conservación | Importancia |
|----------------------|------------------------|-------------------|---|-------------------------------|-------------|
| Amagá | La Clara | El Salado | Rb | E, H | 2 |
| Andes | Santa Rita | El Salado | C | E, H | 1 |
| Angelópolis | Promisión, La Horcona | El Salado | Ra | E, H | 3 |
| Santafé de Antioquia | Quinta La Pena | El Salado | B | E, H | 3 |
| Santafé de Antioquia | La Seca, La Selva | EL salado | Rb | E | 2 |
| Santafé de Antioquia | El Salado | El Salado | C | E, H | 2 |
| Anzá | La Secreta | La Secreta | Ra | E | 1 |
| Anzá | Guintar | Guintar | | E, H | 0 |
| Barbosa | El Hatillo | Hatillo | P | E, H | 1 |
| Barbosa | Las Lajas | Lajas | P | E | 1 |

Convenciones:

- Estadio sucesional de la vegetación circundante: P: Potrero, Rb: rastrojo bajo, Ra: rastrojo alto, B: bosque natural, Bp: bosque plantado, C: cultivos.
- Importancia: E: ecológica, H: histórica.
- Estado actual de conservación: 0: Desaparecido, 1: Deteriorado, 5: Conservado, P.c: Por caracterizar.

Tabla A9. Síntesis del inventario y estado de las fuentes de agua salada identificadas en la jurisdicción de Corantioquia

| Municipio | Vereda o Corregimiento | Nombre del Salado | Estadio Sucesional Vegetación Circundante | Estado actual de conservación | Importancia |
|---------------------------|------------------------|-------------------|---|-------------------------------|-------------|
| Buriticá | Unti, Q. La Clara | El Salado | Rb | E, H | 2 |
| Belmira | Zafra | El Salado | Rb, C | E, H | 2 |
| Betulia | San Mateo | San Mateo | | | p.c |
| Copacabana | El Salado | El Salado | C | E | 2 |
| Buriticá | Unti | La Palomera | RB | E | 4 |
| Caicedo | La Noque | Noque | P | H | 3 |
| Caldas | Potreriillo | Potreriillo | | | 0 |
| Caldas | Salinas | El Salado | P | E | 1 |
| Donmatías | El Templete | El Puente | Bp | E | 2 |
| Donmatías | EL Templete | Río Grande | P | E | 1 |
| Donmatías | Colon | El Chupadero | Ra | E | 3 |
| Ebéjico | Guayabal | Guayabal | | | 0 |
| Ebéjico | Quintar | Quintar | | | p.c |
| Envigado | El Salado | El Salado | | | 0 |
| Envigado | El Cebadero | Cebadero | B roble | E | 3 |
| Fredonia | Poblanco | Aguacatal | | | 0 |
| Fredonia | Piedra Verde | Piedra verde | | | 0 |
| Girardota | La Palma | La Marina | C | H | 5 |
| Heliconia | Zona urbana | Murgía, Torres | P | H | 1 |
| Heliconia | Pueblito | Sabaletas | Ra | E, H | 3 |
| Heliconia | Zona urbana, Puente | La Sucia | C | H | 1 |
| Heliconia | Zona semi urbana | La Abuelita | C | E, H | 1 |
| Heliconia | Q. Matasanos | Los Salados | Rb | E, H | 2 |
| Ituango | Paramillo | Paramillo | | | p.c |
| Jardín | La Floresta | El Chupadero | Ra | E | 3 |
| Jardín | La Floresta | El Salado 1 | Rb | E, H | 2 |
| Jardín | La Floresta | El Salado 2 | Ra | E, H | 2 |
| Jericó | El Cairo | El Cairo | | | 0 |
| Jericó | La cascada | La Laguna | P | | 1 |
| Medellín | Mazo | Pozo Real | P | H | 1 |
| Medellín | Mazo | El Barrizal | P | H | 1 |
| Medellín | Mazo | El Chiflón | Bp | E, H | 2 |
| Medellín | El Temprano | El Temprano | Bp | E, H | 1 |
| Medellín | El Tambo | Santa Cruz | Bp | E, H | 2 |
| Medellín | El Temprano | Cuberos | Bp | E, H | 3 |
| Medellín | Hoja de Lata | El Salado | Rb | H | 2 |
| Medellín | Rancho de lata | Rancho de lata | | | p.c |
| Medellín | San Antonio de Prado | El Salado | | | 0 |
| Medellín | San Cristóbal | Travesías | | | 0 |
| Olaya | La Playa | La Playa | | | p.c |
| Puerto Berrío | | El Salado | P | E | 1 |
| San Pedro de Los Milagros | La María | Salado San Juan | P | E, H | 1 |
| Santa Bárbara | El Salado | El Salado | | | p.c |
| Santa Rosa de Osos | El Caney | El Caney | P | E | 1 |
| Santa Rosa de Osos | La Paja , Salados | El Salado | P | E | 1 |
| San Jerónimo | La Saladita | El Salado | Rb | E, H | 2 |
| Sopetrán | Córdoba | Salado Nuevo | P | E, H | 2 |
| Sopetrán | Córdoba | Jorvurá | P | E, H | 3 |
| Sopetrán | Palo Grande | El Salado | Rb | E, H | 3 |
| Valparaiso | La Miranda, El Bosque | El Salado | P | E | 1 |
| Támesis | La Mirla | La Condesa | p | E, H | 1 |

Convenciones:

- Estadio sucesional de la vegetación circundante: P: Potrero, Rb: rastrojo bajo, Ra: rastrojo alto, B: bosque natural, Bp: bosque plantado, C: cultivos.
- Importancia: E: ecológica, H: histórica.
- Estado actual de conservación: 0: Desaparecido, 1: Deteriorado, 5: Conservado, P.c: Por caracterizar.

Tabla A9. Continuación

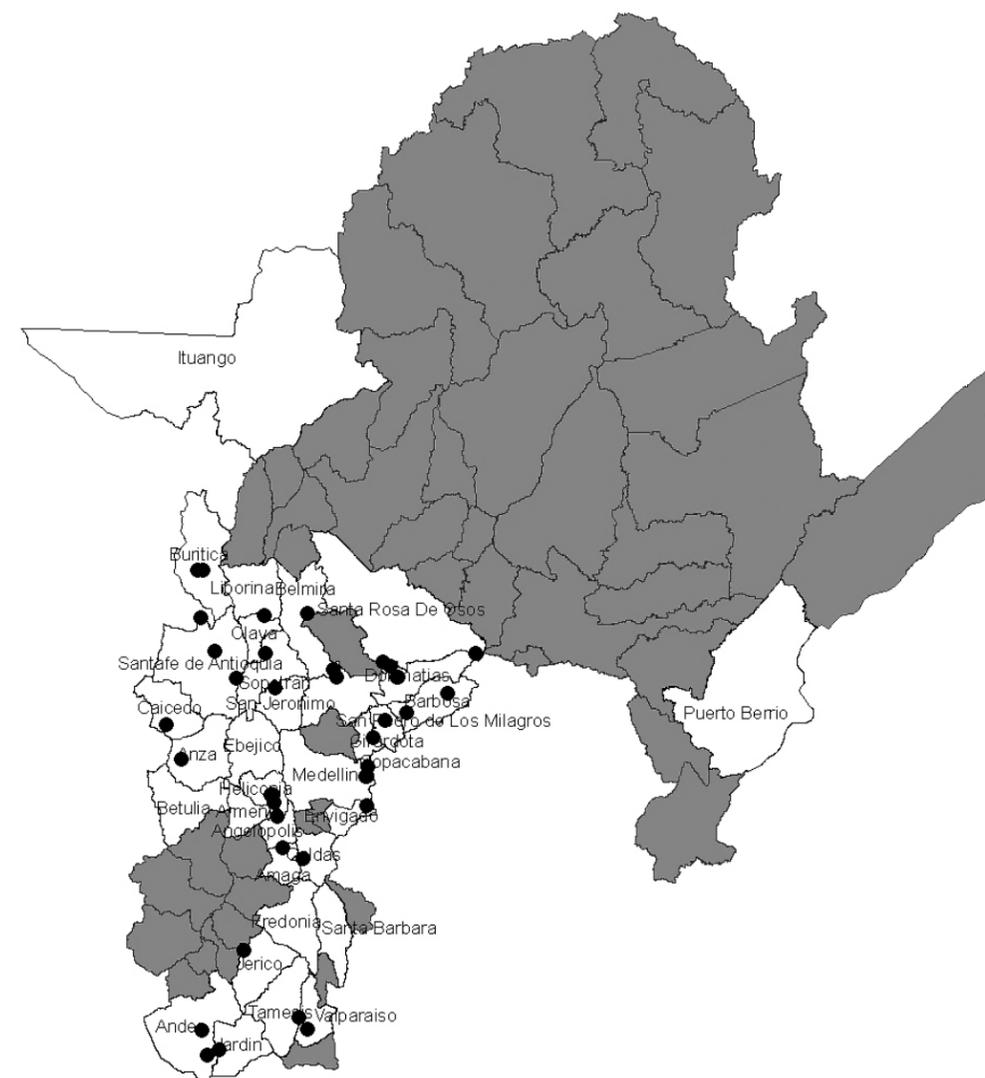


Figura A7. Distribución y ocurrencia de aguas saladas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA.