

REPÚBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL

DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

**ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ- CORNARE- CORANTIOQUIA Y
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN**

PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ

RICARDO SMITH QUINTERO

Director Área Metropolitana del Valle de Aburrá

OSCAR ANTONIO ÁLVAREZ GÓMEZ

Director General de CORNARE

LUIS ALFONSO ESCOBAR TRUJILLO

Director General CORANTIOQUIA

OSCAR ALMARIO GARCÍA

Vicerrector Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

MARÍA DEL PILAR RESTREPO MESA

Subdirectora Ambiental Área Metropolitana del Valle de Aburrá

JAVIER PARRA BEDOYA

Subdirector General de Planeación CORNARE

GLORIA AMPARO ALZATE AGUDELO

Subdirectora de Ecosistemas. CORANTIOQUIA

JUAN MANUEL VÉLEZ RESTREPO

Decano Facultad de Minas



EQUIPO TÉCNICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - SEDE MEDELLÍN

Directora General del Proyecto

Maria Victoria Vélez Otálvaro

Dirección Técnica

Jaime Ignacio Vélez Upegui

José Humberto Caballero Acosta

Luís Fernando Carvajal Serna

Coordinación Técnica

Yuley Cardona Orozco

Laura Inés Agudelo Vélez

Vladimir Toro Valencia

COMPONENTE AGUA

Carolina Ortiz Pimienta

Carlos Alberto Restrepo C.

Lina María Marín Arroyave

Mario Alberto Jiménez J.

Mauricio Andrés Ruiz Ochoa

COMPONENTE AIRE

Claudia Cristina Rave

Julián Andrés Ossa Montes

Juan Rodrigo Vega Henao

COMPONENTE GEOLOGÍA, USOS DEL SUELO Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

Gloria Liliana Betancurth M.

María Isabel Ramírez Rojas

Oscar Alonso Rueda Franco

María Cristina Franco P.

Sandra Liliana Agudelo Duque

Juan Camilo Gómez Rave

COMPONENTE FLORA, FAUNA Y VEGETACIÓN

William Cano Zapata

COMPONENTE SOCIAL

Beatriz Elena Ruiz

Elba Mary Londoño Ciro

COMPONENTE ECONÓMICO

Carlos Andrés Vergara T.

COMPONENTE SIG

Jorge Eduardo Patiño Q.

PROSPECTIVA

Lucio Mauricio Henao Vélez

ASESORÍA JURÍDICA Y ECONÓMICA

Corporación Ecovera

AUXILIARES DE INVESTIGACIÓN

Alba Patricia Rendón Ramírez

Andrea Serna Bernal

Diego Fernando Cadavid Z.

Ernesto Roldán Taborda

Fredy Alejandro Mejía Chica

Germán Adolfo Buitrago F.

Juan Camilo Martínez Gallo

Juan David Franco Velásquez

Juan Sebastián Arenas C.

Julián David Rojo Hernández

EDICIÓN

Aura Milena Arias Anaya

COMPONENTE FÍSICO ESPACIAL

Dínamo Urbano

Julián Fernando Arango A.

COMPONENTE RESIDUOS SÓLIDOS

Marinella Vargas Guerrero

COMPONENTE SISTEMAS

Olver Hernández Navarro

Oscar Alberto Correa M.

Juan David Giraldo Gómez

Juan Camilo Castro Gallego

Diego Alberto Patiño Cortés

María Isabel Marín Morales

Laura Eugenia Posada Mira

Liseth Galeano Ruiz

Luz Marina Henao Mejía

Mary Luz Montoya López

Miriam Janeth Marín Franco

Nora Cadavid Giraldo

Oscar Andrés Estrada R.

Ricardo Román Botero

Santiago Ortega Arango

INTERVENTORIA

ANA CECILIA ARBELÁEZ ARBOLEDA
Profesional Universitaria. Área Metropolitana del Valle de Aburrá

CONSUELO PARRA ARCILA
Coordinadora de la unidad de investigaciones y proyectos. CORNARE

OSCAR IVÁN GIRALDO DUQUE
Profesional Especializado. CORANTIOQUIA

Con el apoyo de funcionarios de:

Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Héctor Jaime Cárdenas M.	Natalia Cadavid Uribe
Jorge Alberto Pérez Jaramillo	Mario Gil Montoya
Hernán Elejalde López	Margarita Cardona Gallo
Juan Manuel Patiño Marín	Olga Amparo Velásquez L.
Ángela Osorio Giraldo	Marcela Jaramillo Uribe
Gregorio Gutiérrez Moreno	Alejandra Ortega Segura
Jorge Luis Vásquez Muñoz	Diana Fernanda Castro Henao
Adriana Cano Patiño	Claudia Patricia Martínez G.
Diana Catalina Alvarez Muñoz	Edier Aristizábal Giraldo
Darney Echeverri Mora	Andrea Viviana Marín Calderón
Reinaldo Barco López	Aura Ruiz Arango
Liliana Ríos Rojas	Angélica Serna
Claudia Liliana Mendoza Salas	Javier Eduardo Posada
Jorge Alberto Gil Agudelo	Sergio Iván Carmona M.
Eugenio Gaviria Cardona	Hector Jairo Vélez Jiménez

CORNARE

Diana María Henao García	Aura Elena Gómez Gutiérrez
Juan David Jaramillo Gómez	Luz Marina Naranjo Duque
Jorge Gómez Vanegas	Sandra Lujana Giraldo J.
María Altagracia Berrio Ruiz	Magda Patricia Valencia O.
Luz Stella Vélez Mesa	Gloria Ofir Iral Zapata

CORANTIOQUIA

Luís Fernando Gutiérrez

Jorge Emilio Ángel

Lila Genes

Carlos Nicolás Zuluaga

Clara Elena Higueta

Luís Alfonso Escobar Trujillo

Gloria Amparo Alzate

Oscar Iván Giraldo Duque

Gloria Patricia Restrepo C.

Gloria Amelia Navarro

María Teresa Martínez M.



TOMO I

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

- 1.1 Objetivo
- 1.2 Alcance
- 1.3 Premisas jurídicas
- 1.4 Ubicación y descripción de la zona de estudio
- 1.5 Estructura metodológica

TOMO II DIAGNÓSTICO

1. INTRODUCCIÓN AL DIAGNÓSTICO

VOLUMEN 1. SUBSISTEMA ABIÓTICO

2. RECURSO AGUA

- 2.1 Introducción
- 2.2 Recolección de información
- 2.3 Hidrología
- 2.4 Oferta y demanda hídrica
- 2.5 Hidráulica
- 2.6 Calidad del agua
- 2.7 Conclusiones
- 2.8 Referencias Bibliográficas

A2. ANEXOS RECURSO AGUA

- A2.1 Revisión crítica de modelos hidrológicos urbanos
- A2.2 Análisis de información hidrológica
- A2.3 Análisis del campo de lluvia en la Cuenca del río Aburrá
- A2.4 Métodos matemáticos para la proyección de la población
- A2.5 Acueductos comunitarios en la Cuenca del río Aburrá
- A2.6 Modulo de disponibilidad

3. RECURSO SUELO

- 3.2 Análisis de la información
- 3.3 Alcance
- 3.4 Metodología
- 3.5 Resultados
- 3.6 Geomorfología de la Cuenca del río Aburrá
- 3.7 Minería
- 3.8 Aguas subterráneas
- 3.9 Amenazas y riesgos
- 3.10 Análisis de potencialidades y restricciones
- 3.11 Restricciones
- 3.12 Introducción
- 3.13 Alcances
- 3.14 Metodología
- 3.15 Diagnóstico coberturas vegetales y uso actual del suelo
- 3.16 Conclusiones
- 3.17 Referencias bibliográficas



A3. ANEXOS RECURSO SUELO

- A3.1 Estado legal de las concesiones mineras en el Valle de Aburrá
- A3.2 Leyenda de las asociaciones de los suelos
- A3.3 Leyenda de clases agrológicas
- A3.4 Leyenda de zonas de vida
- A3.5 Leyenda de las coberturas vegetales
- A3.6 Leyenda usos del suelo
- A3.7 Leyenda clasificación del suelo según la Ley 388 de 1997
- A3.8 Conflictos por uso del suelo en la Cuenca del río Aburrá
- A3.9 Abreviaturas de las unidades eco-geomorfológicas

4. RECURSO AIRE

- 4.1 Introducción
- 4.2 Metodología
- 4.3 Resultados
- 4.4 Referencias Bibliográficas

VOLUMEN 2. SUBSISTEMA BIÓTICO

5. VARIABLE FLORA Y FAUNA

- 5.1 Introducción
- 5.2 Antecedentes
- 5.3 Objetivos
- 5.4 Alcances del diagnóstico del subsistema biótico
- 5.5 Metodología
- 5.6 Resultados de la búsqueda de información
- 5.7 Síntesis de la situación biótica actual de la Cuenca del río Aburrá
- 5.8 Referencias bibliográficas

A5. ANEXOS VARIABLE FLORA Y FAUNA

- A5.1 Documentación para evaluación de flora y fauna en la Cuenca del río Aburrá
- A5.2 Ubicación de información florística - Región Metropolitana del Valle de Aburrá
- A5.3 Referentes Flora y Fauna: POT de los municipios de la Cuenca del río Aburrá
- A5.4 Caracterización de elementos naturales básicos para el Parque Central de Antioquia. Ordenados de acuerdo a su preeminencia regional en el contexto de los servicios ambientales de producción hídrica
- A5.5 Áreas protegidas de índole intermunicipal, dentro de la Cuenca del río Aburrá.
- A5.7 Ecosistemas estratégicos asociados al Proyecto Parque Central de Antioquia
- A5.8 Principales ecosistemas estratégicos y zonas de interés ambiental de la Cuenca del río Aburrá
- A5.9 Denominaciones utilizadas para la figura de áreas de protección en los municipios del Valle de Aburrá
- A5.10 Principales áreas de protección de los municipios del Valle de Aburrá
- A5.11 Congruencias de las áreas de protección de interés entre las diferentes instancias territoriales del Valle de Aburrá
- A5.12 Composición florística de coberturas boscosas (Bi, Ra) de la Cuenca del río Aburrá
- A5.13 Listado de los mamíferos terrestres registrados en la Cuenca del río Aburrá

VOLUMEN 3. SUBSISTEMA ANTRÓPICO

6. COMPONENTE SOCIOCULTURAL

- 6.1 Introducción
- 6.2 Objetivo general
- 6.3 Análisis de la información
- 6.4 Alcance
- 6.5 Metodología
- 6.6 Demografía
- 6.7 Educación

- 6.8 Salud
- 6.9 Calidad de vida
- 6.10 Identidad y territorio
- 6.11 Institucional
- 6.12 Referencias bibliográficas

A6. ANEXOS COMPONENTE SOCIOCULTURAL

- A6.1 Distribución de la población en la Cuenca por sexo
- A6.2 Pirámides poblacionales
- A6.3 Causas de mortalidad en la Cuenca del río Aburrá
- A6.4 Datos de educación para los municipios de la Cuenca del río Aburrá

7. COMPONENTE ECONÓMICA

- 7.1 Introducción
- 7.2 Análisis de la información
- 7.3 Alcance
- 7.4 Metodología
- 7.5 Resultados del diagnóstico
- 7.6 Referencias bibliográficas

8. COMPONENTE FÍSICO-ESPACIAL

- 8.1 Introducción
- 8.2 Objetivos
- 8.3 Análisis de la información
- 8.4 Alcance
- 8.5 Metodología
- 8.6 Resultados
- 8.7 El proceso de crecimiento urbano en la Cuenca del río Aburrá

- 8.8 Principales problemas físico espaciales
- 8.9 Conclusiones
- 8.10 Referencias bibliográficas

9. COMPONENTE RESIDUOS SÓLIDOS

- 9.1 Introducción
- 9.2 Objetivos
- 9.3 Metodología
- 9.4 Marco regulatorio
- 9.5 Diagnóstico
- 9.6 Descripción y análisis de áreas potenciales - disposición final de residuos sólidos
- 9.7 Problemas y potencialidades
- 9.8 Recomendaciones
- 9.9 Visión regional para el manejo de los residuos sólidos
- 9.10 Referencias bibliográficas

TOMO III PROSPECTIVA - FORMULACIÓN - EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL

VOLUMEN 1. PROSPECTIVA

- 1.1 Introducción
- 1.2 Metodología
- 1.3 Proceso
- 1.4 Resultados (escenarios)
- 1.5 Información soporte
- 1.6 Referencias bibliográficas

A.1 ANEXOS PROSPECTIVA

- A1.1 Participantes en el proceso de la fase prospectiva
- A1.2 Talleres de participación y concertación
- A1.3 Principales problemas de la Cuenca del río Aburrá
- A1.4 Historia de los escenarios
- A1.5 Cuadros para la concertación entre diferentes estamentos en escenarios de futuro
- A1.6 Lineamientos para construir el 2019
- A1.7 Evolución de las fuerzas de futuro
- A1.8 Descriptor de los factores de cambio (problemáticas)
- A1.9 Respuestas matriciales de las relaciones directas del sistema
- A1.10 Construcción de las frases representativas de cada escenario por medio de la utilización de las palabras claves
- A1.11 Listas de participación en los talleres con la Comunidad, Estado, Gremios y Universidades

VOLUMEN 2. FORMULACIÓN - EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL

2. FORMULACIÓN

- 2.1 Metodología
- 2.2 Escenario apuesta
- 2.3 Lineamientos de política
- 2.4 Líneas estratégicas
- 2.5 Ideas de proyectos
- 2.6 Priorización
- 2.7 Referencias bibliográficas

A2. ANEXOS FORMULACIÓN

- A2.1 Líneas Estratégicas
- A2.2 Ideas de proyectos
- A2.3 Pagos por servicios ambientales en la Cuenca del río Aburrá, una alternativa de gestión para la Cuenca
- A2.4 Alcantarillados no convencionales
- A2.5 Plan maestro de drenajes
- A2.6 Listado de asistentes a las reuniones

3. EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL

- 3.1 Cronograma de ejecución del POMCA
- 3.2 Plan operativo
- 3.3 Recursos de financiación
- 3.4 Cumplimiento del plan operativo
- 3.5 Cumplimiento de cronograma
- 3.6 Indicadores

A3. ANEXO: FICHAS TÉCNICAS DE LOS INDICADORES

- A3.1 Indicadores de gestión
- A3.2 Indicadores de la línea base

TOMO IV ZONIFICACIÓN AMBIENTAL Y METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE ZONAS DE RETIRO A CORRIENTES

- 1.1 Categorías de zonificación
- 1.2 Metodología para la definición de zonas de retiro a ríos y quebradas
- 1.3 Referencias bibliográficas

TOMO V SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SISTEMAS

1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

- 1.1 Plataforma
- 1.2 Sistema de coordenadas
- 1.3 Escala de trabajo y cartografía base
- 1.4 Nomenclatura y organización de la información
- 1.5 Metadatos
- 1.6 Diccionario de datos

2. SISTEMAS

- 2.1 Análisis de requisitos y análisis
- 2.2 Entregable fase de diseño y construcción
- 2.3 Manuales de usuario



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1-1
1.1 OBJETIVO	1-3
1.2 ALCANCE	1-3
1.3 PREMISAS JURÍDICAS	1-4
1.3.1 Alcance de la declaratoria en ordenación de una cuenca hidrográfica	1-6
1.3.2 Alcance del POMCA en el ordenamiento territorial	1-6
1.3.3 Adopción del POMCA del río Aburrá	1-8
1.4 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	1-9
1.5 ESTRUCTURA METODOLÓGICA	1-11
1.5.1 Aprestamiento	1-13
1.5.2 Diagnóstico	1-13
1.5.3 Prospectiva	1-14
1.5.4 Formulación	1-14
1.5.5 Ejecución, Seguimiento y Evaluación	1-15
1.5.6 Zonificación ambiental y propuesta metodológica para la definición de zonas de retiro	1-15
1.5.7 Geodatabase Espacial, Atlas digital y Módulos de consulta	1-16

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1.** Jurisdicción de las Autoridades Ambientales en la Cuenca del río Aburrá. 1-2
- Figura 1.2.** Localización de la región de estudio..... 1-10
- Figura 1.3.** Municipios con presencia en la Cuenca del río Aburrá 1-11
- Figura 1.4.** Esquema metodológico seguido para la formulación del POMCA 1-13

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El ordenamiento ambiental del territorio se define, según la Ley 99 de 1993, como “la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación del uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación a fin de garantizar su adecuada explotación y desarrollo sostenible”. El ordenamiento ambiental del territorio comprende no sólo acciones concretas en la identificación de problemáticas e intervenciones físicas, bióticas, económicas y sociales sobre él, sino también la organización de los grupos sociales e instituciones que tienen ingerencia en las decisiones que lo afectan.

El ordenamiento de cuencas se concibe actualmente como un “proceso de planificación sistemático, previsorio, continuo e integral” que busca establecer y mantener un equilibrio adecuado entre el aprovechamiento económico de los recursos naturales y su conservación, para mejorar las condiciones de vida de la población. Según los principios orientadores, se trata de un proceso permanente de participación, concertación, planeación, ejecución, seguimiento y ajuste con todos los actores que componen la cuenca.

El ordenamiento de las componentes físicas, bióticas, económicas y sociales que forman la cuenca será siempre un problema muy complejo y costoso, debido a la cantidad de parámetros que las afectan y a las múltiples interrelaciones que interactúan entre una y otra, en especial cuando los territorios son amplios y diversos (grandes extensiones, componentes rurales y urbanas y problemáticas sociales). Así, la formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá - POMCA, se plantea en esta oportunidad como un primer ejercicio de ordenación y una primera aproximación metodológica para el trabajo en esta cuenca, cuyas características socioculturales y naturales son especialmente complejas.

El Decreto 1729 de 2002 del Gobierno Nacional, contiene la reglamentación del libro XIII título 2 Capítulo III del Decreto-Ley 2811 de 1974, relacionada con la elaboración de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas y sus áreas de influencia, constituyéndose éste en el principal instrumento de planificación y gestión y cuya formulación es responsabilidad de las autoridades ambientales con jurisdicción sobre la cuenca.

Para la ordenación de la Cuenca del río Aburrá y de acuerdo con los instrumentos propuestos por la reglamentación nacional, se conformó en octubre de 2004, la Comisión conjunta de la Cuenca del río Aburrá integrada por, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia y Cornare, todas ellas autoridades ambientales con jurisdicción sobre la cuenca (Ver Figura 1.1). La Comisión Conjunta tiene como objetivo la formulación, concertación e implementación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá El 12.4% del área objeto de ordenación es de jurisdicción del Área Metropolitana, el 73.7% de Corantioquia y el 13.9% de Cornare. En diciembre de 2004, la Comisión Conjunta, mediante Acuerdo administrativo, declaró la Cuenca del río Aburrá en Ordenación, en el tramo comprendido entre el nacimiento del río Aburrá, hasta el sitio Puente Gabino, en una longitud aproximada de 104 km., limitando al Sur con los Altos de Chamuscado y San Miguel, al Norte con el Río Grande (margen occidental), y municipio de Yolombó (margen oriental), limita por el occidente con los municipios de Amagá, Angelópolis, Heliconia, Ebéjico, San Pedro, Don Matías y por el oriente con los municipios de Montebello, El Retiro, Rionegro, Guarne, San Vicente, Concepción y Santo Domingo.

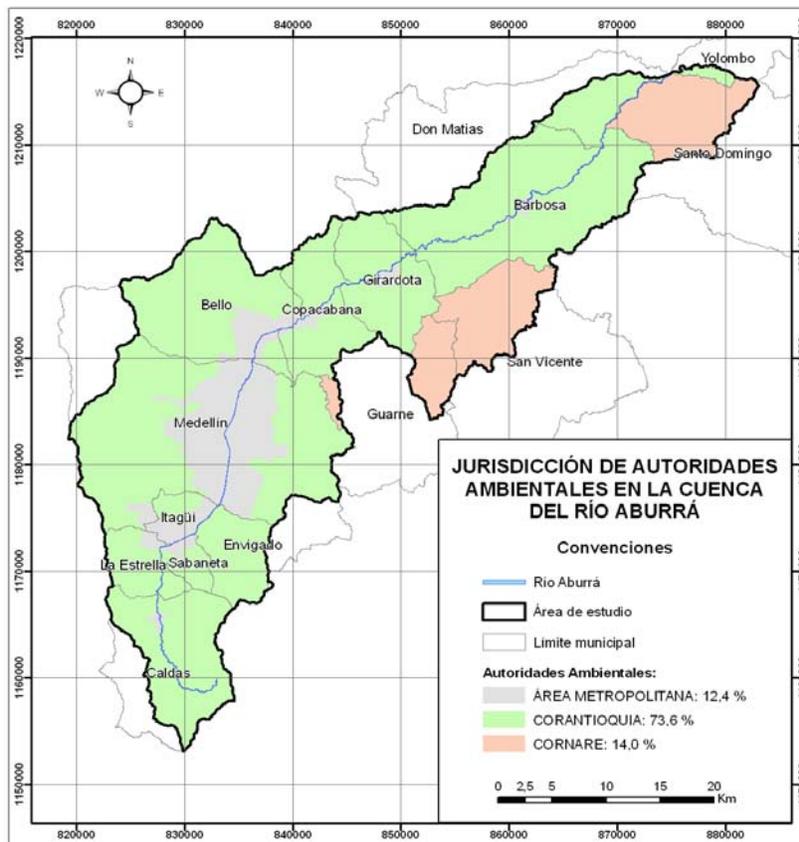


Figura 1.1. Jurisdicción de las Autoridades Ambientales en la Cuenca del río Aburrá

La Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín participa en este proceso desde Marzo de 2006, cuando se dio inicio al convenio de cooperación 652 con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá quien representa a la Comisión Conjunta, el cual tiene por objeto la *“formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá en su primera aproximación, para el tramo comprendido entre su nacimiento, Altos de Chamuscado y San Miguel, hasta el sitio Puente Gabino, con énfasis en el ordenamiento y manejo de los recursos agua, aire, suelo, residuos sólidos y ecosistemas”* a partir de información secundaria y para una escala de trabajo de 1:25000 y el cual constituye un proyecto de investigación de alto interés para los habitantes de la Cuenca del río Aburrá.

La iniciativa de ordenar los recursos naturales y el territorio se da como respuesta a los conflictos presentes entre el aprovechamiento de un territorio y su conservación, bajo una visión de sostenibilidad. El proceso no se da a la inversa, no son los instrumentos de la ley los que generan inquietud sobre el problema de la sostenibilidad sino que en respuesta a ello brindan las herramientas jurídicas necesarias para elaborar los planes que apunten de forma coordinada hacia la sostenibilidad y permitan que realizar una labor regulatoria y administrativa adecuada sobre el aprovechamiento de los recursos.

1.1 OBJETIVO

Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá (POMCA) en su primera aproximación, para el tramo comprendido entre su nacimiento, Altos de Chamuscado y San Miguel, hasta el sitio Puente Gabino, con énfasis en el ordenamiento y manejo de los recursos agua, aire, suelo, residuos sólidos y ecosistemas.

1.2 ALCANCE

El objetivo del POMCA se logró mediante la recopilación, sistematización, procesamiento y análisis de información secundaria disponible para cada una de las variables de análisis del sistema, por lo tanto los productos están sujetos a la calidad y cantidad de la información base. El estudio de las variables del sistema se hizo para una escala de 1:25000, suficiente para lograr una mirada regional del sistema Cuenca del río Aburrá y para plantear lineamientos para el manejo de los recursos naturales al interior de la cuenca con una mirada de ecosistema que trasciende los límites territoriales.

Sin embargo, durante la ejecución del Plan se recopiló alguna información primaria que se consideró imprescindible para hacer un correcto diagnóstico de las variables, es el caso de información concerniente a Acueductos Comunitarios y verificación de coberturas vegetales.

1.3 PREMISAS JURÍDICAS

Con la expedición de la Ley 99 de 1993, Colombia le otorgó al tema ambiental, la más alta jerarquía jurídica e institucional a través de la creación del Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) y la reorganización del Sistema Nacional Ambiental SINA, del cual hacen parte las Corporaciones Autónomas Regionales, las Autoridades Ambientales Urbanas y las entidades territoriales, dando así los primeros pasos para responder como Estado a los desafíos ambientales nacionales y a los compromisos internacionales tendientes a viabilizar soluciones a la problemática ambiental local y global. El Ministerio como ente rector del sistema ha expedido diferentes regulaciones y políticas, en relación con el Uso, Conservación y Preservación del los recursos naturales:

La Ley 99 de 1993 que le otorga funciones precisas tanto a las Autoridades Ambientales (Corantioquia, Cornare y Área Metropolitana del Valle de Aburrá) como a los 16 entidades territoriales (municipios y departamento) del área objeto de ordenación, en materia ambiental, así como las Leyes 128 de 1994 y 388 de 1997 en materia de planificación y ordenamiento territorial.

En Colombia, el Sistema Nacional Ambiental SINA esta integrado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, las Autoridades Ambientales de los Grandes Centros Urbanos, a los que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993 y los Establecimientos Públicos Ambientales de los Distritos a los que se refiere el artículo 13 de la Ley 768 de 2002 y las entidades territoriales.

En tal sentido, las Corporaciones Autónomas Regionales y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá son competentes para la declaratoria en ordenación de las cuencas hidrográficas que hacen parte de su jurisdicción, de conformidad con el artículo 33 de la ley 99 de 1993: "...18. Ordenar y establecer las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas ubicadas dentro del área de su jurisdicción, conforme a las disposiciones superiores y a las políticas nacionales."

De otro lado, dadas las características de la cuenca objeto del presente plan de ordenación, podemos afirmar que se trata de una cuenca-ecosistema común sobre el que tienen jurisdicción tres autoridades ambientales y quienes para dar cumplimiento al mencionado numeral 18 de artículo 33 de la Ley 99 de 1993, deberán ceñirse al parágrafo 3 del artículo 33 de la ley 99 de 1993 que establece:

"Del Manejo de Ecosistemas Comunes por Varias Corporaciones Autónomas Regionales. En los casos en que dos o más Corporaciones Autónomas Regionales tengan jurisdicción

sobre un ecosistema o sobre una cuenca hidrográfica comunes, constituirán, de conformidad con la reglamentación que expida el gobierno nacional, una comisión conjunta encargada de concertar, armonizar y definir las políticas para el manejo ambiental correspondiente. (...) Cuando dos o más Corporaciones Autónomas Regionales tengan a su cargo la gestión de ecosistemas comunes, su administración deberá efectuarse mediante convenios, conforme a los lineamientos trazados por el Ministerio del Medio Ambiente.”

Objeto de las Comisiones Conjuntas: Las comisiones conjuntas tienen como objeto concertar, armonizar y definir políticas, para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas comunes. Teniendo en cuenta los principios constitucionales y legales, las políticas nacionales y regionales, la normatividad ambiental y las disposiciones del decreto 1604 de 2002.

Integrantes de las Comisiones Conjuntas: Las comisiones conjuntas se integran por las Autoridades Ambientales con jurisdicción en la cuenca o ecosistema común que se pretende manejar, a través de los Directores Generales de las mismas y por el Director Territorial de la Unidad Administrativa Especial del Sistema Nacional de Parques Naturales Nacionales.

Mecanismos de operación de la Comisión: El decreto 1604 de 2002, hace referencia a la posibilidad de que se constituyan comisiones técnicas para obtener apoyo en el ejercicio de sus funciones, sin que se limite ni el número de comisiones, ni que éstas sean integradas por funcionarios de otras entidades diferentes a las que la integran, solo define que pueden ser parte de las mismas, aquellas entidades que en algún momento pueden ofrecer apoyo en el cumplimiento de las funciones de la comisión. Este aspecto, así como todo lo relacionado con los mecanismos de operación, el Decreto 1604 lo dejó al reglamento que deberá ser expedido por la Comisión.

Funciones de la Comisión: Las funciones de la Comisión Conjunta deben ser las siguientes: i) coordinar la formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica. ii) aprobar el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica una vez formulado, así como sus ajustes, cuando a ello hubiere lugar. iii) coordinar los mecanismos para la implementación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca. iv) coordinar el programa de implementación de los instrumentos económicos. v) adoptar las demás medidas que sean necesarias para cumplir con sus objetivos y funciones. vi) elaborar su propio reglamento.

1.3.1 Alcance de la declaratoria en ordenación de una cuenca hidrográfica

De conformidad con el artículo 8 del Decreto 1768 de 1994, los actos que las Corporaciones Autónomas Regionales emitan en cumplimiento de sus funciones administrativas tiene el carácter de actos administrativos, por lo tanto, la declaratoria en ordenación, en el entendido de que es un acto que se realiza en cumplimiento de una función administrativa, debe realizarse mediante acto administrativo suscrito por el Director General. Para el caso de las comisiones conjuntas esta declaratoria se realizará mediante Acuerdos suscritos por los directores de las entidades integrantes de la Comisión como se explicó anteriormente.

El artículo 18 del Decreto 1729 de 2002, por medio del cual se reglamenta la parte XIII del Título 2, Capítulo III del Decreto Ley 2811 de 1974, parcialmente el numeral 12 del artículo 5 de la ley 99 de 1993, establece que se debe publicar el acto administrativo que declara la cuenca en ordenación con la finalidad de darle a conocer a los usuarios de los recursos naturales de la cuenca y a la comunidad en general, que se ha iniciado un proceso tendiente a la ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica, con la finalidad de que se puedan ejercer los mecanismos de participación ciudadana en las diferentes etapas del proceso.

1.3.2 Alcance del POMCA en el ordenamiento territorial

El POMCA es una herramienta para la administración del territorio que una vez adoptado por el Consejo Directivo de la Autoridad Ambiental, se constituye en normas y directrices para el manejo de la Cuenca, tal y como lo define el artículo 10 de la Ley 388 de 1997. Estas Normas y Directrices deben ser en un todo armónicas con los principios y los fines que se establecen en los marcos normativos que rigen y orientan los procesos de desarrollo, por lo cual sus diferentes niveles deben ser concordantes y coherentes entre sí aunque correspondan a diversos alcances y coberturas.

Para analizar el marco normativo que rige la ordenación de cuencas se debe iniciar por la consideración del más amplio de ellos que es la Constitución Política. En ella se definen las líneas generales de la coordinación, la concurrencia, la subsidiariedad, la complementariedad, la pluralidad y la participación como principios básicos para la gestión pública y por tanto para la ordenación y administración del territorio.

Por su parte la Ley 99/93, que crea el Ministerio del Medio Ambiente y organiza el SINA, mantiene naturalmente estos principios constitucionales básicos y ya desde su perspectiva establece que los diversos niveles de la Gestión Ambiental y por ende de la

planificación ambiental del territorio, debe guiarse por los principios de la Gradación Normativa, Rigor Subsidiario, Armonía Regional y Precaución.

Adicionalmente define la ordenación ambiental territorial como "la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de planificación de uso del territorio y los recursos naturales renovables de la Nación a fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible".

Así lo desarrolla igualmente la Ley 388 de 1997, al definir que las normas y directrices sobre el manejo, preservación y uso de los recursos naturales, se constituyen en determinantes de superior jerarquía para la ordenación del territorio que deben realizar los municipios y distritos. Establece el artículo 10 de la Ley:

“DETERMINANTES DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. En la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial los municipios y distritos deberán tener en cuenta las siguientes determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía, en sus propios ámbitos de competencia, de acuerdo con la constitución y las leyes:

1. Las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales así:

a) las directrices, normas y reglamentos expedidos en ejercicio de sus respectivas facultades legales, por las entidades del SINA, en los aspectos relacionados con el ordenamiento espacial del territorio, de acuerdo con la ley 99 de 1993 y el Código de los Recursos Naturales, tales como limitaciones derivadas del estatuto de zonificación de uso adecuado del territorio y las regulaciones nacionales sobre uso del suelo en lo concerniente a aspectos exclusivamente ambientales.

b) las regulaciones sobre conservación, preservación, uso, manejo del medio ambiente y de los recursos naturales renovables...; ...; las normas y directrices para el manejo de cuencas hidrográficas expedidas por la Corporación Autónoma Regional o la Autoridad Ambiental de la respectiva jurisdicción; y las directrices y normas expedidas por las autoridades ambientales para la conservación de las áreas de especial importancia ecosistémica.

(...)

d) Las políticas, directrices y regulaciones sobre preservación de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgos para

asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos naturales

(...)"

De otro lado, es importante tener en cuenta el momento en que se encuentran los municipios frente a sus planes o esquemas de ordenamiento territorial, pues actualmente, pueden estar obligados por ley, a la revisión del Componente General del Plan y por tanto, se recomienda que estos municipios incorporen en sus Esquemas de Ordenamiento Territorial o Planes de Ordenamiento Territorial la posibilidad de realizar una revisión extraordinaria del componente general, la cual, debería realizarse cuando el POMCA sea adoptado por parte de las Autoridades Ambientales correspondientes.

1.3.3 Adopción del POMCA del río Aburrá

El artículo 8 del Decreto 1729 de 2002, establece que los Planes de Ordenación y Manejo serán aprobados mediante acto administrativo expedido por la correspondiente autoridad ambiental, es decir las integrantes de la comisión conjunta.

Adicionalmente, los programas y proyectos incluidos en el POMCA, tienen incidencia dentro de los instrumentos de Planificación de las entidades responsables, es decir, pueden llegar a modificarlos o a ajustarlos, es el caso por ejemplo del Plan de Acción Trienal de las Corporaciones y su Plan Operativo Anual de Inversiones, el Plan de Desarrollo y Presupuesto Anual de Inversiones de los Municipios de las cuencas, los Planes de Desarrollo y de Inversiones de la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios Municipales entre otros.

En este sentido, como el POMCA modifica en lo pertinente, el Plan de Acción Trienal de las Corporaciones, en la medida en que prioriza los programas y proyectos a ejecutar por esta entidad en la Cuenca Hidrográfica y define el valor de los mismos y este es aprobado por el Consejo Directivo de la Corporación, su modificación o ajuste, debe hacerse por la misma vía, es decir por Acuerdo del Consejo Directivo.

El artículo 17 del Decreto 1729 de 2002, establece que las normas sobre manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables previstos en un plan de ordenación de una cuenca, priman sobre las disposiciones generales dispuestas en otro ordenamiento administrativo, en las reglamentaciones de corrientes, o establecidas en los permisos, concesiones, licencias y demás autorizaciones ambientales otorgadas antes de entrar en vigencia el respectivo plan de ordenación y manejo.

Lo anterior implica que una vez adoptado el Plan de Ordenación y Manejo de una Cuenca Hidrográfica los pasos a seguir son los siguientes:

- Los municipios deberán incorporar las determinantes de la ordenación y manejo de la cuenca, en los Esquemas de Ordenamiento Territorial.
- Las Corporaciones deberán incorporar los programas y proyectos específicos dentro del Plan de Acción Trianual de la Corporación y en el Plan Anual de Inversiones.
- Los Municipios, de igual manera y de acuerdo con el ámbito de sus competencias, deberán incorporar los programas y proyectos específicos dentro del Plan de Desarrollo Municipal y en el Presupuesto Anual de Inversiones.
- Las Corporaciones deberán revisar y ajustar de acuerdo con lo definido en el POMCA, los permisos, autorizaciones, concesiones y licencias otorgadas en la cuenca y tener en cuenta lo definido en el mismo, dentro del trámite que actualmente surten las solicitudes de uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables de la cuenca.
- Cada entidad, de acuerdo a sus competencia, elaborarán la reglamentación necesaria con carácter subsidiario, que viabilice los objetivos del POMCA.

1.4 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La cuenca del río Aburrá está localizada sobre la cordillera Central, en el centro del departamento de Antioquia, en la región Occidental de Colombia (ver Figura 1.2). La cuenca tiene una topografía irregular y pendiente, con altitudes que oscilan entre los 1300 y los 2800 m.s.n.m. y está definido por el río Aburrá, el cual nace en el alto de San Miguel en el municipio de Caldas, atraviesa 10 municipios y finalmente se une al río Grande en Puente Gabino, donde cambia de nombre a río Porce.

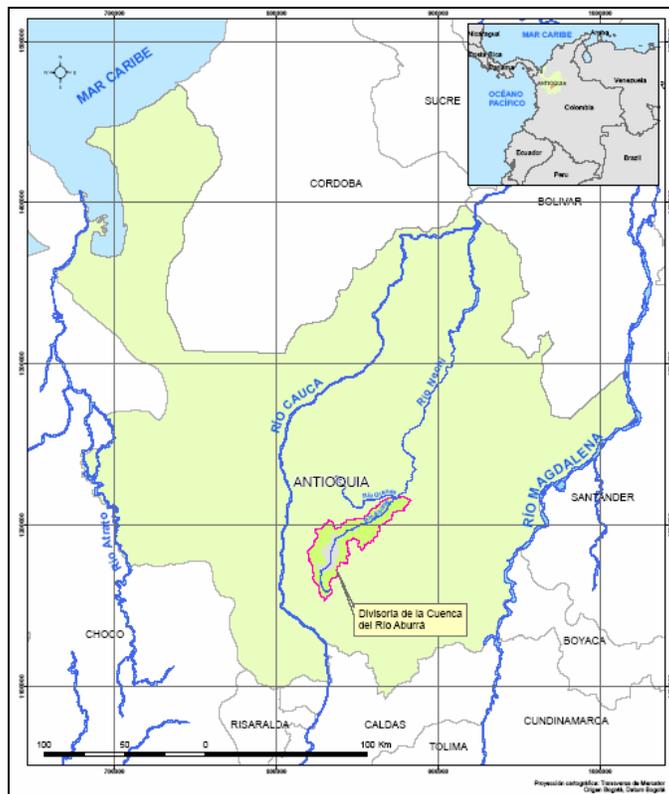


Figura 1.2. Localización de la región de estudio

La zona objeto de este estudio esta compuesta por la Cuenca del río Aburrá definida antes de la confluencia del río Porce y el Riogrande y la microcuenca de la quebrada Santiago (Figura 1.3). La cuenca tiene una forma alargada en dirección Noreste y red de drenaje dendrítica. El cauce principal (río Aburrá) tiene una longitud aproximada de 104 km y el área de la cuenca es de 1251 km². Dadas las características geomorfológicas de la zona y su nivel de pluviosidad, que está entre 1000 y 2500 mm/año, en la cuenca son comunes las fuentes de agua superficial. Para este estudio, la Cuenca del río Aburrá se dividió en 108 subcuencas, correspondientes a las quebradas más importantes que drenan directamente en el río.

A causa de la extensión misma de la cuenca, la geomorfología, la temperatura, la pluviosidad y los ecosistemas; existe una gran variedad de usos del suelo en la Cuenca del río Aburrá, otro factor determinante en la heterogeneidad presente en la cuenca es la gran cantidad de población que alberga, la cual corresponde a 3.329.560 habitantes (DANE, 2005), que representan el 60% de los habitantes del departamento de Antioquia y el 8% de la nación.

En la región de estudio se asientan total o parcialmente 15 municipios los cuales son: Caldas, Sabaneta, La Estrella, Envigado, Itagüi, Medellín, Bello, Guarne, Copacabana, San Vicente, Girardota, Barbosa, Don Matías, Santo Domingo y Yolombó. Ver Figura 1.3.

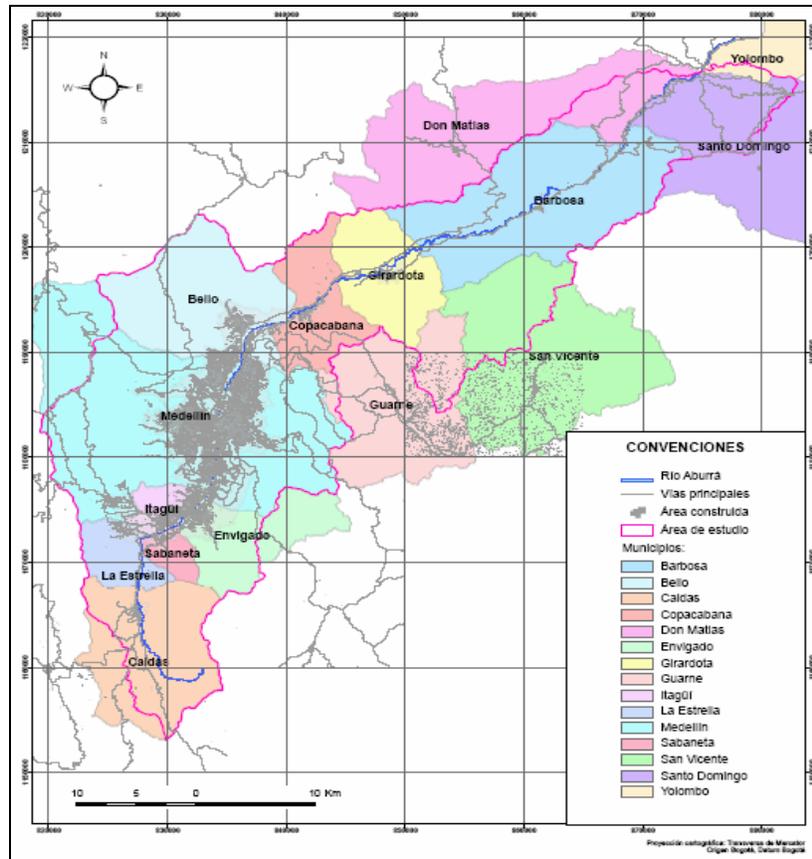


Figura 1.3. Municipios con presencia en la Cuenca del río Aburrá

1.5 ESTRUCTURA METODOLÓGICA

Las actividades y alcances propuestos para abordar el POMCA, se ciñen a la estructura definida en el Decreto 1729 de 2002 el cual establece que todo plan de ordenación y manejo de una cuenca hidrográfica deberá comprender las siguientes fases:

1. Aprestamiento
2. Diagnóstico
3. Prospectiva
4. Formulación
5. Ejecución

6. Seguimiento y Evaluación

Estas fases fueron diseñadas como etapas encadenadas sin embargo deben observarse como un sistema interactivo, con vinculaciones e interacciones complejas, dinámicas y de niveles múltiples. Además de hacer parte de un ciclo creciente de conocimiento del sistema cuenca, donde ninguna de las fases se da por terminada y olvidada, por el contrario, con nueva información para un momento específico, se pueden vislumbrar nuevos retos y nuevas necesidades para una detallada comprensión del sistema cuenca.

Un ejercicio de planificación es un ejercicio siempre dinámico. Los planes deben revisarse a la luz de nueva información, nuevas capacidades, nuevos modelos, nuevos recursos, y cualquier cambio que se presente. Por ellos, se desarrollan mecanismos de seguimiento y monitoreo de los planes de tal manera que se pueda evaluar de manera continua la evolución de la implementación del plan y cualquier nueva circunstancia que podría ameritar su revisión.

Tradicionalmente la solución de los problemas existentes en las cuencas, especialmente las de alto componente urbano, desborda con creces los recursos disponibles. Es por ello que el esquema dinámico adaptado para el ejercicio de planificación de cuencas es totalmente necesario en función de mejorar progresivamente los resultados y alcances de los planes.

Algunos aspectos propios del ejercicio de planificación de cuencas se listan a continuación

- Es un ejercicio complejo en cuanto requiere integrar y dar respuesta a una serie de factores no solo físico – bióticos y socioeconómicos de la cuenca, sino también a intereses y necesidades particulares de la normatividad ambiental vigente y de ordenamiento territorial, así como a los procesos que tratan de materializar esta normatividad. En este sentido el POMCA pretende evaluar y formular las políticas regulatorias generales ambientales de orden superior en la cuenca.
- Los resultados de la formulación y la ejecución del POMCA y en general de cualquier plan, depende de la calidad de la información que exista, de la situación específica al momento de implementar y de los recursos disponibles. El tipo y escala de la información dará pie a clasificar el nivel de aproximación, desde lo más detallado hasta lo más general.
- La Cuenca del río Aburrá es una cuenca con una alta intervención antrópica lo cual le otorga características especiales de aproximación al diagnóstico y a la formulación.

- Como base importante se tendrán en cuenta los usos y aprovechamientos planteados en los planes de ordenamiento territorial de los municipios que integran la cuenca en sus versiones POT, PBOT (Plan básico de ordenamiento territorial) o PBM (Plan básico de manejo)

La Figura 1.4 resume el esquema metodológico seguido durante la formulación del Plan.

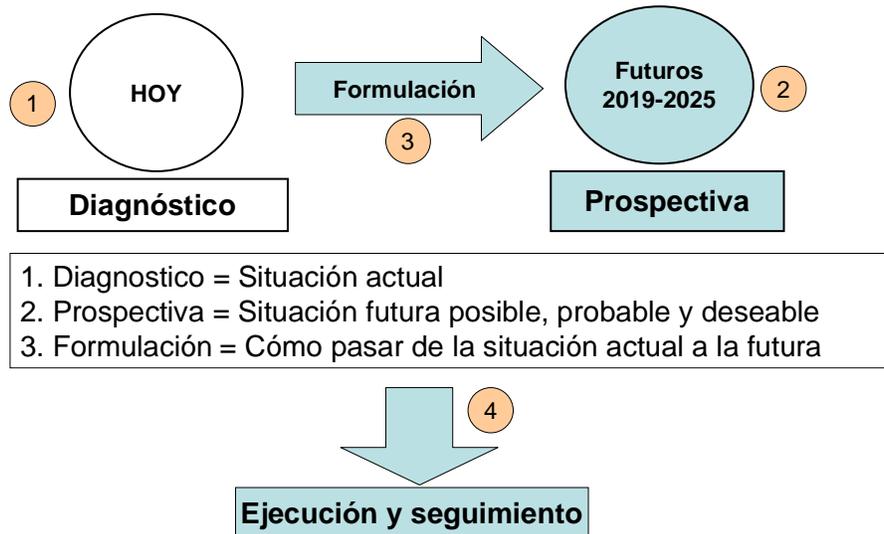


Figura 1.4. Esquema metodológico seguido para la formulación del POMCA

1.5.1 Aprestamiento

Este proceso se cumplió durante los años 2004 y 2005, con la constitución de la comisión conjunta por parte de las Autoridades Ambientales, la declaración en ordenación de la Cuenca, y la construcción del objetivo del Plan y de la identificación de los principales problemáticas para cada uno de los recursos naturales por medio de talleres participativos con los Secretarios de Planeación de los municipios de la cuenca, las Autoridades ambientales, Empresas Públicas de Medellín, Empresas Varias y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios (IDEAM) durante los días 26 y 27 de Enero de 2005.

1.5.2 Diagnóstico

El IDEAM en la guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia define esta fase como: “En esta fase se confrontan e integran los componentes del sistema dándole importancia a enfoques técnicos, reglamentarios y locales. Comprende la verificación de los criterios, problemas y objetivos e implica reconocimientos de campo, consultas a las personas en el lugar, procesamiento de

información histórica, revisión de archivo y otros procedimientos de evaluación.” (IDEAM, 2004).

El diagnóstico es la comprensión de la situación actual donde se trata de entender, cuáles son los problemas y recursos actuales, las instituciones y actores involucrados.

Los resultados de esta fase están contenidos en:

- Tomo II Volumen 1 Subsistema Abiótico
- Tomo II Volumen 2 Subsistema Biótico
- Tomo II Volumen 3 Subsistema Antrópico

1.5.3 Prospectiva

“En esta fase se diseñan con base en los resultados del diagnóstico, los escenarios técnico económicos futuros para el uso coordinado y sostenible de los componentes del sistema presentes en la cuenca (suelo, aguas, flora, fauna).” (IDEAM, 2004).

Una vez finalizada la fase de diagnóstico se realizó para el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá, POMCA, la fase de prospectiva, en la cual se llevaron a cabo los subprocesos necesarios para la definición y construcción de escenarios y los lineamientos de política de manejo ambiental.

En esta fase la participación activa de los actores claves de la Cuenca permitió construir una concertada visión de futuro y una identificación de su papel en la consecución de las metas en él. Esto se realizó con seis talleres participativos que contaron con la asistencia de representantes de la comunidad, el Estado, los Gremios y las Universidades. Ellos construyeron las apuestas de futuro para la solución de los problemas identificados en el diagnóstico.

Los resultados de esta fase están contenidos en el Tomo III Volumen 1 Capítulo 1.

1.5.4 Formulación

“Formular el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica POMCA es proponer hipótesis, objetivos, establecer la estructura, organización y ejecución, fijar

mecanismos de evaluación. Es la concreción del cambio intencionado con base en el diagnóstico.” (IDEAM, 2004).

La fase de formulación se conforma desde las fases de diagnóstico y prospectiva y se constituye en parte integral y concluyente del Plan de ordenación y manejo de la Cuenca del río Aburrá, permitiendo orientar elementos de política sobre el uso coordinado y sostenible de los recursos. Los resultados de esta fase direccionan las fases de ejecución, seguimiento y control del POMCA. Los resultados de esta fase pueden ser consultados en el Tomo III Volumen 2 Capítulo 2

1.5.5 Ejecución, Seguimiento y Evaluación

La Guía metodológica del IDEAM define la fase de Ejecución como: *“En esta fase se elabora un Plan Operativo en el cual se deben definir los requerimientos de recursos humanos, técnicos y financieros para alcanzar las metas propuestas.”* Y el Seguimiento y Evaluación así: *“En esta fase se establecerán los mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación, así como los indicadores ambientales y de gestión que permitan evaluar el cumplimiento del plan”*.

El objetivo central en esta fase es hacer un seguimiento a la ejecución del plan de ordenación y manejo de la Cuenca del río Aburrá. Se trata de analizar específicamente si se están cumpliendo las metas y se logran los objetivos propuestos para la cuenca en la fase de formulación. Incluye las acciones, estrategias, programas, proyectos y lineamientos del Plan. Esta fase esta contenida en el Tomo III Volumen 2 Capitulo 2.

1.5.6 Zonificación ambiental y propuesta metodológica para la definición de zonas de retiro

La zonificación ambiental de la Cuenca del río Aburrá, tiene el propósito central de asignar diferencialmente los tratamientos adecuados o modos de manejo, además de los usos correspondientes acordes con la oferta natural, las restricciones del medio y sus potencialidades para la consolidación de un territorio bajo los parámetros de la sostenibilidad ambiental de tal forma que el conjunto de actuaciones tanto públicas como privadas que se realicen en este espacio geográfico propendan por el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la Cuenca, el aprovechamiento sostenible de los recursos de acuerdo a su capacidad de uso, la disponibilidad de agua de buena calidad y la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales para las generaciones futuras.

La definición de esta zonificación es el producto de un extenso proceso de concertación entre los equipos técnicos de las Autoridades Ambientales y la Universidad Nacional, los resultados se consolidaron en el Tomo IV Capítulo 1.

Durante la construcción de la zonificación ambiental se hizo evidente la necesidad de definir una propuesta metodológica para la delimitación de las zonas de retiro a corrientes, ya que las leyes de Colombia no han sido claras en cuanto a la reglamentación que deben tener las zonas aledañas a las corrientes naturales. Además, las normas existentes tienen algunos vacíos que hacen difícil su aplicación, y definen las zonas de retiro con valores gruesos que no son consistentes con los diferentes tipos de corrientes, con sus características geomorfológicas, de ocupación (urbana, rural), como tampoco con las condiciones de riesgo que allí se puedan presentar.

A falta de norma especial sobre los retiros, el numeral 18 del artículo 31 de la Ley 99 de 1993, establece que es competencia de las Autoridades Ambientales ordenar y establecer las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas dentro del área de su jurisdicción y por tanto, corresponde a estas, determinar los retiros a los cuerpos de agua de acuerdo con los estudios técnicos realizados y con las necesidades de conservación y protección previamente definidas.

La propuesta metodológica contenida en el Tomo IV Capítulo 1, pretende ser una herramienta práctica para ser implementada a través del POMCA en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de los municipios con presencia en la Cuenca del río Aburrá.

1.5.7 Geodatabase Espacial, Atlas digital y Módulos de consulta

La información espacial recopilada y procesada para la evaluación ambiental se ha plasmado en mapas digitales representativos de la dinámica ambiental de la cuenca del río Aburrá. Esta colección está disponible en dos formatos el primero en una base de datos espacial compatible con ArcGis versión 9.1 (los detalles de la estructura están contenidos en el Tomo V Capítulo 1), y el segundo en un Atlas Digital del POMCA, el cual funciona bajo un sistema de información geográfico que utiliza como soporte el sistema MAPWINDOW, que es un sistema de información programable, de código abierto y libre distribución. Esta plataforma es eficiente y dinámica para la visualización de mapas e imágenes de alta resolución, lo que la convierte en una herramienta invaluable para la gestión y planificación del territorio, ya la información contenida es de libre acceso y distribución.

Como herramientas para la gestión y planificación ambiental del territorio se desarrollaron también, los siguientes módulos de almacenamiento y consulta de datos, la concepción de estos módulos y sus manuales de usuario están contenidos en el Tomo V capítulo 2.

- Módulo de captaciones y vertimientos
- Módulo de referencias bibliográficas
- Módulo de disponibilidad de agua

1 RESUMEN EJECUTIVO

El Decreto 1729 de 2002 del Gobierno Nacional contiene la reglamentación del libro XIII título 2 Capítulo III del Decreto-Ley 2811 de 1974, relacionada con la elaboración de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas y sus áreas de influencia, constituyéndose éste en el principal instrumento de planificación y gestión de ellas y cuya formulación es responsabilidad de las autoridades ambientales con jurisdicción sobre la misma.

Para la ordenación de la cuenca del río Aburrá y de acuerdo con los instrumentos propuestos por la reglamentación nacional, se conformó en octubre de 2004 la Comisión Conjunta de la Cuenca del Río Aburrá conformada por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, CORANTIOQUIA y CORNARE. La Comisión Conjunta tiene como objetivo la formulación, concertación e implementación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Aburrá, POMCA. En diciembre de 2004, la Comisión Conjunta, mediante Acuerdo administrativo, declara la cuenca del río Aburrá en Ordenación en el tramo comprendido entre el nacimiento del río Aburrá, hasta el sitio Puente Gabino, en una longitud aproximada de 104 km. Sus límites son: al Sur con los Altos de Chamuscado y San Miguel; al Norte con el Río Grande (margen occidental) y el municipio de Yolombó; al occidente con los municipios de Amagá, Angelópolis, Heliconia, Ebéjico, San Pedro, Don Matías; y al oriente con los municipios de Montebello, El Retiro, Rionegro, Guarne, San Vicente, Concepción y Santo Domingo.

La formulación del Plan de Ordenación y manejo de la cuenca del río Aburrá, se desarrolló siguiendo la metodología propuesta por al Guía técnico científica para la ordenación de cuencas desarrolla por el IDEAM, la cual comprende las fases de Aprestamiento, Dignóstico, Prospectiva, Seguimiento y Control.

Se resumen entonces en este aparte la situación ambiental de la cuenca para cada uno de los subsistemas y variables que componen la unidad de planificación de la región de estudio en el diagnóstico, cada uno con un análisis de la información base y metodología de trabajo con los principales resultados. Esta situación ambiental y una apuesta de futuro (Prospectiva) se consolidaron en la zonificación ambiental de la cuenca que reúne procesos de largo y corto plazo. Además, se hizo una propuesta metodológica para la

definición de zonas de retiro que considera las particularidades que la cuenca posee en sus corrientes hídricas, resultado de su interacción con zonas altamente urbanizadas.

La conexión entre la situación ambiental actual y la imagen de futuro construida con los principales actores de la cuenca, se da en la fase de Formulación por medio de Lineamientos de política, líneas estratégicas, Programas y Proyectos.

1.1 DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de la situación actual de la cuenca con respecto al recurso agua, suelo, aire, a la flora, la vegetación, las condiciones socioculturales y socioeconómicas y físico espaciales, dio cuenta de los escenarios probables y posibles bajo los cuales se desea construir y reconstruir el futuro ambiental de la cuenca del río Aburrá. Para el análisis de cada una de estas variables se adoptaron metodologías particulares que permitieron construir la zonificación ambiental de la cuenca como una apuesta integral para el mantenimiento de los recursos naturales en la unidad de estudio.

1.1.1 Subsistema Abiótico – Recurso Agua

El agua es el recurso vital que se requiere para el desarrollo de cualquier sociedad. El diagnóstico del estado actual de este recurso incluyó diferentes aspectos, a saber: cantidad y calidad de agua, que se representa en la oferta y demanda. Se hizo el diagnóstico a una aproximación de la dinámica hidráulica del río Aburrá y sus afluentes a lo largo del corredor principal. E incluyó un inventario de la ocurrencia de eventos de inundación que se han presentado en diferentes sitios de la red de drenaje.

El diagnóstico arrojó como resultado una serie de problemáticas que muestran el estado actual del agua y se presentan escenarios futuros para tomar planes de contingencia. La problemática asociada se refleja en una dependencia hídrica de la cuenca, uso ilegal e irracional del agua bajo oferta hídrica en la zonas rurales, desarticulación e insuficiencia hidráulica en la red de drenaje, aumento de escorrentía, falta de mantenimiento de obras hidráulica, y falta de monitoreo de variables hidrológicas.

Se recopilaron los estudios e información para el diagnóstico de oferta y demanda hídrica de la cuenca del río Aburrá, tanto en calidad como cantidad. Además de la información para el análisis del comportamiento hidráulico a lo largo del río. También se revisaron estudios detallados de algunas de las quebradas afluentes al río Aburrá (Figura 1.5). La información fue consolidada por cada una de las componentes analizadas, climatología, oferta y demanda del recurso, hidráulica y calidad. La información y los estudios analizados permitieron la identificación de las problemáticas específicas de la cuenca del río Aburrá, ya que se analizaron las condiciones actuales y los cambios ambientales

identificados en las microcuencas con información disponible, de esta manera se obtuvo el diagnóstico de un estado general de la cuenca.

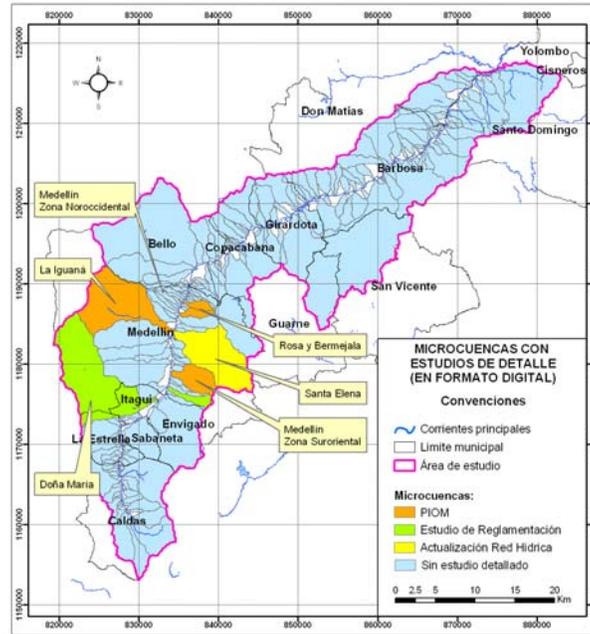


Figura 1.5. Afluentes al río Aburrá que cuentan con algún estudio detallado.

▪ **HIDROLOGÍA**

Con el fin de realizar un estudio hidrológico de la zona se generó un modelo de elevación digital a partir de la información cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a escala 1:25,000, con curvas de nivel cada 50 m para elaborar el modelo de elevación digital con celdas cuadradas de 30 m de lado, necesario para la modelación hidráulica, valoración físico-espacial y elaboración de los mapas de variables hidrometeorológicas de forma distribuida en una cuenca.

○ **Precipitación Media Multianual**

Para la elaboración del mapa de precipitación media multianual se consideraron los registros de las estaciones existentes en la cuenca. En primer lugar se realizó un análisis espacial de los datos identificando características tales como: localización de los valores extremos, tendencia general, grado de continuidad, etc. Luego se interpolaron los datos de precipitación mediante el software ArcGIS 9.0 usando el método de Kriging para celdas cuadradas de 30 m de lado. Los mayores valores del campo de precipitación están entre 2,800 y 3,200 mm/año, y se presentan en la parte norte de la cuenca. Las menores precipitaciones, con valores entre los 1,400 mm/año y 1,800 mm/año, se dan en la zona

central de la cuenca y se extienden hacia la zona occidental (municipios de Copacabana, Girardota, San Pedro y Sopetrán). Dentro de esta zona se encuentran las estaciones Tulio Ospina, Planta Manantiales, ambas en Bello y Aurrá en San Pedro, cuyos registros anuales no superan los 1,500 mm/año. Se concluye que en la cuenca del río Aburrá la mayor precipitación se da en la zona norte, al sur donde nace el río y al sur-occidente del valle.

○ **Temperatura Media**

Debido a que existen sólo 5 estaciones climatológicas con registros de temperatura sobre la cuenca se recurrió a una estimación indirecta de esta variable. Los registros de las estaciones se usaron para comparar y validar el método empleado. Aceptando que la temperatura en el trópico varía linealmente con la altura sobre el nivel del mar, se utilizó la ecuación propuesta por CENICAFÉ (Chávez y Jaramillo, 1996), donde se estima la temperatura a partir de la altura. La temperatura promedio a lo largo del corredor fluvial se encuentra entre los 20°C y 24°C, presentándose una disminución en las cercanías al nacimiento de la cuenca y en lo alto de las laderas, donde se observan valores alrededor de los 17°C.

○ **Evaporación Media**

La evapotranspiración es una componente fundamental en el balance hidrológico, aunque es, a su vez, la variable con mayores incertidumbres en su medición y estimación. La evapotranspiración tiene en cuenta la evaporación desde la superficie del terreno, cuerpos de agua y la transpiración de las plantas. Para la estimación de la evaporación real en la cuenca se utilizó el método del Factor Regional, ya que se encontró que para la zona es uno de los que presenta resultados con mejor ajuste (Barco y Cuartas, 1998; Universidad Nacional de Colombia y CTA, 2001). Finalmente la distribución espacial de la evaporación fue calculada con la ecuación del Factor Regional.

○ **Caudales medios**

Para la estimación de caudales medios se usó el software HidroSIG que hace dicho cálculo mediante la metodología del Balance Hidrológico a largo plazo. El balance hidrológico tiene como principio físico la ecuación de conservación de masa de agua en el sistema o volumen de control. En este caso, el volumen de control considerado está conformado por las columnas de agua y suelo, donde la frontera horizontal está definida por la divisoria de la cuenca; el borde inferior de la columna de suelo es un estrato impermeable y el borde superior de la columna atmosférica es su tapa.

Con el fin de validar el método del balance hídrico de largo plazo en la cuenca se definieron 10 puntos de control en el corredor fluvial del río, sitios en los cuales existen estaciones de caudal. Una vez obtenidos los caudales mediante balance hídrico de largo plazo, se incluyeron los aportes de aguas residuales. La estimación del aporte de aguas residuales se hizo teniendo en cuenta que la población asentada en la subcuenca correspondiente a cada una de las estaciones descarga al cauce principal del río.

o **Caudales Máximos**

Para la determinación de los caudales máximos se aplicaron dos metodologías, las cuales involucraron tanto parámetros geomorfológicos como estadísticos: la metodología de análisis de frecuencia y la metodología de regionalización de las características medias. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 1.6.

o **Caudales Mínimos**

Con la información secundaria con la que se contaba, se realizó el cálculo de los caudales mínimos por medio del método de regionalización de características medias. Los resultados se presentan en la Figura 1.7.

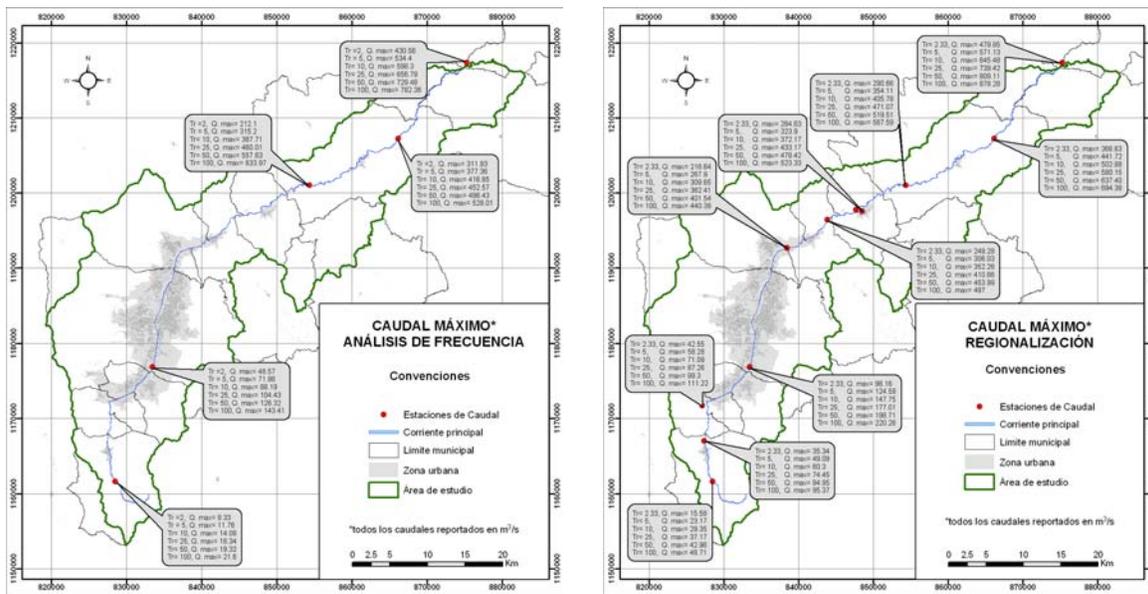


Figura 1.6. Caudales máximos asociados a diferentes períodos de retorno

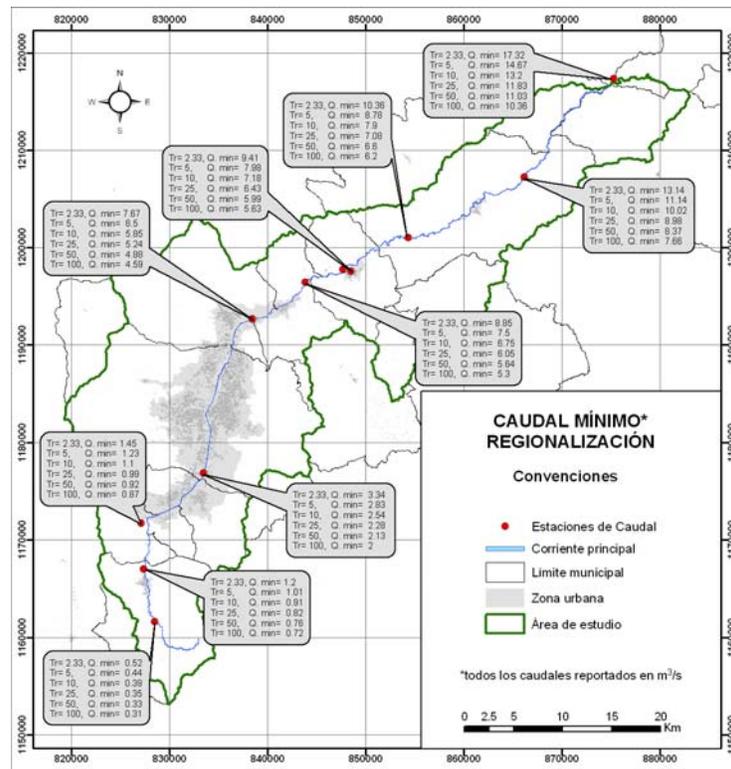


Figura 1.7. Caudales mínimos para diferentes períodos de retorno estimados con el método Regionalización de características medias.

▪ **OFERTA Y DEMANDA HÍDRICA**

El conocimiento de la cantidad de agua disponible para el desarrollo de actividades humanas e industriales y la que se requiere para que sean sostenibles en el tiempo es una poderosa herramienta de planeación. Para la estimación del consumo de agua potable en la región de estudio es indispensable conocer la población asentada en la cuenca y la cantidad de agua que ésta requiere para el desarrollo de sus actividades económicas y humanas. Para cada municipio con participación en la cuenca se evaluaron las condiciones actuales de población y la proyección de la misma para el año 2020, considerando las pérdidas del sistema de conducción.

○ **Estimación de la población**

Se realizaron proyecciones de población usando diferentes métodos. Como condiciones iniciales de los modelos se usaron las poblaciones correspondientes a los datos del DANE del 2005 y los datos de nacimientos, defunciones e inmigraciones.

Se resalta que en el caso de los municipios Don Matías, Guarne, San Vicente, Santo Domingo y Yolombó se refieren a la porción del territorio incluido en la cuenca. Estas porciones corresponden a diferentes porcentajes del área de cada municipio, a saber: Guarne (22%), Don Matías (19%), San Vicente (29%), Santo Domingo (26%) y Yolombó (0.6%). El concepto tenido en cuenta para la estimación de la población de los municipios antes mencionados en la cuenca del río Aburrá fue la densidad de población rural en el municipio (ya que sólo hay asentamientos de población rural de los mismos en la cuenca) dado por la razón entre la población rural y el área rural del municipio. Conocida la densidad rural de cada municipio y teniendo en cuenta las áreas correspondientes a la cuenca del río Aburrá se obtuvo la fracción de la población en la cuenca.

Las proyecciones de población se hicieron usando métodos matemáticos como lo son Método Aritmético, Método Geométrico, Método Variación Logarítmica, Método de la Universidad Nacional y Método de la Tasa Decreciente (Aguas y Aguas – Universidad Nacional de Colombia, 2004) y el método de dinámica poblacional, los resultados pueden observarse en la Figura 1.8.

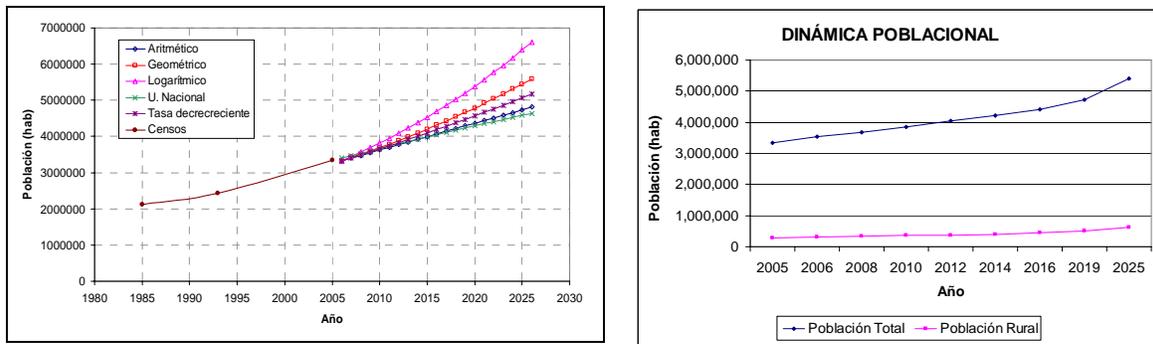


Figura 1.8. Proyección de la población total y rural de la cuenca del río Aburrá.

o **Cálculo de la demanda de agua potable**

La estimación futura o proyección de los consumos de agua se hizo para formular posibles escenarios de demanda de agua potable en la cuenca en un horizonte de 13 años (hasta el año 2020):

Escenarios de dotación para la proyección de la demanda

Se plantearon tres escenarios de dotación: un escenario positivo (Optimista), el cual supone un uso eficiente del recurso y una consecuente disminución en la dotación (disminuye un 15%); un escenario normal (Tendencial), donde se considera que el consumo permanece estable en el tiempo; y un escenario negativo (Pesimista), donde el consumo se incrementa debido a la no racionalización del agua (aumenta un 15%).

El dato de dotación actual (escenario tendencial), fue calculado a partir de información histórica (1995-2006) del sistema total de acueducto suministrada por EEPPM y corresponde a 211 l/hab/día, por lo que el Escenario 1 (optimista) corresponde a 180 l/hab/día, y el Escenario 3 (pesimista) a 242 l/hab/día. En los tres escenarios de dotación se plantea un decrecimiento de las pérdidas en el sistema, que actualmente son del 35.47%, esperando que en el año 2020 se alcance un 34.47 % de pérdidas totales (incluyendo las conexiones ilegales y las pérdidas técnicas), de este modo, se presume una disminución anual del 0.077 % en las pérdidas totales.

En la Figura 1.9 se presentan los resultados de la demanda de agua potable para los habitantes de la cuenca del río Aburrá, considerando que tanto los usuarios rurales como urbanos tienen la misma dotación de agua diaria. Sabiendo que la capacidad instalada de las plantas de tratamiento de agua de EEPPM es de 17.25 m³/s, se puede concluir que es suficiente para abastecer la demanda de agua potable en la cuenca durante todo el horizonte de planificación, inclusive en el escenario pesimista de uso del recurso hídrico.

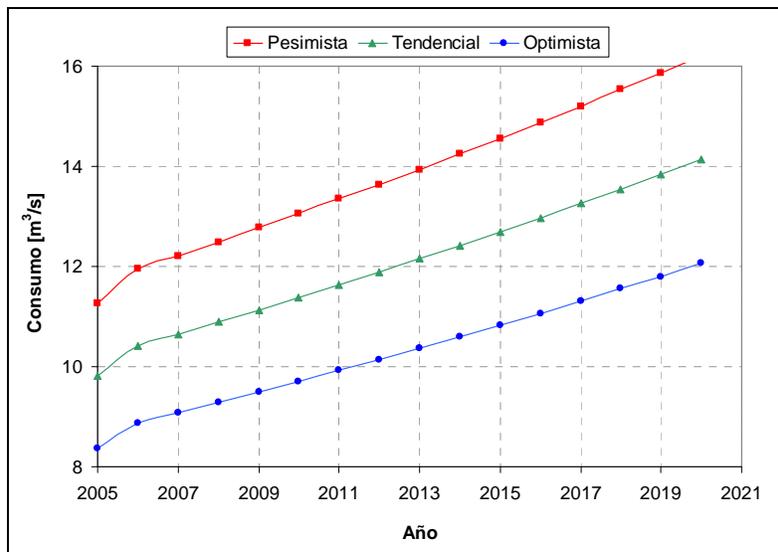


Figura 1.9. Proyección de la demanda de agua para los habitantes de la cuenca del río Aburrá.

○ **Disponibilidad de Agua Potable en la cuenca**

Un alto porcentaje del agua consumida en la cuenca del río Aburrá es importada de cuencas vecinas, lo que genera una condición de dependencia hídrica ya que la cantidad de agua producida al interior de la cuenca para su consumo interno es realmente baja. En general el consumo de agua de fuentes internas se da en la zona rural de la cuenca. Con el fin de caracterizar la disponibilidad de agua potable en la cuenca se utilizó información de las captaciones que se hacen directamente en la red.

Plantas de tratamiento de agua potable

EEPPM cuenta con diez plantas de tratamiento para abastecer la demanda y distribuir el agua potable en la población del Valle de Aburrá. De éstas, seis toman el agua de la cuenca del río Aburrá, dos toman el agua de otras cuencas y las dos restantes toman agua de cuencas externas y agua del interior de la cuenca. La capacidad instalada de estas plantas es de 17.25 m³/s. Las plantas de tratamiento que utilizan agua de la cuenca del río Aburrá tienen una capacidad instalada que corresponde al 4% de la capacidad total. Las plantas de tratamiento que usan agua de cuencas externas tienen embalse, lo cual permite la regulación de los caudales.

Cabe destacar que aunque las plantas que se surten de agua de la cuenca trabajaran al 100% de su capacidad, sólo cubrirían el 27% de la demanda total de la cuenca, la cual actualmente es de aproximadamente 9 m³/s. Se hace evidente que para poder suplir las necesidades de agua potable de los habitantes de la cuenca del río Aburrá es preciso importar agua de cuencas vecinas (Figura 1.10), almacenarla en grandes embalses y distribuirla hacia las plantas de tratamiento. De hecho, la distribución de agua potable sería imposible en el sur del Valle de Aburrá sin la planta Ayurá y en el norte sin la planta Manantiales.

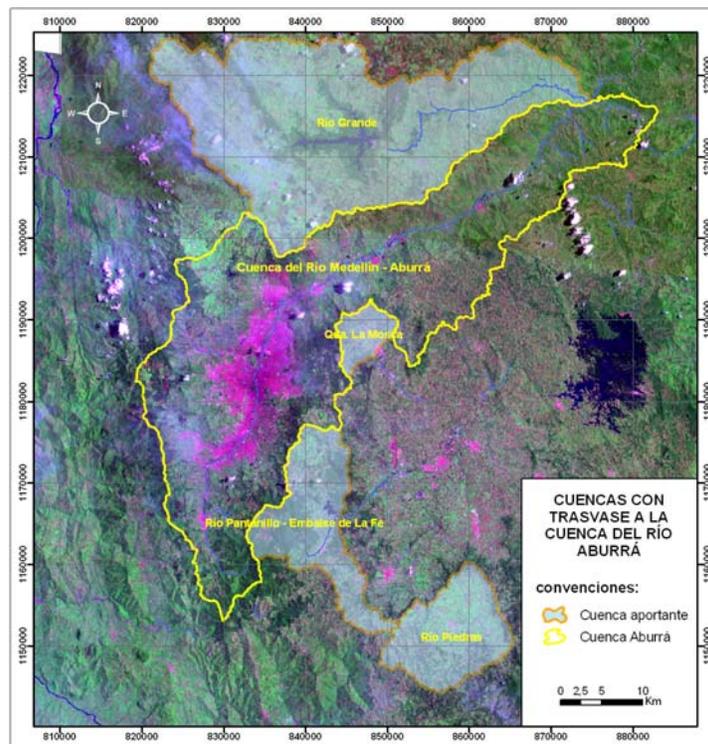


Figura 1.10. Cuencas externas que abastecen la cuenca del río Aburrá.

Acueductos Comunitarios

Dentro del análisis de disponibilidad de agua en la cuenca se hizo un inventario de los acueductos comunitarios existentes en la cuenca del río Aburrá. El inventario se realizó a través de visitas a las respectivas autoridades ambientales y oficinas administrativas de los municipios, donde el funcionario encargado del tema suministró la información sobre el servicio en su unidad territorial.

El inventario de los acueductos comunitarios en el área de la cuenca muestra que son más de 36.000 los suscriptores de acueductos locales, es decir, unas 160.000 personas consumiendo el agua suministrada a través de estos sistemas. Se aclara que éste es un dato subestimado porque la información es dispersa y en muchos casos no está completa. De acuerdo con el reporte de las concesiones, el caudal total otorgado a los sistemas comunitarios para el consumo doméstico es 0.76 m³/s.

Cuerpos de Agua

En la cuenca del río Aburrá existen cuerpos de agua artificial y natural, tales como lagos, embalses y lagunas, que se usan con fines de abastecimiento, recreación, conservación biótica y generación de energía. Las características generales de estos cuerpos de agua varían con su uso y ubicación, dependiendo de la geomorfología de la zona y de su origen natural o antrópico. La realidad es que se encuentra muy poca información en los centros de documentación y bibliotecas relacionada con la caracterización física de dichos cuerpos de agua.

En la cuenca del río Aburrá se encuentran además muchos lagos que se han generado a partir del abandono de la explotación de material de playa, sobretodo en la zona norte, lo que se ha convertido en un problema para la gestión ambiental, además algunas empresas mineras los usan para extraer agua o como parte del proceso de sedimentación de los efluentes de procesos de lavados.

Dentro de los cuerpos de agua más importantes se tienen:

- El embalse de Piedras Blancas
- Embalse construido por Fabricato en la quebrada La García
- El lago del Parque Norte y el del Jardín Botánico

Dados los variados usos que se le dan a estos cuerpos de agua es necesario tenerlos en cuenta dentro de la gestión integral del agua, considerando su manejo y monitoreo, desde el punto de vista de estabilidad estructural, capacidad e influencia ambiental en su entorno.

- **Disponibilidad Hídrica en la Zona Rural**

Con el fin de determinar la disponibilidad del recurso agua, se seleccionó una metodología que tiene en cuenta la situación actual de abastecimiento de agua potable de la población rural y urbana en la cuenca. El abastecimiento en las áreas rurales por encima de la cota de servicio de acueducto de EEPPM, depende de los nacimientos de agua y de las quebradas que hacen parte de la cuenca del río Aburrá. Dado que la demanda de la población urbana proyectada al año 2025 está cubierta por EEPPM, este estudio se concentró en las áreas rurales que están por encima de la cota de servicio del acueducto, ya que son las áreas más vulnerables a la escasez del recurso.

Para determinar la disponibilidad, se supuso que la oferta hídrica de cada una de los municipios no varía a lo largo de los años, y que la demanda varía de acuerdo con el crecimiento de la población. En general, los municipios que hacen parte del análisis de la disponibilidad hídrica no presentan situaciones deficitarias en el horizonte de proyección de la demanda. Cabe resaltar que la situación de superávit que se presenta en el análisis de disponibilidad no tiene en cuenta la calidad del agua en la estimación de la oferta, la cual en muchos casos podría disminuir considerablemente la cantidad de recurso aprovechable.

- **Situación Actual de la disponibilidad de agua en la cuenca a partir del índice de escasez (Resolución 0865 de 2004)**

Con el fin de analizar el comportamiento actual de la cuenca con respecto a su posible autosuficiencia se empleó el índice de escasez. Se definieron tres puntos de control de dicho índice: Ancón Sur, Ancón Norte y la salida de la cuenca (desembocadura de la quebrada Santiago).

Para determinarlo se utilizó la metodología para el análisis de disponibilidad propuesta por el IDEAM (Resolución 0865 de 2004). En la obtención de la oferta hídrica se empleó el caudal medio ponderado usando dos factores, uno por calidad de aguas y otro referido al caudal ecológico, cada uno del 25%. Se tomó el valor del 25% para el caudal ecológico ya que para las subcuencas de este estudio dicho caudal no fue calculado. El factor de reducción usado fue de 1.778. A medida que el factor de reducción es mayor, va a presentar situaciones de escasez más graves.

En los municipios de Don Matías, San Vicente, Santo Domingo y Yolombó no se encontró información correspondiente a las densidades poblacionales, por lo tanto se distribuyó el total de la población rural de cada municipio en el área total del mismo. De esta manera se obtuvo la densidad rural poblacional; esta aproximación se realizó dado que la zona

urbana de cada una de estas poblaciones es despreciable en comparación con el área total del municipio. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Resultados Índice de Escasez

Factor de Reducción, $Fr = 1.778$			
$le = Fr \cdot Dh / Oh$			
Punto de Control	Índice de escasez (%)		
	Ancón Sur	Ancón Norte	Salida Cuenca
Q med (m^3/s)	7.35	63.29	34.75
Categoría	Mínimo	Alto	Medio Alto

Como puede observarse el único punto que tiene una demanda baja o media con respecto a la oferta es Ancón Sur, los demás puntos presentan una mediana y alta demanda con respecto a la oferta, concluyéndose en una primera instancia que la cuenca presenta un déficit en la oferta hídrica para poder ser autosuficiente.

- **Situación Actual de la demanda abastecida por agua de la cuenca en la zona rural a partir del índice de escasez**

La demanda en la zona rural se determinó usando la misma metodología que se usó para determinar la disponibilidad hídrica en las zonas rurales de la cuenca. Dada la escala de trabajo del proyecto no se localizó y cuantificó la demanda agro-industrial, pecuaria y de riego, por lo que este análisis de disponibilidad sólo se realizó para la demanda doméstica. Esta demanda en el escenario actual se calculó utilizando un valor de dotación rural por habitante de 211 l/día. Adicionalmente a este escenario, se calcularon 2 escenarios futuros, para los años 2019 y 2025, donde se utilizó un valor dotación pesimista de 245 l/habitante/día. En cada escenario se evaluó el índice de escasez por medio de la metodología propuesta por el IDEAM (ver Figura 1.11).

Para la demanda, también se tuvieron en cuenta las captaciones del sistema de acueducto de EEPM que están ubicadas dentro de la cuenca, por encima de la cota de servicio (subsistema Caldas, Barbosa, San Antonio de Prado y La Cascada).

Los mayores índices de escasez, que se clasifican como “Alto”, se encuentran en la zona central de la cuenca, cerca al casco urbano del municipio de Medellín. Esto se evidencia en el hecho de que las cuencas en donde hay más presión sobre el recurso agua son: Doña María (Sector perteneciente a Medellín), La Iguañá y Santa Elena. Las cuencas La Jabalcona, Doña María (Sector perteneciente a Itagüí), Piedras Blancas y Altavista presentan un índice de escasez Medio Alto, dado que se encuentran ubicadas en zonas con densidades de población altas. Adicionalmente, las quebradas La García, La Ayurá, El Salado, Ovejas, La Hueso, La Picacha, La Presidenta y La Doctora presentan una

situación de presión importante sobre el recurso, ya que el índice de escasez en estas cuencas fue valorado como Medio.

En las zonas sur y norte de la cuenca, los índices de escasez presentan principalmente valores Mínimos y No Significativos, lo cual es el reflejo de la poca densidad poblacional rural en estas áreas.

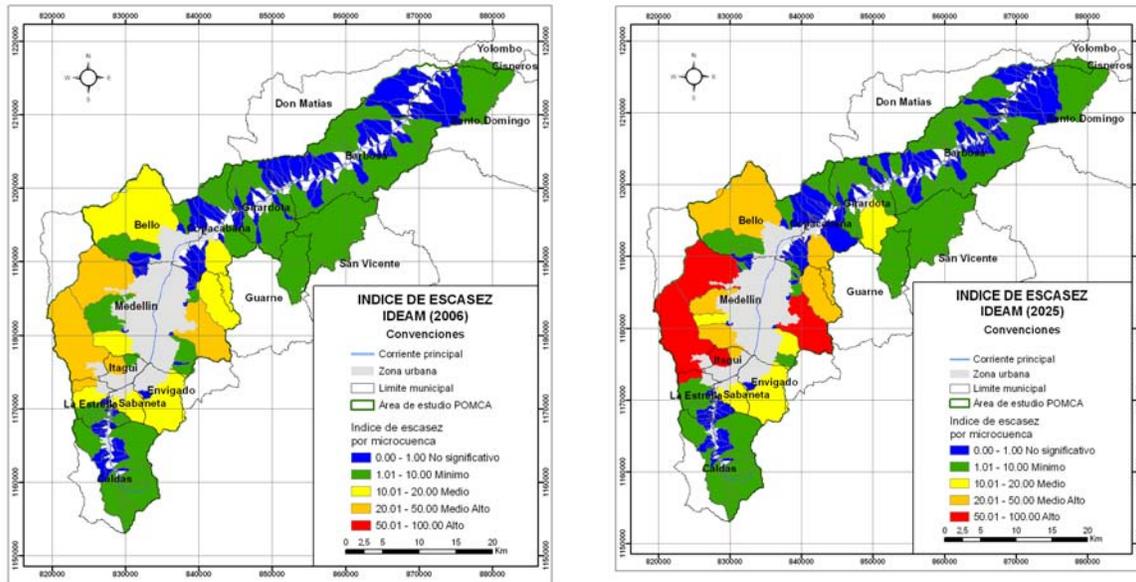


Figura 1.11. Índice de Escasez Año 2006 y 2025

Al comparar los mapas de la situación actual y la proyectada al 2025 es posible observar que para el escenario propuesto en la mayoría de las cuencas el índice de escasez aumenta o sigue igual, haciéndose más notorio el cambio en la zona sur y centro de la cuenca donde se presentan los índices de escasez más altos.

Se logró una aproximación a la realidad mediante modelación de los niveles de inundación basada en información obtenida de secciones topográficas de estudios anteriores y a partir de cartografía de escala más detallada. Sin embargo, a partir de las actividades realizadas en la etapa de recolección de información secundaria del proyecto en diversos centros de documentación de la ciudad, se logró establecer que son pocos los estudios actualizados y detallados que se encuentran a disposición sobre el estado hidráulico del río Aburrá.

Debido a la escala de trabajo (1:25.000) no fue posible realizar este tipo de análisis para subcuencas o tributarios del río Aburrá, lo que hace que exista una mayor incertidumbre

asociada a los resultados de la modelación. Debe tenerse en cuenta que en este proyecto no se realizó levantamiento de información primaria.

El análisis de la información, correspondiente a secciones transversales del río se hizo en tres tramos, dada la similitud de sus condiciones topográficas. El primer tramo se encuentra entre Ancón Sur y el municipio de Bello (desembocadura de la quebrada El Hato); el segundo va desde la quebrada El Hato hasta el municipio de Copacabana (antiguo sector retén de Mulas), y el tercero y último desde este punto hasta 40 m aguas arriba del puente de acceso al municipio de Girardota.

Dado que la información de estructuras como disipadores de energía y puentes sobre el río no se pudo obtener, en la modelación no se consideraron tales obras a lo largo del corredor del río. Para esto sería indispensable realizar un inventario y levantamiento de estas estructuras, así como sería ideal evaluar el estado actual de las secciones utilizadas en la modelación hidráulica del tramo Ancón Sur-Acevedo.

En los dos últimos tramos se realizó una salida de campo con el fin de verificar de manera cualitativa las condiciones de las secciones transversales en dichos tramos. Se decidió utilizar esta información ya que se verificó que no se presentaban diferencias entre la información secundaria y lo visto en campo, tanto en ubicación sobre el río como en configuración sobre el eje de levantamiento y las márgenes.

○ **Ocurrencia de Eventos de Inundación en la cuenca**

El objetivo de esta parte del trabajo buscó medir de forma cuantitativa y cualitativa cuáles son las corrientes con problemas de inundación y por ende que más afectan la comunidad. En algunos casos las afectaciones están asociadas a la ocurrencia de los eventos (frecuencia), y en otros a la magnitud de éstos (impacto en la comunidad), que puede tener consecuencias letales. La principal fuente de información se obtuvo de la base de datos implementada en el software DesInventar 6.2.8.

La mayoría de los registros revisados muestra que los eventos ocurrieron en las zonas urbanas de los diferentes municipios. En los municipios de Caldas, Barbosa, Girardota e Itagüí, la afectación, en menor grado, también implicó zonas rurales. La Figura 1.12 muestra el grado de “amenaza” para las quebradas de cada municipio. Hay que tener en cuenta que allí no se presentan sitios exactos de los eventos, sino que se hace referencia a los ocurridos desde el nacimiento hasta la desembocadura y que la amenaza está asociada al número de eventos sucedidos en cada una de las quebradas.



Figura 1.12. Zonas críticas por eventos de inundación en el Área Metropolitana.

▪ **CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO**

Se realizó la caracterización de la calidad del agua de la cuenca del río Aburrá con base en información consolidada en estudios realizados principalmente por EEPPM, el Instituto Mi Río y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, y que fueron orientados principalmente sobre el corredor principal del río. También fue posible inferir algunos cambios en la calidad del recurso hídrico en algunas microcuencas monitoreadas por EEPPM como parte del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) que adelanta.

Información adicional incluyó la distribución espacial de vertimientos puntuales y de las redes de interceptores y colectores de aguas residuales en la cuenca, a partir de la cual se validó la tendencia de los diferentes indicadores de calidad de agua adoptados.

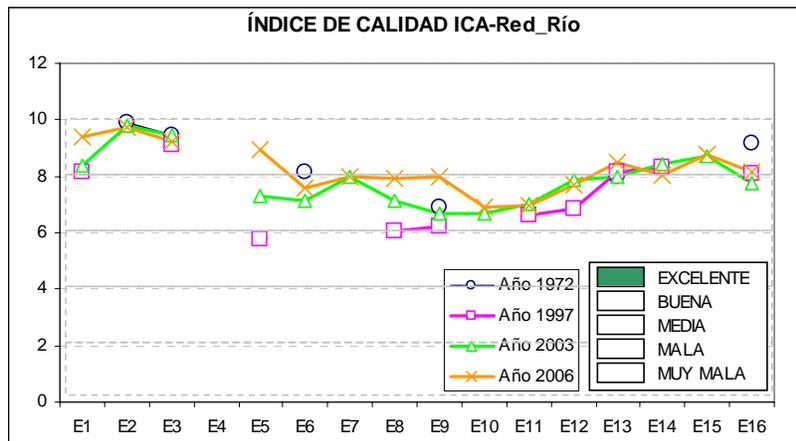
Para la caracterización de la calidad de agua en las estaciones disponibles se siguieron dos enfoques: análisis individual de variables de calidad de agua y utilización de indicadores. En el primer enfoque se evaluó la evolución de las variables oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales (SST) como aquellas más relevantes de acuerdo con la disponibilidad de información y con las variables empleadas en el PSMV de EEPPM,

encontrando que en el corredor definido por las estaciones San Fernando – Machado las concentraciones de dichas variables tienden a ser las más favorables (año 2006) en los diferentes años contemplados en los análisis.

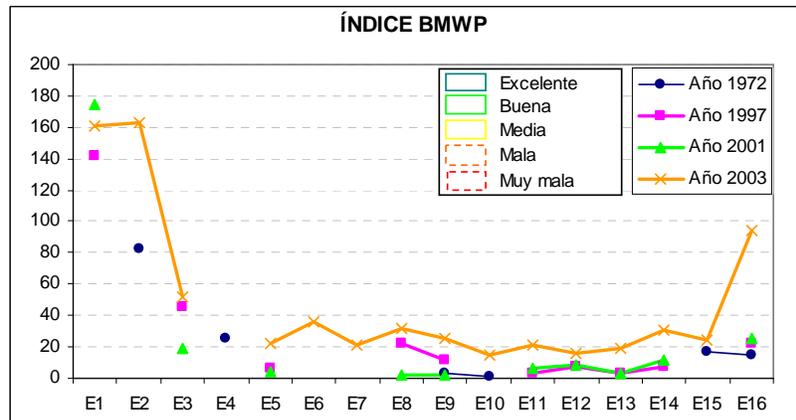
Un segundo enfoque se basó en la utilización de indicadores globales de calidad de agua, para lo cual se empleó el índice $ICA_{RED\ RÍO}$ (indicador físico-químico) definido en Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2005) y el índice biológico $BMWP'$ (Zamora & Alba, 1996). Ambos indicadores, al igual que el análisis individual de las variables del primer enfoque, muestran una recuperación de la calidad general del río en el período 1972 – 2006, principalmente entre las estaciones San Fernando y Machado. Sin embargo, la calificación cualitativa correspondiente a cada indicador no es comparable tal como se muestra en la Figura 1.13.

Los resultados obtenidos a través de los dos enfoques adoptados permiten inferir, en primera instancia, que las acciones realizadas a través de los planes de inversión en la cuenca en materia de calidad de aguas han logrado mejorarla en términos del contenido de materia orgánica inducido principalmente por vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales, lo cual se refleja en la calidad representada por los indicadores $ICA_{RED\ RÍO}$ y $BMWP'$. Por otro lado, se considera más adecuada la clasificación arrojada por el índice $BMWP'$, razón por la cual se debe seguir implementando como parte del seguimiento de la calidad del agua de la cuenca en las estaciones que definen la red de monitoreo ambiental instaurada por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, sin omitir la medición de las variables OD, DBO_5 , DQO y SST, ya que definen parte de los objetivos de calidad de agua.

La calidad del río Aburrá representa el proceso de contaminación de toda su cuenca. Del análisis general hecho de las quebradas afluentes al río Aburrá se concluye que el monitoreo del río es una estrategia indirecta de evaluación de la evolución de la calidad en las cuencas tributarias. Los resultados presentados muestran variaciones en las concentraciones de contaminantes, lo cual se relaciona con los vertimientos directos que se hacen en estas cuencas.



(a) Indicador fisicoquímico ICA_{RED RÍO}



(b) Indicador biológico BMWP'

Figura 1.13. Indicadores de la calidad general del agua del río Aburrá y su correspondiente calificación.

▪ **PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS EN EL RECURSO AGUA**

Del diagnóstico hecho del recurso agua en la cuenca del río Aburrá se identificaron problemáticas que se agruparon en oferta y demanda del agua, dinámica del agua (hidráulica) y calidad del recurso. A continuación se hace una descripción de cada problemática.

○ **Falta de monitoreo de variables hidrológicas**

Para un buen diagnóstico futuro de la cuenca, y para tener información con qué alimentar los modelos que se requieren tanto hidrológica como hidráulicamente en aras de definir zonas de retiro en los cauces y evolución de la oferta y demanda hídrica de la cuenca se requiere de una adecuada red de estaciones de medición. Las dos variables más importantes son precipitación y caudal. La red debe ser diseñada de tal forma que el

número de estaciones e intervalo de medición sea el adecuado para estudiar las componentes del ciclo hidrológico a la escala que se requiere. Por ejemplo, para estudiar la distribución temporal de las tormentas se requiere medir en intervalos de 5 minutos o menores en tiempo real, ya sea con la ayuda de estaciones de precipitación con telemetría o un sistema de radares. De otro lado la variable caudal es muy importante para cuantificar el régimen de flujo no sólo en el cauce del río Aburrá sino también en los afluentes. Se debe también mejorar en la medición de los consumos a través de las concesiones de agua y de programas de macro y micro medición

- **Dependencia hídrica de otras cuencas**

El ochenta y tres por ciento (83%) del agua consumida en la zona urbana del Valle Aburrá proviene de las cuencas de los Ríos Grande y Pantanillo. Estas dos cuencas que son externas a la cuenca misma del río Aburrá son las encargadas de proveer en un alto porcentaje el agua consumida al interior de la cuenca. En general la cuenca del río Aburrá es importadora de los servicios públicos (agua y energía) y aunque esto en la actualidad no representa un conflicto, se ha decidido incluir como problema debido a que las empresas prestadoras de servicios deberán tener en cuenta en el futuro el desarrollo propio y de las regiones aledañas a estas cuencas y su conservación como zonas de protección y regulación del recurso hídrico, de tal manera que puedan seguir contando con el recurso agua necesario.

- **Ilegalidad en el uso del agua**

El trabajo realizado en el inventario de acueductos comunitarios y el análisis de la información de los estudios detallados de la cuenca dan muestra de la falta de control existente en el valle en cuanto al aprovechamiento del agua. Las falencias de información encontrada en los expedientes de las entidades ambientales con jurisdicción en la cuenca son la base para la definición de esta problemática. Se resalta como detonador de la problemática las limitaciones de cota que presenta EEPPM en la distribución del agua, lo que hace que los usuarios rurales dependan de un abastecimiento de fuentes cercanas.

Aunque actualmente se realizan por parte de las instituciones ambientales grandes esfuerzos por legalizar las captaciones de agua en las quebradas de la cuenca, se han encontrado en trabajos de detalle, como Planes de manejo y ordenamiento de cuencas y actualizaciones de la red hídrica, que la gran mayoría de dichas captaciones no están legalizadas. En el análisis de la información, la correlación entre las captaciones levantadas en los estudios detallados y la existente en las entidades oficiales es de aproximadamente el 10%, lo cual se considera muy bajo. Este problema es particularmente notorio en las partes altas de la cuenca, donde cada vez es más necesaria la toma de agua. Las captaciones en estos sitios son raramente legalizadas.

- **Uso y manejo irracional del recurso hídrico en la zona rural**

En las zonas rurales las obras de captación captan más agua que la concedida, o en la mayoría de los casos no existen obras técnicamente construidas y diseñadas. En los datos obtenidos a partir del levantamiento de información secundaria sobre acueductos comunitarios se observa que las dotaciones, según el número de usuarios de los acueductos, alcanzan valores absurdos, los cuales abastecerían a mínimo 2.5 personas en la zona urbana. Esto evidencia el derroche de agua en la zona rural y genera escasez en algunos sectores de estas zonas de la cuenca. Los estudios de oferta y demanda hídrica se realizan con poca información permitiendo que algunas veces se adjudiquen caudales cercanos al medio, lo cual en épocas de verano hace que se capte toda el agua que por allí transita dejando a las fuentes sin el caudal mínimo ecológico.

- **Baja oferta hídrica en las zonas rurales**

Como resultado del análisis de escasez en las zonas rurales de los municipios es evidente la alta presión por el recurso en el centro de la cuenca del río Aburrá (zona urbana), lo que tiende a empeorar con el tiempo. En la actualidad la gran mayoría de las zonas rurales deben recurrir a las quebradas más cercanas como fuentes de agua. Sin embargo, fenómenos antrópicos y naturales han ocasionado la disminución notable en calidad y cantidad del recurso para estas comunidades.

- **Cambio en la oferta hídrica por el efecto del cambio climático**

El cambio climático es un hecho científico que afecta la disponibilidad del recurso hídrico en el espacio y tiempo. La cuenca del río Aburrá es la más importante del departamento de Antioquia por la población que alberga y por ser el principal centro de desarrollo del departamento. Se requiere conocer a fondo cómo afectará el cambio climático el ciclo hidrológico en la cuenca a través de la precipitación, caudales, evaporación, etc, debido a los efectos inducidos por el hombre en el Valle de Aburrá, mediante la quema de combustibles fósiles, procesos de cambio en el uso del suelo, tanto de urbanización como cambio de coberturas vegetales.

- **Mejoramiento de la calidad del agua**

Los indicadores ICA y BMWP muestran que aunque hay un mejoramiento en la calidad del agua, se requiere de mayores esfuerzos para controlar los vertimientos. En las zonas la problemática se centra en que las poblaciones y veredas no tienen sistemas de tratamiento de aguas servidas, por lo tanto afecta a los usuarios las aguas de los puntos de descarga. En la zona urbana la problemática se centra en los vertimientos residenciales industriales ilegales. Se espera que en los próximos 5 años el sistema de

saneamiento del río Medellín esté implementado y alcance los niveles de calidad del agua esperados. Es muy importante contar con una red de monitoreo de calidad del agua, para lo cual el Área Metropolitana tiene un proyecto para la instalación y operación de una red a lo largo del río.

- **Desarticulación de obras hidráulicas**

Las obras hidráulicas realizadas en la gran mayoría de las corrientes responden a la solución de problemas puntuales y sus implicaciones no son tenidas en cuenta en obras ya existentes o en canales naturales adyacentes. La presencia de obras sin una articulación clara a nivel hidráulico con la corriente es cada vez más común en nuestro medio, tanto en la zona rural como en la urbana.

- **Inadecuadas obras hidráulicas**

En las corrientes principales del Valle se han encontrado sitios recurrentes con problemas de inundación, para lo cual es evidente la necesidad de obras hidráulicas bien diseñadas.

- **Mantenimiento y rehabilitación de cauces naturales y obras hidráulicas**

Los trabajos detallados han dado cuenta de la no existencia de un programa preventivo de mantenimiento y rehabilitación de las obras hidráulicas, y sólo se realizan acciones de mitigación. La existencia de obras con problemas del taponamiento de las secciones por sedimentos, basuras, envejecimiento y fisuramiento de las obras se presenta cada vez con más frecuencia y representan un riesgo que puede ser prevenido.

- **Aumento de escorrentía**

El aumento de las áreas urbanizadas y pavimentadas hace que se genere una mayor escorrentía directa con poca infiltración que implica un aumento en los caudales máximos que transitan por los canales y cauces de las corrientes de agua.

- **Insuficiencia en la capacidad hidráulica**

La gran mayoría de las coberturas (box-culverts) fueron diseñadas con caudales hallados con unas condiciones de cobertura vegetal y usos del suelo muy diferentes a los actuales. Debido al crecimiento de la zona urbana, la escorrentía ha aumentado y las estructuras hidráulicas se han vuelto insuficientes. Además, las autoridades ambientales que son las competentes de otorgar los permisos de intervención no tienen criterios claros para dimensionar las obras en función de la capacidad hidráulica.

1.1.2 Subsistema Abiótico – Recurso Suelo

- **Geología, Geomorfología y Aguas Subterráneas**

La ubicación geográfica de la cuenca del río Aburrá tiene serias implicaciones en cuanto a factores geológicos, tales como la tectónica regional, fallas regionales y fallas locales que a la vez condicionan los procesos geomorfológicos imperantes, como la formación de valles y escarpes en la zona de estudio. El conocimiento del componente geológico y amenazas naturales es básico para la toma de decisiones y la realización de procesos de planificación territorial, ya que el subsuelo es la base fundamental sobre la cual se sustentan los otros recursos y demás componentes bióticos y antrópicos.

Esta parte del subsistema a partir del estado del arte sobre la geología, geomorfología, procesos morfodinámicos, áreas mineras, aguas subterráneas, amenaza por movimientos en masa y amenaza sísmica en la cuenca del río Aburrá.

- **Descripción Geológica**

El área de la cuenca del río Aburrá está enmarcada en una zona muy compleja geológicamente, con presencia principalmente de rocas metamórficas e ígneas que varían cronológicamente en edades geológicas desde el Paleozoico hasta el Cretáceo y por depósitos recientes de diferente índole. A esto se suma la presencia de numerosas estructuras (fallas) geológicas que atraviesan la cuenca, principalmente en su costado sur occidental, con tendencia norte-sur y con menos ocurrencia hacia la parte norte y oriental de la cuenca.

- **Rocas Metamórficas:** En la cuenca del río Aburrá afloran ortoneises, anfibolitas, migmatitas y esquistos.
- **Rocas Ígneas:** En la cuenca del río Aburrá existen gabros, metagabros, peridotitas, basaltos, dunitas y granitoides.
- **Depósitos recientes:** Estas unidades de roca son producto de los procesos de meteorización que altera la composición original de las rocas, erosión del material alterado y transporte hacia otros lugares.
- **Estructuras geológicas:** Para la cuenca del río Aburrá, existe un complejo sistema de fallas geológicas que están a su vez asociadas a la actividad tectónica característica del occidente colombiano y a las fallas más representativas que hacen parte del sistema de fallas Romeral localizado en el costado sur occidental de la cuenca.

Las fallas relacionadas con los principales sistemas que se presentan en el departamento de Antioquia, algunos de los cuales afectan la región de la cuenca del río Aburrá. Las principales fallas son: San Jerónimo, Ancón, La Doctora, Minas, Santa Isabel, Tierra Amarilla, La Cachona, Don Matías, El Salto, La Chapa, La Loca, Chagualones, La Pastora, La Agudita, Rodas, El Guadual, La Ese, París, La Cachorra o El Molino, La Gabriela, El Poblado, La Aguacatala, Perico y Santa Lucía.

▪ **Geomorfología de la cuenca**

Al interior de la cuenca del río Aburrá se han identificado cinco grandes unidades cartográficas geomorfológicas: Escarpe principal, Filos y colinas, Vertientes Suaves en Depósitos, Superficies aluviales y Terrazas aluviales, dentro de las cuales se distinguieron algunas unidades menores. Las principales unidades se resumen en la Figura 1.14.

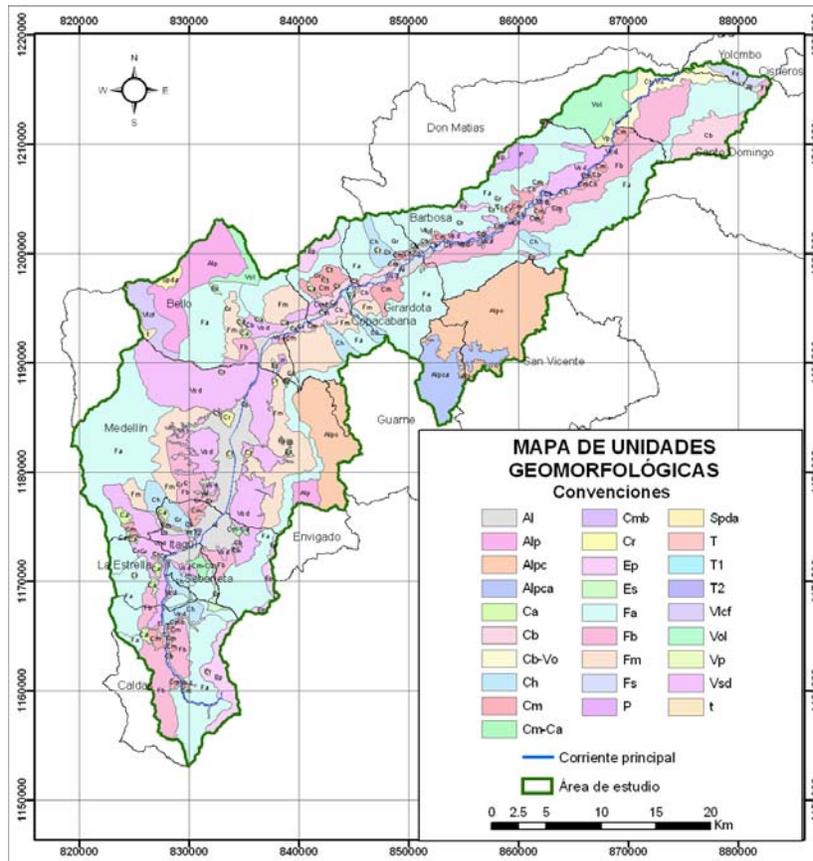


Figura 1.14. Unidades geomorfológicas de la cuenca del Aburrá.

▪ Recursos minerales

La variedad geológica que caracteriza la cuenca del río Aburrá permite la existencia de recursos minerales que se utilizan principalmente para suplir las necesidades de los mismos municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

En toda la extensión que comprende la cuenca del río Aburrá, se encuentran recursos minerales relacionados con los materiales de construcción y en algunos sectores, con ocurrencia mucho menor, se han reportado recursos de minerales metálicos, como oro y plata.

▪ Aguas Subterráneas

La cuenca del río Aburrá cuenta con un buen potencial del recurso hídrico subterráneo evidenciado en la explotación informal del sector industrial y de otros usos durante varios años en la zona central de la cuenca.

○ Zonas Acuíferas

Del estudio Inventario de Aguas Subterráneas en el Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2001) se realizó la clasificación hidrogeológica de tres unidades:

Unidad hidrogeológica A: la conforman los depósitos aluviales del río Aburrá y sus principales quebradas afluentes, esta presenta una permeabilidad primaria moderada a alta y una estructura favorable para la recarga y el almacenamiento de aguas subterráneas.

Unidad hidrogeológica B: se encuentra localizada en las laderas del Valle de Aburrá, en forma discontinua a lo largo de la margen derecha e izquierda del mismo valle. La conforman todos los depósitos de vertientes como flujos de lodo, flujos de tierra, flujos de escombros y coluviones que flanquean los lados del valle. Esta Unidad Hidrogeológica tiene una permeabilidad primaria baja a muy baja, una permeabilidad secundaria moderada y una disposición favorable para la recarga de aguas subterráneas.

Unidad Hidrogeológica C: se encuentra localizada principalmente en el área rural de los municipios de Itagüí (zona occidental), Medellín (zona occidental, San Diego y barrio Las Estancias), Bello (zona occidental), Girardota (zona norte y sur oriental) y Barbosa (zona occidental, sur occidental, norte y oriental). En la zona urbana sólo un área pequeña aflora en la parte centro occidental y en la parte centro oriental (San Diego- Seminario Mayor). La conforman los saprolitos y zonas fracturadas de las rocas ígneas del Batolito Antioqueño, Batolito de Ovejas, Stock de Altavista, Stock de San Diego y Stock de Las

Estancias. Tiene una permeabilidad primaria moderada y secundaria alta. Estructuralmente tiene una disposición favorable para la recarga y el almacenamiento de aguas subterráneas.

Estas unidades hidrogeológicas se replantearon en el estudio Zonas de Recarga y Acuíferos del Valle de Aburrá (Universidad de Antioquia, 2001) mediante la correlación de unidades estratigráficas hecha con base en las columnas litológicas y la incorporación de los resultados de los sondeos eléctricos verticales. Se redefinieron dos acuíferos, uno libre y otro semiconfinado. El acuífero libre es denominado A o A1, según la existencia de A2. La unidad A1 se extiende desde el municipio de Caldas hasta Medellín, posee un espesor máximo de 99 metros a la altura del aeropuerto Enrique Olaya Herrera. En la parte norte del área de estudio, esta unidad se denominó A y se extiende desde Medellín hasta Barbosa, su espesor máximo es de 77 metros y se presenta en la margen izquierda del río Medellín en los límites entre Girardota y Barbosa.

Por debajo de A1 se encuentra B, el cual se extiende desde Caldas hasta Medellín, su espesor máximo es de 57 metros.

El acuífero semiconfinado A2, se observa desde Sabaneta hasta Medellín; su máximo espesor se presenta en inmediaciones del aeropuerto Enrique Olaya Herrera.

La localización de las zonas potenciales acuíferas se presenta en la Figura 1.15.

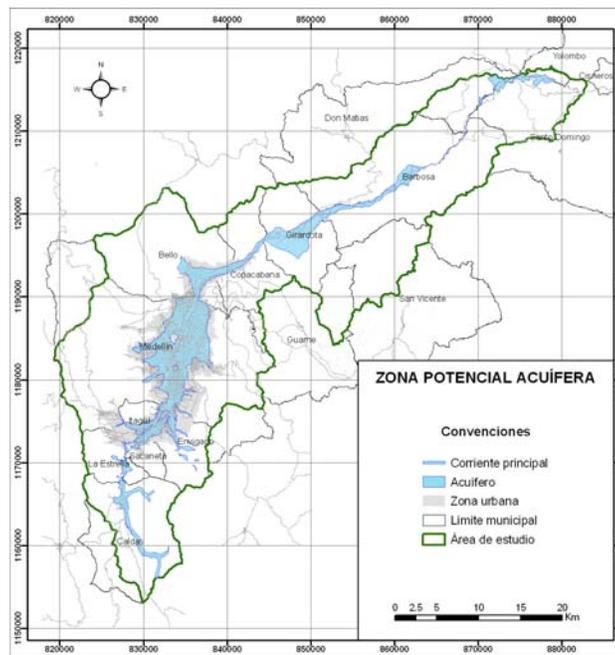


Figura 1.15. Ubicación de la unidad hidrogeológica A en el Área Metropolitana.

Fuente: modificado de “Zonas de recarga y acuíferos en el Valle de Aburrá” (U. de A., 2001).

- **Zona con potencial alto de recarga directa :**

Corresponden a zonas localizadas en las áreas con pendientes planas, asociadas al río Aburrá y sus afluentes. Estas zonas corresponden a depósitos aluviales, aluviotorrenciales y suelos residuales derivados del Batolito Antioqueño, del Stock de Ovejas y del Ortoneis de La Miel. Se ubican a lo largo del río Aburrá y en algunas corrientes en los municipios de Barbosa y Girardota, así como en la quebrada La Miel del municipio de Caldas.

- **Zona con potencial moderado de recarga directa**

Corresponde en general a zonas localizadas en las partes bajas y medias de las vertientes con una leve pendiente, a colinas bajas con pendientes suaves y colinas aisladas como en el sector de Caldas. Geológicamente se encuentran asociados a depósitos de vertiente derivados de dunitas y al Batolito Antioqueño. Hacia el sector norte del Valle de Aburrá existen depósitos aluviotorrenciales y abanicos aluviales que presentan un potencial de recarga moderado debido a sus características geológicas.

- **Zona con potencial bajo de recarga directa**

Corresponde a aquellas zonas planas ubicadas hacia las partes bajas de las vertientes, cuya morfología está asociada generalmente al paleorelieve y cuya pendiente no es mayor de 15°. Están asociadas geológicamente a suelos residuales (saprofitos) de anfibolitas y del Stock de Altavista, a depósitos de flujos de lodos y escombros de diversa composición, a la Formación Quebrada Grande y en algunas ocasiones a depósitos de vertiente.

- **Zonas de recarga indirecta**

Además de las zonas de recarga directa descritas anteriormente existen otras zonas hacia las partes altas del Stock de Altavista y el Gneis de la Iguaná, que por sus características geológicas y por ser áreas con buena disponibilidad de agua permiten la infiltración, pero que por tener pendientes mayores de 15° se han designado como zonas de recarga indirecta.

- **Calidad del agua subterránea**

La caracterización físico-química realizada en el estudio Inventario de Aguas Subterráneas en el Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2001), consistió en analizar 51 muestras tomadas durante el mismo estudio, añadidas a los resultados de 79 muestras aportados por empresas o estudios pasados. Los parámetros medidos en las muestras

fueron: PH, temperatura, dureza, conductividad, cloruros, sulfatos, hierro, nitratos y nitritos, turbiedad y color. El análisis bacteriológico consistió en analizar 31 muestras del estudio, y 14 resultados analizados y suministrados por otras empresas.

El análisis de calidad de aguas concluyó que el agua es no potable, dado que algunos parámetros no cumplen los valores límites exigidos en el decreto 475 de 1998 y la normatividad recomendada por la OMS (Organización Mundial de la Salud). Del total de muestras, el 36% sobrepasan los valores establecidos para turbiedad, 9% color, 36% nitratos, 27% dureza total, 18% sólidos totales, 90% grasas y aceites, 27% hierro total. Todo esto implica que se debe realizar tratamientos consistentes básicamente en filtración, coagulación y en algunos casos aireación para oxidar el hierro, con el objeto de potabilizarlas.

- **Problemas del agua subterránea**

Se considera como problema general el poco conocimiento del recurso agua subterránea enmarcado en los aspectos estructurantes mencionados anteriormente (fuente, recarga, uso y calidad) desde el punto de vista del uso sostenible del recurso, ya que para lograr esto es necesario conocer la disponibilidad, la calidad y el uso actual del mismo.

Se percibe otro problema de contaminación por la actividad antrópica apuntando a estaciones de servicio, desechos de procesos industriales y lixiviados, y un tercer problema que está relacionado con la impermeabilización de la superficie de gran parte de la zona con alto potencial para la recarga directa ya que ésta coincide en gran medida con los suelos urbanos de los municipios del Valle de Aburrá, lo que limita la recarga directa a las zonas verdes de la zona urbanizada.

- **Amenazas y riesgos**

En este aparte se hace énfasis en la caracterización de las amenazas y riesgos relacionados con eventos sísmicos y por movimientos en masa o deslizamientos, considerando que ellos son los que con mayor incidencia ocurren en la región y que además han sido objeto de investigaciones detalladas para su identificación.

- **Riesgo por movimientos en masa**

El riesgo ante los fenómenos de remoción en masa se determina por los efectos más comunes que éstos producen en la comunidad, la infraestructura y el medio ambiente y que se valoran generalmente en pérdidas económicas y humanas. Este riesgo ha sido caracterizado para los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de

Aburrá y es en dichos municipios donde se presenta la mayor infraestructura y densidad poblacional en la cuenca del río Aburrá (ver Figura 1.16).

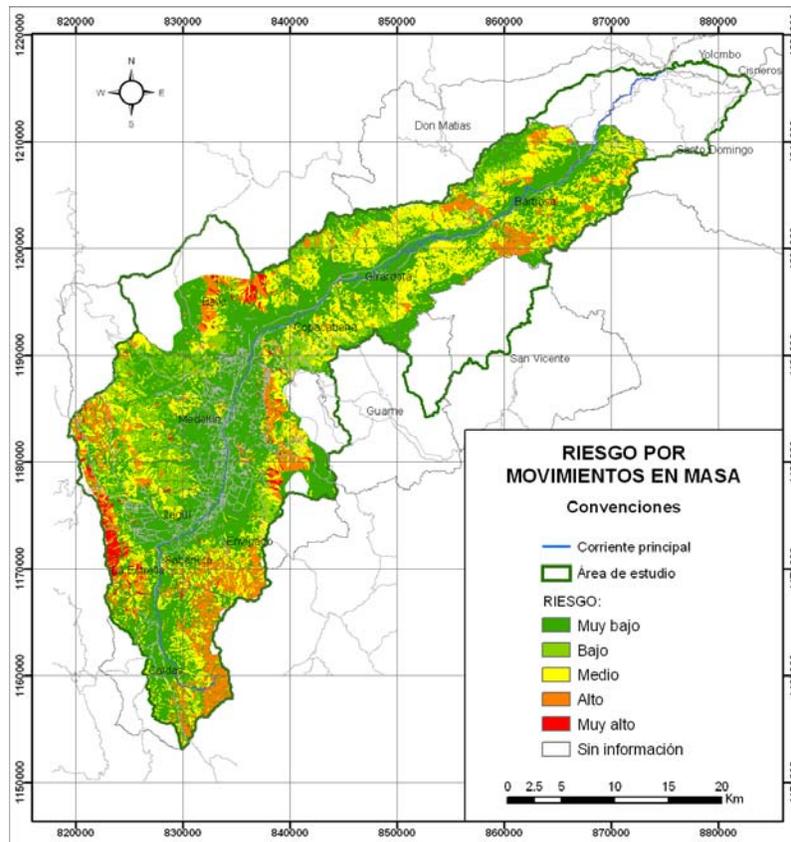


Figura 1.16. Zonas de riesgo por movimientos en masa en la cuenca del río Aburrá.

Fuente: Área Metropolitana, 2002.

o **Amenaza y riesgo sísmico**

El Valle del Aburrá se encuentra localizado en una zona donde se presenta una disminución de la actividad sísmica con respecto a la región occidental del país, según se puede comprobar con ayuda del catalogo sísmico histórico e instrumental. La actividad sísmica que es continua en la zona de subducción se ve notablemente disminuida al oriente del valle del río Cauca, en la latitud donde se encuentra el Valle de Aburrá.

En el ámbito regional, la zona donde se sitúa la cuenca del río Aburrá, se califica como una zona de amenaza sísmica intermedia. El estudio de Instrumentación y Microzonificación Sísmica del Área Urbana de Medellín (Alcaldía de Medellín, 1999) y La Microzonificación Sísmica de los Municipios del Valle de Aburrá y definición de zonas de riesgo por movimientos en masa e inundaciones en el Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2002), definió unos niveles de amenaza para los municipios que conforman

el Valle de Aburrá, considerando como las áreas de alta amenaza las de los municipios de Caldas, La Estrella, Itagüí y Sabaneta en las cuales además se presenta una significativa densidad de fallas y estructuras geológicas. Para los municipios de Girardota, Bello, Copacabana y Barbosa, la amenaza se considera baja (ver Figura 1.17).

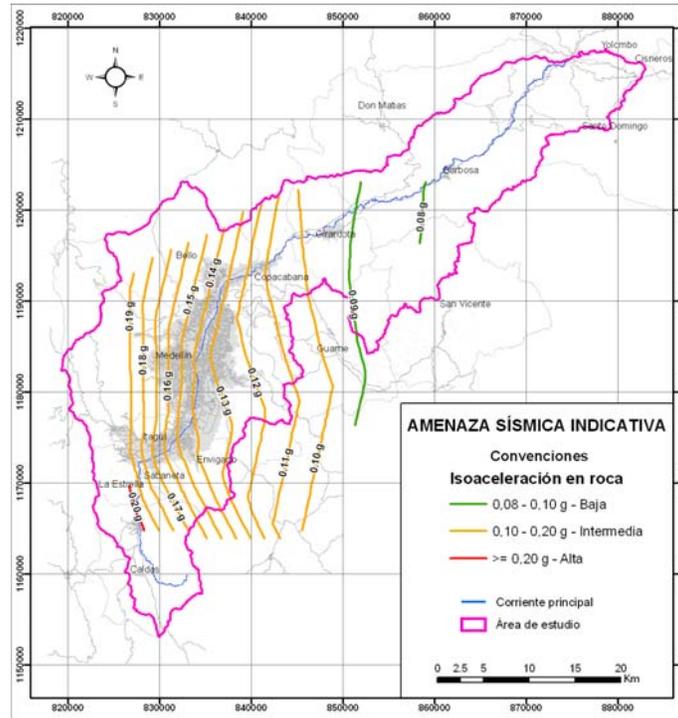


Figura 1.17. Isoaceleraciones en roca para determinar amenaza sísmica indicativa.

Fuente: Área Metropolitana 2002, Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica 1998.

▪ **Problemáticas de la geología y las aguas subterráneas**

Es importante tener en cuenta el grado de incertidumbre debido a las diferentes escalas de la información que fueron insumos para este trabajo, lo anterior también conduce a considerar cierta heterogeneidad en el detalle de la información base. Hay vacíos importantes de información en la parte norte de la cuenca, que corresponde a la parte rural de los municipios de Don Matías, Santo Domingo, San Vicente, Guarne y Yolombó.

En el análisis realizado de los aspectos mineros se evidenció que no existe una legislación clara que armonice la explotación de los recursos no renovables (mineros) con el aprovechamiento de los recursos renovables, aunque para estos últimos exista una legislación específica.

A pesar de la existencia de las guías minero ambientales y del acompañamiento por parte de las Autoridades Ambientales, en las explotaciones mineras se realizan ejecuciones inadecuadas de los planes de abandono, que dejan zonas abandonadas en mal estado y en algunos casos con problemas de ocupación ilegal.

Técnicamente se desconocen múltiples aspectos inherentes a la explotación minera en la cuenca del río Aburrá. Hay ausencia de datos de oferta y de la demanda del material de arrastre en las principales corrientes, ausencia de criterios únicos y especificaciones (profundidades de recuperación, retiros) para la explotación de arrastre, desconocimiento de zonas que se han degradado por minería, y ausencia de información actualizada del estado de los recursos naturales, tanto renovables como no renovables.

La caracterización de la zona potencial acuífera se sustenta en las características litológicas de los depósitos aluviales asociados al río Aburrá y sus afluentes y la disposición de estructuras en la cuenca. Dichos depósitos conforman la unidad hidrogeológica más competente. Cabe anotar que algunos depósitos de vertiente podrían tener características favorables como unidades hidrogeológicas pero no se cuenta con estudios e información pertinentes para su reevaluación y eventual reclasificación como unidades potenciales acuíferas.

La descripción de la geometría del acuífero (ubicación espacial y espesores) se limita al análisis de los depósitos aluviales cartografiados en los mapas geológicos y mapas de unidades superficiales junto con la correlación de sondeos eléctricos verticales y varias columnas estratigráficas. Es una caracterización a grandes rasgos de la zona acuífera y los espesores y la distribución espacial de la zona no son bien conocidos, puesto que no se tiene suficiente información para establecer con menos incertidumbre la variación del acuífero en superficie y en profundidad.

Igualmente sucede respecto a los parámetros hidráulicos del acuífero, ya que las pruebas de bombeo se concentran en sitios específicos y no pueden ser generalizadas a toda el área de la cuenca. Esto se debe a las limitaciones tanto de existencia de pozos y de las características apropiadas para realizar una prueba de bombeo, como de la logística necesaria para realizar las pruebas sin afectar los procesos industriales.

La recarga de aguas subterráneas no está calculada, y junto con la incertidumbre en las características geométricas y los parámetros hidráulicos no es posible estimar la disponibilidad del recurso en este momento. Para este análisis también es importante incluir el agua infiltrada en otras cuencas aledañas y su interacción directa con las aguas superficiales que afloran en la cuenca en estudio.

Con respecto a la calidad del agua subterránea, sólo se cuenta con varios registros de análisis fisicoquímicos de estudios anteriores. Desde el punto de vista temporal, la dinámica natural de los procesos de infiltración y afectación antrópica de las aguas subterráneas amerita muestreos periódicos de elementos o compuestos específicos para detectar problemas de contaminación puntual o regional en toda la cuenca. Según lo anterior, sólo se puede establecer que el agua subterránea no es apta para consumo humano, lo que se puede solucionar por medio del tratamiento de las aguas, pero en este momento no es posible establecer el grado de contaminación por otros compuestos que podrían ser tóxicos.

En términos de la ocupación del suelo urbano para la ciudad de Medellín y hasta 2005 se tiene que el 20% del suelo ocupado después de 1948 es de origen informal (y que corresponde aproximadamente al 48% de la población de la ciudad), el 37% corresponde a ocupación formal y el 9% a zonas en proceso de urbanización que corresponden a las áreas de expansión y el restante 34% corresponde a las zonas ocupadas antes de 1948 de manera formal.

Teniendo en mente la historia del proceso de ocupación del suelo en las zonas urbanas de la cuenca, y que la normatividad para construcciones sismorresistentes comenzó a ser efectiva en el país después de la década de los años ochenta, se infiere que un porcentaje importante del área ocupada en dichas zonas posiblemente presenta vulnerabilidad considerable para enfrentar eventos sísmicos importantes, pues o bien fue construida en la primera mitad del siglo XX o fue construida de manera informal.

▪ **COBERTURAS Y USOS DEL SUELO**

Desde el punto de vista agrológico, el suelo es la integración del componente mineral en la capa superficial de la corteza terrestre, producto de la meteorización del material parental, con los residuos vegetales y animales que constituyen la materia orgánica. Según el IGAC (1997) para los estudios del medio físico, el suelo soporta las actividades del hombre dirigidas al aprovechamiento de su potencial productivo (cultivos agrícolas, regadíos, etc.); las infraestructuras construidas por el hombre (vías, embalses, urbanizaciones, etc.); es fuente de materiales para actividades humanas (materiales de construcción) y es receptor de impactos (erosión, compactación, etc.).

El diagnóstico del estado actual de las coberturas vegetales y de los usos del suelo es un insumo fundamental para un proceso de ordenamiento ambiental. Además, el trabajo en este sentido permite encontrar las interacciones entre los factores estructurantes y

estructurados a nivel territorial y la dinámica de sus relaciones como determinante clave del futuro regional.

- **Descripción del recurso**

- **Asociaciones de suelos**

Las asociaciones que se encuentran presentes en la cuenca del río Aburrá de acuerdo con el Estudio de Suelos del Departamento de Antioquia (IGAC, 1979) en escala 1:100,000: Aldana (AL), Andes (AG), Calderas (CL), Girardota (GS), Guadua (GD), Horizontes (HB), Llanolargo (LL), La Pulgarina (LP), Niquía (NQ), Poblano (PO), Rionegro (RN), Sabaneta (SA), Tarazá (TR), Tequendamita (TE), Yalí (JD), Yarumal (YA) y Zulaibar (ZL), en donde variables como clima, topografía, tipo y edad del material parental, y vegetación fueron la base para su descripción.

- **Grupos de manejo**

La clasificación por capacidad de uso o clasificación agrológica consiste en el agrupamiento de las tierras con base en las limitaciones que presentan de acuerdo al clima y las características permanentes de los suelos, en la capacidad de producción, riesgos de deterioro y requerimientos de prácticas de manejo. Los grupos de manejo que se encuentran presentes en la cuenca del río Aburrá. De acuerdo a IGAC (1979) en escala 1:100,000: IIIs-3, IIIs4, IIIs5, IIIs6, IIIsh-2, IIs-1, IVes-1, IVes-4, IVes-5, IVes-6, IVes-7, IVes-8, IVs-3, Vles-2, Vles-5, Vles-7, Vles-8 VIIes-3, VIIes-4, VIIesc-1 y VIII.

- **Zonas de vida**

Las zonas de vida presentes en la cuenca son: bosque húmedo Montano bajo (bh-MB) Área, bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB), bosque húmedo Premontano (bh-PM), bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM), bosque húmedo montano (bh-M) y bosque pluvial montano (bp-M). El mapa de zonas de vida se obtuvo por superposición de los mapas reclasificados de elevaciones, temperatura y precipitación.

La zona de vida con mayor dominancia en la cuenca es el bosque húmedo Premontano (bh-PM) con aproximadamente 31%, mientras que el bosque muy húmedo montano tiene la menor representación con sólo 0.039% del total de la cuenca.

- **Coberturas vegetales**

La distribución espacial de las coberturas se puede observar en la Figura 1.18, donde se ve que una matriz de pasto envuelve las demás coberturas, los bosques están ubicados

en las partes altas de la cuenca y los cultivos permanentes predominan en el norte. Es importante recalcar que no todos los datos aquí representados son producto del trabajo de campo realizado dentro del proyecto, y los fuertes impactos generados sobre las coberturas vegetales en las últimas décadas de fenómenos como son: la parcelación, la fragmentación de predios, la pérdida del valor productivo del suelo y su cambio por valor inmobiliario y cambio en la cultura rural o lo que llaman la “Nueva Ruralidad” son de gran envergadura. Lo anterior hace evidente la necesidad de levantar un mapa de coberturas vegetales a partir de información primaria en escala de detalle para la cuenca del río Aburrá.

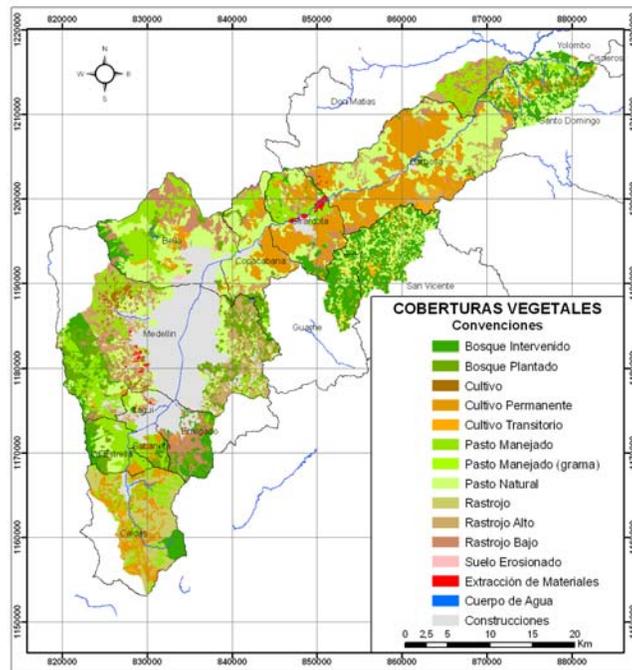


Figura 1.18. Coberturas vegetales de la cuenca del río Aburrá. Fuentes: Mapa de coberturas y usos, CORANTIOQUIA, 2002; Mapas de uso actual y coberturas de Guarne, San Vicente y Santo Domingo, Cornare, 1993; Mapas de uso actual y coberturas de la revisión de POT de La Estrella, Girardota y Medellín; Interpretación de imagen SPOT de 2005.

○ **Uso actual del suelo**

Los usos actuales del suelo en la cuenca dan una idea aproximada de la jerarquía de usos del suelo rural. El uso pecuario con un porcentaje de aproximadamente 29.4% del área total de la cuenca y el uso agrícola con un 12.3%, representan un área importante de la cuenca. Aunque el uso forestal protector tiene un porcentaje del 29.1%, se deben conocer sus características y su estructura para definir su funcionalidad ecobiológica o su potencial para recuperación y regulación hidroclimática.

○ **Clasificación del suelo**

La Ley 388 de 1997, tiene entre otros el objeto de promover el ordenamiento del territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural, localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes, entre ellas la clasificación del suelo. Lo anterior basado en los siguientes principios: la función social y ecológica de la propiedad, el predominio del interés general sobre el particular y la distribución equitativa de las cargas y los beneficios. La clase dominante en la cuenca es la rural con un 85%.

○ **Restricción por pastoreo**

Esta variable se analizó teniendo en cuenta el mapa de zonas de vida y utilizando los límites de pendiente permisible (en porcentaje) presentadas por Tosi (1972) para el pastoreo de ganado, este es un complemento del mapa de uso potencial dado que las generalizaciones pueden hacer perder exactitud en el análisis de los conflictos por uso del suelo rural.

La mayor parte del área de la cuenca, 68.3% presenta restricción para el uso pecuario en lo referente a pastoreo de ganado. Esta práctica productiva es permisible en zonas de pendientes bajas hasta medias localizadas en el fondo del valle y hacia los altiplanos, igualmente se presentan muchas áreas dispersas en las vertientes del valle que permiten este tipo de explotación pecuaria, sin embargo, son áreas muy pequeñas para una explotación extensiva.

○ **Uso potencial del suelo rural**

El uso potencial del suelo, según Tosi (1972), corresponde a “todos aquellos usos permitidos que sean menos exigentes en cuanto a recursos naturales que el uso máximo permitido para el terreno en estudio”. El término de “uso potencial” se usa en el presente estudio para designar esa capacidad máxima de uso que se le puede dar a determinado terreno sin incurrir en el detrimento del recurso suelo y en el agotamiento de su capacidad productiva.

El 68.1% de la cuenca tiene potencial para uso forestal de protección y producción. Estas zonas están caracterizadas por altas pendientes en las cuales cualquier otro uso más intensivo, incluyendo las explotaciones forestales productoras, generaría un uso inadecuado provocando así un deterioro ambiental por erosión de suelos. Actualmente sólo un 16% de la cuenca presenta coberturas forestales, lo que indica el estado de deterioro ambiental del área de estudio por uso inadecuado del territorio.

○ **Conflictos en el uso del suelo rural**

El objetivo de este insumo es poder indicar las zonas donde se presentan las mayores presiones por el uso de los recursos naturales, especialmente el suelo, debidas a prácticas productivas inadecuadas para la oferta ambiental. La superposición de los mapas de uso potencial y de uso actual da como resultado el mapa de conflictos de uso del suelo rural que se muestra en la Figura 1.19. Es importante indicar que el diagnóstico del estado de la cuenca en este sentido sólo permite una aproximación al problema del suelo rural, dado que para este análisis se requiere el levantamiento de información primaria y metodologías que permitan una caracterización ambiental y definición de potencialidades del suelo rural en el contexto ambiental actual, situaciones que están fuera del alcance de este estudio.

En el mapa de conflictos se observa que el 20% del área de la cuenca presenta conflicto por uso inadecuado del suelo, es decir, tienen actividades que sobrepasan la capacidad máxima de uso del terreno. Este análisis no tiene en cuenta la franja de presión de la expansión de la ciudad y otro tipo de conflictos que no poseen una caracterización rural sino más bien urbana, pero que se dan en el área rural como es el caso de la fragmentación de la propiedad.

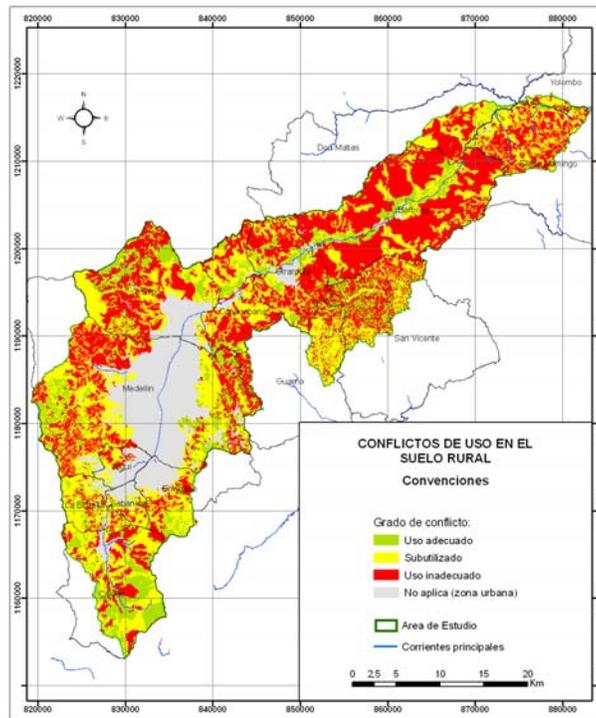


Figura 1.19. Conflictos en el uso del suelo rural. Elaborados a partir de los mapas de uso actual del suelo, uso potencial del suelo y restricción de uso para pastoreo.

La mayor área en conflicto por uso inadecuado del suelo se presenta en suelos potencialmente aptos para una explotación forestal productora protectora, pero que son usados para producción agrícola o pecuaria, localizados a lo largo de las vertientes occidentales y orientales del Valle de Aburrá. La sub-utilización del suelo se presenta con más frecuencia hacia el sur de la cuenca y hacia la vertiente occidental del municipio de Medellín y representa un 10.8% del área total de la cuenca.

El uso adecuado sólo representa el 7.7% del área de la cuenca. Es importante considerar que el hecho de presentar un conflicto por subutilización del recurso no indica que el uso actual no sea relevante para la funcionalidad ecológica y biológica necesaria para la utopía de la sostenibilidad ambiental. Por lo tanto, es posible que algunas áreas clasificadas como zonas de protección, ecosistemas estratégicos, reservas naturales y forestales entren dentro de esta categoría de conflicto de uso.

- **Estado de las coberturas vegetales en la zona rural**

La expansión del suelo urbano sobre el área rural genera diferentes grados de presión sobre los recursos naturales. Esta situación es crítica en la cuenca del río Aburrá, ya que ésta es un gran receptor de población desplazada y este proceso genera la necesidad de ampliar el suelo urbano para suplir las necesidades de vivienda. Lo anterior trae consecuencias en cuanto al equilibrio ambiental y a la sostenibilidad ecológica. CORANTIOQUIA (2000) indica que entre los servicios ambientales más importantes que prestan las coberturas vegetales en el caso del Área Metropolitana se encuentran: la fijación de carbono y de gases de efecto invernadero y el aporte para la seguridad alimentaria.

La cobertura que más predomina en la cuenca es el pasto, del cual un 23% corresponde a pasto natural; en segundo lugar los cultivos permanentes que corresponde a un 15% equivalentes a un área de 191.9 km²; en tercer lugar, descartando las zonas de construcciones, se tienen los pastos manejados. Lo anterior da cuenta del grado de intervención antrópica que se presenta en la cuenca.

Las coberturas de pastos y de rastrojo son muy importantes en cuanto al área ocupada en la cuenca, el primero con un promedio aproximado del 32% para los años presentados y el segundo con un promedio de 19%. En total estas dos coberturas representan aproximadamente un 50% del área de los 10 municipios que conforman el Área Metropolitana. Se determinó además, que mientras el área en pastos disminuye entre el 2003 y el 2004, el área en rastrojos aumenta aproximadamente en la misma proporción. Existe además una disminución del área cultivada, cuyo porcentaje pasa de 19.7% en el 2003 a 9.2% en el 2004.

Los diferentes procesos migratorios, de industrialización y posterior tercerización de la economía, así como la suerte de tener una despensa de diferentes recursos más allá de los límites de la cuenca, han generado una cultura depredadora de recursos al interior y en la cual las políticas para un desarrollo sostenible no han tenido el protagonismo necesario para afrontar los problemas ambientales de la cuenca. No existe cultura ambiental creada a partir de una educación que permita a los habitantes de esta zona ser concientes de su entorno y de sus responsabilidades como parte de un ecosistema.

Esto se suma a la depredación de recursos que se realiza más allá de los límites de la cuenca para satisfacer las necesidades de la gran metrópoli, con unas políticas muy débiles en cuanto a su aplicación para compensar estos servicios ambientales y proteger el medio ambiente en dichas zonas. Mientras los planes, programas y proyectos que permiten una acción regional que involucra la cuenca del río Aburrá sigan en el papel y no se determinen acciones pertinentes para su actuación, el problema de los recursos y su degradación hará más crítica la situación regional y por lo tanto la del interior de la cuenca que depende de la región para su sostenibilidad ambiental.

- **Estado de los usos del suelo en la zona rural**

La planificación del suelo rural constituye una acción importante para determinar las áreas donde se deben desarrollar los diferentes tipos de actividades del modo de vida rural. El avance de la urbanización, en forma de parcelaciones y loteos, ha causado el detrimento del equilibrio ecológico y de los usos tradicionales del suelo rural, entre los que se destaca la producción de alimentos.

En el caso especial del municipio de Medellín, aproximadamente el 52.64% de la producción agrícola está destinada al autoconsumo, lo que da una idea de lo importante de esta actividad en el municipio (CORANTIOQUIA, 2000). Este tipo de estudios detallados acerca de los corregimientos sólo se ha realizado hasta ahora en el municipio de Medellín y constituyen una herramienta fundamental para caracterizar las actividades de la población rural, lo que permite identificar cuáles son las necesidades en cuanto a usos del suelo para priorizar acciones que posibiliten una actividad económica primaria sin detrimento de los recursos naturales y garantizar la seguridad alimentaria en la zona rural.

La mayor parte del área cultivada en el Valle de Aburrá corresponde a cultivos permanentes (Figura 1.20), entre los que se destacan la caña, el café, los cítricos y la mora.

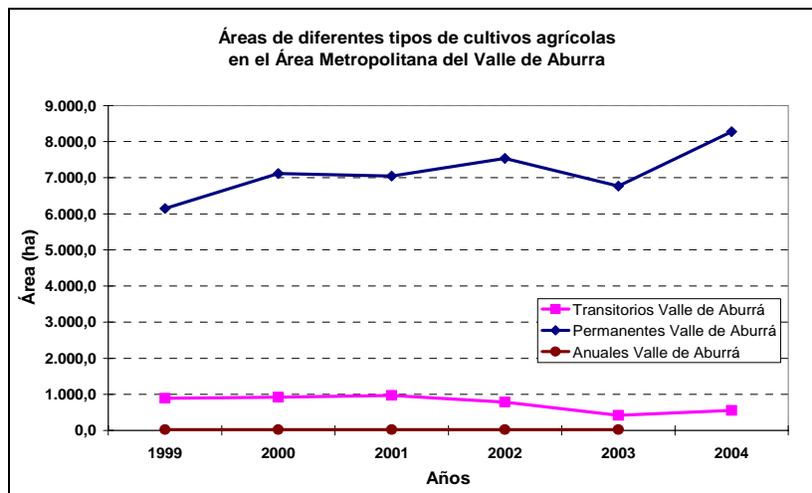


Figura 1.20. Tendencia del área de diferentes tipos de cultivos en el Valle de Aburrá.

■ **Problemáticas de los usos del suelo**

Es importante realizar un esfuerzo interinstitucional para construir y levantar información primaria que sirva como herramienta para el ordenamiento ambiental del territorio. Este trabajo evidencia la carencia de dicha información que no permite realizar un diagnóstico real de la cuenca en el tema del uso del suelo y tampoco permite determinar adecuadamente los conflictos y las problemáticas.

En cuanto a coberturas vegetales se encontró que el 50% del área de la cuenca está compuesta por pastos y rastrojo. Esta situación genera diferentes conflictos en la cuenca al presentarse conversión de áreas pertenecientes a ecosistemas importantes en el equilibrio ecológico de la cuenca, al subutilizarse el suelo en actividades que no aportan directamente a la seguridad alimentaria, al generarse prácticas insostenibles como sobrepastoreo en altas pendientes con sus consecuencias, entre otras.

Se observa una gran área en el norte de la cuenca con uso inadecuado del suelo, caso que debe ser analizado para generar políticas que permitan conservar los recursos y mantener el equilibrio ecológico en zonas vulnerables.

Se evidencia una necesidad de realizar un ordenamiento ambiental con un criterio en cuanto a la sostenibilidad de los recursos naturales, partiendo de que estos son elementos estratégicos para cumplir con la visión institucional que comparte el Área Metropolitana del Valle de Aburrá con los entes territoriales que la componen y que busca posicionar la zona como una región competitiva en el contexto nacional.

Existe una crisis ambiental que requiere acciones regionales planificadas en el tiempo. Este breve diagnóstico sobre la situación actual del suelo rural de la cuenca evidencia la prioridad que debe tener un criterio de ordenamiento ambiental en la planificación del territorio en la cuenca del río Aburrá, que es una tarea necesaria si se quiere ser consecuente con la visión de la región que se quiere posicionar en el ámbito nacional e internacional a partir de su proyección competitiva basada en un desarrollo sostenible y caracterizada por la riqueza de paisajes, la diversidad de climas y la dotación de recursos de muy distinta naturaleza.

1.1.3 Subsistema Abiótico - Recurso Aire

La gestión de la calidad del aire es una tarea que implica el entendimiento de la naturaleza compleja de la contaminación además del entendimiento del comportamiento de los diferentes actores económicos y sociales frente al problema y su solución. La justificación al estudio de la misma está asociada a las profundas consecuencias que el deterioro de la calidad del aire produce sobre las variables ambientales en diferentes escalas geográficas y temporales. En las ciudades, este deterioro puede asociarse principalmente a problemas de salud humana, afectación de infraestructura y patrimonio y afectación progresiva de otros recursos como el agua y la vegetación, constituyéndose en un serio obstáculo para el desarrollo socio-económico.

En el caso del Área Metropolitana del Valle de Aburrá se cuenta con una red de mediciones para la calidad del aire y se han realizado diferentes estudios de modelamiento y análisis para el diagnóstico y generación de planes de acción para el recurso, proyectos del lado del entendimiento del fenómeno de la contaminación y las formas de mitigación. Cada uno de los proyectos se enmarca en objetivos específicos de estudio y/o investigación, y sus productos y propuestas apuntan dentro del marco de cada proyecto, respondiendo a lo afirmado en párrafos anteriores acerca de la necesidad de conocer a fondo cada uno de los procesos que de una u otra forma intervienen en el deterioro o mejoramiento del recurso.

- **Diagnóstico**

La metodología para la construcción del diagnóstico del recurso aire se compone de varios pasos diseñados según el análisis de la información y de forma más general, del conocimiento que hoy tenemos sobre el recurso en la región. Se tienen diferentes fuentes de información secundaria, provenientes de mediciones, modelos, simulaciones, normativas, quejas y reclamos, diagnósticos parciales, etc, que al ser de diferentes naturalezas y propósitos, y además de diferentes escalas y resoluciones, exigen el diseño

de un marco de integración o modelo general de análisis del recurso. Dicho modelo general de trabajo se determinó según las necesidades y propósitos del proyecto POMCA y se fue enriqueciendo según la disponibilidad de información.

La elaboración del diagnóstico se hizo en dos niveles de análisis. El primero corresponde al análisis del estado del recurso a partir de la información secundaria de resultados de modelos, mediciones y proyectos, todos ellos apoyados en SIG y para lo cual se estableció un modelo de análisis conjunto. El segundo nivel se refiere al análisis del marco normativo de gestión del recurso para la identificación de conflictos en la implementación de proyectos para la gestión del recurso, falencias en el marco normativo o falencias en la integración con otras dimensiones de la regulación ambiental y territorial.

Se parte de 3 principales grupos o fuentes de información correspondientes a proyectos de modelación y mediciones, relacionados con la medición de la calidad del aire se contó con: Red de Monitoreo de la calidad del aire de Área Metropolitana, Estación CORNARE y Monitoreos CORANTIOQUIA, e información relacionada con la modelación se dispuso de: Modelos de emisiones: Modelación Energía Ambiente Economía, Modelos de imisiones Modelación de dispersión de contaminantes fotoquímicos.

Los proyectos mencionados tienen escalas espaciales, temporales y geográficas diferentes y sus resultados apuntan a objetivos particulares no interrelacionados entre sí directamente, sin embargo puede establecerse entre ellos una guía de unión para el análisis del recurso aire en la región.

El análisis conjunto de los proyectos permitió relacionar los patrones de dispersión de contaminantes con la situación geográfica de las fuentes de emisión para analizar, como una primera aproximación, el grado real de exposición de las comunidades afectadas en la cuenca y establecer las zonas afectadas por una fuente emisora, permitiendo redundar en políticas de uso del suelo y estrategias ambientales. Estos análisis combinados tienen asociado un importante nivel de incertidumbre derivado de las incertidumbres propias de cada proyecto, aún así permiten tomar decisiones estratégicas para la gestión y para la formulación de nuevos estudios.

- **Análisis conjunto**

La metodología de análisis conjunto se basa en el análisis detallado de cada fuente de información y el análisis combinado entre fuentes. El cual permitió establecer el estado de la calidad del aire así:

Las problemáticas más relevantes identificadas en la cuenca para el recurso aire se asocian a los contaminantes criterio PST, PM10 y O₃. Estas problemáticas pueden clasificarse de la siguiente manera.

Los sectores industrial y transporte se constituyen en las fuentes más significativas de emisión de contaminantes de la región, seguidas por el sector de la construcción. Dada las diferentes naturalezas de las acciones para trabajar sobre cada sector, se definen dos problemáticas asociadas a las fuentes:

- Zonas críticas por influencia de fuentes fijas
- Zonas críticas por influencia de fuentes móviles

Asociadas a procesos de dispersión: Los procesos de reacción fotoquímica y de dispersión de contaminantes definen zonas de la región donde las concentraciones de contaminantes como O₃ y gases pueden representar problemas de calidad del aire.

Como resultado del análisis conjunto de la información fuente y el análisis geográfico se identificaron siete zonas críticas, definidas por la concentración de fuentes de emisión y por los indicadores de deterioro de la calidad del aire definidos a través del análisis de concentraciones de contaminantes o calificaciones aceptables, regulares o malas de los ICA, así:

Se identificaron las estaciones de medición con valores de ICA inadecuados. A partir de los resultados del modelo de inmisiones se demarcaron zonas de alta concentración de contaminantes para la hora de mayor concentración de cada uno de estos contaminantes, estableciendo una relación entre las estaciones de medición y las zonas de dispersión. Los resultados de la modelación de emisiones permitieron identificar las fuentes fijas y móviles más representativas en términos de cantidades de emisión, ubicadas al interior y en las cercanías de las zonas demarcadas.

La metodología para la definición de “Áreas críticas” propuesta por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el decreto número 979 de 2006 (MAVDT, 2006) consiste en la determinación de áreas de alta, mediana y moderada contaminación según los análisis de registros de las estaciones de las redes de medición, así como de umbrales de alerta y emergencia basados en análisis de episodios de contaminación. Para cada uno de ellos, según se especifica en el decreto, se presentan acciones de contingencia. Las zonas críticas propuestas en este trabajo tienen una naturaleza diferente a las propuestas por la ley al involucrar otros tipos de información provenientes de estimaciones y no sólo de mediciones. Su propósito principal es identificar las estrategias de disminución de la contaminación basada en alternativas de mejora en las

fuentes (al interior y cercanas a las zonas críticas) e identificar los usos del suelo presentes en la zona para el análisis de la interacción y posible afectación de los habitantes en la zonas críticas. La propuesta apunta a diseñar acciones complementarias a las de la ley en materia de análisis y diseño de proyectos de planeación, de producción más limpia, de movilidad y de ordenamiento territorial, y en forma preliminar al diagnóstico y clasificación de las zonas críticas y el seguimiento de su evolución en el tiempo. En la Figura 1.21 se muestran las zonas críticas definidas.

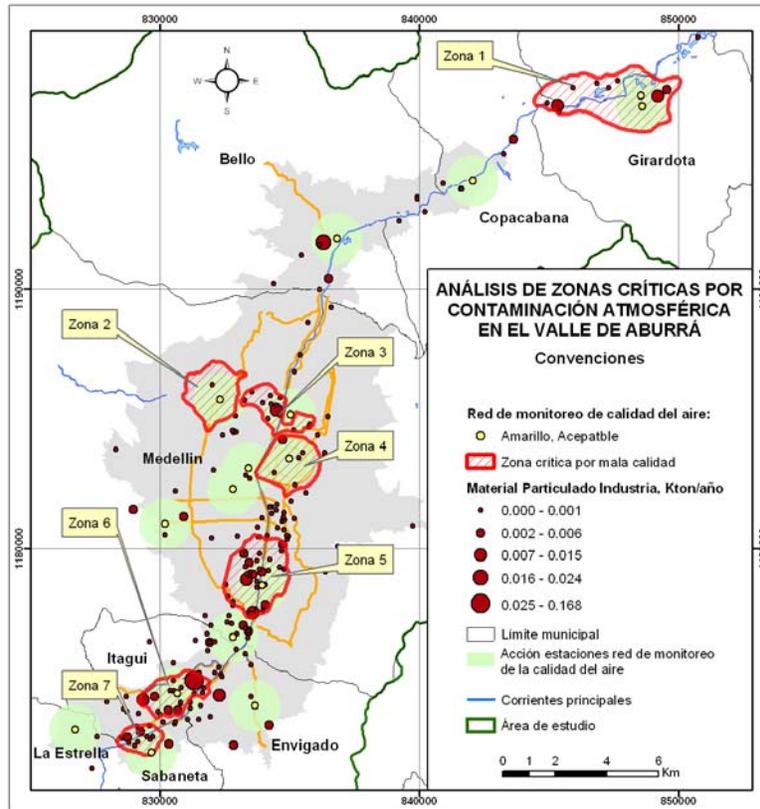


Figura 1.21. Zonas críticas por contaminación atmosférica en las zonas urbanas de la cuenca.

Fuente: Universidad Nacional de Colombia, EEPPM, Área Metropolitana, 2005 – Área Metropolitana, UPB 2006 – RedAire.

Zona 1: Ubicada hacia el norte de la cuenca, entre los municipios de Girardota y Copacabana. En la zona, las emisiones anuales en el año 2006 debidas al sector industrial representaron el 9% de las emisiones totales industriales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Esta zona también se ve influenciada por las emisiones del sector transporte, por estar ubicada la vía por donde se desplaza parte del tráfico pesado que entra o sale del Área Metropolitana del Valle de Aburrá hacia el norte y oriente del país, sumando a esto el transporte colectivo público. Las emisiones de PM10 del sector

transporte representaron el 3.5 % de las emisiones totales del sector transporte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Consistentemente los valores de ICA para 2006 están en la categoría “Aceptable” en la zona.

Zona 2: Ubicada en el centro occidente del municipio de Medellín. Esta es una zona que se caracteriza por presentar una problemática evidenciada por las altas concentraciones de PST que muestra las mediciones de la estación de RedAire ubicada en la Universidad Nacional Facultad de Minas; donde el índice de calidad del aire en 2006 varió entre el 70% y el 100% de concentraciones dentro del rango de regular y para 2007 presenta valores de inadecuado. La alta contaminación es debida a las emisiones por parte del tránsito vehicular, ya que por este punto pasan todos los vehículos que se dirigen al occidente del departamento de Antioquia. También pasa por este sector la carrera 80, que es una de las vías mas congestionadas de la ciudad. Las emisiones anuales en la zona crítica en el año 2006 representaron el 1.7 % de las emisiones totales del sector transporte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Zona 3: Ubicada en el centro de Medellín, en la Universidad de Antioquia y sus alrededores. Las emisiones anuales de PM10 en el año 2006 debidas al sector industrial representaron el 5% de las emisiones industriales totales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Aunque se presenta una alta densidad industrial, existe una gran influencia de emisiones por parte del transporte, donde las emisiones anuales de PM10 representaron el 3.9% de las emisiones totales por transporte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Zona 4: Ubicada en el centro de la ciudad de Medellín; esta zona representa el 1% de las emisiones industriales de PM10 en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para el año 2006. Esta zona es también receptora de la mayor parte del transporte público del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Las estaciones de RedAire muestran altas concentraciones de CO en esta zona, evidenciando que el aporte del sector transporte es muy significativo. Las emisiones anuales de PM10 por transporte representaron el 1.6% de las emisiones totales del sector en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Las concentraciones de CO modeladas por el proyecto UPB 2006 y se puede ver cómo esta zona está influenciada por concentraciones de CO de aproximadamente 0.3 ppm, que representan después de la zona 7 y al igual que en la zona 5 las concentraciones más altas de CO en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Los valores de ICA para las estaciones presentan valores Regular e Inadecuado en varios episodios en el período analizado.

Zona 5: Ubicada en el sur del Municipio de Medellín. Las emisiones anuales de PM10 en el año 2006 debidas al sector industrial representaron el 9% de las emisiones industriales totales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. El índice de calidad del aire varió entre

el 40% y el 60% de concentraciones dentro del rango de regular para el año 2006. Esta zona se encuentra influenciada por importantes corredores viales como parte de La Avenida Las Vegas, La avenida Regional y La Avenida Guayabal, que aportan altas emisiones de PST y PM10, representando el 6.6% de las emisiones totales del transporte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Las concentraciones de CO y se puede ver cómo esta zona está influenciada por concentraciones de CO de aproximadamente 0.3 ppm, que representan después de la zona 7 y al igual que en la zona 4 las concentraciones más altas de CO en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Zona 6: Ubicada en el centro del Municipio de Itagüí. Las emisiones anuales de PM10 en el año 2006 debidas al sector industrial representaron el 25% de las emisiones industriales totales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, convirtiéndose en la zona más crítica por emisiones industriales de la región. El ICA varió entre el 40% y el 70% de concentraciones dentro del rango de regular para el año 2006. Esta zona se encuentra influenciada por importantes corredores viales como parte de La Avenida Regional, La Avenida Guayabal y el corredor vial de la quebrada Doña María que aportan altas emisiones de PM10. Las emisiones anuales de PM10 en el 2006 representaron el 4.7% de las emisiones totales por transporte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Esta zona está ubicada entre las zonas de mayor concentración de ozono y monóxido de carbono (zona 7 y zona 5), se espera que en el transcurso del día las concentraciones sean tan altas como éstas, debido al patrón de dispersión, por lo que esta zona también se ve influenciada por estos dos contaminantes.

Zona 7: Ubicada en el municipio de Sabaneta. Las emisiones anuales de PM10 en el año 2006 y debidas al sector industrial representaron el 3% de las emisiones industriales totales de Área Metropolitana del Valle de Aburrá. El índice de calidad del aire varió entre el 20% y el 50% de concentraciones dentro del rango de regular para el año 2006. Las emisiones anuales de PM10 en el 2006 por parte del sector transporte representaron el 4.9% de las emisiones totales del sector transporte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. En esta zona se presentan también altas concentraciones tanto de Ozono como de CO, de 0.09 ppm y 0.68 ppm respectivamente, y representan las concentraciones más altas de estos contaminantes en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

- **Relaciones entre los usos del suelo y las fuentes fijas de emisión**

El ordenamiento urbano, a través de los planes de ordenamiento territorial y la articulación de recursos que brinda la ley 388 en su artículo 9, en términos de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio, constituye una importante herramienta para prevenir y controlar la contaminación del aire.

Frente al tema específico de las fuentes fijas de emisión la adecuada disposición de usos del suelo se configura en un recurso de gestión importante por su capacidad para promover la distribución espacial eficiente de las actividades económicas sobre el territorio.

Con el fin de alcanzar el objetivo de mejorar la calidad del aire, los planes de ordenamiento y de desarrollo de los centros urbanos pueden incluir medidas que se dirijan a prevenir y controlar la contaminación del aire, orientadas a disminuir los tiempos de viaje, promover medios alternativos de transporte, desestimular el uso suntuario de los vehículos particulares, promover sistemas integrales de transporte masivo o planes integrales de movilidad, renovar el parque automotor, mejorar la eficiencia en el uso de la malla vial y favorecer la concentración y localización de industrias hacia zonas de menor afectación social y ambiental.

De manera general se puede decir que el tratamiento de la problemática socioambiental de las fuentes fijas y móviles de emisión se ha de enfocar de manera integral a identificar las carencias en las políticas de ordenamiento territorial, incoherencias entre planificación urbana, ordenamiento territorial y desarrollo regional, y en la falta de regulaciones en la asignación de los usos del suelo que consideren la variable ambiental, sin entenderse estos aspectos como únicos y restrictivos.

Es posible y necesario trabajar en el análisis conjunto de las políticas y normativas de ordenamiento territorial para impactar positiva e integralmente las estrategias para disminución de la contaminación y mejora de la calidad del aire en la cuenca.

▪ **Problemáticas**

Las mayores concentraciones de emisión de material particulado están ligadas al sistema de movilidad principal en la región y a las zonas industriales, principalmente en las zonas sur (Itagüí, Envigado, Sabaneta y Caldas) y la zona industrial en el norte del Valle de Aburrá. Igualmente las zonas centro y sur del municipio de Medellín.

La zona donde se da la mayor formación de O_3 corresponde a la zona sur del Valle de Aburrá, debido no sólo a su alta generación de emisiones de gases precursores sino a la dirección predominante norte-sur de los vientos, que desplaza contaminantes de todo el Valle hacia esta región. Las emisiones de CO se producen en su mayoría en el centro de la ciudad de Medellín y en los municipios del sur del Valle, por causa principalmente del tráfico rodado y la actividad industrial.

Se identificaron 7 zonas críticas definidas por la concentración de fuentes de emisión y por los indicadores de deterioro de la calidad del aire. Los indicadores asociados a cada

zona crítica ilustran sobre el nivel de generación de emisiones y/o la concentración de contaminantes (inmisiones) de la zona respecto a la región Metropolitana. A partir de dichos indicadores puede afirmarse que:

La zona 6, centro del municipio de Itagüí, representó el 25% de la generación de emisiones de PM10 del sector industrial del Área Metropolitana en el año 2006, y el 4.7% del mismo contaminantes en relación al sector transporte de la región. Teniendo en cuenta que en general los contaminantes se desplazan hacia el sur del Valle, este resultado indica que la población del municipio de Itagüí está expuesta a altos niveles de contaminación por efecto de las emisiones y la dispersión.

La zona 7 ubicada en el sur del Valle de Aburrá en el Municipio de la Estrella es la zona que presenta las más altas concentraciones de CO y O₃ con concentraciones de 0.68 ppm y 0.09 ppm respectivamente.

La zona 5, ubicada en el sur del municipio de Medellín, es la que más aporta contaminación por PM10, por parte del sector transporte, 6.6% con respecto al Área Metropolitana. En la zona 2, ubicada en el centro occidente del municipio de Medellín, Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, se detectó una gran problemática asociada a la contaminación por PM10 y PST, la cual se comprueba por medio de las mediciones de la estación de medición ubicada en este punto, donde el índice de calidad del aire varió entre el 70% y el 100% de concentraciones dentro del rango de regular para el año 2006 y para el año 2007 con calificaciones de Malo y Deficiente. Cabe decir que para los años anteriores los resultados del ICA son muy similares. Los resultados descritos anteriormente son los más relevantes de acuerdo a los análisis hechos en este trabajo.

Como conclusión final, se puede decir que por medio de los resultados obtenidos se realizaron análisis más precisos, cuantitativos e integrados entre diferentes investigadores, sobre las problemáticas más evidentes en contaminación atmosférica en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, detectando las zonas donde se dan las mayores concentraciones de contaminantes e identificando también las zonas fuentes que emiten estas concentraciones y las zonas que son tanto productoras como receptoras de la contaminación, lo cual permitirá en un futuro tomar decisiones en cuanto a la planificación y ordenación del territorio.

Puede considerarse que las zonas críticas por contaminación atmosférica propuestas son robustas, dado que para su definición se consideraron diferentes investigaciones y se contó con el consenso de los diferentes grupos de trabajo especialistas en las líneas de trabajo consideradas en los proyectos de análisis. La propuesta metodológica para esta definición es un aporte novedoso, importante para la consolidación del trabajo en gestión

de la calidad del recurso aire en la región metropolitana. Los resultados aportan elementos de decisión a las entidades competentes para la gestión ambiental y territorial, y especialmente ofrece elementos prospectivos para la definición del trabajo a realizarse en los próximos años.

Es importante entonces seguir profundizando en cada una de las investigaciones que aportaron a este análisis para reducir los niveles de incertidumbre generales, y mejorar los resultados y por tanto los argumentos para el apoyo a la toma de decisiones.

1.1.4 Subsistema Biótico – Variables Flora, Cobertura Boscosa Natural y Fauna

Se presenta una primera aproximación a la situación biótica de la cuenca del río Aburrá, a modo de un diagnóstico con fines de ordenación de los recursos naturales renovables para la planificación de la sostenibilidad hídrica de la cuenca. Se ha caracterizado, a partir de la literatura disponible, el estado de conservación de las poblacionales de flora y fauna, que mantienen las interacciones dinámicas, haciendo que los ecosistemas boscosos de las áreas abastecedoras hídricas puedan mantener su prevalencia evolutiva en un escenario natural altamente intervenido. Se recopiló, analizó e integró información de carácter técnico y científico desarrollada por diversas entidades para obtener un diagnóstico general de la situación actual de la cuenca, con el fin de posibilitar la generación de lineamientos de ordenamiento ambiental de los recursos naturales renovables, por lo que no debe olvidarse que los resultados finales son generalizaciones sujetas a mejoramiento de su precisión en la medida que se incorpore nueva información.

El mantenimiento de la autonomía hídrica de la cuenca del río Aburrá depende de la protección y recuperación de los escenarios naturales locales, que garantizan una regulación hidrológica de las zonas de páramo, nacimientos de aguas, zonas de recarga de acuíferos y ecosistemas ribereños. En un ejercicio de ordenamiento orientado al mantenimiento de la autonomía hídrica local es primordial caracterizar, diagnosticar y delimitar las zonas actuales que son de utilidad pública e interés social para este fin y aquellas que potenciarían la sostenibilidad ecosistémica para el desarrollo socio-económico de la cuenca, reconociendo que *“aunque el 85% del bosque húmedo premontano y montano bajo en Colombia ha sido intervenido, sus ecosistemas se consideran de gran valor en el sistema biótico planetario como centros activos de especiación y son fundamentales para el sistema hídrico regional (Área Metropolitana, 2003)”*.

▪ Diagnóstico

Para el diagnóstico se revisó información secundaria se seleccionaron solamente 22 referencias. Esta información se complementó con literatura científica o institucional (trabajos de investigación y trabajos de grado de las Universidades), para algunas aclaraciones conceptuales necesarias. A partir de esta documentación se indagaron delimitaciones de áreas de interés ecológico para cada una de las entidades territoriales, comentarios y apreciaciones sobre el estado de conservación de estas áreas, y listados de especies de poblaciones de flora y fauna de ecosistemas de diferentes zonas de vida de la cuenca.

Con relación a la evaluación de la Estructura Ecosistémica de la cuenca, se utilizó la conformación presentada por las coberturas boscosas naturales (bosques intervenidos y rastrojos altos), para hacer inferencias a partir de la distribución de frecuencias de tamaño de fragmentos, relacionarla luego con la estructura de los sistemas de áreas protegidas locales (POT), con las intenciones regionales de ecosistemas estratégicos y con las áreas núcleo y corredores del Parque Central de Antioquia, para estimar el déficit de cobertura boscosa nativa en las intenciones políticas de sostenibilidad ecológica de la cuenca.

▪ Estado de la Flora en la cuenca del río Aburrá

En esta primera aproximación del diagnóstico de la flora de la cuenca del río Aburrá se presenta la composición florística de las coberturas de 14 sitios que por calidad de la información permiten comparaciones. Se presentan aquellas especies con alta valoración ecológica (resaltadas) ya sea por corresponder a elementos relictuales de sucesiones avanzadas, por ser endemismos colombianos o por presentar rangos de distribución altitudinal muy estrechos (300-500 m).

Se reportan 687 especies, de las cuales 42 (el 6.1%) se consideran como elementos de alta valoración ecológica por su vulnerabilidad a la extinción local. Treinta y siete (37) especies corresponden a elementos relictuales de sucesiones avanzadas (*Alfaroa colombiana*, *Aniba coto*, *Billia columbiana*, *Brunellia goudoti*, *Brunellia sibundoya*, ***Brunellia subsessilis***, *Cecropia telealba*, *Cedrela montana*, *Ceroxylon vogelianum*, *Chamaedorea linearis*, *Chamaedorea pinnatifrons*, *Clethra resoluta*, *Couepia platycalyx*, *Cyathea caracasana*, *Daphnopsis caracasana*, *Drymis granadensis*, *Dussia colombiana*, *Eschweilera antioquiensis*, *Geonoma jussieuana*, *Geonoma linearis*, *Geonoma undata*, *Gordonia fruticosa*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Hedyosmum translucidum*, *Licania cabrerae*, *Maytenus macrocarpa*, *Morus insignis*, *Ormosia antioquiensis*, ***Perrottetia calva***, *Prunus integrifolia*, *Retrophyllum magnifolius*, *Roupala obovata*, *Schefflera multiflora*, *Spirotheca rosea*, *Stephanopodium aptotum*, *Styrax pseudargyrophyllus*, *Ternstroemia meridionalis*).

Siete especies corresponden a endemismos para Colombia (*Brunellia goudoti*, ***Brunellia subsessilis***, *Dendropanax macrophyllum*, *Ilex danielis*, ***Perrottetia calva***, *Stephanopodium aptotum*, *Talauma georgia.*); y cinco especies presentan distribución restringida (***Brunellia subsessilis***, *Ceroxylon vogelianum*, *Dendropanax macrophyllum*, *Licania cabrerae*, ***Perrottetia calva***).

En los parches remanentes se presentan especies características de Bosque Andino medianamente conservado: *Clethra fagifolia*, *Clusia tronchiformis*, *Miconia sandermanii*, *Weinmannia pubescens* (Cerro del Padre Amaya), *Brunellia goudoti*, *Clusia mamillata*, *Tibouchina lepidota* y *Drymis granadensis* (Cuchilla de Las Baldías); y en parches con buen grado de conservación: *Guatteria lehmannii*, *Ilex caliana*, *Myrcia splendens*, *Ocotea custulata* en el bosque de la microcuenca La Picacha, una sucesión intermedia de bosque intervenido, con la mayor cantidad de elementos de valoración taxonómica: 16 especies relictuales, 3 endemismos y 2 especies con gradiente altitudinal restringido. En segundo lugar, el Cerro del Padre Amaya (microcuenca La Iguaña-Medellín), con una sucesión avanzada de bosque intervenido, presenta 12 especies relictuales, 2 endemismos y 2 especies con gradiente altitudinal restringido.

▪ Estado de la Fauna de la cuenca del río Aburrá

Con relación al Estado de la Fauna de la cuenca del río Aburrá, se presentan las siguientes situaciones, inferidas a partir de los muestreos indicados los siguientes sitios:

- Bosque del kilómetro 14, en la parte cercana al Alto Asturias.
- Bosque de Chorrillos; Bosques de los Vázquez y La Parra.
- Bosques de Los Grajales o El Sillettero; de la Reserva Monteviso y La Aguada.
- Sector Las Palmas (alrededores antenas de la ECA).

Estos son considerados como representativos del área del Parque, en cuanto a riqueza faunística, donde persiste muy poca fauna nativa, y “*debido a la fragilidad de muchas especies de la fauna silvestre y su exigencia por [entornos] ecológicos poco perturbados y de tamaño considerable, es probable que la mayoría de las especies nativas desaparecieran conjuntamente con la destrucción de los bosques que anteriormente cubrían la zona*”. “*Esta situación, hace presuponer que la fauna silvestre que hoy está presente en el Parque y asociada a los sitios boscosos, es la conformada por aquella que logró adaptarse a las condiciones de hábitat reducido y también aquella, que cuando las condiciones fueron propicias, logró establecerse nuevamente en el sitio*”. Además, Unión Temporal Fundación NATURA - HOLOS Ltda. (2001) señala que “*la alta fragmentación de las coberturas boscosas y la poca conexión que existe entre ellas, aunada a una*

tendencia marcada a reducir las áreas en bosques, con procesos de expansión agrícola y humana en el área del Parque, afectan necesariamente las condiciones [ecosistémicas], poniendo en peligro la supervivencia de la poca fauna que aún se encuentra en el Parque". Para este sector de la cuenca del río Aburrá se registra un total de 19 especies de mamíferos, pertenecientes a 11 familias y seis ordenes taxonómicos.

- **Estructura del paisaje en la cuenca del río Aburrá y sus implicaciones en la sostenibilidad de las poblaciones naturales de flora y fauna**

Para poder definir adecuadamente la situación ecológica de las poblaciones de flora y fauna de los ecosistemas boscosos de la cuenca del río Aburrá, se requeriría una base mínima de información de sitios evaluados que responda por las estructuras poblacionales de los ecosistemas de las cuatro zonas de vida involucradas en la cuenca (bosque húmedo premontano, bosque húmedo montano bajo, bosque muy húmedo montano bajo y bosque pluvial montano), y las probables asociaciones edáficas relacionadas a particularidades de las diferentes subcuencas. Con la información disponible utilizada en esta primera aproximación de diagnóstico, se estima que en la cuenca existe una cobertura de vegetación natural correspondiente a Bosque Intervenido (que ofrece mayores garantías a las dinámicas ecológicas de la fauna remanente) del orden de 11.31% del total de la cuenca; un valor crítico comparado con las demandas estipuladas bajo conceptualizaciones de la Biología de la Conservación (superiores al 30%). A la anterior cobertura se puede adicionar el 11.30% obtenido para la cobertura Rastrojo Alto, por su potencial para acoger dinámicas poblacionales complejas en el largo plazo, con el avance de la sucesión vegetal. Se tendría así, 22.61% de área de la cuenca bajo cobertura boscosa natural.

De acuerdo a la información evaluada, se puede decir que aunque en la cuenca persisten ecosistemas que contienen poblaciones florísticas relictuales de gran valor ecosistémico, para soportar algunas poblaciones faunísticas exigentes, la estructura del paisaje de la base natural boscosa se presenta como una matriz altamente fragmentada, de parches relictuales en alto riesgo de desaparición para los próximos 30 años.

En esta estructura actual del paisaje natural boscoso ningún fragmento presenta tamaños con viabilidad para reservas de vida silvestre según los criterios WWF (2006) (>250km²); diez fragmentos (28.7% del área en cobertura boscosa natural) presentan tamaño viable (>5km²) para sostener poblaciones de grandes mamíferos nativos silvestres y 1317 fragmentos (52.7% del área en cobertura boscosa natural) presentan tamaños no viables (<1km²) para estas poblaciones silvestres (Soulé, 1987; Saunders et al., 1991; Rau & Gantz, 2001).

- **Localización de áreas a evaluar como importantes para la valoración ecológica**

Si se acoge la guía del Ministerio del Medio Ambiente-UAESPNN (2000), *Estrategia para la Consolidación de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas*, que considera las siguientes características: (1) Áreas de extensión suficiente para incluir unidades ecológicas o poblaciones viables, (2) que mantienen vínculos ecológicos intactos entre hábitats y especies, (3) con amplia diversidad de especies y gradientes ecológicos (hábitats), (4) con presencia de especies o poblaciones raras o amenazadas, (5) con presencia de condiciones singulares o únicas, (6) con alta fragilidad para afectación de algún recurso, y (7) con alta vulnerabilidad frente a elementos generadores de amenaza, quedan seleccionados casi todos los Ecosistemas Estratégicos ya definidos en las iniciativas regionales, las Áreas de Protección Natural de las iniciativas locales, y algunas áreas requeridas por las intenciones de conectividad ecosistémica regional del Parque Central de Antioquia.

- **Sistema de Áreas de Protección para la cuenca del río Aburrá**

Como sistemas de mayor jerarquía están el Sistema Departamental de Áreas Protegidas (SIDAP) y el Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP), bajo intereses del Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA-Gobernación de Antioquia) y CORANTIOQUIA, dentro del que se configura el Parque Central de Antioquia, involucrando áreas de la cuenca del río Aburrá. Luego está el Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas (SIMAP), bajo el interés del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, y que involucra los Ecosistemas Estratégicos Urbanos identificados para el Valle de Aburrá. Finalmente, están los Sistemas Municipales de Áreas Protegidas (SMuAP), bajo los intereses de cada municipalidad de la cuenca. Si bien se dan todas las anteriores figuras, éstas se encuentran en esquemas de intenciones políticas institucionales bajo la figura de Áreas de Protección, para cada nivel territorial, pero no existen sistemas consolidados de Áreas Protegidas, ya que la mayoría de estas áreas no cuenta con acuerdo municipal, metropolitano o regional que las afecte. En la Tabla 1.2, se resume la evaluación de las congruencias entre los diferentes sistemas de Áreas de Protección involucradas en la cuenca del río Aburrá.

Con respecto a la situación “actual” de los ecosistemas de soporte (coberturas boscosas naturales reunidas como bosque intervenido más rastrojos altos), la cuenca del río Aburrá presenta el 22.6% del área en cobertura boscosa natural, lo que significa que para las demandas de las Áreas de Protección municipales existe un déficit de cobertura del 61.8%, para los Ecosistemas Estratégicos ese déficit es del 67.2%, para el Suelo de Protección Rural es del 75.5%, y para el Parque Central de Antioquia es del **69.6%**.

Tabla 1.2. Atributos de los Sistemas de Áreas de Protección de la cuenca Aburrá.

Categoría	Área (km ²)	% Cuenca Aburrá	% Sistema
Ecosistemas Estratégicos (EE)	267.6	21.4	
Áreas Naturales de Protección (ANP)	418.0	33.4	
Cobertura Boscosa Natural (CBN)	282.8	22.6	
Suelo Rural de Protección (SRP)	412.5	33.0	
Parque Central de Antioquia (PCA)	526.4	42.1	
Déficit de AN de Protección a EE	66.5		24.9
Déficit de Cobertura BN en EE	179.9		67.2
Déficit de Cobertura BN en ANP	258.1		61.8
Déficit de AN de Protección a SRP	114.6		27.8
Déficit de Cobertura BN en SRP	278.6		67.5
Déficit de AN de Protección a PCA	180.4		34.3
Déficit de Cobertura BN en PCA	366.4		69.6

▪ **Problemáticas**

En el contexto nacional se sabe que la región Andina Colombiana es una de las más afectadas por la transformación y fragmentación de ecosistemas donde las áreas del Sistema de Parques Nacionales y en general, las áreas protegidas, se están convirtiendo en “islas verdes” con gran afectación de los servicios ambientales y enormes repercusiones económicas y sociales para la región y el país.

Con respecto al tramo bajo del río Aburrá, *“por la intensa explotación minera sin ninguna regulación a que se han visto sometidas durante varias décadas, las vegas del río Porce están siendo prácticamente inutilizadas para otros usos. En la parte alta de la microcuenca Santiago se presenta excesiva deforestación. El problema no es sólo la deforestación sino también la falta de reemplazo de la cubierta boscosa ya que de manera especial en áreas de alta riqueza en recursos hídricos la escasa cobertura vegetal favorece la ocurrencia de eventos erosivos, torrenciales y de inundación, en detrimento de la regulación adecuada de caudales, de la presencia de fauna silvestre y de la diversidad*

de escenarios de paisaje natural". "La fauna en el municipio está sumamente afectada por la caza, la alta intervención de la flora y la destrucción de hábitats y alimentos, factores ligados a la diversidad y cantidad de individuos por especie. Las zonas de rastrojo que son producto de regeneración natural y que están ubicadas en zonas de fuerte pendiente, por las dificultades que ofrecen para el uso pecuario, agrícola y urbanístico, son las que presentan una mayor diversidad y cantidad de fauna asociada, mientras que las zonas de bosque que se encuentran altamente intervenidas y presentan un área cada vez más reducida, muestran una fauna asociada cada vez más simple tanto en diversidad como en cantidad" (EOT Santo Domingo, 2000).

Para el sector alto del oriente de la cuenca *"en general los bosques naturales al occidente de la cuchilla del Órgano presentan mucho deterioro y poco desarrollo en su estructura, y corresponden a lo que quedó de un pasado de explotación minera y agropecuaria. El área del altiplano del Gurre conserva áreas más extensas en bosque natural, pero siguen siendo predominantemente rastrojo o bosque secundario temprano. Los niveles de deterioro de los bosques de Guarne son en general altos, existiendo muy pocos bosques de categoría Secundario tardío, y menos aún de la categoría Primario. Estas coberturas de bosques en Guarne no son una garantía especial para una regulación hídrica confiable, esto sobre todo para las áreas en que se da una tendencia a la fragmentación de la propiedad, creándose una problemática en la que ni las fórmulas más ingeniosas de tecnologías alternativas podrían impedir un déficit en el abastecimiento del recurso hídrico. En el Proyecto PUEBLOS (CORNARE-MASORA-Dpto. de Antioquia, 1996) se desarrolló un trabajo muy interesante de acompañamiento a esa problemática municipal, proponiéndose en algunos casos la creación de condominios agrícolas como fórmula de solución para esa concentración de la propiedad que está acabando con las coberturas de regulación hídrica del municipio".* Con relación a los ecosistemas estratégicos, la zona de las Cuchillas del Alto del Órgano y la zona del Alto de Las Cruces, en el municipio de Guarne, presentan una calidad de la estructura de los ecosistemas de bosque natural categorizada en los últimos lugares (13, 14) dentro de los 15 de la región del altiplano del oriente antioqueño. *"La clasificación de tierras de Guarne como Ecosistemas Estratégicos obedece más a las necesidades de recuperación de estructuras naturales ya alteradas y/o destruidas, que a la conservación de ecosistemas prístinos o próximos a esa condición" (Diagnóstico PBOT Guarne, 2000).* Para San Vicente, se dan situaciones similares donde la alta fragmentación se manifiesta muy bien *"en la conservación de rasgos de la cultura campesina "de hacha y machete" para la cual el hacha ya no sirve ningún propósito porque ya no hay árboles para cortar".*

Ante esta situación es necesario considerar la resiliencia ecosistémica (propiedad de los ecosistemas naturales que les confiere la capacidad para mantener o retornar a su estructura esencial de madurez ecológica y evolutiva y a su función esencial luego de sufrir una perturbación manejable), por lo que ante los antecedentes expuestos se tiene

que la problemática general de la cuenca del río Aburrá, con relación al componente biótico del POMCA, se puede sintetizar como la severa **reducción de la resiliencia ecosistémica** o reducción de la capacidad de los ecosistemas nativos remanentes para mantener su estructura y función esencial.

Esta problemática es resultado de los siguientes seis problemas, documentados en este diagnóstico:

Acelerada Extinción Local de especies de flora y fauna nativa (Extirpación), inferida a partir de la comparación de inventarios de Cuartas & Correa (1997) vs Albert (1987). En el contexto ecoregional Andino, esta cuenca se ubica en un área *HotSpot*: espacio geográfico donde se presenta acelerada eliminación de poblaciones de especies silvestres nativas. Según la Fundación ConVida (2006), este problema se ha generado por las siguientes causas: (1) declive y deterioro poblacional de las especies nativas silvestres, debidos a extracción insostenible de individuos, por parte de población humana marginada, para sostener las demandas del mercado suntuario de tráfico de flora y fauna; (2) por deterioro, reducción o eliminación de hábitat, debidos a las actividades de tala y quema de reductos boscosos nativos, generados para subsistencia de población marginada y expansión de la frontera agropecuaria y urbanística.

Alto porcentaje de especies en Estado de Riesgo de Extinción, inferido al comparar los listados de especies de Ingtal Ltda., Área Metropolitana (2000), Fundación Natura, Holos Ltda., CORANTIOQUIA (2001), Jardín Botánico JAUM, Asinter, Área Metropolitana (1997) y Cuartas & Correa (1997). Las especies relictuales de la cuenca se encuentran en riesgo de extinción por amenaza a sus densidades poblacionales, demandas tróficas, demandas de hábitat y/o demandas forésicas, según los listados CITES I, II, III y del Instituto Alexander von Humboldt, siendo las causales de este problema las siguientes: (1) reducción del espacio vital, por deterioro del hábitat, reducción de coberturas boscosas nativas y fragmentación ecosistémica, alterando la oferta de las demandas ambientales de las poblaciones silvestres nativas, (2) aumento de la vulnerabilidad a la degradación poblacional, por deterioro del hábitat en el contexto de la estructura del paisaje natural original.

Reducido número de especies nativas silvestres, inferido por comparación de inventarios de especies en JAUM, Asinter, Área Metropolitana (1997), Cuartas & Correa (1997), Ingtal Ltda., Área Metropolitana (2000), Fundación Natura - Holos Ltda., CORANTIOQUIA (2001), con relación a referentes regionales homologables en cuencas de CORNARE (David, 2003), del PNN Orquídeas (David & Rivas, 2004) y de un gradiente altitudinal departamento de Caldas (Castaño et al., 2003; Sanchez et al., 2004). Comparando con escenarios temporales pasados o con escenarios ecorregionales análogos, se presenta un alto déficit de especies nativas de bosques andinos, como

consecuencia de las siguientes causas: (1) declive y deterioro poblacional de las especies nativas silvestres, debidos a extracción insostenible de individuos, por parte de población humana marginada, para sostener las demandas del mercado suntuario y tráfico de flora y fauna, (2) deterioro, reducción o eliminación de hábitat, debidos a las actividades de tala y quema de reductos boscosos nativos, generados para subsistencia de población marginada y expansión de la frontera agropecuaria y urbanística, (3) destrucción de la integridad de la estructura ecosistémica de la cuenca, provocando alto grado de fragmentación del paisaje natural.

Alta reducción del área ocupada en cobertura boscosa nativa según Área Metropolitana (1997, 2003) y CORANTIOQUIA (2001), la cuenca del río Aburrá queda con poca área ocupada con bosque natural o rastrojo alto. La transformación del paisaje natural ha reducido el área de la cuenca en cobertura de bosques naturales y el tamaño de las coberturas boscosas nativas remanentes, arriesgando la capacidad para garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales de la cuenca. Se plantea como hipótesis que los elementos causales son los modelos de crecimiento económico adoptados localmente, que permitieron la degradación masiva de las coberturas boscosas nativas, y actualmente es continuada sobre los reductos remanentes por actividades de expansión urbanística y residencial campestre (Las Plamas, Parque Arví, Sabaneta, alto Envigado) y actividad pecuaria (Las Palmas, San Antonio de Prado) y agrícola.

Alto grado de transformación de la estructura del paisaje natural de la cuenca, generalizado a partir de las evidencias planteadas en PBOT Guarne (2000). La destrucción de la heterogeneidad espacial y de la complejidad de los ecosistemas originales de la cuenca, con alteración de la integridad espacial de grandes extensiones de bosques nativos y de la conectividad de los distintos ecosistemas locales y la degradación de áreas de protección, ha conducido a que actualmente la cuenca del río Aburrá no tenga la configuración de la estructura del paisaje que permita sostener las dinámicas eco-evolutivas biogeográficas de las poblaciones de flora y fauna silvestres originales de la cuenca. Como elemento causal, nuevamente se considera el modelo de crecimiento económico adoptado por la cultura local, que favorece la valorización de empujamiento de suelos rurales, permitiendo el deterioro extremo de todos los tipos de ecosistemas locales, por actividades pecuarias, mineras y urbanísticas campestres.

Alto grado de fragmentación de los ecosistemas naturales, según Área Metropolitana (1997). Alteración de las unidades ecosistémicas de la cuenca: la destrucción de integridad y continuidades ecosistémicas ha generado un paisaje balcanizado con parches de cobertura boscosa nativa de poca área (<5 km², con alto efecto de borde) que no favorecen la continuidad de las demandas ambientales de las dinámicas ecológicas de muchas poblaciones silvestres nativas de la cuenca. Como elemento causal está el modelo de crecimiento económico adoptado por la cultura local, que ha permitido el

desarrollo de infraestructura de movilidad, la ubicación de equipamientos y desarrollos urbanísticos, que han ignorado o desconocido las demandas ecológicas de las poblaciones silvestres nativas y su contexto ecorregional.

▪ **Potencialidades**

Con la información válida evaluada para jurisdicciones de los municipios de Caldas, Envigado, Medellín, Bello, Copacabana y Barbosa se puede decir que en la región metropolitana del Valle de Aburrá se presentan poblaciones florísticas (con inventarios de casi 700 especies) correspondientes a muy buen estado ecológico y singularidades bióticas (endemismos) en áreas como el Parque Regional Arví o en la parte alta de la cuenca La Picacha. De la fauna persisten algunos mamíferos (en Las Baldías y Ladera Oriental de Barbosa) que exigen alta calidad en condiciones del hábitat.

“San Vicente conserva extensiones significativas de bosques naturales, [...]. Las coberturas de bosques naturales (y la regulación del agua) [...] tienen porcentajes de bosque por microcuenca entre 45% y 84%. En las quebradas que drenan hacia el río Porce, la zona de Ovejas tiene microcuencas con porcentajes entre 45 y 49%. En la cuenca alta de Ovejas las 3570 ha. (aprox.) que tiene esta zona en Guarne comprenden alrededor del 47% de bosques naturales; a nivel municipal es microcuenca de 1er orden (según la cantidad de bosque natural que se incluye) en relación a su capacidad de regulación hídrica por bosque natural”.

La cuenca del río Aburrá posee aproximadamente un 33.4% del total de su área en zonas de protección, extensión que supera el 10% reglamentado internacionalmente. Cabe resaltar la voluntad de algunos de los municipios para adquirir predios de interés ambiental y sobre todo, predios de vital importancia hídrica para las poblaciones humanas de la zona (aplicación del artículo 111 de Ley 99/1993). Sin embargo, dada la importancia de estas áreas y el tamaño que poseen dentro de la Cuenca, se hace necesario, para la salud y el funcionamiento de los ecosistemas, dar conectividad a estas áreas para que exista un flujo e intercambio de materia y energía continuo y permitir que se interrelacionen los sistemas, para que el estado de los recursos naturales sea apropiado para un aprovechamiento sostenible, además de mantener una muestra representativa de los ecosistemas y especies, generar mecanismos de manejo del territorio que permitan disminuir las presiones sobre las áreas protegidas existentes y articular iniciativas regionales y locales de conservación. Todo esto es viable a partir del marco jurídico que reglamenta las áreas de retiros a nacimientos y a corrientes hídricas naturales, que sumado a las áreas destinadas a protección y reservas ecológicas perfiladas en los POT municipales, conforman una estructura paisajística que posibilita la recuperación de dinámicas evolutivas ecosistémicas en el contexto ecoregional de otros centros fuentes de

flujos poblacionales, como Bajo Cauca-Nechí, Paramillo-Darién, Orquídeas-chocó biogeográfico y Samaná-Sonsón.

1.1.5 Subsistema Antrópico - Componente Sociocultural e Institucional

La importancia del aspecto sociocultural e institucional en el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Aburrá se fundamenta en las interacciones humanas con el medio a través de procesos dinámicos que incorporan significaciones, representaciones y prácticas que dan sentido al territorio. La población de la cuenca que se incluye en torno a este proyecto de derechos culturales y territoriales, vive fuertes cambios en su dinámica, con procesos importantes de urbanización y movilidad y adquieren relevancia en él, diversas formas de empoderamiento, de expresión y de apropiación del territorio, donde se inserta. En consecuencia, en el marco del ejercicio diagnóstico, es relevante entender a los pobladores de la cuenca del río Aburrá como sujetos y objetos del mismo.

▪ Diagnóstico

De la cuenca del Río Aburrá hacen parte 15 municipios, (Área Metropolitana de Valle del Aburrá, Subregiones Norte, Oriente y Nordeste del Departamento de Antioquia) de los cuales Barbosa, Bello, Copacabana, Girardota, Itagüí, La Estrella y Sabaneta, tienen incluida la totalidad de su territorio en la cuenca y los municipios de Caldas, Envigado, Medellín, Don Matías, Guarne, Santo Domingo, San Vicente y Yolombó participan con una parte de su área. En la Tabla 1.3 se presenta la distribución de la población según los municipios de la cuenca.

Tabla 1.3. Población de los municipios que hacen parte de la Cuenca

MUNICIPIO	POBLACIÓN	%
Barbosa	42,547	1.2%
Bello	373,013	10.9%
Caldas	68,157	2%
Copacabana	61,421	1.8%
Don Matías	17,759	0.5%
Envigado	175,337	5.1%
Girardota	42,818	1.3%
Guarne	39,753	1.2%
Itagüí	231,768	6.8%
La Estrella	52,763	1.5%
Medellín	2,223,660	64.9%
Sabaneta	44,874	1.3%

MUNICIPIO	POBLACIÓN	%
Santo Domingo	11,418	0.3%
San Vicente	19,273	0.6%
Yolombó	19,999	0.6%
Totales	3,424,560	100%

Fuente: Censo DANE, 2005

Teniendo en cuenta las áreas parciales de estos últimos municipios, la Cuenca del río Aburrá, alberga una población estimada de 3.329.560 habitantes, (urbana y rural, 2006) en la cual se identifican unas *tendencias* reflejadas en indicadores sociales que muestran el 30% de la población en condiciones de pobreza y el bajo ingreso de la población para satisfacer sus necesidades básicas. En el último período intercensal se presenta una natalidad moderada pero con tendencia creciente en los municipios menos conurbados, alta deserción escolar y procesos de exclusión que se reflejan en la baja cobertura en salud con un déficit de casi el 30%.

Estas tendencias determinan, en primer lugar, la *presión* que los pobladores ejercen sobre los recursos naturales, en términos de una alta movilidad por fenómenos migratorios; y en segundo lugar, *el estado de los recursos*, que muestra en la cuenca alta dependencia en consumo de bienes y servicios, baja innovación tecnológica y una importante tercerización de la economía.

o **La Población de la Cuenca del río Aburrá**

La población localizada en la cuenca del Río Aburrá, representa el 59.4% de la población Departamental y el 8.8% de la población Colombiana. En la cuenca, la estructura y composición de la población corresponde a una pirámide poblacional ampliada en el centro, que corresponde a la población joven y adulta y una sobre mortalidad para ambos sexos, mayor en la población masculina. La composición de la población de la cuenca muestra, de acuerdo con el comportamiento histórico, un leve incremento de la población femenina que pasó del 52.9% al 53.4%.

En la distribución de las pirámides poblacionales en los municipios de Medellín, Don Matías, Copacabana, Envigado, Itagüí y Sabaneta, “*se evidencian efectos de la migración por sexo y edad y sobre mortalidad masculina*” (DANE, 2005), mientras que en los municipios de Caldas, Girardota, Guarne y La Estrella “*se observa el efecto de la migración por sexo y edad*”, (DANE, 2005).

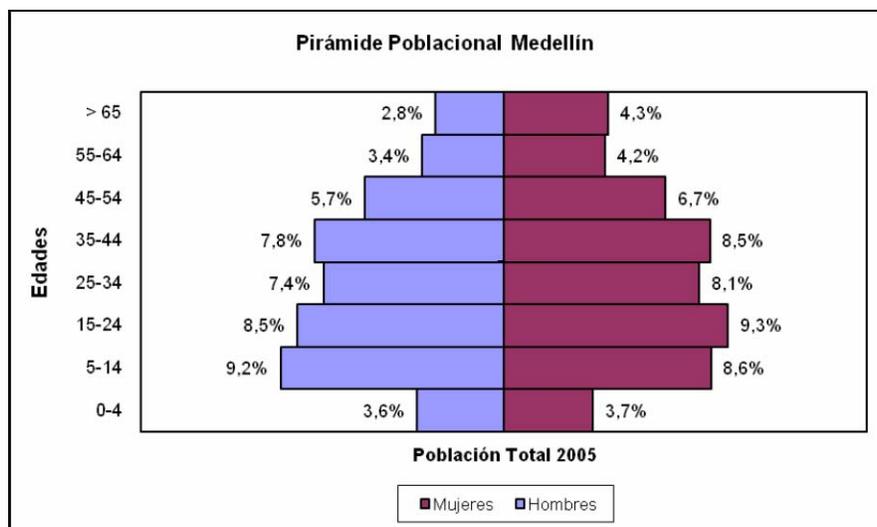


Figura 1.22. Pirámide típica. Fuente DANE, 2005

La distribución espacial de los habitantes en la cuenca del río Aburrá remite a plantear que, tanto en el área urbana como rural, se presentan dinámicas a través de la apropiación, los usos y las expresiones sociales, económicas y culturales de los habitantes en el territorio. La evaluación del indicador de ruralidad muestra en cierta medida las potencialidades de la cuenca por la existencia de áreas rurales menos intervenidas, con alternativas de desarrollo sostenible.

Los procesos de urbanización en la cuenca están ligados a fenómenos como la expansión, la configuración de nuevos modelos de vivienda urbana, la revalorización de la tierra y la renta del suelo, e involucran no sólo las áreas urbanas sino también las rurales.

El crecimiento vegetativo de la población o *ecuación demográfica: Tasa de natalidad, menos tasa de mortalidad, más inmigración, menos emigración, hace alusión al crecimiento a partir de la tasa de fecundidad.* En un medio como el nuestro, con altos índices de violencia, que vinculan a la población joven, puede plantearse un desequilibrio demográfico a futuro, con incidencia en la reproducción, no sólo por envejecimiento de la población, sino por la ausencia de población masculina que en este contexto es más vulnerable que la población femenina.

Según el Observatorio de vida de la Gobernación de Antioquia, los pobladores del Departamento viven en promedio 71.5 años, mientras el promedio nacional es de 72 años, con un aumento de cuatro años de vida en los últimos ocho años. *“Del año 2002 al 2005, en Antioquia se han recuperado 237.793 años de vida a través de la disminución de los homicidios, los accidentes de tránsito y de la mortalidad infantil... la esperanza de vida*

del departamento, pasó de 67.94 en el año 2000 a 70.56 en el 2005, las mujeres tienen más alta esperanza de vida y nuestros jóvenes están muriendo a edad más temprana”.

En la cuenca se registran 1.796 jóvenes por cada 1.000 personas mayores de 65 años, y una tasa de 557 personas mayores de 65 años por cada mil jóvenes. Esta cifra corrobora que el porcentaje de juventud para la cuenca es bajo (12.4%), pues en poblaciones bien estructuradas este indicador es de 30%.

La fecundidad tiene cúspide temprana, en el grupo de 20-24 años, y muestra aumento en adolescentes entre los 15 y 19 años, que representan para la cuenca el 21% de los nacimientos. Las mujeres que más han disminuido su fecundidad son las mujeres de 35 años y más, sobre todo en la zona rural.

Se puede anotar que el comportamiento de la natalidad, la fecundidad y los nacimientos vivos, son diferentes de acuerdo a la concentración poblacional y están además mediados e influenciados por otros factores externos como la estructura del sistema de salud del país (sistema de referencia, cobertura, accesibilidad a los servicios, entre otros), el nivel educativo y las condiciones sociales, culturales y económicas.

La proporción de la mortalidad en la cuenca según la tasa por 1000 habitantes se puede calificar como baja; no obstante es más importante en el objeto de la caracterización de la cuenca el análisis de las principales causas por grupos de edad.

Dicho análisis muestra que las mayores tasas de mortalidad infantil las registran los municipios de Guarne, San Vicente, Medellín, Yolombó, La Estrella, Copacabana y Sabaneta y una pérdida significativa de población a temprana edad (50 años) generalizada para la cuenca, por debajo de la esperanza de vida.

Las causas de defunción asociadas por tipo muestran como causa más importante de muerte las enfermedades isquémicas del corazón, que corresponden básicamente a población mayor de 50 años (19.4%); y en su orden, los tumores malignos (mama, páncreas, hígado y próstata, entre otros) que reflejan de manera preocupante las falencias en salud preventiva y la efectividad de los programas de promoción desarrollados por las entidades competentes; las enfermedades respiratorias crónicas como asma y EPOC (enfermedad pulmonar crónica), que registra el 8.11% y sumado con las muertes por enfermedades de bronquios, tráquea y pulmón, y las enfermedades respiratorias agudas representa el 13.3%: La Insuficiencia Respiratoria Aguda (IRA) se registra como una de las causas importantes en la morbilidad infantil y está asociada con la calidad de vida: hacinamiento crítico, malnutrición, predisposición y falta de vacunación.

Otra causa que reviste importancia en la cuenca son las agresiones u homicidios, que representa el 7.5%. Estudios recientes muestran el preocupante aumento del índice de accidentes de tránsito (3.4%), que bien puede señalarse como una forma importante de muerte violenta en el país. Las muertes violentas, en las cuales se consideran las lesiones infringidas, accidentes y suicidios, representan en la cuenca el 14.5%, cifra relativamente alta en las causas de mortalidad, con un descenso comparativo en los últimos cinco años.

Otro aspecto determinante de la dinámica poblacional son las migraciones, las cuales representan una de las causas principales en la modificación de la estructura y composición de la población. El fenómeno del desplazamiento afecta las frágiles condiciones de seguridad y de servicios en regiones a donde se desplazan las poblaciones afectadas. La carga adicional generada por el éxodo masivo de personas que desde pequeñas poblaciones parten hacia ciudades menores, luego a ciudades intermedias y por último a las capitales de departamento, incrementa los cinturones de miseria social y compromete aún más la calidad de vida debido al hacinamiento, la pobreza, el desempleo, la baja productividad y al aumento de demandas de servicios.

En cuanto a los movimientos de población por municipios se registra un total de 21.517 hogares y 88.761 personas recibidas y 2.189 hogares y 11.676 personas expulsadas, lo cual muestra una cifra resultado de casi 79.000 personas más desde el año de registro (2000 - acumulado a 2006).

o **La Calidad de Vida en la Cuenca**

Se entiende la calidad de vida como la disponibilidad de recursos en el ámbito de las necesidades básicas, al igual que la capacidad administrativa estatal de patrocinar la prestación de servicios básicos públicos y sociales, especialmente a los menos favorecidos, y como la gestión social y programática de alternativas competentes a su desarrollo en términos de justicia y equidad. La valoración de calidad de vida va más allá de lo cuantitativo, teniendo en cuenta que a las particularidades de cada región subyacen la incidencia de los conflictos, las formas de vida, el desplazamiento y la segmentación del tejido social.

La relación calidad de vida - calidad ambiental comprende todos los componentes del entorno así como las correlaciones y representaciones simbólicas, valores y significados que tiene el sujeto o le otorga al espacio inmediato en que se desenvuelve como ser social. El comportamiento de las diferentes variables de la calidad de vida debe ser leído como una totalidad que surge a partir de diferentes interacciones (ambientales, biológicas y culturales). El manejo de este componente sugiere el planteamiento de un objetivo de desarrollo social económico y cultural, para buscar un equilibrio entre la cantidad de pobladores y los recursos existentes, renovables o no, así como la protección del medio

ambiente, ya que se ve directamente intervenido por la presión que se ejerce sobre éste a partir de los fuertes cambios en la dinámica poblacional y los patrones de distribución de los recursos naturales.

En correspondencia con el INBI, la población de los municipios de Yolombó, San Vicente y Santo Domingo presentan un indicador por encima del 80%, y los municipios de Envigado, Sabaneta e Itagüí presentan los indicadores más bajos. Sobre el total de población de la cuenca, el 37,4% de los habitantes se encuentran en situación de pobreza y miseria. Los municipios de Santo Domingo, Yolombó y San Vicente ocupan los primeros lugares y por estar más distantes del área metropolitana conservan una vocación agrícola y han sido especialmente afectados por la migración. En un segundo grupo se encuentran los municipios de los extremos norte y sur del Área Metropolitana: Barbosa, Girardota y Caldas, que aunque todavía poseen gran porcentaje de su territorio en zona rural, empieza a configurarse un modelo combinado con el desarrollo urbano.

La estratificación en los municipios de la cuenca es un indicador para la focalización de programas sociales. Se presenta mayoría de viviendas en estrato bajo (2), en 11 de los municipios y el estrato medio – bajo (3) predomina en municipios como Sabaneta, Itagüí, Envigado y Guarne, con más del 40% de las viviendas en esta clasificación, en concordancia con los resultados para los indicadores de NBI y de pobreza.

La estratificación socioeconómica no logra identificar los hogares conforme a su capacidad de pago; situación que induce a plantear nuevos instrumentos para focalizar el gasto social y la urgente necesidad de su actualización, además de incluir en este modelo nuevas variables que permitan clasificar según el ingreso. Esta variable constituye una herramienta fundamental en el impacto para cerrar el círculo de pobreza.

Finalmente, otro indicador de la calidad de vida es el Índice de Desarrollo Humano, IDH, que mide el desarrollo e indica lo que tiene que avanzar cada país o región para lograr ciertos objetivos definidos: duración media de la vida hasta edades avanzadas (esperanza de vida al nacer); acceso a la enseñanza para todos (% analfabetismo y tasa de escolaridad combinada); y nivel de vida decoroso (ingreso, PIB real per cápita).

A partir de la información se concluye que los medellinenses y habitantes del área metropolitana tienen mayores opciones de acceder a la educación que el resto de habitantes de la cuenca y a su vez, el Valle de Aburrá presenta notorias diferencias entre las opciones de desarrollo que se brinda a los habitantes de zonas urbanas y los de las rurales, que se originan en las mayores oportunidades educativas y en las marcadas diferencias en el índice de ingresos.

El nivel educativo de la población es un factor clave para definir la pobreza, teniendo en cuenta que la falta de ella puede constituirse en una causa para su perpetuación. Las problemáticas comunes en el sector educativo son la paulatina pérdida de población por grados con porcentajes muy altos en la educación media, expresados en la disminución de matrícula, lo que implica un alto número de población que no culmina sus estudios básicos, y el desplazamiento de población en las áreas urbanas, para acceder a servicios educativos atendiendo a particularidades relacionadas con su nivel socioeconómico.

Las diferencias entre zonas urbanas y rurales se sustentan en aspectos culturales como la inequitativa distribución del gasto y la manera como se priorizan las necesidades y se invierten los recursos en los municipios, lo cual genera situaciones de marginalidad y exclusión.

La falta de educación es considerada uno de los factores para medir la vulnerabilidad social de una población, que se refleja en la dificultad para la inserción en el mercado laboral, en el bajo el rendimiento productivo, en la poca la promoción laboral y en el mejoramiento de las condiciones de vida. Además de las limitaciones por la carencia de habilidad para leer y escribir, el analfabetismo es también un indicador que muestra el retraso en el desarrollo educativo de la población y refleja la desigualdad en el sistema educativo.

Si bien la evolución de la tasa de analfabetismo entre 1985 y 2001 en el departamento indica avance tanto en lo urbano como en lo rural, aún manifiesta inequidad. Las últimas cifras parciales obtenidas para el año 2004 muestran la situación acerca de la población analfabeta mayor de 15 años en la zona objeto de estudio. Las tasas generales oscilan entre 1.8% y 13.5%, lo que evidencia la fragilidad del sistema educativo en relación con la promoción humana. Los municipios de Yolombó, Santo Domingo, San Vicente, Guarne y Don Matías registran las mayores tasas de analfabetismo y el índice es más alto en las zonas rurales de la cuenca.

La salud representa uno de los principales condicionantes del desarrollo, en términos de accesibilidad al servicio, de la capacidad de atención de los centros de salud, de los factores medioambientales y de los mecanismos de prevención y promoción. Estos factores conjugados reflejan directamente la vulnerabilidad de la población.

La situación de la salud en la cuenca es preocupante, mostrada a partir de los principales indicadores de mortalidad infantil, cobertura en servicios de salud, disponibilidad de agua potable y saneamiento básico y médico por cada mil habitantes y remite a señalar que las políticas están orientadas hacia las enfermedades y las soluciones médicas, las cuales no han abarcado los efectos del entorno social y ambiental sobre la salud y el bienestar, y como resultado los problemas persisten.

De las estadísticas registradas (2004) para los 15 municipios de la cuenca se tiene un total de 1.846.799 personas que están afiliadas al régimen contributivo de salud (el 54% de la población total de la cuenca) y 603.530, registradas en el régimen subsidiado de salud (17.6%), lo que indica una cobertura de 71.6% y un déficit aproximado del 28%.

La situación actual de los servicios de salud en la cuenca está ampliamente relacionada con la adaptación al régimen, la infraestructura disponible, el nivel de ingresos de la población y la solidez del sistema. En relación con el primer aspecto, se debe recordar que las Instituciones de salud del Estado debieron acogerse al nuevo sistema de manera coyuntural sin modificaciones de tipo administrativo que garantizaran la efectividad en la prestación del servicio en las condiciones requeridas por el sistema actual.

- **Identidad y Territorio, Determinantes de la Cultura en la Cuenca**

La cuenca del río Aburrá ha vivido en los últimos años grandes cambios culturales y dentro de este contexto, los habitantes confieren significados a través de la representación simbólica, al ser coparticipes de una cultura, en el marco de la necesidad de encontrar espacios que les sean propios, de sentir interpretada su visión, que se orienta en la búsqueda de perspectivas de futuro basadas en un proyecto político de reconocimiento de derechos y de inclusión.

Las diferentes expresiones confieren sentidos de identidad colectiva diferenciadas en un sentido cultural o también como expresión política. La primera está referida a la pertenencia a una comunidad distribuida geográficamente y definida a través de unos patrones, compuesta por rasgos, pautas y categorías y con una estructuración dentro de unos parámetros materiales y simbólicos. La cultura genera textos a partir de la decodificación de mensajes y expresa los valores que son relevantes para un grupo determinado. En la cuenca, en su dinámica social el individuo y los grupos procesan y modifican información que hace parte de su historia, en permanente adaptación al cambio.

Las identidades colectivas en la modernidad han precisado la visibilización de lo individual, la aparición del individuo como sujeto social, importante en la reflexión de su papel en la sociedad que le confiere autonomía. *“Toda identidad colectiva es una construcción social y todo proceso de identificación, es a la vez, un proceso de diferenciación. Esto significa que en el proceso de construcción de un nosotros, que nos identifica, estamos definiendo a los otros”* (Revilla y Carmona, 2002).

○ **El espacio urbano como escenario de inclusión/ exclusión**

La transformación físico-espacial de la cuenca por el paso de lo rural a lo urbano, produce una lógica en el proceso de configuración de municipios, sectores, barrios, por la dinámica de poblamiento a partir de la migración. Desde lo administrativo, la provisión de unos servicios acordes con la diferenciación social, desde una lógica distributiva que tiene mucho que ver con las formas de apropiación, de construcción de ciudadanía y de concreción de comunidad. Desde esta realidad puede entenderse que el espacio es a la vez un escenario de inclusión-exclusión que más o menos va a facilitar o dificultar un cierto tipo de construcción social comunitaria.

“Así por ejemplo, se puede señalar que las diferencias que se presentan en la distribución de espacio entre zonas del norte y del sur, cuya proporción para el año de 1994 era de 1 a 11, es decir, mientras un habitante de la comuna del Poblado utiliza para su uso 11 metros cuadrados uno de la zona nororiental utiliza en promedio 1. Esta desigual distribución del espacio configura una condición muy claramente descrita por una pobladora de la zona: el problema de nosotros se llama hacinamiento. Una referencia importante al respecto es el estudio de los profesores Fernando Viviescas y Mauricio Rico sobre “La Recreación y el espacio urbano en Medellín: El caso de la Comuna Nororiental”, 1993. La tesis fundamental que allí se destaca está referida a explicar las dificultades en los procesos de socialización del espacio público, no solo para su uso y apropiación, sino también para la construcción de tejido social, capital social o comunidad misma”. (Mesa de espacio público de Medellín, Viviescas y Rico, 1993).

Un escenario de convivencia sobre la base de una distribución tan inequitativa del espacio rompe los niveles de privacidad, contribuye a que los núcleos familiares establezcan un tipo de relaciones y hagan de lo privado un asunto público y que las relaciones intervecinales e intercomunitarias transiten por el mismo camino. Esta perspectiva de análisis está directamente relacionada con los procesos de poblamiento, con las crisis de migración anteriores y los procesos de desplazamiento actuales y ahí, en medio de esas dos realidades, por la manera como se ha dado el proceso de concentración de la tierra urbana en pocas manos, lo cual es indicio de la desigualdad y la inequidad en la distribución de los beneficios económicos y del desarrollo y de la carencia de participación ciudadana en la toma de decisiones.

○ **Los referentes territoriales en la construcción de identidad**

En la cuenca se reconocen diferentes procesos de movilidad poblacional que, aunque de naturaleza diversa, tienen en común el hecho de transformar identidades y promover la construcción de nuevos sentidos de la vida colectiva y de generar tejido social. La

generación de nuevos espacios es consecuencia de situaciones extremas a las que se asocian procesos de desterritorialidad.

En ciudades como Medellín y aún en la cuenca, la diversas expresiones de manifestación del conflicto y del control sobre el territorio han determinado una geografía marcada por el desplazamiento, en la cual el habitante se des- ubica en el territorio transformando las maneras de desplazarse en el, la manera de vivirlo y percibirlo. La ciudad está marcada por fronteras territoriales y los distintos grupos han adquirido una forma de identidad, de reconocimiento.

Las dimensiones simbólicas se fundamentan en el uso social, en el encuentro entre sentidos y prácticas que se recrean de modo variado en la interacción recíproca entre individuos relacionados con las imágenes, con los modos de representación de la realidad social, con lo iconográfico y, con lo discursivo. El Plan Estratégico Ambiental Metropolitano (Área Metropolitana, 2002d) plantea la necesidad de profundizar en las significaciones del habitante de la cuenca en relación con el territorio, con las manifestaciones culturales y las relaciones sociales tejidas a través de sus prácticas colectivas como base fundamental para intervenir en un proyecto que aporte al cambio de valores y actitudes frente a la conservación y manejo de los recursos.

En la cuenca es visible una composición de pobladores que están ocupando territorios diferentes a sus lugares de origen, sin importar la motivación o razón para ello, se ven obligados a crear vínculos con su nuevo entorno, a veces hostil, lo cual le supone un esfuerzo apenas necesario para asegurar su supervivencia y para tratar de articularse al espacio, vía las adopciones de nuevos elementos a su cotidianidad, de negociaciones y de apropiaciones identitarias.

Parte de las razones que ayudan a entender que no se pueda hablar de una sola identidad para el territorio de la cuenca, es advertir que hay una movilidad poblacional y que mientras se genera un sentido de familiaridad con el nuevo entorno, cada uno es recurrente con su propias delimitaciones y su propio imaginario, definido como el conjunto de imágenes que constituyen el capital pensado del ser humano.

La creación del imaginario en la cuenca debe partir de un proceso en el cual los diferentes grupos sociales producen imágenes de la realidad, ya que los asentamientos o ciudades son espacios en permanente construcción, atravesados por mediaciones políticas, económicas y culturales, de manera que las relaciones con el espacio están determinadas por el lugar que ocupan y el rol que desempeñan los actores.

Es posible que el compartir un imaginario y construir una representación de la cuenca, a través de las prácticas y acciones institucionales, se obtenga un efecto social

trascendental en el ámbito ciudadano, para posibilitar una vida amable y en armonía con el ambiente.

- **Los territorios como espacio y escenario de conflicto y de lucha por la sobrevivencia.**

Los procesos de movilidad poblacional, aunque de naturaleza diversa, tienen en común el hecho de transformar territorios e identidades a través de los procesos de hibridación y promover la construcción de nuevos sentidos de la vida colectiva, las maneras de insertarse o tejer las relaciones sociales, y procesos de desterritorialidad y formación de nuevos espacios, que muchas veces han dado lugar a concentraciones de población en algunos espacios del territorio que ejercen presión, por la alta demanda de servicios o la afectación significativa por las pérdidas de población en otras zonas.

En el fenómeno migratorio observado en la cuenca confluyen varios hechos como el cambio voluntario de lugar de residencia y el desplazamiento forzoso. Se identifican como mayores expulsores los municipios de Medellín, Bello, Itagüí, Barbosa, Caldas y Don Matías. En sí, los movimientos migratorios representan una dinámica que transforma la economía y las relaciones sociales y familiares y aparecen en la cuenca obedeciendo a diferentes motivaciones, relacionadas con el mejoramiento del nivel socioeconómico, o sobrevivencia, la continuación de procesos de formación académica y la integración de las familias.

Según el DANE, una de las principales causas del cambio de domicilio en las localidades que conforman la cuenca es la decisión que toman los núcleos familiares o los individuos, fundamentados en recuperar o fortalecer lazos familiares (razones familiares) y se observa como la familia ofrece opción de sobrevivencia en el caso de aquellos que están en situación de vulnerabilidad.

En segundo lugar, hay otras razones que pueden ser en un buena parte referidas a los casos de los inmigrantes, que dicen llegar a los centros urbanos, en especial los municipios del área metropolitana, por razones como: deficientes o inexistentes servicios de acueducto o alcantarillado en sus lugares de origen, obtener una mejor oferta de subsidios y de otros beneficios sociales, como garantía de mejorar condiciones con respecto a las del lugar de origen, y por ultimo acceso a educación, que el campo colombiano, u otros poblados actualmente no son capaces de brindar.

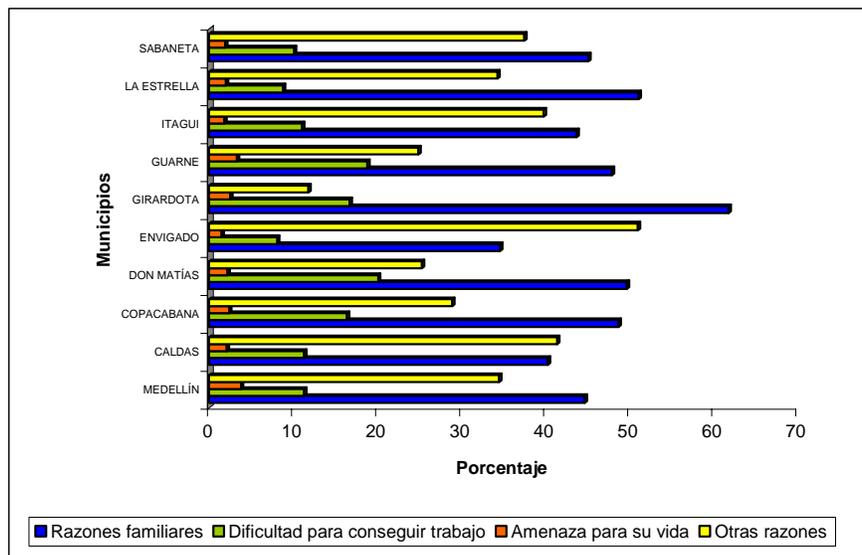


Figura 1.23. Principales motivaciones para el cambio de domicilio, según Municipios. Fuente: DANE, 2005

En tercer lugar de importancia, está la dificultad de las personas para obtener un empleo dentro de las condiciones mínimas de formalidad que brindan seguridad social y pago justo. Una cuarta causa tiene que ver con las amenazas a la vida o integridad, como es el caso del desplazamiento forzado por la guerra, que determina el traslado por fuera o dentro de una localidad. También es necesario verificar la hipótesis según la cual muchos inmigrantes lo hacen porque quieren o por la vocación gregaria de que habla Gonzalo Arango, o quizá por prestigio (venir a Medellín puede representar un prestigio en el lugar de origen).

- **La poca incidencia de la institucionalidad en la construcción de identidad política**

La introducción de la normativa y los mecanismos de participación ciudadana no resultan suficientes, pues si bien se ha avanzado, en la práctica las organizaciones comunitarias no han logrado constituirse como verdadera instancia de la intervención ciudadana en las decisiones colectivas. Sigue siendo frecuente la utilización de los escenarios de participación ciudadana y de los espacios políticos por los mismos actores, ya que las organizaciones comunitarias están influidas y socavadas por intereses políticos personales, y como consecuencia de ello son organizaciones ineficaces, y poco incluidas además de que no garantizan los recursos legales y materiales necesarios para que la planeación sea participativa, promoviendo la articulación de todos los sectores de la sociedad y fortaleciendo procesos democráticos.

La baja participación en la cuenca está determinada por una serie de aspectos, a saber:

- Las instancias y los canales de participación que existen no operan óptimamente y los mecanismos e instancias de participación ciudadana tienen muy baja utilización.
- Las organizaciones comunitarias existentes son las mismas, falta diversidad en las temáticas que trabajan especialmente en el tema ambiental, que presentan una débil estructura, y su actuación también es débil.
- La movilidad que se suscita en la cuenca no puede asegurar la permanencia de los integrantes en las diferentes organizaciones, mengua la motivación y crea desinterés, pues los procesos se ven interrumpidos y las acciones se quedan en lo inmediato.
- No se observa una articulación de los esfuerzos de las organizaciones sociales con la administración municipal, departamental, e incluso nacional para establecimiento de convenios y gestión de recursos, para fortalecer sus estructuras y su participación. Tampoco se vislumbra la realización de alianzas entre los principales actores del desarrollo: sectores público y privado, gobierno y sociedad civil de los órdenes urbano y rural.
- Procesos aún débiles con relación a la formación de la ciudadanía para garantizar una participación efectiva de las organizaciones comunitarias en lo público.
- Falta de calificación de los funcionarios responsables de generar espacios de concertación y desarrollo de la cuenca.

No es posible actualmente hablar en términos de promoción de la gestión participativa del desarrollo local como medio para afianzar el sentimiento de arraigo de la población, favorecer el tejido social y apoyar la construcción de un proyecto colectivo del territorio o de la cuenca que sensibilice e integre culturalmente a su población.

Lo anterior supone una comunidad de intereses expresados en un Proyecto, con una amplia participación de los actores sociales para que desde cada visión se proyecte el futuro de la cuenca, pero necesariamente con la aplicación de acciones que garanticen su sostenibilidad bajo un criterio de gobernabilidad.

▪ **La Intervención Institucional y el Manejo Ambiental del Territorio**

La globalización, la descentralización y la democratización, componentes que caracterizan la planificación y gestión del territorio, muestran cómo el desarrollo se centra en las capacidades y posibilidades de las administraciones locales de gobernar su territorio. Los actores institucionales públicos y privados con funciones y competencias en la cuenca son:

- La Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORNATIOQUIA.
- La Corporación Autónoma regional de los ríos Negro Nare - CORNARE.
- El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, como autoridad ambiental urbana de conformidad al artículo 66 de la Ley 99 de 1993 y como entidad administrativa encargada de la planificación y ordenamiento de la región metropolitana (ley 128 de 1994).
- Los municipios que conforman el área objeto de ordenación: Caldas, Envigado, La Estrella, Itagüí, Sabaneta, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota, Barbosa, Santo Domingo, Guarne, Don Matías, San Vicente y Yolombó.
- El Departamento de Antioquia.
- Las Empresas Públicas de Medellín.
- Las Empresas Varias de Medellín y Enviaseo.

La estrategia de intervención del territorio, según las nuevas orientaciones, apunta hacia la construcción de una imagen objetivo o de una visión de futuro y la capacidad de los administradores locales de involucrar a los actores y los agentes para concretar la política y comprender los roles que cada uno puede desempeñar. Gobernar el territorio significa, por lo tanto, tener la capacidad de estimular, orientar y coordinar las acciones de los diferentes actores, junto a la capacidad de ampliar y fortalecer las relaciones entre la sociedad civil y el gobierno, entre los grupos sociales y las instituciones, dando expresión a todas las componentes sociales, inclusive a los sectores marginales.

La caracterización de la gestión institucional en la cuenca del río Aburrá supone la identificación del quehacer en términos del cumplimiento de la misión y las acciones enfocadas al ordenamiento de la cuenca por parte de las entidades competentes. El componente institucional en el Plan de Ordenamiento de la cuenca del Río Aburrá es

transversal, teniendo en cuenta que la implementación de las políticas públicas define la manera como las instituciones se entrelazan con la sociedad, en este caso con la población, en la resolución y respuesta a sus distintas demandas.

En consecuencia, se realiza una sinopsis de los procesos y actuaciones para dar cuenta de las problemáticas asociadas con la gestión y posicionamiento de estas entidades en la cuenca, teniendo en cuenta que el propósito de ordenación debe convocarlas en un objetivo común y de esta manera el ejercicio de la autoridad ambiental en la cuenca del río Aburrá debe estar interiorizado de manera homogénea en el poblador y en las Entidades territoriales bajo su jurisdicción.

- **El uso sostenible de los recursos: una tarea institucional**

La satisfacción de las necesidades del futuro depende de cuánto equilibrio se logre entre los objetivos, o necesidades, sociales, económicas y ambientales en las decisiones que se toman en el presente. No es un estado fijo de armonía, sino que, por el contrario, es un proceso dinámico, de cambio, donde la explotación de los recursos, el destino de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y los cambios institucionales están orientados a satisfacer las necesidades presentes y futuras.

El desarrollo sostenible de la cuenca del río Aburrá debe ser asociado al concepto de planificación – gestión, como un proceso social, el cual nace como respuesta al conocimiento e identificación de las realidades de la cuenca, que deben ser proyectadas a situaciones deseadas y concertadas entre actores y agentes que participan con sus actuaciones, con voluntades y criterios comunes o en conflicto.

En relación con los instrumentos y herramientas del desarrollo sostenible, la Constitución Política de Colombia propugna por él y considera la protección ambiental desde tres ópticas: como derecho, como deber y como principio. Con la expedición de la Ley 99 de 1993, Colombia le otorgó al tema ambiental la mas alta jerarquía jurídica e institucional a través de la creación del Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) y la reorganización del Sistema Nacional Ambiental SINA, del cual hacen parte las Corporaciones Autónomas Regionales, las Autoridades Ambientales Urbanas y las Entidades Territoriales, dando así los primeros pasos para responder como Estado a los desafíos ambientales nacionales y a los compromisos internacionales tendientes a viabilizar soluciones a la problemática ambiental local y global.

La gestión ambiental, con un enfoque de sostenibilidad deberá congrega a los actores y agentes frente a un objetivo general común, o imagen-objetivo, construida en un proceso de ordenamiento ambiental territorial, y deberá generar concertaciones con los actores estratégicos que intervienen, con criterios de valoración y de intereses que se consideran

elementos operativos para realizar la gestión ambiental y el proceso de resolución de los conflictos.

En la cuenca del río Aburrá, el territorio constituye un instrumento de apropiación de los recursos naturales que se explica desde los hechos sociales y políticos. El territorio como referente de la sostenibilidad se configura a partir de la interacción entre el sistema natural y un ambiente muy intervenido. En tal sentido, la sostenibilidad se refiere a los lugares, a sus identidades y a las relativas energías antrópicas. Por lo tanto, la degradación que se encuentra en el territorio incluye la degradación del medio ambiente y la degradación social. Es por esto que una propuesta de manejo sostenible de los recursos debe valorizar la identidad, asumiendo con mayor importancia la dimensión cultural – política que supone que la ordenación y planificación de la cuenca esté ligada con un proceso de concertación, de compartir un objetivo social frente a la protección de los recursos.

▪ **Problemáticas**

Las tendencias observadas en la dinámica poblacional de la cuenca dan cuenta de la presión que los pobladores ejercen sobre los recursos naturales, en términos de una alta movilidad por fenómenos migratorios; y del estado de los recursos, que muestra en la cuenca alta dependencia en consumo de bienes y servicios, baja innovación tecnológica, y un cambio muy importante de la economía hacia el sector terciario.

Desde lo público y dentro de las posibilidades que brinda el marco constitucional y legal, no se ha logrado una articulación de políticas y acciones integradoras que optimicen la inversión de recursos y encaminen la implementación de planes y programas en una visión prospectiva de la cuenca.

Los procesos de planificación en las áreas de bienestar social deben involucrar programas de incorporación de la población adulta en la dinámica social y productiva, para repensar el adulto que requiere la cuenca en el futuro.

La Insuficiencia Respiratoria Aguda (IRA) se registra como una de las causas importantes en la morbilidad infantil y está asociada con la calidad de vida: hacinamiento crítico, malnutrición, predisposición, falta de vacunación y mala calidad del aire que se respira.

En el caso del municipio de Medellín, el desplazamiento forzado y la constante inmigración han conllevado un número significativo de asentamientos en zonas de alto riesgo y en zonas de amortiguamiento de áreas de reserva como en el caso del Parque Arvi, en límites con la comuna 8.

A partir de la información de calidad de vida se concluye que los medellinenses y habitantes del área metropolitana tienen mayores opciones de acceder a la educación que el resto de habitantes de la cuenca y a su vez, el Valle de Aburrá presenta notorias diferencias entre las opciones de desarrollo que se brinda a los habitantes de zonas urbanas y los de las rurales, que se originan en las mayores oportunidades educativas y en las marcadas diferencias en el índice de ingresos.

La problemática más importante asociada a la educación es la deserción escolar, que genera elevados costos sociales y privados. Los municipios de la zona urbana que presentan mayor tasa de deserción son Bello con 5.89%, Itagüí con 4.7% y Medellín con 4.48%, mientras la deserción escolar en la zona rural es mucho mayor en los municipios de Yolombó con 10.8%, Sabaneta con 8.76% y Caldas con 7.05%.

La cuenca del río Aburrá está conformada por 15 municipios que administrativamente corresponden a una zonificación espacial del territorio dividida y espacialmente diferenciada. Esta división, en términos de territorialidad, dificulta la construcción e interiorización de la cuenca como una unidad geográfica, mediada por interrelaciones de tipo cultural, económico, espacial y político, con un manejo aislado y una visión municipalista.

La introducción de la normativa y los mecanismos de participación ciudadana no han sido del todo eficientes, pues si bien se ha ido avanzando en la participación, falta coherencia y se presenta discontinuidad entre lo ideal y lo real, es decir, las organizaciones comunitarias no han logrado constituirse como verdadera instancia de la intervención ciudadana en las decisiones colectivas.

Las municipalidades con presencia en la cuenca son heterogéneas en cuanto a tamaño, población, recursos y capacidad institucional. Si bien Medellín ha avanzado significativamente en la implantación de las nuevas políticas y en la oferta de los servicios que les han sido encomendados; municipios más pequeños y débiles han tenido mayores dificultades. En general, la mayoría de las municipalidades no han estado en condiciones de responsabilizarse por las competencias ambientales que le han sido asignadas.

Uno de los aspectos más importantes presentes en la cuenca en el momento de implementar las políticas ambientales es la falta de armonización de unos mismos objetivos: determinar los objetivos para la elaboración de políticas actuales o de futuro representa una de las orientaciones básicas para la configuración de la política y garantiza la selección de opciones concretas de futuro mediante procesos de decisión concertados.

1.1.6 Sistema Antrópico – Variable Económica

El análisis para el diagnóstico del componente económico se enfoca específicamente hacia el estado de la infraestructura económica y el comportamiento de las tasas de empleo observadas en la zona de estudio. En éste se muestra la interacción de los tres sectores económicos determinados por las actividades productivas que desarrolla la población y las diferentes correlaciones entre los municipios que la conforman, con un análisis regional que permite identificar el estado actual del desarrollo agrícola, pecuario y en general de extracción de recursos naturales, tanto renovables como no renovables, que pertenecen al sector primario; de la industria manufacturera que implica procesos de producción de dichos bienes primarios, reconocidos como insumos, y que determinan un producto final, resultado de la adición de un valor agregado, que corresponde al sector secundario; y por último; del sector terciario, que incluye las actividades relacionadas con los servicios y otras como el turismo, hotelería, restaurantes, construcción, transporte, comunicaciones, establecimientos financieros, comercio y servicios comunales, sociales y personales.

La cuenca está ubicada en una región donde los efectos dinámicos de la economía, nacionales e internacionales, presentan una relevancia específica que determina un impacto tanto estructural como coyuntural. Se observa un proceso de terciarización de la economía, esto es, de crecimiento desmesurado del sector terciario o de servicios, incluyendo el comercio como principal rubro dentro del mismo, acompañado de un crecimiento importante de la economía informal o subempleo.

El comportamiento del empleo muestra una gran variabilidad, tanto en el Valle de Aburrá como en los municipios rurales que hacen parte de la cuenca, lo que ha determinado la implementación y diversificación de actividades productivas, que implican procesos de capacitación en tecnificación y comercialización de sus propios productos principalmente en lo que respecta a las áreas rurales.

- **Diagnóstico**

Las condiciones internas y culturales del Valle de Aburrá, como área más importante del departamento de Antioquia, que concentra el 66.70% (ACI, 2006) del valor agregado de las actividades económicas del departamento, se han caracterizado por conservar la idea de la industria paternalista y regionalista frente a las nuevas estrategias de competitividad y desarrollo. Lo anterior se ve acompañado de la escasa apropiación de los agentes económicos de la cuenca, de los cambios estructurales necesarios en términos de un modelo de desarrollo territorial regional, soportado en las interacciones de las dinámicas económico - productivas y el capital social, que representa el grado existente de confianza

entre los actores de la sociedad, las normas de comportamiento cívico practicadas y el nivel de asociatividad que las caracteriza.

Sin embargo se ha observado un descenso pronunciado en el dinamismo industrial a gran escala, provocado esencialmente por el auge del subsector servicios y la segmentación de los procesos productivos. Dichos cambios en la organización industrial reflejan de alguna manera procesos de estancamiento tecnológico, lo cual puede evidenciarse en el ámbito nacional a partir de los bajos niveles de inversión en desarrollo e innovación tecnológica que dedican las microempresas como fenómeno predominante dentro del nuevo entorno, aunque cabe destacar que la gran industria ha destinado altas proporciones para investigación y desarrollo (Ver Figura 1.24).

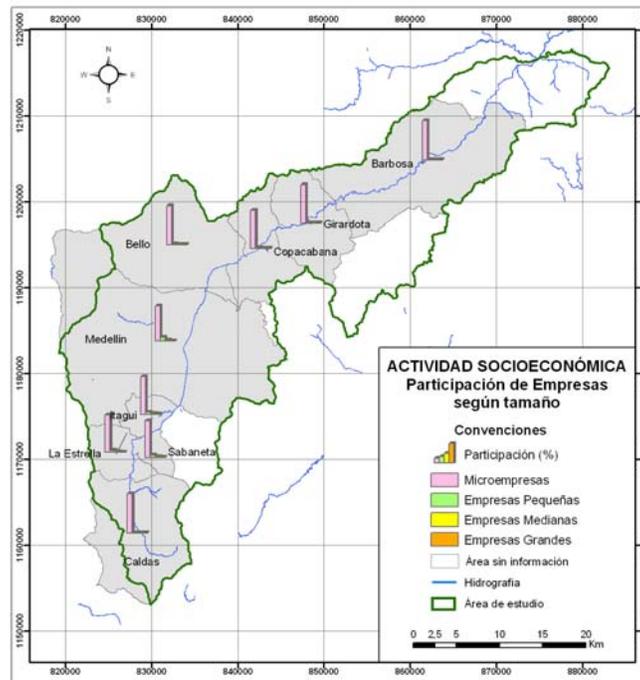


Figura 1.24. Participación de empresas según tamaño de activos. Distribución Espacial.

El análisis de las actividades económicas desarrolladas en el área de estudio permite establecer que las relaciones sociales de producción y distribución están sujetas a los cambios que ha venido experimentando la economía nacional en el contexto del modelo económico dominante. Esto implicó un claro proceso de transición hacia la adaptación de un conjunto de condiciones económicas liberales en el ámbito macro y micro: un cambio estructural en la organización industrial a partir de la segmentación de los procesos productivos que se reflejan inevitablemente en las condiciones sociales y culturales de la región y junto a este proceso de expectativas económicas se revelan unos incentivos

precisos para la inversión doméstica y extranjera, las cuales dirigen flujos importantes de capitales hacia el sector terciario, destacando el comercio y la dinámica del sector financiero como actividades predominantes. Esto refleja un claro proceso de desindustrialización que ha impactado directamente los perfiles ocupacionales que caracterizaban la población urbana y rural en la cuenca, y ha desencadenado tasas de desempleo y subempleo importantes en sus municipios (ver Figura 1.25). Estas tasas involucran esencialmente los agentes que no estaban preparados técnica, profesional y financieramente para afrontar la dinámica del mercado, de las nuevas reglas y exigencias que implicarían su supervivencia en el nuevo entorno.

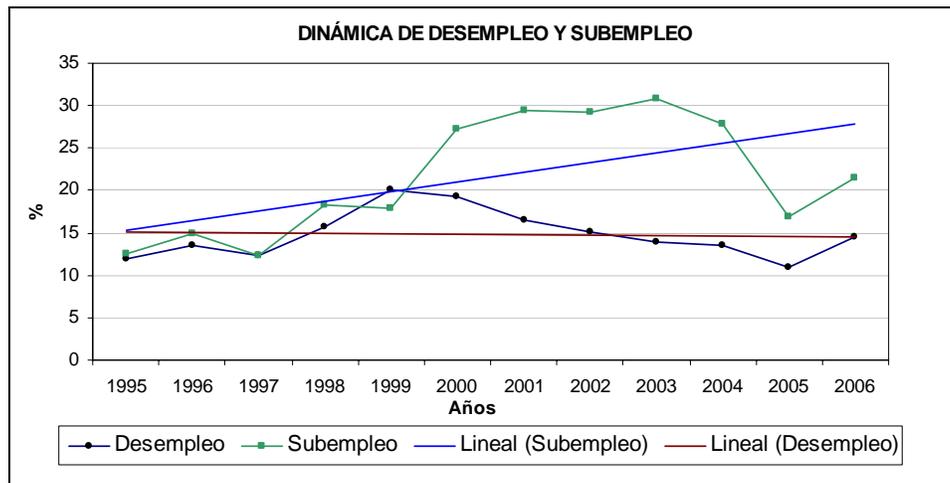


Figura 1.25. Dinámica de la tasa de desempleo y subempleo 1995 - 2006 en el Valle de Aburrá y tendencias lineales. Datos ICER 1995 - 2006, Banco de la República

El empleo, como elemento estructurante de las interacciones socioeconómicas, determina procesos de movilidad geográfica de mano de obra no calificada desde el centro del Valle de Aburrá hacia la periferia, dadas las necesidades poblacionales de la gran urbe y la imposibilidad de responder a los perfiles de obrero industrial no calificado. Esto determinó además que un excedente de mano de obra se dedicara a labores informales, lo que incidió en el incremento desmesurado de la tasa de subempleo, que alcanzó un 50% en todo el Valle de Aburrá, y que otro porcentaje importante de la población, paradójicamente en municipios con alto número de empresas como los municipios de Itagüí y Bello, no tuviese alternativas laborales. Esto a pesar que específicamente la actividad manufacturera del Valle de Aburrá representa el 87% del PIB industrial generado en el departamento (según datos de la encuesta anual manufacturera del año 2003) y 15% del nacional (ACI, 2006).

Lo anterior permite concluir que existe un patrón de movilidad de mano de obra no calificada hacia sectores dispersos y fragmentados que no reflejan el encadenamiento de

los factores productivos que generan riqueza o pobreza en la región, tanto desde el ámbito de la relación capital-trabajo, articulado al concepto de regulación y a la dinámica productiva, como desde la relación exclusión e inclusión socio-territorial articulada a la generación de tejido social y de equidad (Betancur, Arenas y Stein; 2001).

Las tendencias socioeconómicas evidenciadas en la cuenca se enmarcan dentro de lo que se conoce como los paisajes productivos dominantes en un área determinada. Para la cuenca se percibe que la mayor proporción de los municipios que la conforman obedecen a un paisaje cafetero, seguido de un paisaje frutícola, cañero y ganadero. Lo que confirma de alguna manera la estrecha relación del sector primario en el área de estudio.

Donmatías, Guarne, Yolombó, Santo Domingo y San Vicente presentan algunos elementos similares, que corresponden a la falta de capacitación en técnicas agrosostenibles y mejoramiento de procesos. Es evidente el desplazamiento de actividades agrícolas por actividades pastoriles y recreativas y la explotación turística privada, lo que representa un alto nivel de competencia por los usos de los suelos rurales. Estos conflictos son los que surgen a partir del uso actual y el uso potencial, es decir, el uso que se desarrolla actualmente sin estrategias de planificación claras y las actividades que realmente representan la capacidad máxima de uso que se le puede dar a determinado terreno sin incurrir en el detrimento del recurso suelo y en el agotamiento de su capacidad productiva. En cuanto a este uso potencial, la cuenca del río Aburrá es predominantemente forestal, ya que el área potencial para usos forestales corresponde al 68.2% de la cuenca. Esto es lo que se conoce como costo de oportunidad, que refleja el sacrificio en que incurren los agentes por renunciar a la explotación de un recurso natural, lo cual permite la obtención de rentas socialmente aceptables. La solución a los conflictos de uso del suelo implicaría un uso eficiente y racional del recurso suelo en términos de productividad por km², además de unas reglas del juego bien definidas a partir de los incentivos necesarios para que los agentes asuman, bajo su comportamiento racional, la mejor decisión en términos de enfrentar las restricciones de uso.

Hay ausencia de agremiaciones o asociaciones que permitan determinar mayor viabilidad en la participación de la cadena productiva de los productos primarios (distribución y comercialización) en los municipios predominantemente rurales con el resto de municipios predominantemente urbanos. Los municipios con gran relevancia en área rural representan, en general, un nivel medio en la proporción de actividades agropecuarias, pero se caracterizan aún por un incipiente referente institucional. El encadenamiento puede desarrollarse a partir de la generalización en el ámbito rural de los programas gremiales de capacitación y asesoría con alta experiencia y trayectoria en el mejoramiento de procesos productivos y comerciales, tales como los programas adelantados por el Sena, las Cámaras de Comercio de Medellín, Sur y Norte, la Asociación Colombiana de

las Micros, Pequeñas y Medianas Empresas – ACOPI y la institución Actuar Fami-Empresas. En la medida que se implementen programas generales y articulados como región será posible establecer la conectividad estratégica del área de estudio como un solo territorio.

En cuanto a los desarrollos productivos potenciales, en los municipios de la cuenca del río Aburrá prima el principio de la competitividad, por lo que le apuestan al fortalecimiento microempresarial, agroindustrial y ecoturístico con la participación de organizaciones sociales, gubernamentales, privadas y públicas. Las posibilidades de fortalecer el subsector agropecuario en las zonas centro sur y centro norte de la cuenca (municipios de Copacabana, Itagüí, La Estrella, Sabaneta y Envigado) apuntan a la implementación de programas de capacitación en áreas estratégicas para la asociatividad de la comercialización en mercados rurales y urbanos.

Es constante observar planes de logística en el mercado laboral y una preocupación por la modernización mediante la actualización tecnológica. Tanto en la zona norte como en la zona sur de la cuenca se está desarrollando una planeación territorial articulada con el concepto de región en términos del Valle de Aburrá. Sin embargo, es evidente una real ausencia en la apropiación tecnológica que permita implementar procesos innovadores para materializar bienes o servicios con alto valor agregado, donde es necesario que también los productores agropecuarios adquieran estrategias de negocio a partir de la identificación de los recursos necesarios para generar emprendimientos.

En el sur de la cuenca, el sector más importante y representativo de las actividades económicas es el terciario, con el 52% del total del empleo generado, seguido por el sector secundario con el 42% y finalmente por el sector primario con una participación de sólo un 5.6% (Área Metropolitana y Fundación Social, 2005b). Para esta zona se pretende promover estrategias para abordar un planeamiento y un ordenamiento territorial, tanto en el ámbito departamental como en el metropolitano, a partir del fortalecimiento de núcleos parcialmente poblados en las zonas norte y sur, en los cuales se presentan oportunidades de desarrollo, sin llegar a formar conurbación con la parte central de la cuenca. Éstas tienen como propuesta la identificación de áreas que permitan la conformación de un sistema de reservas naturales en las que se conserven muestras de los ecosistemas con sus componentes bióticos y abióticos como patrimonio natural, aportador de bienes y servicios ambientales, importantes para el funcionamiento de las áreas urbanas y que al mismo tiempo impidan la conurbación total de la zona central de la cuenca (Área Metropolitana y Fundación Social, 2005b).

El norte de la cuenca del río Aburrá también presenta el subsector comercio como el más importante dentro de la estructura económica, con una participación del 66.3%. Le sigue el sector secundario con textiles, confecciones, cuero, calzado, alimentos y bebidas

principalmente, con un escaso 17.8%, el sector terciario con seguros, finanzas y asesorías con un 13.6% y el 2.3% restante corresponde a las actividades extractivas, electricidad, agua, gas y construcción (Área Metropolitana y Fundación Social, 2005a). Esto confirma el análisis realizado acerca del proceso de terciarización económica que atraviesa la región. La dinámica de competitividad local e internacional y los altos requerimientos de productividad y eficiencia que exige el sistema económico actual incide directamente en el estilo de vida de los habitantes a partir de un cambio en la estructura social y económica representado por la microempresarización de la economía regional. Estas dinámicas de reorganización industrial representadas por la segmentación de los procesos productivos se convierten en un verdadero problema cuando los mismos crean unidades productivas con un alto grado de inestabilidad y de escasa capacidad para competir en procesos de innovación y generación de valor agregado.

Dentro de los estudios estratégicos se plantean proyectos fundamentados en la participación ciudadana. En la zona norte se pretende implementar “la construcción de un modelo territorial metropolitano, sostenible en lo ambiental, diverso en lo cultural, eficiente en lo funcional y equilibrado en lo social, donde el río Aburrá sea el eje ordenador, integrado espacial y ambientalmente al desarrollo urbanístico, que propicie igualmente la recuperación y articulación del espacio público, así como la concreción del corredor multimodal en la Zona Norte” (Área Metropolitana y Fundación Social, 2005b).

Es claro que el proceso socioeconómico muestra un comportamiento similar al evidenciado en el resto de los países latinoamericanos, que implica un alto porcentaje de la población en miseria y pobreza. La cuenca, en general, alcanza un 37.5% de pobreza, donde los municipios de Santo Domingo, San Vicente y Yolombó superan, cada uno, el 80%. De otro lado, los municipios de Envigado, Sabaneta e Itagüí representan los niveles porcentuales más bajos y a la vez representan una alta concentración industrial. Esto puede evidenciarse a partir del Indicador del Índice Densidad Industrial (IDI), que calcula el número de establecimientos por Km². Itagüí y Sabaneta son los municipios con mayores niveles de IDI, alcanzando, en promedio entre el año 2000 y el 2004: 13 y 5 establecimientos por km², respectivamente (DANE, 2007). Sin embargo es necesario señalar que estos indicadores socioeconómicos no captan de manera precisa el impacto de la migración de la población en la cuenca o fuera de ella, por razones económicas o de conflicto social.

La explotación no controlada e indiscriminada de recursos naturales renovables y no renovables implica la promoción, implementación y desarrollo de planes de uso y manejo más específicos para los actores involucrados en la cuenca, acompañado de un programa de políticas de incentivos y compensaciones que determinan los instrumentos económicos que inciden finalmente en el comportamiento de los actores, para responder a objetivos tanto económicos como ambientales. Dicho programa debe diseñarse a partir de un plan

de seguimiento y monitoreo que garantice la efectividad en la gestión de las instituciones gubernamentales ambientales pertinentes y la eficiencia necesaria para que los agentes tomen las mejores decisiones bajo la participación activa de las comunidades involucradas.

▪ **Problemáticas**

Desde el punto de vista económico, se determinaron tres causas fundamentales en la evolución de los problemas evidenciados en la cuenca: nuevas estrategias de competitividad y desarrollo económico en el ámbito local, regional y nacional; una importante dependencia tecnológica, que ha determinado una especie de sedentarismo tecnológico (Escobar, 2006), y por último, una visión espacial y temporal bastante miope que no ha permitido proyectar la región dentro del contexto regional, nacional y global interconectado y fusionado a partir de la explotación de las ventajas comparativas que se derivan de sus mismas transacciones. En la Figura 1.26 se presenta un esquema con los problemas identificados en el componente económico y las causas generales de los mismos.

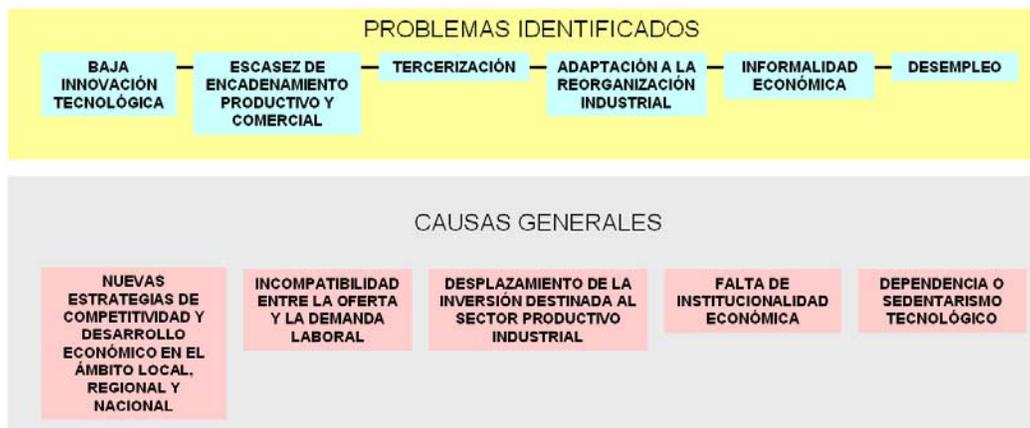


Figura 1.26. Identificación de problemas y causas en el componente económico en el área de estudio

1.1.7 Subsistema Antrópico - Componente Físico Espacial

El análisis del componente físico espacial constituye una de las dimensiones trascendentales en la formulación del Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Aburrá, debido al alto grado de urbanización alcanzado en la parte central de la misma.

Es por ello que el diagnóstico aquí presentado parte de reconocer la importancia de la ciudad compacta como el paradigma de eficiencia ambiental.

No obstante, es necesario aclarar que el proceso de formulación y diagnóstico del plan ha sido posterior a otras iniciativas, como es el caso de la reciente formulación de las Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial por parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, cuyo énfasis físico espacial, a partir de la articulación de la revisión y ajuste de los POT de los municipios bajo su jurisdicción, ha respondido a gran parte de los objetivos que el componente físico-espacial debe cumplir en el POMCA.

En este caso los principales objetivos en el componente físico espacial son analizar áreas aptas para la urbanización y áreas de manejo natural, analizar la ocupación urbana de los suelos de protección y recopilar información secundaria en lo referente a morfologías urbanas, ocupación, usos del suelo, transporte y redes viales. Desde esta óptica, este capítulo devela los principales problemas en torno a la consolidación del modelo territorial, sus causas y posibles tendencias, para la identificación de futuras acciones concretas.

Metodológicamente se compilan los datos de varias fuentes secundarias, principalmente referidas al Área Metropolitana del Valle de Aburrá; la evaluación de la información se realizó a partir del análisis conceptual de la ciudad compacta y la ciudad difusa, y las diferentes gradaciones de lo urbano que ello implica en el ámbito rural. Como parte del proceso de consolidación de este diagnóstico se contó con la interacción de los funcionarios de las Autoridades Ambientales, en especial del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Los resultados del diagnóstico se estructuran en cuatro partes fundamentales: la primera, referida a la comprensión de las características de la ciudad compacta contemporánea; la segunda, donde se presenta un recuento del proceso de crecimiento urbano en la cuenca; en la tercera se develan los problemas más relevantes y sus posibles causas; y finalmente, en la cuarta, se presentan algunas conclusiones y directrices generales de intervención metropolitana.

- **El modelo de “ciudad compacta” en contraposición al fenómeno de “ciudad difusa”**

El propósito de las ciudades hoy día es hacer un uso más eficiente de los sistemas existentes sin aumentar la complejidad; sin embargo, en la mayor parte de los casos, la explotación de los recursos se ha realizado sin tener en cuenta los límites en la capacidad de carga de los sistemas (Rueda, 1997). Este es el origen de la ciudad difusa como la forma de ocupación irracional de extensas áreas de suelos campestres, un modelo caracterizado por la falta de estructura entre sus funciones, y por tanto de ciudad

segregada socialmente, conectada tan sólo por una densa red de vías al servicio del transporte privado (Agudelo, 2002).

Desde esta perspectiva, se puede afirmar con toda certeza que la división tajante entre suelo urbano y suelo rural resulta obsoleta para los fines actuales de la planificación en la cuenca del río Aburrá. Por ello, para caracterizar hoy día lo urbano no se puede desvincular de lo rural, se debe reconocer de antemano que la categoría rural del suelo tiene variadas manifestaciones; en este contexto metropolitano la separación urbano-rural se debate entre dos situaciones: la primera, donde “lo rural” no es necesariamente agrario, y la segunda, donde “lo urbano” en un entorno principalmente verde, tampoco coincide con los rasgos del tradicional paisaje de ciudad (Agudelo, 2002).

Bajo esta premisa, se entiende “lo urbano” en la cuenca del río Aburrá, como aquellos territorios asociados a los asentamientos fundacionales de cada municipio. Y lo rural con diversas categorías, entre ellas la “peri-urbana”, referida a aquellos ámbitos que están en el límite del perímetro urbano, presentando continuidad con la malla urbana existente. Lo “suburbano”, referido a condiciones de continuidad territorial y conurbación, con presencia de sectores secundarios y terciarios de la economía; finalmente, la categoría de lo rururbano, que no es reconocida por la legislación actual, está referida a esa franja entre la periferia urbana, las áreas suburbanas y los suelos propiamente rurales, donde todavía no hay una gran densificación (Universidad Nacional de Colombia, 2005).

La complejidad que implica la nueva ruralidad para un entorno que presenta conurbación como el de las áreas metropolitanas se acentúa con el cambio introducido por las dinámicas económicas y culturales de los últimos tiempos, que demandan de las ciudades un nuevo enfoque de inserción; por tanto, el problema de la ruralidad del área de la cuenca del río Aburrá implica analizarse en sus propias condiciones a la luz del espíritu de globalización (Universidad Nacional de Colombia, 2005). Más aún, si se considera que la normativa vigente y sus respectivas exigencias no son consecuentes con la realidad territorial, dejando a los municipios desprovistos de herramientas más claras de planificación.

- **El proceso de crecimiento urbano en la cuenca del río Aburrá**

La forma de ocupación territorial desarrollada en el Valle de Aburrá históricamente ha respondido de manera inadecuada a sus condiciones geográficas, destacándose, por un lado, la creciente presión hacia la urbanización de las laderas, las cuales presentan limitaciones desde el punto de vista geotécnico y ambiental, y por otro, la generalizada canalización de corrientes de agua localizadas en suelo urbano, con la consecuente contaminación de la cuenca entera Aburrá–Porce–Nechí (Universidad Nacional de Colombia, 2005a).

El proceso de urbanización del Valle de Aburrá después de la conurbación de la primera corona metropolitana en la década de los setenta ha tenido varios períodos clasificables así: el cuarto período entre 1980 a 1985 caracterizado por las ocupaciones puntuales sobre todo de conjuntos habitacionales cerrados; el quinto período de 1985 a 1998, por la ocupación dispersa de los bordes en las laderas de alta pendiente y segundas residencias en algunas áreas suburbanas; y el sexto que va de 1998 a 2005, por el desbordamiento del crecimiento por encima de los límites geográficos de forma dispersa en los bordes urbanos y las inmediaciones de las áreas urbanas aún sin conurbación física, además de grandes operaciones inmobiliarias que por un proceso de agregación han iniciado lo que se podría llamar la segunda conurbación (Universidad Nacional de Colombia, 2005a).

Se puede inferir entonces, que el mayor incremento de habitantes y de hectáreas incorporadas a la urbanización tiene lugar durante el período transcurrido entre 1985 y 1998; lo cual coincide con una desbordada expansión de la urbanización que se da debido al fortalecimiento de los polos subregionales de los valles San Nicolás y del Cauca, coincidente con la inserción de macroproyectos como el aeropuerto internacional José María Córdoba y la carretera Medellín-Bogotá, generando redes de interconexión con efectos urbanos sobre la periferia metropolitana lejana.

En cuanto a las tendencias, de acuerdo al estudio de oferta inmobiliaria realizado por CAMACOL para el último semestre de 2006, se ha intensificado la construcción en las áreas tradicionalmente destinadas al uso residencial y se tiende a agotar las áreas libres al interior del suelo urbano. Al mismo tiempo, se ha registrado una importante oferta de parcelaciones y loteos, especialmente en el oriente cercano, evidenciando que a corto plazo se consolidará la ciudad difusa en los altiplanos cercanos. Otro aspecto importante, es que el 46% de la oferta se ubica en estratos 5 y 6 (CAMACOL, 2006); dicho fenómeno es un problema porque agudiza la segregación socio espacial.

▪ **Problemáticas**

Ahora, es posible entender que la base natural del territorio no ha sido lo más estructurante en la consolidación del área metropolitana actual, por el contrario, la gran mayoría de los procesos de antropización no se han basado en la explotación sostenible de los recursos; en ese sentido, es comprensible que los problemas físico espaciales actuales estén relacionados con el crecimiento desestructurado.

○ **La expansión de la urbanización**

Las características y sucesos en el proceso de conurbación metropolitana han estado basadas en las últimas décadas en la expansión de los usos urbanos. En ese sentido, resulta pertinente aclarar la diferencia entre dos nociones que, aunque presentan rasgos

comunes, se trata de procesos distintos: “crecimiento de la ciudad” y “expansión de la urbanización”; mientras el primero corresponde a la producción misma de ciudad, el segundo ocurre, sin que necesariamente se produzca ciudad (Agudelo, 2002). Desde esta óptica, la expansión de la urbanización se constituye en uno de los problemas físico espaciales centrales en la cuenca del río Aburrá; en otras palabras, corresponde a un crecimiento desproporcionado de lo estructurado, frente al creciente déficit de lo estructurante.

Para la cuenca en general, en términos de coberturas vegetales se registra una disminución del área cultivada cuyo porcentaje pasa de 19.7% en el 2003 a 9.2% en el 2004, aunado a que la mayor parte tiene usos agrológicamente inadecuados, con efectos nocivos sobre la base natural. Otra característica importante, se ve reflejada en la alta fragmentación de la estructura predial; un análisis desde este punto de vista fue realizado para el “Plan ECO” (Universidad Nacional de Colombia, 2005), utilizando como categorías el tamaño del predio, la destinación real que tenía, más que la vocación o potencial del mismo. Dicha metodología resulta muy oportuna para aplicar al resto de la cuenca en una fase de proyectos dirigidos a la nueva ruralidad.

Por su parte, las “Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial” evidenciaron que la falta de una política común en la formulación de los primeros POT llevó a la delimitación de 1,300 ha de suelos de expansión, en contraposición a las 6,500 ha para suelo suburbano en áreas con mayor aptitud para la urbanización. Estos últimos están dirigidos lógicamente a segmentos de la población de estratos altos, mientras los suelos de expansión no alcanzan a cubrir el déficit habitacional estimado en 120,000 unidades de vivienda en la región metropolitana (Área Metropolitana, 2006).

Es posible elucubrar como tendencia a mediano plazo la escasez de suelos para desarrollos de diferentes tipologías de vivienda y nuevos usos productivos, pues en el corto plazo en Medellín se absorbería el 40% de la oferta para vivienda de interés social —VIS— de toda el área metropolitana; hecho por demás equivocado que respondería a un enfoque errado de planeación aislada y poco equilibrada, ante una única región metropolitana donde las responsabilidades frente a temas comunes no pueden ser asumidas por unos pocos municipios (Área Metropolitana, 2006a).

Para finalizar, otra tendencia importante es la ocupación de actuales zonas de baja renta por grandes proyectos inmobiliarios de estratos altos (4, 5 y 6); es el caso de municipios como Copacabana en el norte y La Estrella en el sur, donde viviendas con buenas especificaciones se camuflan entre los estratos 1 y 2 en extrema precariedad (Área Metropolitana, 2005cb). Dicho fenómeno es conocido en otros contextos como “gentrificación”, y corresponde a la sustitución de zonas de baja renta, tradicionalmente

ocupadas por estratos socioeconómicos bajos, con macroproyectos detonantes de alta renta, generando una renovación total del contexto.

○ **La ocupación formal e informal del suelo de protección**

Aunque es una manifestación de la expansión de la urbanización, la ocupación formal e informal del suelo de protección se resalta por estar asociada en su mayor parte al recurso hídrico y sus respectivas fajas de protección. Dicho problema corresponde a la expansión u ocupación del suelo restringido para la urbanización o asentamiento de usos del suelo urbano, debido a sus especiales características naturales que lo hacen propicio para la conservación y protección de la base natural de la cuenca.

La ocupación informal coincide con procesos no planificados como el barrio de origen pirata y la invasión, el primero generado por un urbanizador que no consulta la norma y hace loteos con condiciones urbanísticas precarias, y el segundo correspondiente a ocupaciones de hecho, con unidades de vivienda edificadas inicialmente con materiales precarios (Universidad Nacional de Colombia, 2005a). Los asentamientos humanos en zonas de riesgo, algunas veces clasificados como suelo urbano y otras como suelo suburbano, tipifican el proceso de suburbanización (Agudelo, 2002).

La ocupación intensiva de las laderas bajo un modelo disperso y orgánico condicionado por la topografía, tuvo su presencia en el período 1985-1998, donde persistió la urbanización periférica de pendientes entre 12 al 25% e incluso mayores al 30% coincidentes con zonas de alto riesgo no recuperables en el borde de la zona nororiental de la ciudad de Medellín y en menor medida en la zona noroccidental del mismo municipio. Posteriormente, en el período 1998 y 2005 la ocupación informal de asentamientos de invasión se ha replegado sobre las microcuencas de la ciudad y en los bordes del perímetro urbano; no obstante, comparativamente con el período anterior, el ritmo de ocupación de los asentamientos informales como ocupaciones de nueva planta ha disminuido notablemente, y se han densificado las laderas medias de la zona norte (Universidad Nacional de Colombia, 2005a).

En la actualidad, teniendo en cuenta que existe plena coincidencia entre las áreas donde predomina el estrato 1 y 2 y las de ocupación informal, podría afirmarse que Medellín, Bello e Itagüí son los municipios de la cuenca del río Aburrá con mayor número de viviendas urbanas informales. En el caso específico de Medellín (ver Figura 1.27), la localización de los barrios estrato 1 concuerda con las áreas periféricas de las vertientes oriental y occidental. De otro lado, es importante señalar que la clasificación realizada por los POT determinó 1,717.2 ha de las 106,342.7 ha que conforman el total de suelo urbano para el tratamiento urbanístico de Mejoramiento Integral, correspondiente al 1.6%.

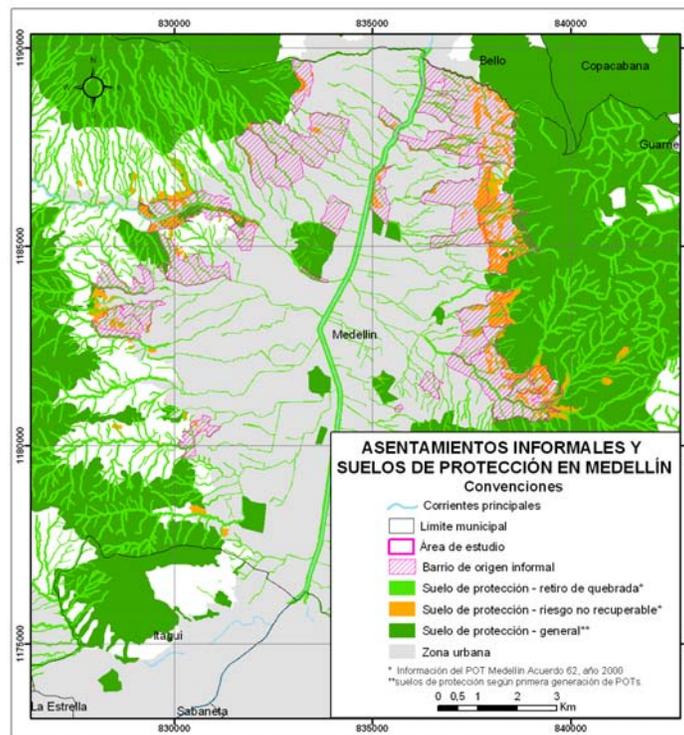


Figura 1.27. Asentamientos informales en suelos de protección en Medellín.

Fuente: Cartografía POT para Medellín, 1999; y Universidad Nacional de Colombia, 2005a.

En síntesis, la solución al problema de ocupación de áreas de protección ambiental, cuya más grave expresión radica en la ocupación informal, deberá buscarse principalmente en torno a establecer acuerdos subregionales que frenen las altas migraciones poblacionales, simultáneamente a los acuerdos metropolitanos que hagan operativo la política de vivienda como un “hecho metropolitano”.

El reto para el suelo urbano ya conformado es la generación y consolidación de sistemas estructurantes públicos, tal como las redes de movilidad, espacio público y equipamientos, que como se plantea más adelante, trascienden la zonificación y delimitación que se logra con la planificación física.

○ **Las deficiencias en la movilidad**

La expansión de la urbanización tiene efectos importantes en los sistemas estructurantes públicos de la ciudad; por tanto, es apenas lógico que la actual deficiencia en la movilidad del área metropolitana de la cuenca se constituya como otro de los problemas físico-espaciales más amenazantes de la sostenibilidad territorial. Para el año 2002 el valle de Aburrá tenía 262.166 autos registrados en las diferentes secretarías de tránsito de los

municipios, de los cuales 252.530 eran particulares y 9.636 oficiales. Con base en estos datos, se calcula que el índice de motorización de autos era de 84 vehículos / 1.000 habitantes.

Según la encuesta origen/destino realizada en el 2000 por el Metro de Medellín, para ese año había 221,744 autos particulares en el Valle de Aburrá que, si se compara con los 241,650 registrados en los diferentes municipios del mismo territorio en ese año, se tiene una diferencia aceptable del 10% (Área Metropolitana, 2005c). En pocas palabras, se evidencia una fuerte tendencia histórica a la prevalencia de los modos de transporte privados como principal solución a la movilidad en el área metropolitana.

Si se parte del aumento total del índice de motorización como indicador de la demanda actual y futura de vías, es comprensible que el diagnóstico del Plan Maestro de Movilidad haya concluido que existe un alto déficit de áreas viales, debido a que está basado en los estándares establecidos en un reporte de 1975 del Banco Mundial, el cual afirma que si se desea un desarrollo más o menos satisfactorio de transporte para una metrópoli, la superficie total de vías con calidad técnica corriente no debe ser inferior al 15% de la superficie total del área urbanizada, y para el caso metropolitano sólo Medellín cumple los estándares (Área Metropolitana, 2005c).

Las condiciones topográficas de la cuenca del río Aburrá han dado lugar a un fuerte desequilibrio en términos de accesibilidad entre las zonas bajas y altas del valle; la linealidad del valle ha dado como resultado un esquema centralizado de la localización de todos los tipos de infraestructura de transporte. En cuanto al transporte público urbano se ha configurado un sistema radiocéntrico, es decir, las rutas unen los barrios periféricos y las cabeceras urbanas de los otros municipios del Valle de Aburrá con el centro de Medellín, llevando a la generación de una gran “Terminal de transporte” (Área Metropolitana, 2005c).

Entre las principales tendencias que han sido evidenciadas en el diagnóstico del Plan Maestro de Movilidad (Área Metropolitana, 2005c), se puede deducir muy claramente que el incremento en el número de autos totales tiene un comportamiento exponencial creciente; siendo la situación futura bastante preocupante pues el parque de autos se duplicaría al año 2010 y casi se triplicaría al año 2015 con respecto al año 2002 (Área Metropolitana, 2005c).

De mantenerse la tendencia identificada para el período 1995-2002, donde se tiene un comportamiento potencial creciente, se esperaría que para el 2010, los buses totales registrados fueran 16,400; sin embargo, la construcción de Metroplus en varios de los municipios que componen la cuenca prevé la chatarrización de un buen porcentaje (Área Metropolitana, 2005c). En cuanto al sistema Metro, que hoy día mueve casi 300 mil

personas diariamente, y opera al 45% de su capacidad instalada, se espera un mejoramiento de su servicio con la reorganización generada por Metroplus y la expansión del sistema hacia el sur y el occidente (Alcaldía de Medellín, 2003; Área Metropolitana, 2005c).

Desde el análisis del componente físico espacial del POMCA no se comparte la conclusión del citado plan maestro, al anotar que el fenómeno de la movilidad actual es irreversible y la región debe prepararse tanto con infraestructura como con políticas y estrategias para gestionar una movilidad donde el automóvil particular ejercerá una gran presión, ya que su tenencia va en aumento (Área Metropolitana, 2005c). Debido a que lo anterior no es para nada coincidente con las demandas ambientales que la configuración de la ciudad compacta requiere; bajo esta perspectiva, la solución a esta problemática requiere de acciones graduales que poco a poco desincentiven la tendencia privatizadora del transporte y sus nefastos efectos sobre el medio ambiente.

Dentro de las estrategias territoriales para solucionar este problema, se destaca como alternativa la conformación de los cuatro centros logísticos de transporte, como centros intermodales en donde se lleva a cabo una gestión integrada de la distribución y la administración óptima de las operaciones de almacenamiento (Área Metropolitana, 2006). Esta estrategia territorial permitirá la descongestión de las áreas centrales y la alternativa más clara para posibilitar la renovación urbana de las áreas bajas de la cuenca. De otro lado, la conformación y consolidación de las centralidades ya existentes, con la consecuente generación de economías de escala, es otra estrategia territorial que posibilita la disminución de desplazamientos.

- **Déficit de espacio público, equipamientos y centralidades**

Como puede inferirse, el aumento del espacio privado no ha sido proporcional a la generación de espacio público y nuevos equipamientos, ni tampoco a su reacondicionamiento cualitativo. Por tanto, hay un déficit acumulado de servicios urbanos y los existentes están localizados de manera inconexa en el espacio, dejando desfavorecida las áreas periféricas donde realmente se concentra la mayor parte de la población (Alcaldía de Medellín, 2003).

De otro lado, se ha identificado la tendencia hacia el uso del espacio público dentro de una racionalidad no colectiva, favoreciendo cada vez más su apropiación por parte de actores privados: apropiación por trabajadores informales, cerramiento de zonas verdes cedidas para disfrute exclusivo de propiedades privadas, extensión de construcciones hacia espacios comunes o públicos, localización indiscriminada de publicidad, y privatización e invasión de los retiros de las quebradas (Alcaldía de Medellín, 2003).

El déficit de espacio público para el Valle de Aburrá será medido entonces con base en la insuficiencia de m² de áreas verdes por habitante, denominado “índice de espacio público verde per cápita” (IEV_{pc}), y otro, el índice de espacio público efectivo por habitante. Para el cálculo de ambos existen estándares urbanísticos; el primero responde a la meta establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), según los cuales para ciudades intermedias de países en desarrollo el índice mínimo de área verde por habitante debe ser de 9 m²; el segundo, tiene como rasero la meta nacional de 15 m² de espacio público efectivo por habitante, consignada en el Decreto 1504 de 1998. La comparación del Índice de Espacio Verde per cápita entre los municipios metropolitanos analizados se presenta en la Tabla 1.4:

Tabla 1.4. Marco comparativo de índices de espacio público verde per-cápita a nivel municipal

Municipio		Escenario Actual		Escenario Posible	
Código	Nombre	IEV _{pc}	Clase	IEV _{pc}	Clase
05001	Medellín	6.52	Moderado	8.62	Aceptable
05088	Bello	4.02	Deficiente	4.91	Deficiente
05360	Itagüí	3.86	Crítico	4.72	Deficiente
05079	Barbosa	4.70	Deficiente	5.56	Deficiente
05129	Caldas	3.97	Crítico	4.83	Deficiente
05212	Copacabana	3.33	Crítico	4.19	Deficiente
05308	Girardota	6.88	Moderado	10.73	Moderado
05380	La Estrella	5.38	Deficiente	6.23	Moderado
05631	Sabaneta	12.06	Adecuado	17.97	Adecuado
Región Metropolitana		5.91	Deficiente	7.68	Moderado

Fuente: (Área Metropolitana, 2006c).

La Tabla 1.4 muestra que en los municipios que hacen parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá existe un promedio de 5,91 m²/hab de espacio público verde de derecho y uso público, con el que se alcanza un índice de 7,68 m²/hab (Área Metropolitana, 2006c). Sin embargo, no hay un sistema consolidado de espacios públicos que garanticen la conectividad y el traslado de uno a otro. Según la información reportada en los diagnósticos de la primera generación de los POT, el índice de espacio público efectivo en los municipios metropolitanos sólo alcanza los 2,67 m²/hab, indicador bastante crítico para la configuración de la ciudad compacta.

En materia de equipamientos, existen grandes desigualdades tanto entre los municipios como entre las zonas urbana y rural. En el primer caso, se observa una concentración de los equipamientos en la ciudad de Medellín, contrastando con los demás municipios, cuyas situaciones más difíciles se encuentran en Bello e Itagüí, debido a su acelerado crecimiento poblacional, mientras que los mejor dotados son Envigado y Sabaneta. En la

zona rural la situación es precaria, porque aún hay numerosas veredas que carecen de vías, sistemas de agua potable o pozos sépticos (Área Metropolitana, 2002).

No obstante, se destaca los recientes esfuerzos de la Administración Municipal de Medellín en la construcción de colegios, Cedezos (Centros de Desarrollo Empresarial) y Parques Biblioteca en zonas tradicionalmente marginadas de la ciudad, lo cual significa un cambio en la concepción de la obra pública y una buena medida contra la segregación socio espacial acumulada en el tiempo.

En síntesis, el problema del déficit de espacio público, equipamientos y centralidades en la cuenca está marcado por la existencia en su mayor parte de espacios de orden local, que fueron generados aisladamente, correspondientes a los antiguos núcleos; lo cual implica que además de no cumplir los estándares según el número de habitantes de la cuenca, no pertenecen a un sistema estructurante público que unifique y dé continuidad a través de centralidades a los espacios públicos y equipamientos.

<p>DÉFICIT DE ESPACIO PÚBLICO, EQUIPAMIENTOS Y CENTRALIDADES</p>	<p>PRINCIPALES CAUSAS</p>
	<p>El crecimiento demográfico, debido a que los altos índices de ocupación y hacinamiento, ocasionan un deterioro en la calidad de vida (Universidad Nacional de Colombia, 2005b).</p>
	<p>Los laxos regímenes de aprovechamientos y obligaciones urbanísticas municipales, bajo el mito de “el mercado es el único que distribuye y planifica bien los bienes” (Morales, 2005).</p>
	<p>Una gestión débil y fragmentada del espacio público verde y de la flora urbana en la región (Área Metropolitana, 2006c).</p>
	<p>Una historia de intervención territorial municipalista, con la óptica del máximo aprovechamiento económico del espacio.</p>

En consecuencia, se hace indispensable en un corto plazo la conformación de centralidades de orden metropolitano, acordes a la nueva concepción de territorio único, posicionando el corredor del río Aburrá como un estructurante natural asociado a especialidades públicas para el disfrute de la ciudad. En ese sentido, proyectos como los frentes de agua son realmente estratégicos para este fin (Área Metropolitana, 2006a).

▪ **Problemáticas**

A modo de síntesis, se puede afirmar que la problemática general identificada en el área de estudio en lo referente al componente físico espacial consiste en un aleatorio y desestructurado crecimiento urbano, que se manifiesta en un agudo fenómeno de expansión de la urbanización en territorios rurales, lo que acarrea deficiencias en la infraestructura pública de soporte. Por ello, se ratifica la necesidad de un mayor conocimiento de lo que sucede en las zonas rurales y su directa relación con el fenómeno regional y la conurbación.

Sin duda alguna, el convencimiento de la configuración de una ciudad compacta ha ido permeando los procesos de planificación, y la mayor parte de los planes apuntan al mismo modelo de ocupación territorial; lo que no está claro es el conjunto de acciones necesarias para el cumplimiento sistemático de este propósito. La segregación de usos del suelo de las metrópolis obedece a procesos estructurales del mercado inmobiliario acumulado a lo largo de muchas décadas, y la zonificación de usos del suelo por más que busque mezclarlos tiene un impacto limitado; mientras tanto, se requiere tomar medidas de tipo fiscal que eviten la formación de espirales polarizadas de enriquecimiento y de empobrecimiento (Morales, 2003).

Entre las opciones disponibles para enfrentar este reto internamente se puede enunciar en primer término la coordinación entre municipios de las bases gravables de sus respectivas jurisdicciones, con el fin de evitar las guerras suicidas que pretenden capturar los mercados volátiles, y suelen traducirse en el afianzamiento de círculos de empobrecimiento o riqueza (Morales, 2003). En la misma dirección, la unificación de políticas y regímenes de aprovechamientos y obligaciones urbanísticas, sin desconocer el déficit territorial de cada jurisdicción, pero bajo un esquema de redistribución de cargas y beneficios metropolitanos.

Adicionalmente, se requiere equilibrar el gasto corriente en el polo solvente y el gasto de inversión en el polo insolvente; lo cual equivale a unir esfuerzos a escala metropolitana, que podría representar la conformación de un fondo de aportes municipales. A través de estas figuras se podría atender el financiamiento de macroproyectos detonadores que combatan la segregación socioespacial histórica, y con sus respectivos excedentes, vía cualquier instrumento de recuperación de plusvalías, amortiguar el desplazamiento que provoque el megaproyecto. En caso de que el promotor del proyecto sea privado, se puede condicionar a que ejecute operaciones interligadas, que permitan a su vez resolver problemas públicos, sociales o ambientales en otras jurisdicciones.

Finalmente, en palabras de Carlos Morales Schechinger: "(...) se requiere retener el ímpetu de la descentralización que está permeando al mundo globalizado para concentrarlo a la escala metropolitana, a la escala actual de las ciudades del mundo, a la escala en la que todos los actores de la metrópoli compartan las cargas y beneficios de la condición de existir en un territorio común que este momento histórico les ha impuesto. No hacerlo es eludir una de las responsabilidades políticas más importantes que tenemos todos los habitantes de las metrópolis (Morales, 2003).

1.1.8 Subsistema Antrópico - Componente Residuos Sólidos

Para el diagnóstico de la situación actual en torno al manejo de los residuos sólidos en la cuenca del río Aburrá se contemplaron todas las etapas que conciernen a la gestión de los mismos, desde su generación hasta su disposición final. Este diagnóstico permitió la identificación de problemas y potencialidades en la gestión de los residuos sólidos que inciden de forma directa y notable en la ordenación y manejo de la cuenca.

El alcance de los objetivos del componente de residuos sólidos para la fase de diagnóstico se logró mediante el desarrollo de etapas que llevaron a la obtención de productos finales, los cuales resultaron fundamentales para las fases de prospectiva y formulación del proyecto POMCA.

En primer lugar se realizó una recolección de la información, donde el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) regional (2006), realizado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se tomó como marco para la elaboración de este diagnóstico, teniendo en cuenta el trabajo importante que había desarrollado el Área Metropolitana con relación al manejo de los residuos sólidos de la región, y cuyos resultados se presentaron en el informe final de dicho documento. Los PGIRS locales de los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, La Estrella, Sabaneta, Caldas, Envigado, Itagüí, Medellín y Santo Domingo también hicieron parte de la información compilada junto con los Planes y Esquemas de Ordenamiento Territorial de estos municipios. Se consideró además la normatividad concerniente al manejo de los residuos sólidos y a la evaluación para la selección de sitios de disposición final.

Después de una revisión, extracción y análisis de la información, se construyó el diagnóstico de este componente y se identificaron y describieron los sitios actuales y futuros de disposición final de los residuos sólidos.

Posteriormente, se realizó el análisis de las áreas potenciales para la disposición final de los residuos, en el que se integró información de otras variables mediante la superposición de mapas de otras componentes del POMCA con el de dichas áreas. Los resultados obtenidos fueron evaluados de acuerdo con lo que establece el Decreto 838 de 2005, y subsiguientemente, se construyeron las deducciones definitivas con relación a la selección de estos sitios.

Finalmente, se identificaron los problemas y potencialidades de este componente en el contexto del POMCA y se establecieron las recomendaciones para afrontar la problemática identificada en esta fase de diagnóstico.

▪ Diagnóstico

De acuerdo con la información contenida en el PGIRS regional del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y los PGIRS locales de los municipios que conforman el área de estudio, esta parte del componente de residuos sólidos es una presentación general de la situación actual del manejo de los residuos sólidos en la cuenca de río Aburrá. Esta situación fue abordada desde cada una de las componentes del manejo de los residuos, es decir, desde la generación de los mismos hasta su disposición final.

Generación: se debe fundamentalmente a los procesos productivos en el sector industrial, comercial e institucional y a los hábitos de consumo de la comunidad en el sector residencial. Según el PGIRS regional (Área Metropolitana y Universidad de Antioquia, 2006), alrededor del 70% de los residuos que se generan en el Valle de Aburrá son de origen residencial. La generación de residuos para el Valle de Aburrá se estima en 72,904 Ton/mes.

En cuanto a la composición de los residuos, los residuos tales como el plástico, el papel y el vidrio, después de la materia orgánica representan un porcentaje importante en la generación de residuos de la región, razón por la cual dentro de los volúmenes de residuos producidos existe una gran cantidad de residuos reutilizables y reciclables que se pueden aprovechar antes de ser dispuestos en el relleno sanitario.

Con relación a la generación de residuos por parte del sector comercial, los PGIRS locales excepto el de Medellín no presentaron datos sobre la cantidad de residuos generados por los usuarios del servicio de aseo de las zonas comerciales; sin embargo fue deducible según la empresa prestadora del servicio de aseo que los usuarios de este sector se concentran en la parte céntrica de los municipios de la región, y que la cantidad de residuos generados por los mismos supera lo registrado por el sector residencial. Por ejemplo, Medellín registró una generación de 3.37 Kg/día por usuario comercial, según el PGIRS regional (Área Metropolitana y Universidad de Antioquia, 2006).

Para el sector industrial los residuos no peligrosos generados de acuerdo con los PGIRS locales corresponden a un 15% del total de residuos generados en los municipios de Sabaneta, Itagüí, Bello, Copacabana, Caldas, La Estrella y Girardota; y a un 7.4% para el municipio de Medellín.

El sector institucional no hospitalario no presentó datos específicos sobre la cantidad de residuos generados por el mismo, por lo cual el PGIRS regional tomó el dato de la Procuraduría, según el cual este sector junto con el sector industrial representan una generación del 13.75% del total generado.

Con relación a la generación de residuos sólidos peligrosos, ningún PGIRS presentó cifras que contabilizarán la cantidad de estos residuos, esto debido a que existe un desconocimiento en la región sobre esta clase de contaminantes, desde las fuentes receptoras hasta los efectos de los mismos, con relación a su tratamiento y/o disposición final.

Otro tipo de residuos generados en la región y que representa un gran problema por su incremento son los escombros, que han aumentado con el crecimiento del sector de la construcción. A pesar de que se tiene conocimiento sobre su procedencia, se tiene poca información sobre la cantidad de escombros generados en los municipios. Según el PGIRS regional, se estima que se producen aproximadamente 7,287.47 Toneladas diarias de escombros en el Valle de Aburrá.

Otros residuos como los provenientes de los barridos de las calles fueron considerados por el PGIRS regional, para los cuales se analizaron los diagnósticos de cada municipio de la región. La cantidad aproximada de estos residuos alcanza las 2,130.77 Ton/mes.

Los residuos provenientes de actividades agrícolas no fueron tenidos en cuenta por parte de los PGIRS locales, excepto el municipio de La Estrella, el cual presentó información sobre la generación de estos residuos ya que en el mismo se concentran bastantes actividades de este tipo.

Almacenamiento: la mayoría de los PGIRS locales no realizaron una descripción de los componentes del almacenamiento y presentación de los residuos sólidos, a excepción de los municipios de Itagüí, Caldas y Copacabana, los cuales presentaron un diagnóstico sobre los sitios de almacenamiento, tipos de recipientes y el lugar de presentación; además del municipio de Medellín que ya contaba con esta información.

En cuanto a los tipos de almacenamiento, el PGIRS regional logró identificar que para el sector residencial la forma de almacenar los residuos más comúnmente son las bolsas plásticas, y canecas pequeñas. Para el sector residencial multifamiliar, se usan en general canecas plásticas de 55 gal., las cuales son almacenadas y presentadas en contenedores de 100 gal.

Para los sectores industriales, comerciales, institucionales y hospitalarios los recipientes más comunes son las canecas plásticas o metálicas de 55 gal., además de las cajas estacionarias.

Recolección y transporte: la situación más crítica se presenta en la zona rural de los municipios debido a la baja cobertura del servicio de recolección, por lo cual los usuarios

rurales deben optar por alternativas individuales para la evacuación y eliminación de los residuos.

En los municipios del Valle de Aburrá a excepción de los municipios de Medellín y Envigado, la recolección está a cargo de empresas operadoras de carácter privado y mixto.

Los residuos en los municipios del Valle de Aburrá son recolectados en forma manual y mecánica, utilizando vehículos compactadores de cargue trasero y frontal. En forma manual se recolectan residuos de todo tipo y procedencia, correspondiendo el mayor volumen a los generados por el sector residencial donde la labor de llenado de los vehículos consiste en hacer bolseo a nivel de vía o en puntos de acopio. La recolección en las zonas de difícil acceso, donde no pueden llegar los vehículos compactadores, se hace con volquetas y vehículos especiales que pueden maniobrar en vías estrechas y con alta pendiente.

Aprovechamiento: en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá se cuenta con una Corporación para el Manejo de los Residuos Sólidos CORPOMIR, asociación sin ánimo de lucro, conformada por Actuar Famiempresas, CORPAUL (Corporación de Fomento Asistencial del Hospital Universitario San Vicente de Paúl), COOPERATIVA SERVIMOS y la COOPERATIVA RECUPERAR, cuyo objeto es la recuperación de los envases donde se empaican los productos de la Fábrica de Licores de Antioquia.

Por parte de la Autoridad Ambiental y el sector empresarial del Valle de Aburrá, se han creado los convenios de producción más limpia, al cual se han vinculado un número de 76 empresas (al año 2004) de diferentes actividades dentro del sector comercial e industrial.

En el Valle de Aburrá se han identificado al menos 11 agrupaciones que organizan alrededor de 356 recuperadores informales, prácticamente una organización por cada municipio. La mayoría de ellas requieren promoción, asesoría, fortalecimiento y apoyo interinstitucional (Área Metropolitana y Universidad de Antioquia, 2006).

En cuanto al aprovechamiento de residuos orgánicos, en los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá actualmente no se llevan a cabo procesos significativos de aprovechamiento de orgánicos, pero sí en algunas empresas particulares. No obstante, es importante resaltar algunos sucesos históricos en la región como fueron intento del municipio de Medellín en el año 1972 con la planta de abonos, en el año 2003 a través de empresas contratistas que operaron las tecnologías Combeima y Duitama en el Relleno Sanitario Curva de Rodas y luego en el Parque Ambiental La Pradera.

Como aspecto importante para estimar el grado de aprovechamiento de los residuos sólidos en el Valle de Aburrá, se tiene que el PGIRS regional (Área Metropolitana y Universidad de Antioquia, 2006), analizó el indicador de fracción de residuos seleccionados recogidos, el cual relaciona la cantidad de residuos recolectados con fines de tratamiento y aprovechamiento, respecto a la cantidad total de residuos recolectados y dispuestos en el sitio de disposición final. Para el cálculo del mismo sólo se tuvieron en cuenta los residuos provenientes del sector residencial, comercial, industrial e institucional que son reportados como aprovechados.

El anterior indicador permitió establecer la fracción de residuos aprovechados en el Valle de Aburrá, que a partir de un promedio de los valores calculados por municipio fue determinada en un 17.12%.

Finalmente se puede establecer como causa del bajo aprovechamiento de los residuos en el Valle de Aburrá que la comunidad y las instituciones no han tomado conciencia sobre el potencial de los residuos como materias primas para otros procesos industriales, lo cual no permite su aprovechamiento; y sumado a lo anterior la carencia de educación y conciencia ambiental no le brinda a la población la capacidad de conocer su impacto al medio ambiente, ya que “si pago, que los facturadores solucionen el problema” (PGIRS regional Área Metropolitana y Universidad de Antioquia, 2006).

Tratamiento: a la luz de la normatividad los residuos peligrosos hospitalarios en el ámbito del Valle de Aburrá cumplen con los lineamientos presentados en la Resolución 2676 de 2000, en cuanto a su manejo; las empresas prestadoras del servicio de aseo cuentan con rutas especiales de recolección de estos residuos, los cuales son transportados hasta la planta de la empresa ASEI Ltda., para su incineración y desactivación. Posterior al tratamiento y a la estabilización de las cenizas, éstas son transportadas para su correcta disposición final hacia La Pradera. Este operador privado también se encarga del tratamiento y neutralización de los residuos generados de las actividades industriales (Área Metropolitana y Universidad de Antioquia, 2006).

Con respecto al tratamiento de los residuos peligrosos tales como tóxicos, químicos, radiactivos generados de la actividad industrial y hospitalaria, la gran mayoría de los municipios en su diagnóstico local sólo reportaron información sobre el tratamiento que se realiza a los residuos peligrosos hospitalarios, situación que refleja el poco manejo o la poca información que se genera sobre el manejo de los residuos peligrosos no hospitalarios a nivel del Valle de Aburrá.

Disposición Final: actualmente el sitio para la disposición final es el Parque Ambiental La Pradera. Éste se encuentra localizado en jurisdicción del municipio de Don Matías y se accede a él por la vía principal Troncal del Nordeste, la cual presenta una topografía

ondulada, un ancho entre 8 y 10 metros y una carpeta asfáltica que se encuentra en regulares condiciones. De los municipios pertenecientes al Área Metropolitana, el más próximo al Relleno Sanitario La Pradera corresponde a Barbosa, con una distancia al casco urbano de 15 km.

Este relleno se creó como contingencia ante el cierre del Relleno Sanitario Curva de Rodas, y en el mismo se pretendía realizar el tratamiento y aprovechamiento de parte de la fracción orgánica contenida en los residuos, la recuperación de materiales y la disposición de los residuos de rechazo y los mezclados.

Ante el fracaso del sistema instalado en el Parque para el tratamiento y aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos, hoy este lugar funciona únicamente como sitio donde se disponen finalmente los residuos sólidos de todos los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y de algunos otros municipios del Oriente Cercano y del Sur del Valle de Aburrá; este hecho le da a esta actividad un perfil regional. La vida útil inicialmente dada por parte de CORANTIOQUIA a este sitio, fue de 30 meses, a partir del 6 de junio del 2003; sin embargo se amplió la licencia ambiental de este relleno hasta copar una capacidad de 3.5 millones de toneladas de residuos sólidos, lo que le permitiría funcionar hasta el año 2020 (SANEAR S.A., 2006).

Según el PGIRS regional se disponen en total 1,895 toneladas diarias de residuos sólidos, de las cuales 1,254 toneladas provienen del municipio de Medellín; sin embargo por información actual de Empresas Varias de Medellín EEVVM E.S.P (2006), actualmente llegan al relleno sanitario un promedio de 2,200 toneladas diarias, de las cuales el 70.8% corresponden a residuos sólidos de origen residencial.

- **Descripción y análisis de áreas potenciales para la disposición final de residuos sólidos**

En noviembre de 2001 el Área Metropolitana del Valle de Aburrá presentó un documento sobre el reconocimiento de 41 sitios posibles para disposición final de residuos, localizados en su mayoría dentro de los municipios que conforman la cuenca del río Aburrá y algunos por fuera de ella, enmarcados en lo que se denominó plan maestro de residuos sólidos.

La metodología de evaluación de estos sitios calificó tres aspectos esenciales de los sitios: el ambiental, el técnico y el social. El sitio en su momento escogido y que ayudaría a solucionar la contingencia en vista del cierre del relleno sanitario Curva de Rodas fue el lote ubicado en el municipio de Don Matías, sitio donde actualmente funciona el relleno sanitario La Pradera y que recibió el nombre de Parque Ambiental La Pradera operado por las EEVVM ESP.

Dentro de la elaboración del PGIRS regional por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se retomaron las evaluaciones de otros posibles sitios para la disposición final de residuos bajo dos perspectivas: una regional, que detectó posibles sectores de localización de lotes por medio de superposición de mapas, y otra perspectiva más detallada que fue la evaluación con base en el Decreto 838 de 2005, que contiene la metodología para la evaluación de los sitios factibles para la instalación de los sitios de disposición final de residuos bajo la tecnología de relleno sanitario.

Los resultados obtenidos con la aplicación de las metodologías permitió realizar una zonificación de la región, donde se pudieron ubicar áreas desde aptas hasta poco aptas para la disposición final de los residuos sólidos. La clasificación en categorías para las zonas fue de óptima, buena, aceptable, regular y deficiente. De esta manera se obtuvieron los sitios para la zona sur, central y norte de la cuenca del Valle de Aburrá.

Estas áreas fueron analizadas para determinar la probabilidad de uso, para esto se tuvieron en cuenta las restricciones y prohibiciones que establece el Decreto 838 de 2005 para la selección de sitios de disposición final de residuos sólidos mediante la técnica de rellenos sanitarios. Teniendo en cuenta esta normatividad, fueron seleccionados los mapas de suelos de protección, de áreas de protección ambiental, el mapa de zonas de recarga de acuíferos, el mapa de fallas geológicas, el de ecosistemas estratégicos y el de amenaza por movimientos de masa, y se realizó la superposición de los mismos con el mapa de áreas potenciales para la disposición final de los residuos sólidos.

De acuerdo con estos resultados, sólo 17 áreas resultaron ser potenciales como posibles zonas para localización de rellenos sanitarios.

La Figura 1.28 presenta el mapa de Áreas aptas para disposición final de residuos sólidos

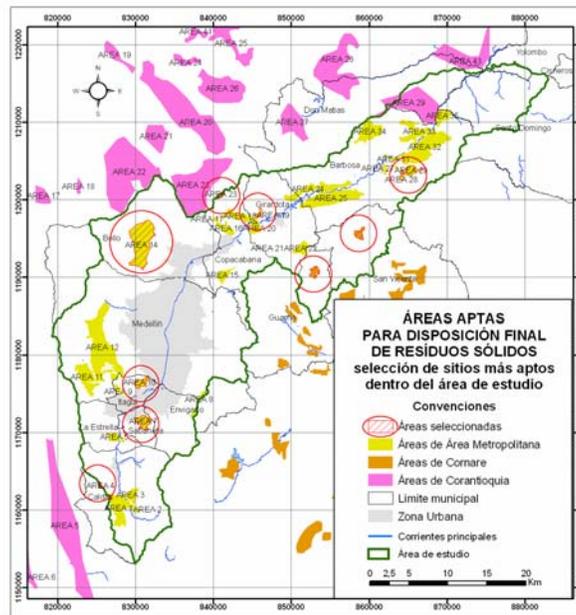


Figura 1.28. Áreas aptas para disposición final de residuos sólidos.

■ **Problemáticas**

Entre los principales problemas que se lograron identificar con el diagnóstico del componente de residuos sólidos y que logran trascender hasta el ordenamiento y manejo de la cuenca, se mencionan:

- El aumento acelerado de la generación de residuos sólidos, el cual está asociado al crecimiento de la población y del consumo de mercancías; al incremento de los empaques de los productos más costosos y con más envolturas; al mínimo aprovechamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos; a la poca educación y conciencia ambiental del sector empresarial y comercial, ya que no se reducen los empaques de los productos fabricados y vendidos porque se cree que una mercancía con mayor cantidad de empaques es más atractiva.
- La escasa separación de los residuos sólidos en la fuente de generación, debido a la incipiente conciencia ambiental de la población, que no le permite identificar las ventajas de la separación y controlar el consumo innecesario.
- La problemática que enfrentan las zonas rurales de los municipios con relación al servicio de aseo, especialmente con la recolección y transporte de los residuos sólidos.

- La insuficiente información e incertidumbre que se tiene a escala regional con relación al manejo de los residuos sólidos peligrosos, tales como tóxicos, metales, baterías, aceites usados, etc.
- El problema que se enfrenta con relación a la generación de escombros, su aprovechamiento y disposición final.
- El manejo inadecuado e incipiente de los lodos que se producen en las diferentes plantas de tratamiento de aguas residuales, los cuales en su mayoría resultan altamente tóxicos, como por ejemplo, los generados en las lagunas de oxidación del Parque Ambiental La Pradera.
- El bajo aprovechamiento de los residuos en general, debido a que la comunidad y las instituciones no han tomado conciencia sobre el potencial de los residuos como materia prima para otros procesos industriales.
- El poco aprovechamiento de los residuos orgánicos, los cuales representan una gran potencialidad con relación a su reutilización como abonos naturales en diferentes actividades agrícolas.
- La necesidad de un replanteamiento de los sitios potenciales para la disposición final, teniendo en cuenta las posibilidades de adquisición de terrenos, además de contemplar ante todo los rellenos sanitarios a nivel regional.
- Los impactos que los rellenos sanitarios pueden causar al recurso hídrico debido al vertimiento final de los lixiviados.

1.2 Zonificación Ambiental

De acuerdo a lo planteado en el Decreto 1729 de 2002, sobre cuencas hidrográficas, “(...) *la ordenación de una cuenca tiene por objeto principal el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos*”¹.

¹ Citado en el Artículo 4° sobre finalidades, principios y directrices de la ordenación.

El artículo 17 del decreto 1729 de 2002 establece que las normas sobre el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovable previstos en un plan de ordenación de una cuenca, priman sobre las disposiciones generales dispuestas en otro ordenamiento administrativo. En consecuencia, la zonificación ambiental no afecta directamente la clasificación del suelo establecida en los planes de ordenamiento territorial (decreto 388 de 1997), ni entrega nombres homologables a dicha clasificación, pero orienta los usos en las diferentes zonas ya que es el determinante ambiental para la misma clasificación del suelo y la asignación de tratamientos, intervenciones, usos y densidades de ocupación en cada zona.

Sin embargo algunas de las categorías de la zonificación ambiental podrían homologarse con la clasificación del suelo rural descrita en el artículo 4 del decreto 3600 del 20 de septiembre de 2007.

La zonificación ambiental de la cuenca del río Aburrá, tiene el propósito central de asignar diferencialmente los tratamientos adecuados o modos de manejo, además de los usos correspondientes acordes con la oferta natural, las restricciones del medio y sus potencialidades para la consolidación de un territorio bajo los parámetros de la sostenibilidad ambiental de tal forma que el conjunto de actuaciones tanto públicas como privadas que se realicen en este espacio geográfico propendan por el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la cuenca, el aprovechamiento sostenible de los recursos de acuerdo a su capacidad de uso, la disponibilidad de agua de buena calidad y la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales para las generaciones futuras.

No obstante, vale recordar lo ampliamente expuesto a lo largo de los diagnósticos de los diferentes componentes, y es que dicha sostenibilidad ambiental no radica sólo en el buen manejo de los recursos naturales existentes en la cuenca en ordenación, sino que por su connotación prominentemente urbana, las reales posibilidades de sostenibilidad radican fundamentalmente en las relaciones urbano-regionales del territorio. Por consiguiente, esta zonificación ambiental deberá en un horizonte próximo retomarse con una cobertura mayor, de tal modo que el ordenamiento territorial pueda orientar el desarrollo en los territorios consumidores como en los abastecedores de recursos naturales.

Es importante anotar que esta primera aproximación a la zonificación ambiental de la cuenca metodológicamente se ha realizado con base en la información secundaria disponible, mejorada en algunos casos e inexistente en otros, por lo que los resultados de la misma deben verse como directrices ambientales basadas en una realidad aproximada; razón por la cual para su implementación es necesario adelantar estudios de detalle que permitan refinar y actualizar la información. De otro lado, el resultado aquí presentado es producto de la propuesta del equipo técnico de consultores, y el proceso continuo de concertación llevado a cabo en varios talleres con el personal técnico de

CORANTIOQUIA, CORNARE y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, autoridades ambientales con presencia en la cuenca, con el ánimo de unificar criterios y de que los nombres de las categorías puedan ser entendidos y acogidos fácilmente por los entes territoriales que hacen parte de la cuenca. Sin embargo, se advierte que la escala de trabajo empleada en el POMCA atiende a conceptos y criterios generales que deberán ser especificados siguiendo metodologías unificadas al interior de la cuenca.

A continuación se presentan las respectivas categorías empleadas para la zonificación ambiental, los correspondientes usos propuestos, que van desde los usos permitidos hasta los restringidos y prohibidos, en todos los casos con la cartografía respectiva y las fuentes secundarias utilizadas para la delimitación de los polígonos; finalmente, se enseña un cuadro síntesis para facilitar la lectura y análisis cartográfico. Se advierte además que la intensidad del uso referida a las densidades específicas no hace parte de esta propuesta y deberá analizarse a la luz de la actualización de la información y a metodologías específicas por diseñar.

1.2.1 Categorías de la Zonificación

De acuerdo con el documento “Caja de herramientas para la zonificación ambiental en cuencas hidrográficas” del IDEAM (2006) la zonificación ambiental debe presentar subdivisiones del territorio en zonas de preservación, conservación, recuperación y producción; dicha clasificación fue revisada en los talleres con los funcionarios de las diferentes autoridades ambientales. Sin embargo, es fundamental tener presente para el análisis y comprensión de la zonificación ambiental de la cuenca del río Aburrá, que la metodología citada está pensada para la ordenación de cuencas hidrográficas con un bajo grado de antropización, situación que no corresponde con la realidad territorial de la cuenca en ordenación. Por consiguiente, en este caso la zonificación ambiental abarca áreas prominentemente urbanas o con vocación para ello, por lo cual, su ordenamiento ha obedecido a los criterios urbanísticos de aprovechamiento intensivo del recurso suelo, direccionado por la Ley de Desarrollo Territorial, Ley 388 de 1997, cuyo énfasis principalmente urbano ha sido ampliamente reconocido.

Consecuente con lo mencionado, la presente zonificación ambiental pone de manifiesto la urgente necesidad de la pronta armonización de las legislaciones y todo tipo de marcos regulatorios incidentes en el ordenamiento territorial, que por tradición han analizado separadamente los temas ambientales de los urbanos, diseccionando el espacio geográfico según los intereses disciplinares. Por ende, las categorías de zonificación presentadas acá requieren de un ejercicio posterior de homologación, que permita poner en marcha el pago por servicios ambientales, el reparto de cargas y beneficios y todo tipo de mecanismos de planificación y gestión a implementarse tanto en el contexto municipal como en el metropolitano.

A continuación se describe cada una de las categorías de la zonificación ambiental.

- **Conservación ambiental**

Las zonas de conservación ambiental corresponden a las zonas en las que se debe propender por la preservación y conservación de los recursos naturales y en particular por el mantenimiento de la cobertura boscosa natural como soporte de la biodiversidad y el rendimiento hídrico de la cuenca. En esta categoría se incluyen las zonas identificadas de vegetación boscosa nativa, que corresponden a las áreas que tienen cobertura vegetal de bosque natural intervenido y de rastrojos altos, se incluye también las áreas consideradas como núcleos en el proyecto del Parque Central de Antioquia (PCA), las zonas delimitadas como ecosistemas estratégicos y los retiros a humedales. De las áreas núcleo del Parque Central de Antioquia se excluye la zona del Parque Arví, ya que aunque es considerada como núcleo dentro del Parque Central de Antioquia, es una zona altamente intervenida y con ocupación de densidades importantes de núcleos suburbanos.

Otro elemento importante que pertenece a la categoría de conservación ambiental son los corredores ribereños de algunas corrientes de agua. El corredor ribereño es el elemento del paisaje natural adyacente a las corrientes de agua dulce, en el que se forman ecosistemas donde los hábitat presentan niveles de humedad del aire, de saturación hídrica del suelo y de luminosidad que están altamente correlacionados con la variación del flujo de la masa de agua asociada y además se diferencian de los hábitat del ecosistema del bosque interior ya que presentan asociaciones de especies adaptadas específicamente a la condición de variabilidad en la disponibilidad de agua.

En Plan seleccionó algunas corrientes con características adecuadas para el establecimiento de corredores ribereños de conservación ambiental que ayuden a recuperar la conectividad de los ecosistemas entre las partes altas de la cuenca y el río Aburrá. En estos corredores se debe conservar la cobertura boscosa natural en los sitios en los que aún se encuentre y propender por la recuperación de la misma en las partes que están intervenidas o con otro tipo de coberturas, ya que la intención es recuperar la conectividad de los ecosistemas naturales y posibilitar el tránsito de especies de fauna nativa. Las cuales se resumen en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Lista de corrientes seleccionadas para el establecimiento de corredores ribereños de conservación ambiental.

Municipio	Nombre de la corriente:
Santo Domingo	Santiago y Piedra Gorda

Municipio	Nombre de la corriente:
Don Matías	Arenales y San Jacinto
Barbosa	La Montera, La Herradura, Santa Rosa, Dos Quebras, El Viento, El Chocho y Platanito
Guarne, San Vicente y Barbosa	Ovejas
Girardota	La Correa, El Salado y Juan Cojo
Copacabana	El Molinal y El Chuscal
Medellín y Copacabana	Piedras Blancas
Bello	La Seca y La García
Medellín	Santa Helena, La Iguana y Aguas Frias o Picacha
Medellín e Itagüí	Doña Maria (hasta la cota 1650)
Itagüí	La Tablaza (hasta la cota 1650)
La Estrella	La Bermejala
Envigado	El Salado, La Miel, Atravesada (La Escobera) y La Ayura (hasta la cota 1750)
Sabaneta	La Doctora (hasta la cota 1700)
Caldas	La Miel, Valeria (nacimiento hasta la cota 1800), La Salada, La Clara, Santa Barbara, La Mina, La Vieja, La Moladora y Santa Isabel, además de dos corrientes que no tienen asignado un nombre.
Caldas	Río Medellín (nacimiento hasta confluencia con qda. Zarzo)

▪ **Protección ambiental**

Las zonas de protección ambiental corresponden a las zonas en las que se debe propender por la protección y resguardo de los recursos naturales y el patrimonio cultural y arqueológico presentes en la cuenca, aunque se puede realizar un aprovechamiento sostenible que garantice un flujo continuo de servicios deseados sin reducir valores ambientales ni su productividad futura. Las zonas de patrimonio arqueológico y cultural deben ser protegidas en el sentido de mejorar su estado de conservación actual y evitar su deterioro para que puedan ser reconocidas y disfrutadas por la población de la cuenca. Las zonas de protección de los recursos naturales, que incluyen zonas de recarga de

aguas subterráneas, retiros a nacimientos y corrientes, algunos corredores ribereños, zonas de alta pendiente y zonas con amenaza alta por movimientos en masa, entre otras, deberán ser protegidas con coberturas vegetales arbóreas, como rastrojos y plantaciones, para evitar y controlar la erosión, disminuir la probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa y ayudar en la regulación del recurso hídrico.

El uso principal propuesto para las zonas de protección ambiental es el forestal protector, y las actividades de protección de los recursos naturales renovables y usos complementarios de investigación y ecoturismo. En estas zonas se debe evitar la ocupación por parcelaciones y mantener las bajas densidades de construcciones y viviendas donde sea posible, y realizar la producción forestal con prácticas no agresivas con el medio, como entresaca o tala por parcelas; para evitar el deterioro de las condiciones del suelo en cuanto a la porosidad y la conductividad, propiedades que son claves para la recarga y el mantenimiento del recurso hídrico subterráneo.

Al interior de las zonas de protección se tienen en la actualidad plantaciones forestales, rastrojos y también áreas destinadas a usos agrícolas y pecuarios. Estas zonas se han clasificado como de recuperación para la protección ambiental y en ellas se pretende que se permitan usos productivos de baja intensidad como usos agroforestales en grandes áreas (uso silvopastoril, uso silvoagrícola y uso agrosilvopastoril) hasta la recuperación paulatina de la cobertura vegetal arbórea en el largo plazo (2025, según la fase de prospectiva para la variable de flora y fauna).

- **Recuperación ambiental**

En esta categoría se incluyen las zonas que presentan deterioro ambiental y que, como su nombre lo dice, deben ser recuperadas, bien sea para su posterior uso agrícola, pecuario, forestal o diversos usos urbanos, dependiendo del contexto donde se encuentra cada zona. Esta categoría incluye las zonas erosionadas y las zonas críticas por la calidad del aire.

- **Producción**

En esta categoría se incluyen las zonas de producción industrial, las zonas de producción minera y las zonas disponibles para la producción agropecuaria y forestal, estas últimas en la zona rural de la cuenca.

- **Consolidación de usos urbanos**

Para la comprensión de esta categoría vale recordar que actualmente hay una escisión entre las normativas ambientales, forestales y todas las referidas al manejo de los

recursos naturales y las aplicadas en el ordenamiento territorial municipal, división que resulta evidente en clasificación de los territorios cuyo alto grado de antropización dependen directamente de la intensidad de aprovechamiento del recurso suelo, en cuanto a las rentas que produce. Por consiguiente, debe considerarse el grado de provisionalidad de esta categoría, hasta tanto se avance en el esclarecimiento y armonización del derecho ambiental y el urbano.

La categoría de consolidación de usos urbanos aquí expuesta y delimitada se refiere a las zonas del territorio que deben concentrar y agrupar las mayores funciones urbanas, con los diferentes gradientes que ello implica. En esta categoría se incluyeron las zonas que hacen parte del suelo urbano en la actualidad, las que han sido programadas para el crecimiento futuro de la ciudad, correspondientes a las zonas de expansión urbana de los planes de ordenamiento territorial municipal y las clasificadas como suelo suburbano, en todos los casos según la definición de la Ley de Desarrollo Territorial.

Concomitante con lo expuesto, en general las zonas para la consolidación corresponden a la zona central del Valle que presenta conurbación, atendiendo a los límites señalados en las Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial, a los cascos urbanos de Caldas, Girardota y Barbosa, además de los suelos de expansión y los suelos suburbanos. La zona central con conurbación, así como los cascos urbanos separados, las zonas de expansión urbana y los suelos suburbanos se tomaron de la primera generación de planes de ordenamiento territorial de los municipios que hacen parte de la cuenca, por lo que deben ser revisadas y ajustadas a partir de la información de los planes que hayan sido revisados durante el curso de este estudio. En la siguiente figura se delimitan las zonas de consolidación de usos urbanos.

▪ **Resultado preliminar de la zonificación Ambiental**

En síntesis, la zonificación ambiental constituye un insumo importante para orientar el manejo sostenible de los recursos naturales existentes en aras de buscar un beneficio intergeneracional; sin embargo, el conjunto de medidas asociadas a cada tratamiento o manejo propuesto, incluyendo los usos correspondientes, constituye un esfuerzo integral para que se posibilite su cumplimiento y se empiece a revertir las tendencias devastadoras de ocupación del territorio que se presentan en la actualidad.

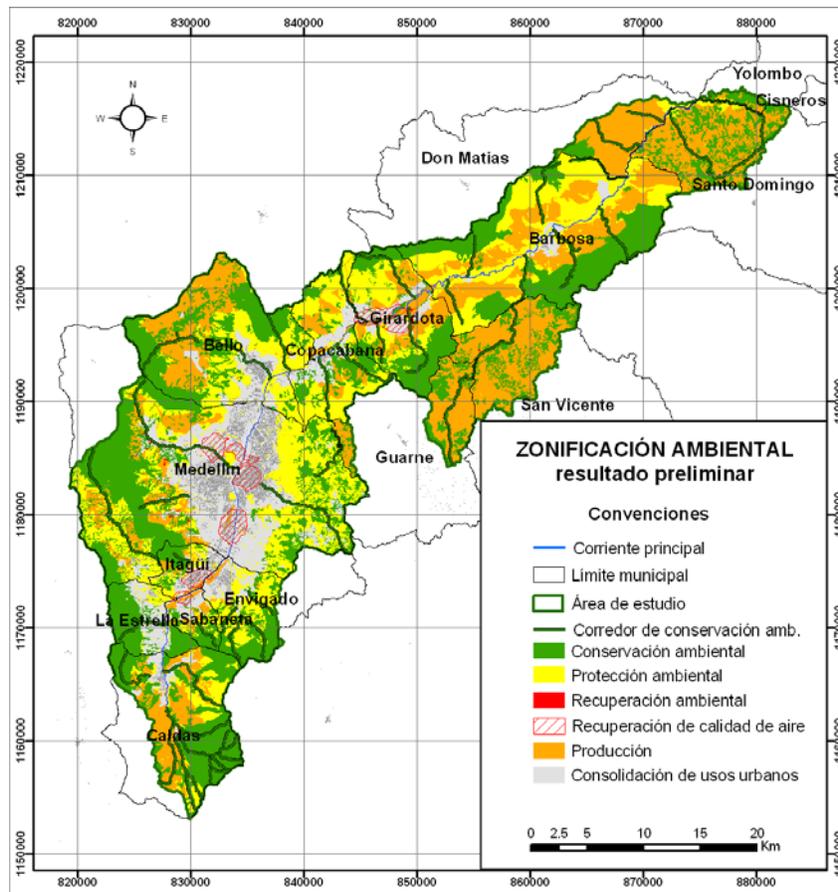


Figura 1.29. Resultado preliminar de la zonificación ambiental, a partir de información secundaria disponible en la escala de trabajo (1: 25.000)

1.3 Metodología para la definición de zonas de retiro a ríos y quebradas

Las corrientes constituyen referentes alrededor de los cuales se han desarrollado las sociedades y sus principales actividades, tales como el comercio, la industria y construcción.

Las zonas aledañas a los ríos y quebradas son ocupadas cada vez más por personas víctimas de problemas sociales (desplazamiento, pobreza, entre otros), por construcciones residenciales o industriales que han aprovechado su cercanía, para el aprovechamiento hídrico, incluso en algunos casos, es ocupado el cauce de las mismas.

Las zonas de retiro hacen parte de las zonas aledañas a los ríos y quebradas y se refieren a franjas de terreno que se han querido reservar con el fin de que dichas

corrientes tengan un espacio para “divagar” de manera natural, sirven como corredores ribereños y como zonas de amortiguación, en caso de amenazas de tipo hidrológico tales como inundaciones y avalanchas y tienen el propósito de cumplir con las siguientes funciones:

- Disminuir la erosión superficial y de orillas de ríos y quebradas.
- Disminuir la vulnerabilidad a las inundaciones y a las avenidas torrenciales.
- Facilitar los procesos de infiltración y percolación en zonas de recarga y de almacenamiento.
- Actuar como filtros para reducir la contaminación.
- Respetar el papel ecológico que desempeñan las zonas ribereñas con su biota asociada, procurándoles un corredor lineal continuo.
- Mejorar el valor recreativo de las riberas.

Después de una exploración en la normativa colombiana para estas zonas se concluyó que es necesario establecer desde el POMCA lineamientos y acciones que permitan definir de una manera más clara las zonas de retiro. Para ello se revisaron varios trabajos que han tratado de atacar los vacíos de la legislación, teniendo en cuenta aspectos técnicos así: Arbeláez, 2001, Universidad Nacional de Colombia, 2002 y CORNARE, 2003. Todos los anteriores trabajos retoman conceptos desarrollados ampliamente por FEMAT, 1993, Rosgen y Silvey, 1996, US ARMY CORPS OF ENGINEERS, 2000 y Petts y Amoros, 1996.

1.3.1 Propuesta metodológica

Algunas consideraciones iniciales que deben ser tenidas en cuenta para la aplicación de esta propuesta son las siguientes:

- Se entenderá por cauce el canal definido por el tránsito del caudal con un periodo de retorno de 10 años, ya que la región donde se localiza la cuenca del río Aburrá las manifestaciones que lo definen no están asociadas al ciclo anual sino a una variabilidad multianual, marcada por las fases cálidas y frías del ENSO (Niño y Niña),

- Al interior del cauce no deben ubicarse edificaciones ni construcciones, ya que representan una zona de alto riesgo a la inundación. Los retiros quedan definidos entonces a partir del cauce ($Tr=10$ años).
- La aplicación de esta metodología requiere levantamiento de información topográfica de detalle para la realización de la modelación hidráulica que determinará las manchas de inundación.
- Es de anotar que los resultados de la modelación hidráulica y la definición de zonas de inundación tienen altas incertidumbres debido a varios factores como parámetros hidráulicos, levantamientos topográficos, ausencia de registros hidrológicos, aplicación de modelos que no fueron concebidos para corrientes de alta montaña, como las presentes en la zona de estudio. Por lo tanto la definición de estas zonas de retiro debe hacerse con criterios conservadores ya que compromete la vida de las personas.
- Los retiros asociados a las consideraciones geológicas y de corredores ribereños se miden a partir del cauce ($TR = 10$ años).

Las franjas de retiro se construyen a partir de cuatro criterios, estos son: Hidrológico (RI), Geológico (RG), Vegetación de Ribera (RB) y la instalación de redes de servicios (RS). Como se esquematiza en la Figura 1.30, el retiro a corrientes será delimitado por la envolvente de las franjas definidas por cada uno de ellos.

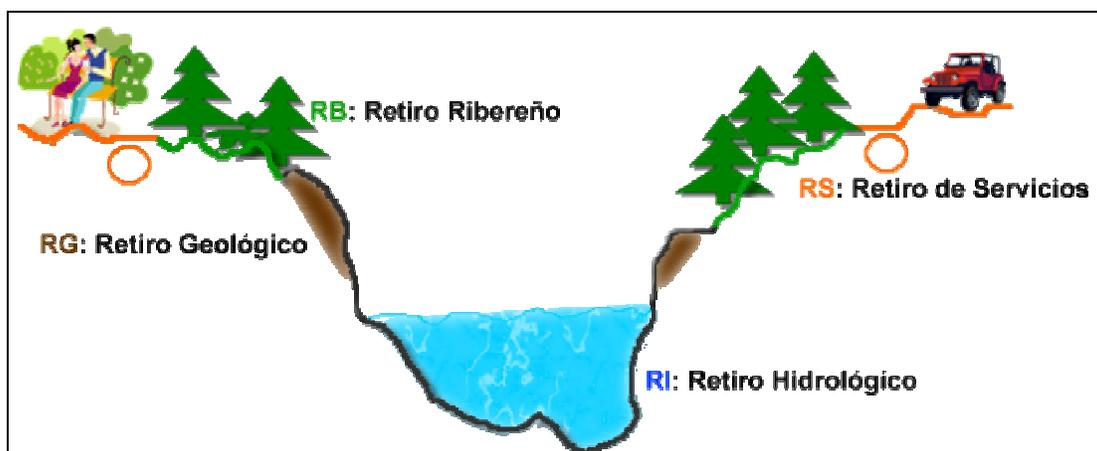


Figura 1.30. Sección transversal y franjas de retiro a corrientes hídricas.

○ **Retiro Hidrológico o a la inundación (RI)**

Definición: El retiro hidrológico corresponde a una zona de amenaza alta a la inundación, que se reserva para que la corriente transcurra sin ocasionar problemas tanto en condiciones normales como en crecientes.

Justificación: La reserva de la franja RI que presenta una condición de amenaza alta por inundación, evita la ocupación de una zona con probabilidad alta a la ocurrencia de daños severos y/o pérdida de vidas.

Paso a Paso: Con el fin de definir de manera clara el retiro a la inundación RI, se debe diferenciar la ubicación del sitio en el perfil altitudinal de la corriente, de la siguiente manera: Zona 1 cauce de montaña (parte alta), Zona 2 piedemonte (parte media) y Zona 3 llanura aluvial (parte baja). Para el cauce de montaña la totalidad del área cubierta por un caudal con un periodo de retorno de 100 años, $Tr=100$ años se considera zona de amenaza alta y define así el RI, para la zona de pie de monte se tienen las mismas consideraciones que para la anterior zona sin embargo hacen parte también de esta franja los conos de depositación (deyección) o abanicos, finalmente para la zona de llanura aluvial es necesario tener en cuenta las características geomorfológicas del cauce y su interacción de éstas con el flujo, especialmente, los meandros ya que éstos son determinantes de las condiciones de inundación. En esta zona se permiten tener ciertos “niveles de tolerancia” con la inundación: la amenaza alta para $Tr=100$ años se presenta si confluyen las condiciones de altura y velocidad de la lámina de agua para producir daños graves o pérdidas de vida.

Si la corriente presenta características tales que la hacen susceptible a flujos torrenciales, el retiro hidrológico se calculara a partir de un incremento del 40% en el caudal correspondiente a un período de retorno de 100 años. Este incremento sería un factor de seguridad en el caso de caídas de material de arrastre en el cauce, como es el típico de las corrientes con flujos torrenciales.

Zona Meándrica

La zona de meandros añade más incertidumbre al proceso de definición de la zona de retiros dado que existe una tendencia natural a la migración lateral de los ríos en estos sectores, la cual se agudiza durante las crecientes. Los cambios hidráulicos y geomorfológicos que se produzcan aguas arriba tienen efecto sobre la migración del cauce. Existen dos propuestas para determinar las zonas de retiro hidrológico (RI) en estas áreas, cuya implementación dependerá de la disponibilidad de información.

La primera de ellas define un mínimo 15 veces el ancho del cauce, como el área envolvente de los meandros que debe ser reservada para zona de retiro RI. Se debe incluir siempre la parte externa de los meandros en todo su trayecto de manera que la parte externa de las curvas no quede por fuera del retiro definido.

La otra propuesta es realizar un análisis geomorfológico a partir de fotografías aéreas del canal de varios años. Así, es posible definir la zona de migración, para lo cual es necesario realizar un análisis geológico mediante el cual se identifiquen el tipo de suelos y sus usos con el fin de definir otras zonas susceptibles de migración del río.

En los dos casos el ancho de este corredor debe ser siempre envolvente de los meandros.

Coberturas

Otro aspecto importante que debe ser analizado en detalle son las coberturas (box-culverts). El uso de estas estructuras se ha intensificado últimamente para solucionar desde problemas hidráulicos hasta problemas de mala calidad del agua (malos olores) y adecuación de terrenos. En algunos casos estas estructuras no prestan un servicio adecuado cuando se permite la construcción de obras civiles sobre ellas.

Hay amenazas asociadas a estas estructuras que en muy pocos casos se han analizado: en una avenida torrencial pueden ser obstruidas por desechos de árboles, basuras, escombros y generar inundación en zonas donde se pensaba que no podía suceder esto por la presencia de la cobertura. Al realizar el análisis hidráulico deben hacerse las consideraciones presentadas en la Tabla 1.6 para evitar esta situación:

Tabla 1.6. Restricciones a considerar en la modelación hidráulica cuando el flujo pasa por coberturas.

Especificación de la cobertura	Criterio de tamaño, longitud y ángulo	
	Menor	Mayor
Tamaño 3 x 3 m	Considerar obstrucción	No se obstruye
Longitud 200 m	No se obstruye	Considerar obstrucción
Angulo 30 °(ángulo interno medido por el eje central de la cobertura)	No se obstruye	Considerar obstrucción

En todos los casos debe incluirse un modelamiento hidráulico a las anteriores situaciones.

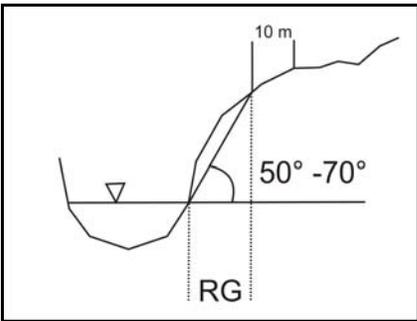
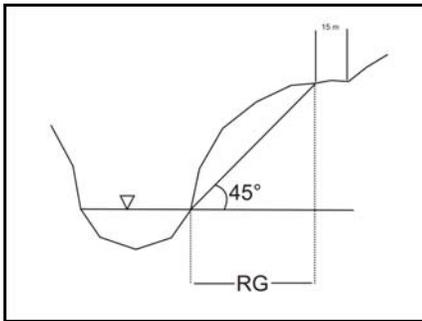
○ **Retiro Geológico (RG)**

Definición: El retiro asociado a la amenaza geológica corresponde a una franja de terreno ubicada en ambos lados del cauce ($T_r=10$ años) en las corrientes naturales. La zona aledaña al cauce, puede tener una inclinación natural que la hace susceptible a movimientos en masa. Se determina entonces el retiro geológico RG con base en una superficie teórica en el talud respecto a la horizontal y a los procesos erosivos asociados al cauce

Justificación: Esta franja es reservada para permitir los procesos geomorfológicos propios de las corrientes que hacen parte de su evolución natural.

Paso a paso: La determinación del ancho de la franja de retiro RG, se inicia con la zonificación de la amenaza por movimientos en masa. Esta zonificación asigna valores cualitativos (amenaza alta, media o baja) a porciones del terreno diferenciables con base en las características geotécnicas. Adicionalmente, se requiere como insumo un reconocimiento de los procesos erosivos asociados al cauce. RG se calcula de una manera diferencial según el tipo de amenaza, así:

Tabla 1.7. Relación Amenaza al movimiento en masa y retiro Geológico

Amenaza Baja	Amenaza Media	Amenaza Alta
<p>No genera Retiro</p>	<p>Talud teórico así</p> 	<p>Talud teórico así:</p> 

Cuando las quebradas sean el límite entre zonas con diferentes niveles de amenaza, a cada una de sus laderas se les debe hacer el análisis correspondiente según lo expuesto anteriormente.

Es importante tener en cuenta que la forma del cauce responde a un proceso dinámico continuo y complejo y que por esta misma dinámica es muy frecuente la presencia de socavación de orillas, lo cual requiere especial cuidado ya que es un factor detonante de inestabilidad.

○ **Retiro Ribereño (RB)**

Definición: Son las franjas de vegetación natural nativa o plantada que se extienden a lo largo de las corrientes. Los corredores pueden incluir las zonas adyacentes, o pueden ser tan amplios que incluyan las planicies de inundación. Están definidos como una proporción de la altura (H) del árbol más abundante, frecuente y dominante de la zona de evaluación, al lado y lado del canal dominante.

Justificación: Esta franja está destinada para permitir los procesos biológicos que requieren el tránsito de especies que habitan la cuenca. A su vez, retiene los contaminantes que pueden entrar a la corriente, controla la erosión, favorece la conectividad del paisaje, constituye refugio y zonas de tránsito para diversas especies (FEMAT, 1993). Para el caso de Valle de Aburrá permitirá la conexión con: Zonas núcleo del Parque Central de Antioquia y fragmentos de bosques mayores a 5 Km².

Paso a Paso: La delimitación de la zona de retiro RB tienen en cuenta las funciones asociadas a la vegetación de ribera, esperando que a largo plazo se puedan generar cauces donde sean viables y factibles los corredores biológicos. El proceso se inicia con la definición de H así:

- i. Definir las zonas de vida de la microcuenca.
- ii. Elegir un fragmento de bosque que represente una cobertura vegetal boscosa en alto grado sucesional para cada zona de vida.
- iii. Hacer, en dicho fragmento, una caracterización de la estructura vertical a partir del cálculo del Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA) (Magurran, 1988), el cual toma en cuenta la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies. Esto se aplica a los fustales (árboles leñosos) del fragmento.
- iv. A la especie que obtenga el mayor IVIA, se le calcula la altura y este valor se asignará a H.

En caso de no presentarse dentro de la cuenca un fragmento que se aproxime a su cobertura vegetal ideal, para cada zona de vida, se buscará una cuenca que tenga similitud (altitud, latitud, climatología, el suelo y topografía) con la cuenca objeto de

estudio y que presente un fragmento con las características requeridas. A éste se le calculará el IVIA y con el valor de H.

Después de calculado el valor de H, se asigna el ancho del retiro ribereño según el tipo de elemento: corriente en conservación, corriente en protección, cauces secos, nacimientos, dolinas y cuerpos de agua, y el uso de las zonas aledañas al retiro ribereño. Esta distancia mínima a cada lado de la corriente varía entre una vez H y 3 veces H.

- **Retiro de Servicios (RS)**

Definición: Zona reservada para la instalación de colectores de alcantarillado, tuberías de agua, redes eléctricas o telefónicas, construcción de senderos peatonales, zonas de acceso.

Justificación: El plan de saneamiento del río Medellín, liderado por la Empresa de Servicios Públicos de Medellín ha generado el Plan Maestro de Alcantarillado, donde se propone la instalación de redes colectoras de aguas residuales domiciliarias a lo largo de las principales corrientes de agua que atraviesan el Valle del Aburrá. Ante la importancia de este Plan Maestro y la posibilidad de que en un futuro toda la red hídrica de la cuenca del río Aburrá pueda contar con dichos colectores, se propone mantener el retiro en las diferentes corrientes (Universidad Nacional de Colombia, 2002).

Paso a Paso: El retiro por servicios, RS, está definido como una franja de tres (3) metros a cada lado de la envolvente de las franjas delimitadas por el RI; RG y RB, y su inclusión delimita finalmente la zona de retiro a la corriente de agua.

Es necesario tener en cuenta que los colectores y redes en general, requieren trabajos de mantenimiento permanente, reposiciones temporales, por lo que cualquier tipo de infraestructura física o elemento de vegetación que se localice dentro de este retiro estará afectado ante la posibilidad de una intervención.

1.4 PROSPECTIVA

La Formulación de un Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas está soportada por el Decreto 1729 de 2002 del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que delegó al Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos, IDEAM, la construcción de la guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia, en la que se establecen las fases del proceso de planeación así: Aprestamiento, Diagnóstico, Prospectiva, Formulación, Seguimiento y Control.

Una vez finalizada la fase de diagnóstico, se pasó a la fase de prospectiva, en la cual se llevaron a cabo los procesos necesarios para la definición y construcción de escenarios futuros y de los lineamientos de política de manejo ambiental para la cuenca. Esta fase siguió la metodología expuesta en la caja de herramientas de la “Guía Técnico Científica para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia” (IDEAM, 2004b) y la “Metodología para la Formulación de Planes Integrales de Ordenamiento y Manejo de Cuencas (PIOM)”, desarrollada por la Universidad Nacional sede Medellín para el Instituto Mi Río y CORANTIOQUIA (Universidad Nacional de Colombia, 2003).

La prospectiva se define como un proceso sistemático y colectivo para visualizar a largo plazo los elementos económicos, ecológicos, tecnológicos y políticos para la construcción del bienestar de una región². En este sentido, el Decreto 1729 de 2002³ establece para la fase de prospectiva lo siguiente: *“con base en los resultados del diagnóstico se diseñarán los escenarios futuros de uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y de la fauna presentes en la cuenca”*.

En esta etapa de prospectiva estableció un horizonte de planificación para un largo plazo al año 2019 y para un corto plazo al año 2010. Este primer horizonte (2019), se escogió por varias razones, la primera, tiene su validez en la mirada de largo plazo que en los ejercicios de prospectiva generalmente se establece como un mínimo de 10 años, y en el soporte de la metáfora de la visión perfecta “2020”; la segunda, se fundamenta en el plan de estado que Colombia está desarrollando en la preparación para el segundo centenario de su independencia, Visión 2019, y por la posibilidad de encuadrar en este horizonte tres periodos de gobiernos municipales, desde enero 2008 hasta diciembre 2019.

Finalmente, la construcción de la prospectiva suministra a la fase de formulación un escenario apuesta bajo el cual se enmarcan los lineamientos de política y los programas, proyectos y actividades necesarias para su consecución.

1.4.1 Metodología

La metodología para la fase prospectiva del POMCA se ciñe a lo propuesto en el Decreto 1729 de 2002 del Ministerio de Medio Ambiente, a la Metodología de Formulación de Planes Integrales de Ordenamiento y Manejo de Microcuencas en la Parte Baja de la Cuenca de la Quebrada La Iguañá (Convenio 053 de 2001 entre la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, el Instituto Mi Río y CORANTIOQUIA), y a la Guía Técnico

² Ben Martin, SPRU - Science and Technology Policy Research, University of Sussex.

³ Decreto 1729 de 2002, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Científica para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia del IDEAM del año 2004. La Figura 1.31 muestra un esquema de la metodología utilizada en esta fase.

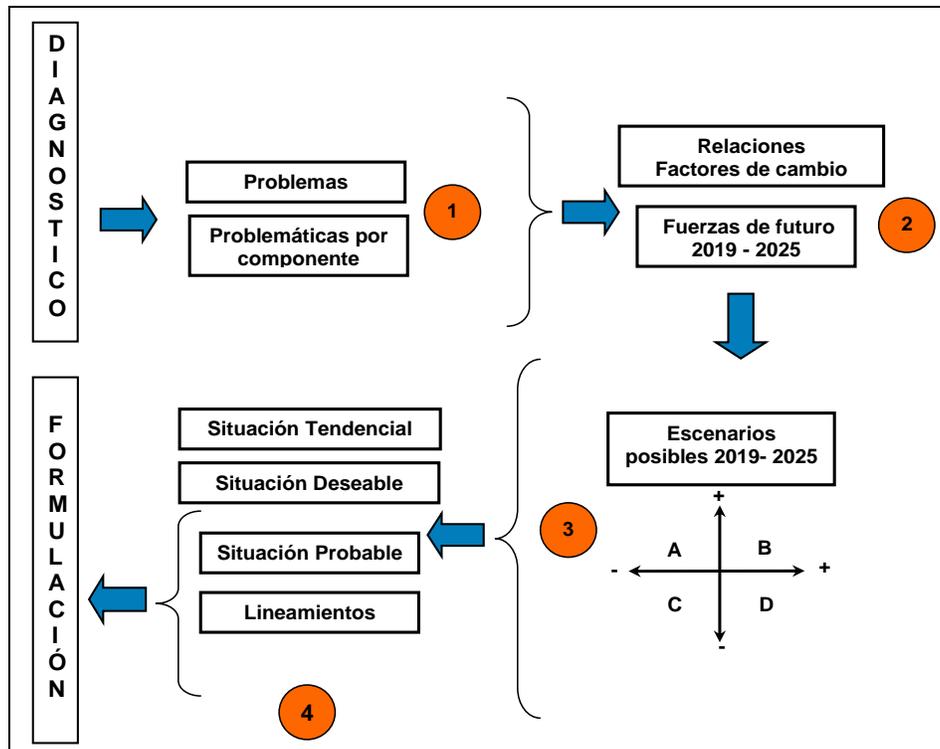


Figura 1.31. Esquema metodológico de la fase de prospectiva.

La metodología usada parte del diagnóstico para resaltar los problemas principales en cada componente de la cuenca, vista como un sistema. Estos problemas se hicieron converger luego en problemáticas que los reúnen al interior de cada componente. Luego se evaluaron las relaciones de dependencia entre los diferentes componentes que forman el sistema y a partir del estudio de estas relaciones se establecieron dos fuerzas de futuro en torno a las cuales se analiza la situación actual de la cuenca y su posible estado en el futuro con la participación de los actores clave de la cuenca.

Dichas fuerzas de futuro definen a su vez 4 escenarios futuros posibles, y con éstos y la situación tendencial observada en el diagnóstico se definió la tendencia que trae la cuenca en los últimos años y las posibles situaciones futuras. A continuación se describe brevemente los pasos seguidos en la metodología.

1.4.2 Participación de actores claves

La participación activa de los actores claves de la cuenca permitió construir una visión de futuro concertada y la identificación del papel de los mismos en la consecución de las metas de dicha visión. La participación se hizo a partir de seis talleres que contaron con representantes de la Comunidad, el Estado, los Gremios y las Universidades, quienes construyeron las apuestas de futuro para la solución de los problemas identificados en el diagnóstico. Estas apuestas de futuro fueron consolidadas y armonizadas con las propuestas del equipo técnico encargado de la formulación del POMCA y con los problemas identificados en el diagnóstico.

En la Tabla 1.8 se presenta un listado de los principales actores claves que desempeñaron un papel importante en el desarrollo de esta etapa de prospectiva.

Tabla 1.8. Grupos de actores claves en la construcción de la etapa de prospectiva.

COMUNIDAD	
J.A.C Líder Grupo La Paz	DLS
A.C Santo Domingo	Veedurías
COC Corinso	J.A.C Barrio Miraflores
Mesas ambientales municipales	S. E. Copacabana
Corregiduría	Representantes de municipios
Comité Proromeral	Corporación Boston Vive
Fundación Proalfa	Corporación Ambiental GEDI
ESTADO	
CORANTIOQUIA	Empresas Públicas de Medellín EPPM
Municipio de Envigado	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
Municipio La Estrella	UGAM Guarne
Planeación Municipal – Medellín	Municipio de Sabaneta
Planeación Departamental	Secretaría de Medio Ambiente Medellín
ESP	DAMA
UNIVERSIDAD Y GREMIOS	
Universidad de Medellín	Universidad de Antioquia
Universidad Nacional de Colombia	Universidad Pontificia Bolivariana
Escuela de Ingeniería de Antioquia	La Lonja

1.4.3 Delimitación del Sistema

El sistema prospectado de la cuenca del río Aburrá se delimitó en forma natural por tres subsistemas que la componen (Físico, Biótico y Antrópico) y los actores que tomaron decisiones.

Los resultados del diagnóstico en lo concerniente a las variables físicas, bióticas y antrópicas fueron incorporados en la fase de prospectiva, bajo los siguientes aspectos:

- Delimitación, extensión, localización y situación ambiental de la cuenca.
- Caracterización físico-biótica de la cuenca.
- Caracterización socioeconómica y cultural (subsistema antrópico) de la cuenca.

1.4.4 Factores de Cambio

De acuerdo con la información extractada de la fase de diagnóstico, se indagó a través de talleres con el equipo técnico los principales problemas asociados a las variables y componentes del sistema de la cuenca y se analizaron las causas principales de los mismos. Con esta información se identificaron los factores de cambio que determinan el desarrollo futuro de la cuenca como sistema y luego estos elementos se hicieron converger en conceptos no adjetivados que dieron origen a las principales problemáticas.

1.4.5 Relaciones de Dependencia

Los factores de cambio, como componentes principales y emergentes del sistema a prospectar, explican en parte la dinámica de éste, pero lo que realmente explica la estructura del dinamismo del sistema de cuencas son las relaciones entre estos factores de cambio. Para calificar estas relaciones se realizó una encuesta matricial de las dependencias entre los diferentes componentes, que fue diligenciada por el equipo técnico, y los resultados se procesaron en el programa MIC-MAC de análisis estructural prospectivo del Laboratorio de Investigación en Prospectiva, Estrategia y Organización (LIPSOR, por sus iniciales en francés). Este procedimiento generó el mapa de relaciones y una estructura cartesiana de los componentes desde estas relaciones.

1.4.6 Fuerzas de Futuro

En el diseño y construcción de escenarios, es básico tener una propuesta de fuerzas de futuro, de acuerdo a la conformación de la cuenca a prospectar. Para ello, se consideró el resultado del análisis estructural de los factores y se obtuvieron dos fuerzas de futuro que soportan los enfoques de los escenarios de planificación.

1.4.7 Escenarios

Una vez se obtuvieron las fuerzas de futuro, éstas se representaron en forma de ejes en un plano cartesiano, que pueden evolucionar positiva o negativamente hacia el futuro, y

que definen un plano que delimita cuatro escenarios posibles (denominados futuribles) de la cuenca, los cuales se fundamentaron en cuatro preguntas básicas acerca de las imágenes de futuro: ¿Cómo se llaman?, ¿Para dónde vamos hacia el 2010 y 2019?, ¿Dónde queremos estar en el 2010 y 2019? y ¿Dónde podremos estar en el 2010 y 2019? Los consultados fueron: el equipo técnico de la Universidad Nacional de Colombia y los actores clave de la cuenca: las Instituciones del Estado, los Gremios, las Universidades y los representantes de la Comunidad.

Posteriormente se indagó sobre el desarrollo pasado, presente y futuro de las principales problemáticas, con el fin de determinar o estimar la tendencia actual y la situación de la cuenca en el futuro si se continúa con dicha tendencia, una visión voluntarista o utópica que se basa en el deseo o voluntad de los actores acerca de cuál es la situación deseable en el futuro y una mirada proactiva o propositiva que se basa en las posibilidades reales de cambio de la situación de la cuenca hacia el futuro.

Para la construcción de los escenarios se realizaron varios talleres cuyo objetivo era presentar los principales resultados encontrados en las fases de diagnóstico y prospectiva por parte del equipo técnico y generar, con la participación de los actores clave, los escenarios tendencial, deseable y probable para la cuenca del río Aburrá.

De acuerdo a las metodologías oficiales el producto de la fase prospectiva es la construcción de escenarios futuros. Sin embargo, se propuso el encadenamiento de esta fase con la de formulación por medio de la formulación de los lineamientos de política.

1.4.8 Lineamientos

Al finalizar los talleres con la comunidad, las instituciones y el equipo técnico, se preguntó sobre el aspecto de trayectoria de los escenarios que soporta el lineamiento, desde la pregunta: ¿Cómo lograr esa imagen de futuro del 2019?

1.4.9 Proceso

- **Delimitación del Sistema**

La fase de diagnóstico aportó los principales elementos de la delimitación por medio de la información sobre la extensión, localización y situación ambiental de la cuenca y sus zonas de influencia.

La cuenca se encontró definida naturalmente por tres subsistemas: el Físico o Abiótico, el Biótico y el Antrópico. Estos subsistemas no son independientes en sus elementos constitutivos de las características propias de la cuenca, la región que la comprende, el

departamento de Antioquia, Colombia y las condiciones globales, pero para efectos de la fase prospectiva se consideraron abstraídos parcialmente de su entorno sin ignorarlo, para enfocar el proceso hacia la cuenca. Los tres subsistemas citados fueron desglosados hasta ubicar los trece componentes del sistema con los cuales se trabajó el diagnóstico del POMCA (Figura 1.32).

Otro aspecto de la delimitación se dio por un conjunto de actores representativos con relación a la toma de decisiones que afectan directa o indirectamente el funcionamiento y el futuro de la cuenca. En principio se definieron tres actores principales: los habitantes de la Cuenca, las Administraciones Municipales y las Organizaciones Privadas y Públicas en la región.

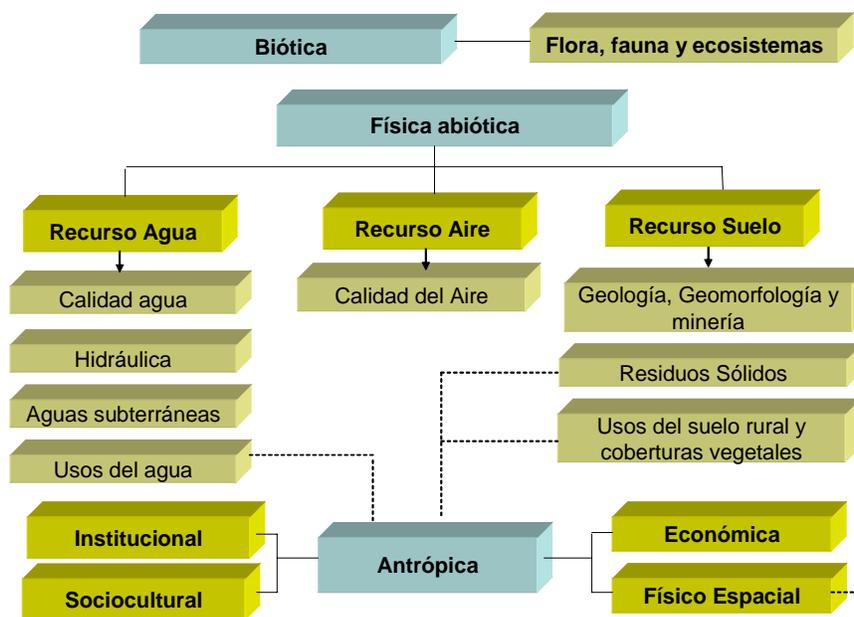


Figura 1.32. Delimitación de subsistemas.

Para efectos de la delimitación, en la etapa de los factores de cambio, ésta se complementó con el equipo técnico del proyecto por medio de la indagación de quienes afectan o son afectados por las principales problemáticas y factores de cambio detectados, resultando los siguientes actores: Habitantes de la cuenca - Secretarías de Medio Ambiente, Planeación, Obras públicas y Tránsito municipales, Autoridades Ambientales, Constructores, Urbanizadores Privados, Dueños de predios, Empresas Públicas de Medellín (EPPM), Empresas Varias de Medellín, Transportadores, Comercio, Campesinos, Organizaciones Comunitarias, Instituciones Educativas, Instituto de Deportes y Recreación INDER, Juntas de Unidades Residenciales y Organismos de Seguridad.

1.4.10 Horizonte a Prospectar

Este horizonte se asumió desde tres hitos y supone este plan como una primera etapa de un enfoque de largo plazo hacia el año 2019. La fase de prospectiva aporta elementos en los tres horizontes, en el mencionado de 12 años, de largo plazo; el del año 2015 como mediano plazo y el período 2007-2010 como corto plazo.

1.4.11 Factores de Cambio

De acuerdo con la información recibida de la fase de diagnóstico, se indagó en el equipo técnico acerca de las principales problemáticas y sus causas, presentes en cada uno de los componentes del sistema de la cuenca, además de identificar las variables del mismo. En la Tabla 1.9 se exponen los cincuenta y seis problemas detectados y expuestos por el grupo técnico.

Tabla 1.9. Principales problemas detectados en la cuenca.

COMPONENTE / VARIABLE	PROBLEMAS PRINCIPALES
Oferta y Demanda hídrica	Dependencia hídrica de otras cuencas, ilegalidad en el uso del agua, baja oferta hídrica en las zonas rurales, uso y manejo irracional del recurso hídrico en la zona rural.
Hidráulica	Desarticulación de obras hidráulicas, obras hidráulicas inadecuadas, ausencia de mantenimiento y rehabilitación de cauces naturales y obras hidráulicas, aumento de escorrentía, insuficiencia de la capacidad hidráulica de las obras.
Calidad del agua	Alto vertimiento de aguas residuales no tratadas, tratamiento inadecuado en los vertimientos industriales, mala calidad del agua, baja oferta de agua potable en las áreas rurales.
Geología, Geomorfología	Procesos morfodinámicos de intensidad alta, amenaza sísmica media, intervención y degradación del paisaje, pérdida de vegetación, aumento de erosión y sedimentación en corrientes.
Aguas subterráneas	Alta impermeabilización de las zonas de recarga, aprovechamiento informal del recurso, contaminación de las aguas subterráneas.
Aire	Deterioro de la calidad del aire por emisiones de contaminantes industriales, deterioro de la calidad del aire por emisiones de material particulado del parque automotor, zonas críticas de contaminación del aire por material particulado y ozono.
Físico espacial	Déficit en la movilidad, déficit de equipamientos, espacio público y centralidades, asentamientos informales, suburbanización, ocupación de suelos de protección con asentamientos formales e informales.

COMPONENTE / VARIABLE	PROBLEMAS PRINCIPALES
Económico	Bajo nivel de alianzas estratégicas en la producción y distribución de bienes y servicios finales e intermedios del área rural con el área urbana, alto desempleo, alto subempleo, baja Innovación tecnológica, alto proceso de desindustrialización económica, separación o fragmentación de las cadenas productivas.
Sociocultural	Fuertes cambios en la dinámica poblacional, alta deserción en educación media, baja cobertura en servicios de salud, pérdida de identidad y poca apropiación del territorio.
Institucional	Poca articulación y discontinuidad de políticas y acciones públicas que garanticen el uso sostenible de los recursos, relación poco efectiva entre las instituciones y la participación comunitaria.
Residuos sólidos	Alta generación de residuos sólidos, escasa separación en la fuente, bajo aprovechamiento, manejo inadecuado de residuos peligrosos e industriales, bajo número de zonas paradisposición de residuos.
Flora, Fauna, Coberturas boscosas naturales y Ecosistemas	Acelerada extinción local de especies de flora y fauna nativa, alto % de especies en estado de riesgo de extinción, reducido número de especies nativas silvestres, alta reducción del área ocupada en cobertura boscosa nativa, alto grado de transformación de la estructura del paisaje natural, alto grado de fragmentación de los ecosistemas naturales.
Usos del suelo rural y coberturas vegetales	Uso inadecuado y subutilización del suelo rural, pérdida de área rural y de protección, dependencia del recurso suelo externo a la cuenca.

A partir de los problemas enunciados en la Tabla 1.9 y los cuales están debidamente soportados en el diagnóstico (definiciones, causas, indicadores, actores y tendencias), se identificaron los factores de cambio que determinan el desarrollo futuro de la cuenca como sistema. El procedimiento seguido fue converger los 56 problemas en trece conceptos no adjetivados, denominados factores de cambio, que determinan las principales problemáticas en cada componente, sin perder el foco de la cuenca delimitada, como se describen en la Tabla 1.10.

Tabla 1.10. Factores de cambio desde las problemáticas de la cuenca.

COMPONENTE / VARIABLE	FACTORES DE CAMBIO (PROBLEMÁTICAS)
Físico espacial	Crecimiento urbano desestructurado
Económico	Baja asimilación de la reestructuración económica
Sociocultural	Baja calidad de vida
Institucional	Intervención institucional poco estructurante
Fauna, Flora y Ecosistemas	Reducción de la capacidad de los ecosistemas locales para mantener la estructura y función esencial de los mismos

COMPONENTE / VARIABLE	FACTORES DE CAMBIO (PROBLEMÁTICAS)
Oferta y Demanda hídrica	Dependencia hídrica y uso irracional del agua
Hidráulica	Intervención de las corrientes sin una concepción sistémica
Aire	Alta intensidad de contaminación atmosférica por zona geográfica
Residuos sólidos	Deficiente manejo integral de los residuos
Calidad del agua	Muy alto deterioro de la calidad del agua
Geología y Geomorfología	Fuerte dinámica geológica
Usos del suelo	Sobre y subutilización del suelo como recurso al interior de la cuenca
Aguas subterráneas	Explotación informal y alta impermeabilización de zonas de recarga

1.4.12 Relaciones

Los factores de cambio fueron sometidos a indagación en talleres con los actores de la cuenca, en los cuales se realizó una encuesta matricial de relaciones de dependencia entre dichos factores. Los datos de la encuesta se procesaron en el programa MIC-MAC de LIPSOR, y se generó como resultado la estructura de las relaciones del sistema, donde las relaciones principales se ubican en los componentes que más influyen y menos dependen. En la Figura 1.33 se puede ver el sistema dividido en cuatro aspectos o cuadrantes.

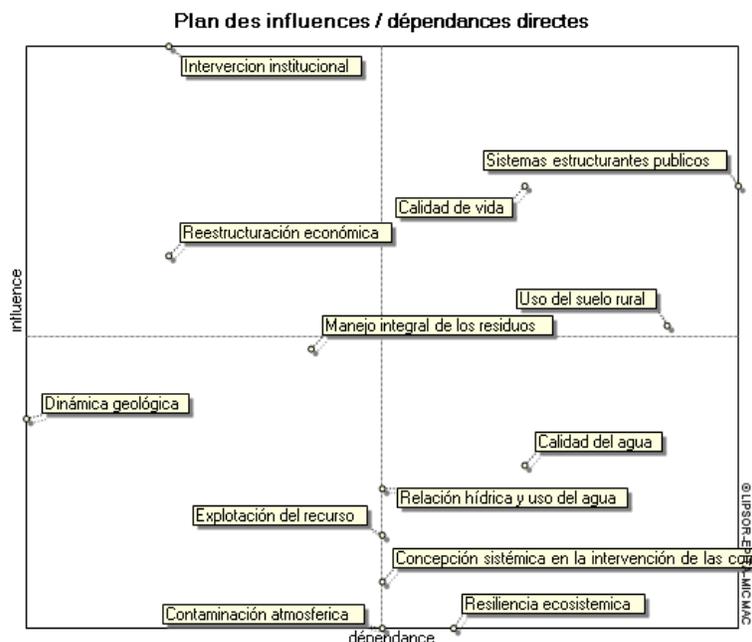


Figura 1.33. Relaciones de influencia o dependencia directas entre los factores de cambio

El primer cuadrante (superior izquierdo) de alta influencia y baja dependencia, se denomina la zona de poder o de entrada y en ella se ubican los factores de cambio de intervención institucional y reestructuración económica, conformándose como los componentes de mayor independencia e importancia en el sistema: lo institucional y lo económico.

En el segundo cuadrante (superior derecho) se localizan los factores de cambio que influyen y dependen por encima del valor medio matricial, esta zona es llamada de conflicto o de dinamismo y en ella se ubican la calidad de vida, los sistemas estructurantes públicos y los usos del suelo rural. Estos componentes se pueden considerar de media independencia y son claves en la dinámica del sistema por ser los generadores de la inestabilidad del sistema en el mediano y el largo plazo.

El tercer cuadrante (inferior derecho) es denominado como la zona de salida y en ella se ubican los factores de cambio de alta dependencia y baja influencia, considerándose sumamente dependientes de los demás componentes ubicados en los dos sectores anteriores. En esta zona se ubican la capacidad de los ecosistemas locales para mantener la estructura y función esencial de los mismos, la independencia hídrica y el uso racional del agua, la concepción sistémica en la intervención de las corrientes, la contaminación atmosférica por zona geográfica, la calidad del agua y la explotación informal de las aguas subterráneas.

Por último y no por eso menos importante, pues todos los componentes son importantes, se encuentran con baja influencia y mediana o baja dependencia (cuadrante inferior izquierdo) la dinámica geológica y muy cerca de las medias de influencia y dependencia en este cuadrante se ubica el manejo integral de los residuos sólidos.

Otro punto importante a resaltar es la inestabilidad en la dinámica futura del sistema, por la ubicación de algunos componentes alrededor de la bisectriz, es decir, se encuentran componentes en alta dependencia e influencia al mismo tiempo. Lo anterior representa un elemento muy importante en la determinación del escenario apuesta bajo el cual se formula el plan, debido a que en los sistemas inestables es muy difícil que las tendencias actuales prevalezcan en el mediano y el largo plazo.

Las relaciones entre los factores de cambio también pueden ser vistas como un diagrama de flujo. En la Figura 1.34 se pueden apreciar las relaciones al interior del sistema en colores rojo, azul y negro de acuerdo con su importancia.

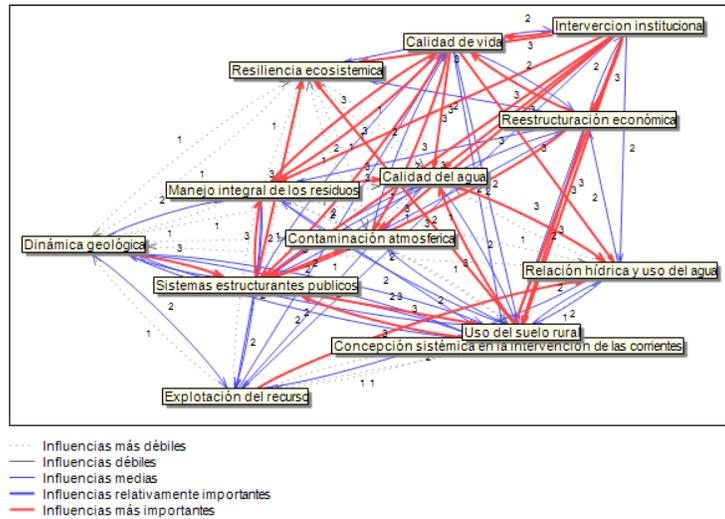


Figura 1.34. Relaciones más relevantes de los componentes de análisis.

Los factores de cambio y sus componentes asociados fueron agrupados en dos grupos de acuerdo a su ubicación en el plano de influencias y dependencias directas (Figura 1.35). Allí se observa como las componentes antrópicas (Institucional, Social-cultural, Económica, Físico-espacial, Usos del suelo y Residuos sólidos) están ubicadas por encima del valor medio de la influencia y las variables bióticas y abióticas (Geología, Calidad del agua, Usos del agua, Flora, Vegetación y Ecosistemas, Aguas subterráneas, Hidráulica y Aire) están por debajo de la misma. Esta agrupación permitió la definición de las fuerzas de futuro, que se explica a continuación.

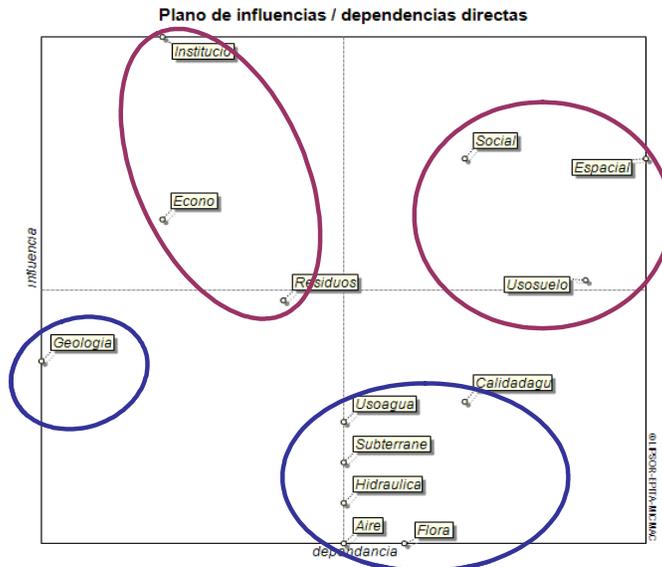


Figura 1.35. Agrupación de componentes de acuerdo a su ubicación en el plano Influencias-Dependencias.

1.4.13 Fuerzas del Futuro

En el diseño y construcción de escenarios, es básico tener una propuesta de fuerzas jalonadoras de futuro, de acuerdo a la conformación de la cuenca a prospectar. La primera fuerza de futuro se estableció como resultado del análisis estructural de los factores de cambio. En este proceso se reunió al comité técnico de la elaboración del POMCA y por medio de un ejercicio de mínimos comunes se llegó a la denominación de una fuerza antrópica que incluyera lo físico espacial, sociocultural, e institucional con lo económico desde lo cual se conforma una fuerza denominada *Integración socio-económica*. En el otro eje o fuerza de futuro deben converger los restantes elementos; de esta forma se utiliza una metodología de convergencia y no de descarte, lo que le da mayor solidez a la conformación de los escenarios (Tabla 1.11). En esta fuerza de futuro se tienen los componentes ambientales que conforman la cuenca y se denominó *Manejo integral de recursos naturales*.

Tabla 1.11. Fuerzas jalonadoras de futuro.

EVOLUCIÓN NEGATIVA POSIBLE AL FUTURO	FUERZAS	EVOLUCIÓN POSITIVA POSIBLE AL FUTURO
Desfavorable	Integración Socio-económica	Favorable
Incluye componentes: Económico, Sociocultural, Institucional, Físico-espacial, Usos del suelo rural, Residuos sólidos		
Ineficiente	Manejo Integral Recursos Naturales	Eficiente
Incluye componentes: Flora, Fauna y Ecosistemas, Aire, Geología y Minería, Usos y calidad del agua, Hidráulica, Aguas subterráneas		

1.4.14 Escenarios de Futuro

- **Escenarios posibles (Futuribles) al 2019**

El campo de las imágenes de futuro va desde lo mejor de lo mejor (utopía) hasta lo peor de lo peor (distopía). Los factores de cambio detectados representan fuerzas de futuro de carácter biótico y abiótico de un lado y por el otro del tipo antrópico, convergiendo ambas fuerzas en un sistema delimitado por cuatro escenarios donde se puede ubicar el presente y pasado, así como los futuribles (futuros posibles) y los futurables (futuros posibles, probables y deseables).

Las dos fuerzas de futuro posiblemente evolucionarán de manera positiva (mejora) o negativamente (deterioro) en el futuro. Desde esta convergencia de evoluciones se representan los cuatro escenarios mostrados en la Figura 1.36 en un plano cartesiano.

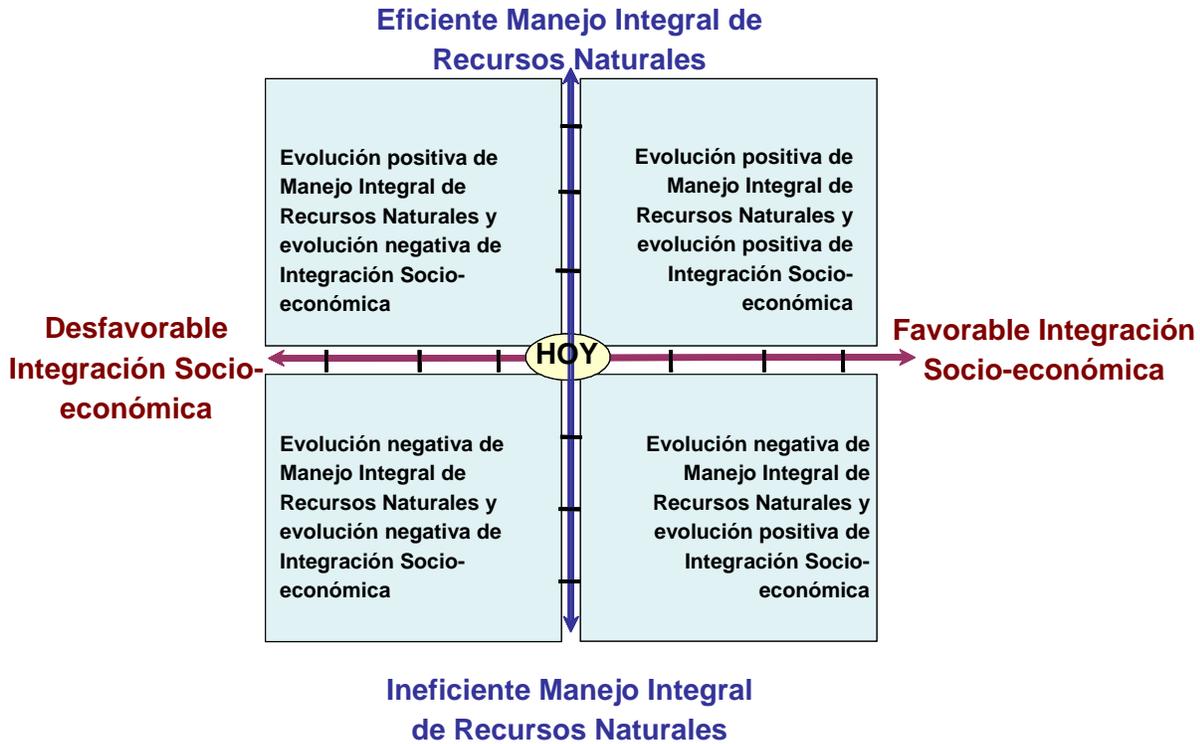


Figura 1.36. Escenarios posibles

Los nombres que aparecen a continuación son el resultado de varios talleres de concertación con el equipo técnico, donde se buscaron en la literatura, la cotidianidad y los dichos populares frases que permitieran una analogía con lo que significa cada escenario. Los nombres que se propusieron son dichos populares antioqueños y sólo pretenden ser una representación del escenario de futuro.

- **Para atrás ni para coger impulso:** este escenario se ubica en el cuadrante de evolución positiva de ambas fuerzas de futuro. En éste se tiene que las condiciones sociales, económicas, ambientales y físico-espaciales han mejorado desde las problemáticas diagnosticadas en 2006.

“Una institucionalidad fortalecida y una sociedad participativa han permitido el desarrollo próspero de una cuenca sostenible y por lo tanto competitiva, ayudado

por una sociedad consciente y educada lo cual ha redundado en una región limpia y atractiva”.

- **El fin no justifica los medios:** este escenario se ubica en el cuadrante de evolución positiva del eje *Manejo integral de los recursos naturales* y evolución negativa del eje *Integración Socio-económica*. En éste se presenta deterioro de las condiciones sociales y económicas con mejoría en lo ambiental.

“Debido a la presión internacional se generó un auge en la gestión ambiental. La cuenca se convirtió en un reservorio de la biodiversidad en un contexto de integración interregional para beneficio externo y de algunos locales; desconociendo las necesidades de la población, lo que ha llevado al aumento de los conflictos sociales, la inequidad, el hacinamiento y la disminución de la competitividad que ha conducido a una recesión económica”.

- **Apague y vámonos:** este escenario se ubica en el cuadrante de evolución negativa de ambas fuerzas de futuro. Se presenta deterioro de las condiciones sociales, económicas, ambientales y espaciales en la cuenca.

“Una región caótica y excluyente que refleja una panorámica sórdida y sombría desde un desfase económico y social altamente pronunciado, que ha determinado un proceso de desarrollo desarticulado y regresivo a partir de la ambigüedad de intereses de los diferentes actores de la cuenca, donde la institucionalidad es una bella utopía que refleja la colisión constante de los mismos, hasta un destierro ineludible de las riquezas naturales y culturales. Esto constituye una cuenca deteriorada en términos físicos, socioeconómicos y ecológicos”.

- **No hay mal que por bien no venga:** este escenario se ubica en el cuadrante de evolución negativa del eje *Manejo integral de los recursos naturales* y evolución positiva de la fuerza *Integración Socio-económica*. En éste se presenta deterioro de las condiciones ambientales y espaciales y una mejora en las condiciones sociales y económicas.

“Las óptimas condiciones sociales y económicas representan un equilibrio permanente de los intereses institucionales, donde la inclusión y formación del capital humano permiten dar paso a la innovación y apropiación de tecnologías que responden al contexto de la dinámica mundial; sin embargo, la cuenca muestra una gran deficiencia en la administración de sus recursos naturales renovables y no renovables lo que envuelve un creciente conflicto interno, determinado por el uso irracional de los mismos y el consecuente desabastecimiento, necesario para las futuras generaciones”.

▪ **Escenarios plausibles (Probables)**

Estos se ubican en la lógica de los escenarios posibles (futuribles) expuestos anteriormente. El plano de los futuros posibles estructurado en cuatro cuadrantes permite ubicar allí dicha lógica por medio de los escenarios tendencial, deseable y probable (ver Figura 1.37), su ubicación en un cuadrante y punto particular es el resultado de un proceso de concertación con los diferentes actores de la cuenca (Instituciones, Gremios, Universidades, Comunidad y equipo técnico), que se desarrolló por medio de seis talleres de participación.

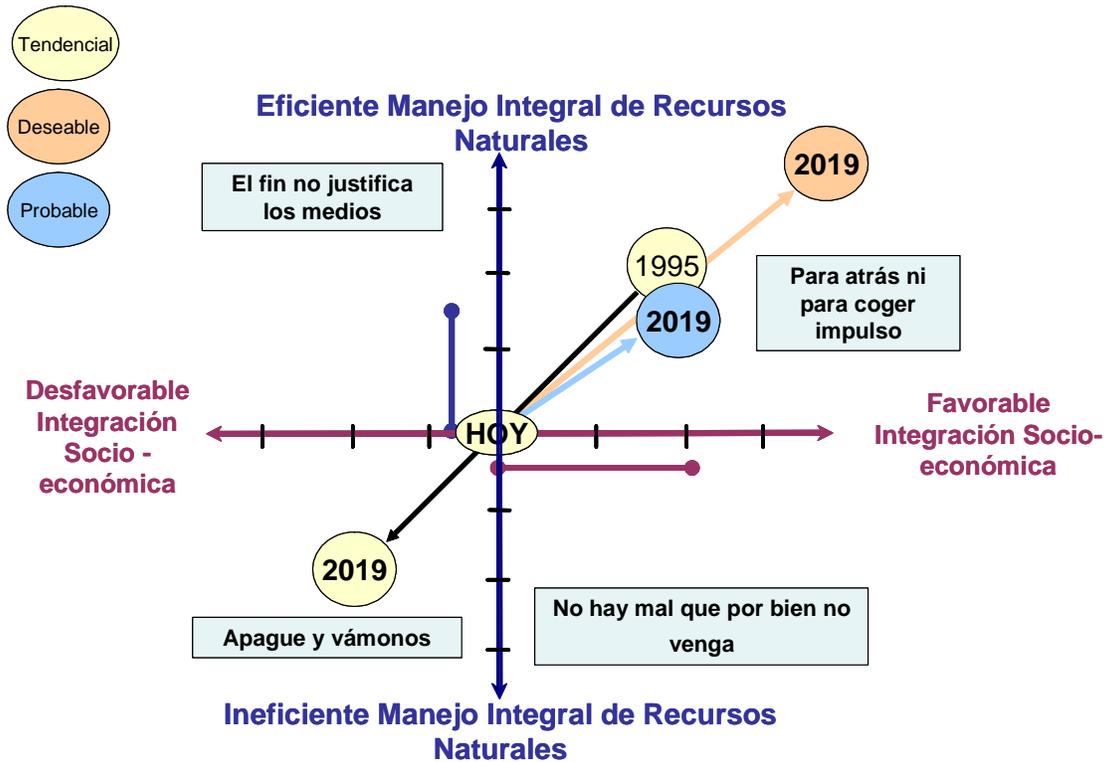


Figura 1.37. Escenarios posibles, tendencia y probabilidad.

▪ **Escenario Tendencial**

Si la inercia del pasado y las condiciones presentes en la cuenca permanecen, el escenario tendencial se ubica en el escenario posible de *Apague y vámonos*.

Por lo tanto las condiciones del diagnóstico representado en los cincuenta y seis problemas desde el diagnóstico, se deteriorarían medianamente en el horizonte del año 2019.

- **Escenario Deseable:**

El escenario deseable se ubica en el escenario posible denominado *Para atrás ni para coger impulso*, con altas soluciones en lo físico espacial, socioeconómico y en lo ambiental. Este escenario idealizado por los diferentes actores se representó en forma utópica para efectos de orientar el plan de manejo en forma integral.

Las condiciones actuales evolucionarían hacia aspectos de solución de las problemáticas en forma considerable en el mediano plazo y en largo plazo (20 años), hacia la total solución. Los factores de cambio tendrían una evolución favorable con tendencia hacia altas soluciones de los problemas actuales.

- **Escenario Probable (futuraible)**

Las técnicas de escenarios y los diferentes actores coincidieron en que el escenario posible, deseable y probable se ubicaba en el escenario denominado *Para atrás ni para coger impulso*, pero con soluciones débiles en los campos socio-económico, ambiental y físico espacial en el horizonte del año 2019. De esta forma, el POMCA debe aportar a un proceso dirigido a romper la tendencia actual y desarrollar las condiciones iniciales para la evolución positiva de las fuerzas de futuro con una mirada integral y de largo plazo en la cuenca.

1.4.15 Lineamientos

Los ejes de objetivo se centran en lo institucional socio-económico y en lo físico-ambiental, resaltando los aspectos educativos de los habitantes, los procesos de planificación de largo plazo en forma coherente y efectiva y la inversión integral en la cuenca concordante con las necesidades.

Se propone como objetivo alcanzable en el horizonte de largo plazo la solución débil de aspectos institucionales y socio-económicos, por medio de educación y procesos organizacionales, y conjuntamente con estas soluciones emprender con planificación efectiva e inversión procesos de solución media en lo ambiental desde el manejo de residuos, racionalización de los procesos de urbanización y gestión sistémica de las corrientes.

Desde el escenario probable o *futuraible* se pueden diseñar tres líneas básicas:

- Educación, inversión y organización.
- Normatividad, control y vigilancia.

- Planificación efectiva y continuidad de largo plazo.

Estas tres líneas orientan el enfoque del objetivo y permiten conformar los lineamientos. En primera instancia la educación permite soportar el proceso físico y ambiental en forma coherente y duradera, de tal manera que puedan generarse efectos integradores y de sinergia al dar soporte a programas de mejoras de la cuenca en contextos tales que la educación permita que las obras de infraestructura y de intervención ambiental se sostengan en el tiempo.

La educación también está dirigida a la organización de los habitantes alrededor de su entorno y permite darle crecimiento a los esfuerzos que se inicien con recursos pequeños o medianos. En una segunda instancia, el enfoque hacia la normatividad y el control permite que la política pública esté orientada al desarrollo humano y a que las condiciones territoriales se dirijan hacia la vida y la convivencia. Las inversiones, la educación y la organización deben enfocarse a obtener una comunidad que dé prevalencia al respeto por la vida y al medio que la rodea. En tercera instancia, para unir las líneas anteriores de normatividad y educación con organización, se define una tercera línea: la continuidad y permanencia de programas y proyectos, los cuales deben garantizar la coherencia de una mirada planeada de largo plazo, permitiendo la realización efectiva y concertada de la ejecución de los programas formulados.

Como conclusión, en forma de continuo como línea de historia, el objetivo estaría conformado por tres hitos coherentes. En el corto plazo, hasta el año 2010, se planean, ejecutan y verifican proyectos y programas educativos y normativos, orientados a soportar en el largo plazo el plan socio-ambiental. Adicionalmente se aplican recursos que permitan, por medio de infraestructura básica, solucionar lo urgente sin dejar de emprender lo importante. Por lo tanto, los proyectos y programas de ejecución 2007-2010 se soportan en la solución de problemas urgentes, tales como el tipo movilidad y usos del suelo rural, los cuales deben estar acompañados de formación ambiental educativa y de una normatividad que inicie un proceso viable y racional de inversiones y de controles necesarios.

En el mediano plazo, hasta el 2015, el esfuerzo es del tipo socio ambiental, es decir, de consolidación de los habitantes con su medio ambiente y entorno, obviamente continuando el proceso educativo y organizacional se puede proceder a vincular la comunidad, a obtener el sentido de pertenencia y poder manejar los residuos sólidos y la cuenca en forma sistémica. El desarrollo de proyectos y programas necesariamente debe vincular, desde el aspecto socio ambiental, la interrelación de organismos de planeación y control, de los constructores, de los habitantes y el entorno.

En el largo plazo, horizonte del año 2019, el proceso educativo y organizacional transcurrido habrá permitido una evolución en las capacidades para dar soluciones normativo-políticas en el entorno ambiental, obteniendo así el objetivo establecido de una débil solución a las problemáticas socioeconómicas y una mediana solución a lo relacionado con lo ambiental.

Los resultados de esta fase son la base para la fase de formulación, la cual retoma las problemáticas, escenarios y lineamientos para la formulación de programas y proyectos que se proponen en el plan y el análisis de prioridad de los mismos.

1.5 FORMULACIÓN

La fase de formulación es parte integral y concluyente del proceso de formulación del plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Aburrá y permite generar elementos de política sobre el uso coordinado y sostenible de los recursos de la cuenca con los que se orientan las fases de ejecución, seguimiento y control del POMCA.

En este capítulo se presenta la consolidación del proceso de formulación, con la metodología que más se ajusta a las condiciones de la cuenca, siguiendo además las premisas que sobre esta fase establece el Decreto 1729/2002.

Teniendo en cuenta las problemáticas detectadas en la fase de prospectiva, para cada componente del sistema cuenca del río Aburrá, se visualizaron cuatro escenarios posibles en el horizonte de planificación 2019-2025 y una situación objetivo al interior de éstos. Para esta situación se estableció, desde la fase de prospectiva, una aproximación a las líneas estratégicas que deben ser implementadas para lograr los objetivos plateados.

Las líneas estratégicas, producto de la prospectiva, son el insumo inicial de la fase de formulación. Con ellas se definieron los lineamientos de política y las líneas estratégicas del Plan de ordenamiento. Las acciones dan solución a los problemas diagnosticados por medio de programas, proyectos o actividades y viabilizarán la situación objetivo en el horizonte de planificación.

La Figura 1.38 resume la metodología seguida para la fase de formulación y su conexión con las fases de prospectiva y ejecución.

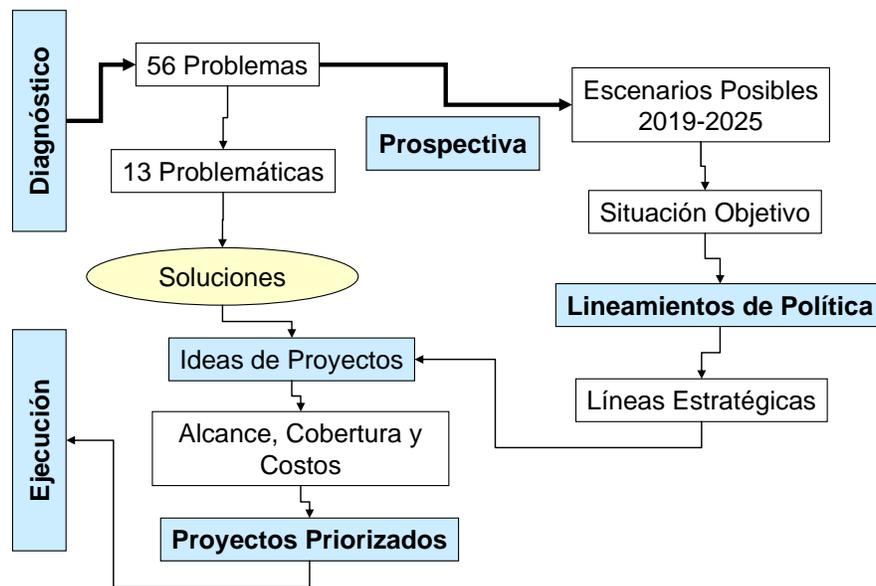


Figura 1.38. Estructura metodológica para la formulación.

Desde las problemáticas obtenidas en la fase de diagnóstico se desarrollan los escenarios posibles de la cuenca y desde éstos se determinó el escenario apuesta u objetivo del uso racional de los recursos. Este es el punto de partida metodológico de la formulación del Plan de ordenamiento y manejo. La situación objetivo es relacionada con la fase de formulación por medio de enunciados de presente que orientan la acción a emprender para la obtención del escenario apuesta. Esta descripción en forma de lineamientos estratégicos, permitió definir y estructurar objetivos, estrategias y acciones que conforman la base de acción de unos lineamientos de política. A la vez las acciones se orientan hacia la conformación de proyectos y programas, los cuales son priorizados para conformar la estructura del Plan de Ordenamiento.

1.5.1 Lineamientos de Política

Los lineamientos de política que a continuación se presentan para el POMCA del río Aburrá, son el producto de la revisión de las políticas internacionales ratificadas por Colombia, las políticas dictadas por el gobierno y las apuestas que desde este Plan se quieren hacer para el ordenamiento de los recursos naturales.

1. Sostenibilidad del agua consumida en la cuenca del río Aburrá

Objetivo general: Garantizar el abastecimiento de agua a los habitantes asentados en la cuenca del río Aburrá, mediante la gestión integrada de las cuencas abastecedoras.

2. Saneamiento y calidad del agua

Objetivo general: Consolidar un programa de recuperación de la calidad del agua del río Aburrá desde sus afluentes, mediante la implementación de proyectos encaminados al saneamiento y al mejoramiento de la calidad del recurso en las zonas urbana y rural de la cuenca del río Aburrá.

3. Manejo integral de corrientes

Objetivo general: Propender por la gestión óptima e integral de la red de drenaje urbana y rural en la cuenca del río Aburrá.

4. Manejo del suelo

Objetivo General: Realizar un manejo integral de la cuenca del río Aburrá con la reglamentación del uso del suelo y su ocupación de tal manera que se garantice el funcionamiento y la conservación de los ecosistemas locales y regionales, impulsando el reconocimiento de los servicios ambientales que se prestan para el mejoramiento de las condiciones de vida de la población y su desarrollo humano sostenible.

5. Gestión integral para el sector minero

Objetivo general: Promover una dinámica interinstitucional que contribuya a la solución de los problemas ambientales generados por minería en el Valle de Aburrá.

6. Gestión integral de residuos sólidos

Objetivo general: Implementar de forma eficaz y permanente el plan de gestión integral de los residuos del Valle de Aburrá en articulación con el ordenamiento y manejo ambiental de la cuenca.

7. Mejoramiento de la calidad del aire

Objetivo general: Desarrollar acciones para el mejoramiento de la calidad del aire a través del fortalecimiento del seguimiento y control de los contaminantes atmosféricos y la implementación de herramientas para la adecuada planificación, de tal manera que permitan la protección de la salud pública y la calidad de vida.

8. Manejo de Fauna y Flora

Objetivo general: Consolidar el sistema de áreas protegidas y de manejo especial, para la cuenca del río Aburrá, con el objeto de contribuir al reconocimiento de la flora y fauna de la cuenca del río Aburrá, de manera que se establezcan medidas de manejo y conservación, garantizando su funcionalidad dentro de los sistemas de áreas protegidas locales y regionales y en general dentro de los ecosistemas de los cuales hacen parte.

9. Gestión del riesgo

Objetivo general: Apoyar, fortalecer y ampliar la cobertura del sistema metropolitano para la prevención, atención y recuperación de desastres del Valle de Aburrá.

10. Información y Conocimiento

Objetivo general: Impulsar la obtención de información para generar conocimiento relevante para el desarrollo sostenible y lograr el mejoramiento de la calidad ambiental y las condiciones de vida de la población, conforme la diversidad natural y cultural del país y en armonía con la Política Nacional Ambiental.

11. Cambio Climático

Objetivo general: Generar políticas de investigación que permitan entender las manifestaciones del cambio climático global en el ámbito local y regional, con el fin de mitigar, hasta donde sea posible, los impactos de éste en la cuenca del río Aburrá.

12. Mecanismos económicos para la gestión ambiental

Objetivo general: Definir los beneficios y costos en los sistemas de pagos por servicios ambientales propuestos para implementar un mecanismo que permita recaudar recursos económicos y transferirlos para desarrollar planes y programas de protección, conservación y uso racional de los recursos naturales, en aquellas zonas que se consideran estratégicas y prioritarias desde el punto de vista técnico.

13. Integración social

Objetivo general: Consolidar la integración de los diferentes actores en la cuenca del río Aburrá, para lograr a partir de la participación activa de cada uno de éstos, la adopción de acciones tanto públicas como privadas que permitan un mayor impacto

sobre las decisiones ambientales, a través de la concertación de intereses y definición de responsabilidades.

14. Gestión pública interinstitucional

Objetivo general: Coordinar los procesos y herramientas de gestión ambiental durante la ejecución del Plan de Ordenación de la cuenca del río Aburrá, de tal forma que su ejecución esté regida por la eficiencia, eficacia y pertinencia de las acciones.

15. Educación ambiental

Objetivo general: Generar espacios que trasciendan el modelo educativo tradicional, reconozca la multiplicidad tanto natural como cultural de la cuenca del río Aburrá, convoquen a la participación social como base para lograr la conservación de la biodiversidad con una visión integral de territorio que promueva la apropiación y valoración por los servicios ambientales, genere conciencia y disposición para avanzar en la construcción de una eco-región sostenible y educadora.

1.5.2 Líneas Estratégicas

La definición de las líneas estratégicas partió de la pregunta ¿Cómo llegar al escenario apuesta? contestada por los actores en la finalización de la fase de prospectiva (ver Figura 1.39) y con lo cual se vincula la prospectiva con la fase de formulación. Las líneas estratégicas construidas para el Plan son de dos tipos, el primero corresponde a las líneas que tienen como eje central los recursos naturales y el segundo a las líneas soporte o transversales que dan viabilidad, solidez y eficacia a las líneas ambientales.

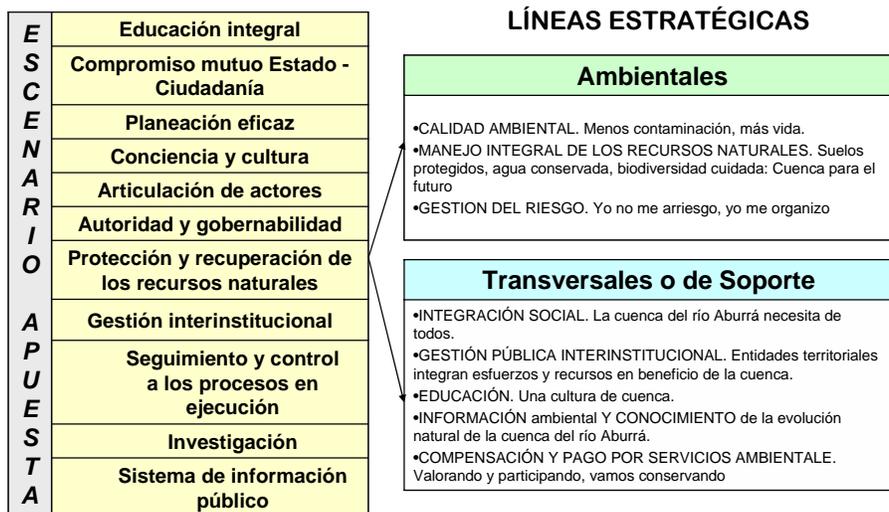


Figura 1.39. Esquema líneas estratégicas.

1. MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES. Suelos protegidos, agua conservada, biodiversidad cuidada: Cuenca para el futuro.
OBJETIVO: Ordenamiento de los recursos naturales
ESTRATEGIAS:
1. Reglamentación, ordenación y control del uso del agua y el suelo
2. Protección y recuperación de cauces y zonas de retiro
3. Recuperación y administración de zonas degradadas
4. Conservación de la diversidad biológica
5. Armonía Ambiente y Territorio
2. CALIDAD AMBIENTAL. Menos contaminación, más vida
OBJETIVO: Prevención, mitigación, control y monitoreo de la contaminación de los recursos naturales en la cuenca del río Aburrá
ESTRATEGIAS:
1. Formulación e implementación del plan de mejoramiento de la calidad del agua del río Aburrá desde sus afluentes
2. Remediación, mitigación y prevención de la contaminación del suelo
3. Creación, implementación y regulación del uso de tecnologías limpias en la industria y el transporte
3. GESTIÓN DE RIESGO. Yo no me arriesgo, yo me organizo
OBJETIVO: Identificar, controlar y mitigar el riesgo generado por las amenazas naturales y sus impactos.
ESTRATEGIAS:
1. Implementación y ampliación de la cobertura del sistema metropolitano para la prevención, atención y recuperación de desastres en el Valle de Aburrá.

<p>1. INFORMACIÓN AMBIENTAL Y CONOCIMIENTO DE LA EVOLUCIÓN NATURAL DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ. Conocer para ordenar y gestionar</p>
<p>OBJETIVO: Generación de conocimiento sobre la evolución natural de la cuenca e información ambiental pública, pertinente y actualizada de la cuenca del río Aburrá.</p>
<p>ESTRATEGIAS:</p>
<p>1. Consolidación de los sistemas de información ambiental de los municipios que hacen parte de la cuenca hidrográfica del río Aburrá</p>
<p>2. Articulación de los sistemas de información ambiental municipales en un sistema único para la cuenca del río Aburrá</p>
<p>3. Fomento a la investigación aplicada al medio ambiente en la cuenca del río Aburrá</p>
<p>4. Actualización de la información temática de línea base en toda la cuenca del río Aburrá.</p>
<p>2. COMPENSACIÓN Y/O PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES</p>
<p>OBJETIVO: Mejoramiento en el estado de conservación de la cuenca del río Aburrá, financiando un conjunto de actividades destinadas a lograr tal fin.</p>
<p>ESTRATEGIA:</p>
<p>1. Identificación, evaluación, definición e implementación de los programas para el pago por servicios ambientales a partir de un análisis costo - beneficio.</p>
<p>3. INTEGRACIÓN SOCIAL. La cuenca del río Aburrá necesita de todos.</p>
<p>OBJETIVO: Integración efectiva comprometida, transparente y participativa de los actores.</p>
<p>ESTRATEGIAS:</p>
<p>1. Construcción de una red de gestión ambiental</p>
<p>2. Articulación de los actores estratégicos</p>
<p>3. Promoción de la participación de todos los actores</p>

<p>4. GESTIÓN PÚBLICA INTERINSTITUCIONAL. Entidades territoriales integran esfuerzos y recursos en beneficio de la cuenca.</p>
<p>OBJETIVO: Planeación, seguimiento y control eficaz de los procesos y recursos</p>
<p>ESTRATEGIAS:</p>
<p>1. Comunicación interinstitucional.</p>
<p>2. Homologación de criterios de planeación.</p>
<p>3. Articulación sistémica de planes nuevos y existentes.</p>
<p>4. Gerencia de la cuenca</p>
<p>5. EDUCACIÓN. Una cultura de cuenca.</p>
<p>OBJETIVO: Educación integral con énfasis en el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.</p>
<p>ESTRATEGIAS:</p>
<p>1. Formación de formadores.</p>
<p>2. Promoción de la educación ambiental.</p>
<p>3. Comunicación y Difusión.</p>

1.5.3 Ideas de Proyectos

La formulación del Plan tiene por objeto plantear las soluciones a las problemáticas a través de Lineamientos de Política, Programas y Proyectos. A continuación se listan las ideas de proyectos que se plantean para atacar las 13 problemáticas, además de estos programas y proyectos que se describen con mayor detalle en el Anexo, se recogen algunos programas en ejecución o prontos a ejecutar en la cuenca como:

1. Plan Maestro de Saneamiento Básico
2. Planes Metropolitanos de Saneamiento

- 3. Plan Regional de Residuos Sólidos - PGIRS
- 4. Diseño del sistema metropolitano para la prevención, atención y recuperación de desastres del Valle de Aburrá - Red Riesgo
- 5. Red de Monitoreo de la Calidad del Aire – Red Aire
- 6. Red de Monitoreo de la Calidad del agua del río Aburrá - Red Río

Programas		Proyectos	
1.	Manejo de corrientes en la cuenca del río Aburrá	1.1	Mantenimiento y rehabilitación de obras, cauces y zonas de retiro.
		1.2	Cartilla de diseño de obras hidráulicas (captaciones, vertimientos, manejo de taludes, canales, estructuras complementarias de alcantarillado).
		1.3	Oferta y demanda del material de arrastre.
		1.4	Modelamiento de la escorrentía superficial ante eventos extremos de lluvia en una cuenca piloto urbana.
2.	Equidad para uso y aprovechamiento eficiente del recurso agua	2.1	Creación de un centro de investigación, capacitación y asesoría para acueductos comunitarios en la cuenca
		2.2	Actualización de la red hídrica, reglamentación del uso del agua y ordenamientos de las cuencas afluentes del río Aburrá.
3.	Recuperación de la calidad del río Aburrá desde sus afluentes	3.1	Implementar sistemas no convencionales de recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales domésticas para la zona urbana y rural de la cuenca del río de Aburrá.
		3.2	Implementación de sistemas unitarios de tratamiento de aguas residuales para las zonas

Programas		Proyectos	
			rurales con baja densidad poblacional en la cuenca del río de Aburrá.
		3.3	Estudio de los impactos ambientales de los sitios de disposición final de residuos sólidos sobre el recurso hídrico
4.	Las aguas subterráneas en la cuenca del río Aburrá		
5.	Efectos locales del cambio climático en la cuenca del río Aburrá		
6.	Sistema de información geográfica de la cuenca del río Aburrá		
7.	El hábitat en la nueva ruralidad	7.1	Lineamientos para el modelo de ocupación territorial del suelo rural metropolitano
		7.2	Las centralidades en las áreas rurales
		7.3	El hábitat rural sostenible
		7.4	Protección al agro metropolitano
		7.5	Normativa para el hábitat en la nueva ruralidad metropolitana
8	Intervención integral de zonas degradadas	8.1	Definición, identificación, caracterización y priorización de zonas degradadas
		8.2	Recuperación de las zonas degradadas en la cuenca del río Aburrá.
		8.3	definición de mecanismo de monitoreo para la vigilancia y control de las zonas recuperadas en la cuenca del río Aburrá
9.	Criterios para una explotación minera adecuada en la cuenca del río Aburrá		
10.	Evaluación ambiental estratégica para el aprovechamiento sostenible de los recursos mineros en la cuenca del río Aburrá		

Programas		Proyectos	
11.	Recuperación ambiental de sitios de disposición final de residuos sólidos clausurados o en proceso de clausura		
12.	Formulación de alternativas e instrumentos para incentivar la producción más limpia a nivel de los grandes generadores de residuos sólidos comerciales e industriales		
13.	Programa de pago por servicios ambientales	13.1	Pago por servicios ambientales hídricos para la cuenca del río Aburrá
		13.2	Pago por servicios ambientales por belleza escénica y paisajística
14	Desarrollo de estrategias de manejo desde la ecología del paisaje en la cuenca del río Aburrá	14.1	. Estructura del paisaje y base natural estructurante del PCA en la cuenca del río Aburrá
15.	Desarrollo de estrategias de gestión ambiental de los ecosistemas de la cuenca del río Aburrá	15.1	Consolidación de la estructura de base natural del PCA en la cuenca del río Aburrá.
		15.2	Manejo integral de áreas de manejo especial, que garanticen el uso sostenible de los RNR de la cuenca del río Aburrá.
		15.3	: Control del saqueo y tráfico de flora y fauna silvestre nativa de la cuenca del río Aburrá.
16.	Desarrollo de estrategias de biología de la conservación par el manejo de la cuenca del río Aburrá	16.1	Recuperación de áreas de manejo especial de la cuenca del río Aburrá.
		16.2	Estudios de biología de conservación para recuperación de poblaciones silvestres nativas de la cuenca del río Aburrá
17.	Calidad del aire para la cuenca del río Aburrá	17.1	Ampliación de la Red de Calidad del Aire – REDAIRE
		17.2	Modelación de dispersión de material particulado en la cuenca del río Aburrá
		17.3	Cupos transferibles de emisión

Programas		Proyectos	
		17.4	Incorporación de la contaminación atmosférica en el Ordenamiento Territorial
		17.5	Investigación Aplicada
18.	Cultura de la cuenca del río Aburrá		
19.	Gestión ambiental interinstitucional coordinada y efectiva		

1.5.4 Priorización

La ejecución de los programas y proyectos pertinentes para la solución de las problemáticas al 2019-2025, requiere ser priorizada de tal forma que se atiendan por las entidades responsables inicialmente los más críticos, y/o aquellos que cambien la tendencia de deterioro de los recursos.

Los programas y proyectos propuestos obedecen a una visión de futuro construida para la cuenca por el Plan de Ordenación, por lo tanto la priorización de ellos se realizó evaluando la contribución que hace cada programa y proyecto al logro de los objetivos establecidos para la cuenca.

El orden establecido por la priorización plantea una ruta de navegación para la Autoridades Ambientales y otros actores responsables de su ejecución, sin embargo en muchos casos las entidades obtienen recursos que tienen una destinación específica, así proyectos o programas con un nivel inferior de prioridad pueden ejecutarse antes que otros de una prioridad superior. Durante la priorización no se consideran estas particularidades, evitando así sesgar las decisiones.

La metodología de priorización sigue la propuesta elaborada por la Universidad Nacional (2003), la cual considera todos los proyectos en una misma canasta, sin hacer diferencias de programas o estrategias.

Se inició por la selección de los niveles u objetivos de prioridad, bajo los cuales se catalogarían los programas y proyectos. Estos niveles no son excluyentes, es decir un programa o proyecto puede clasificarse en varios niveles de prioridad. Los niveles de prioridad tienen implícita una jerarquía sobre los demás, lo que finalmente determina el

orden de prioridad. Los niveles de priorización propuestos son cinco y se describen a continuación (ver Figura 1.40)

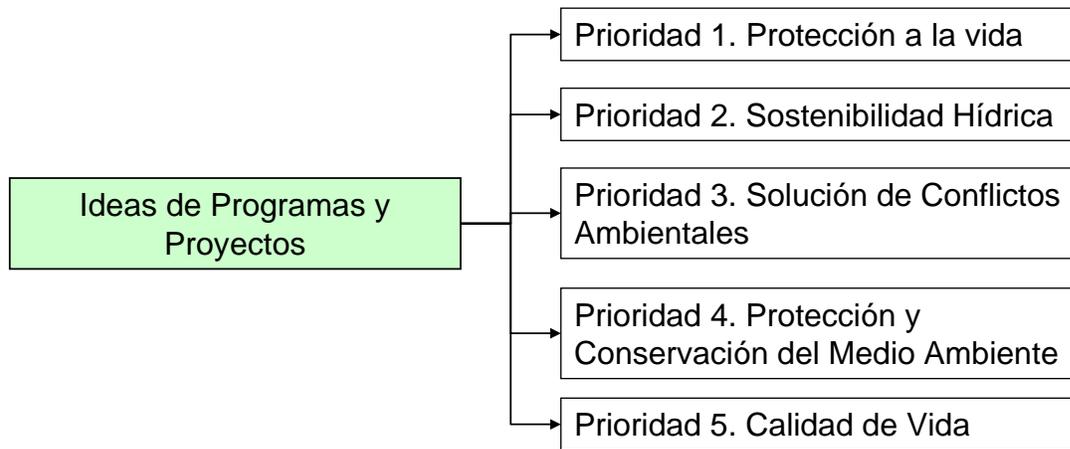


Figura 1.40. Niveles de priorización propuestos

Primer nivel de prioridad: Son prioritarios todos aquellos proyectos o programas relacionados con la protección a la vida, esto incluye el manejo y caracterización de las zonas de alto riesgo y de sus precursores, el acceso a saneamiento básico y la preservación de la salud.

Segundo nivel de prioridad: En un siguiente nivel de prioridad estarían los proyectos o programas que conduzcan a la sostenibilidad hídrica. Estos son los que tengan injerencia en las cuencas abastecedoras, las coberturas vegetales, la calidad del agua, el uso racional del agua, las aguas subterráneas, y la producción más limpia.

Tercer nivel de prioridad: En un tercer nivel de prioridad estarían los proyectos y programas orientados a la solución de conflictos ambientales que se generan durante el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables.

Cuarto nivel de prioridad: En este nivel están los proyectos o programas orientados a la protección y conservación del medio ambiente, tales como control de la calidad del agua, suelo y aire, conservación de espacios públicos, bosques, la flora y la fauna y otros.

Quinto nivel de prioridad: En este nivel están los proyectos o programas orientados a mejorar la calidad de vida de los habitantes tales como, mejoras en los servicios de comunicación, mejoras en los servicios públicos, mejoras en los equipamientos y servicios de salud, mejoras en el sistema educativo, mejoras en las ofertas de habitaciones y otros.

La definición final de la priorización se hizo a partir del método de los promedios Ponderados que es la metodología más sencilla y más ampliamente conocida entre los métodos de análisis multicriterio. Donde la valoración de cada proyecto fue la sumatoria del inverso del nivel de prioridad (P_i) al el o los que pertenece, como lo indica la siguiente ecuación.

$$P_j = \sum_{i=1}^5 \frac{1}{P_i}, \quad P_i > 0$$

El orden de priorización de las alternativas se hace de acuerdo a que, a mayor P_j mejor orden de la alternativa j en la clasificación final. En la Tabla 1.12 se muestra el orden de prioridad de los proyectos después de la valoración.

Tabla 1.12. Proyectos Priorizados

PRIORIDAD	PROGRAMA O PROYECTO
0	Gestión ambiental interinstitucional coordinada y efectiva
	Sistema de información geográfica de la cuenca del río Aburrá
	Cartilla de diseño de obras hidráulicas (captaciones, vertimientos, manejo de taludes, canales, estructuras complementarias de alcantarillado).
1	Mantenimiento y rehabilitación de obras y cauces
2	Creación de un centro de investigación, capacitación y asesoría para acueductos comunitarios en la cuenca
3	Implementar sistemas no convencionales de recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales domésticas para la zona urbana y rural de la Cuenca del río de Aburrá.
4	Implementación de sistemas unitarios de tratamiento de aguas residuales para las zonas rurales con baja densidad poblacional en la Cuenca del río de Aburrá
5	Estudio de los impactos ambientales de los sitios de disposición final de residuos sólidos sobre el recurso hídrico
6	Definición, identificación, caracterización y priorización de zonas degradadas
7	Recuperación de las zonas degradadas en la Cuenca del río aburrá
8	Modelamiento de la escorrentía superficial ante eventos extremos de lluvia en una cuenca piloto urbana.
9	Actualización de la red hídrica, reglamentación del uso del agua y ordenación de las cuencas afluentes del río Aburrá.
10	Programa de pago por servicios ambientales hídricos para la Cuenca del río Aburrá
11	El hábitat rural sostenible

PRIORIDAD	PROGRAMA O PROYECTO
12	Las aguas subterráneas en el Valle de Aburrá
13	Manejo Integral de áreas de manejo especial, que garanticen el uso sostenible de los RNR de la Cuenca del río Aburrá.
14	Control del saqueo y tráfico de flora y fauna silvestre nativa de la Cuenca del río Aburrá.
15	Recuperación de áreas de manejo especial de la Cuenca del río Aburrá.
16	Evaluación ambiental estratégica para el aprovechamiento sostenible de los recursos mineros en la Cuenca del río Aburrá
17	Oferta y demanda del material de arrastre
18	Criterios para una explotación minera adecuada en la Cuenca del río Aburrá
19	Lineamientos para el modelo de ocupación territorial del suelo rural en la Cuenca del río Aburrá.
20	Protección al agro en la Cuenca del río Aburrá
21	Efectos locales del cambio climático en la Cuenca del río Aburrá
22	Recuperación ambiental de sitios de disposición final de residuos sólidos clausurados o en proceso de clausura.
23	Ampliación de la red de calidad del aire – Redaire
24	Cupos transferibles de emisión
25	Pagos por servicios ambientales por belleza escénica y paisajística
26	Normativa para el hábitat en la nueva ruralidad de la Cuenca del río Aburrá
27	Estructura del paisaje y base natural estructurante del PCA en la Cuenca del río Aburrá
28	Consolidación de la estructura de base natural del PCA en la Cuenca del río Aburrá.
29	Estudios de biología de conservación para recuperación de poblaciones silvestres nativas de la Cuenca del río Aburrá.
30	Definición de mecanismo de monitoreo para la vigilancia y control de las zonas recuperadas en la Cuenca del río Aburrá.
31	Incorporación de la contaminación atmosférica en el ordenamiento territorial
32	Programa: Cultura de la Cuenca del río Aburrá
33	Formulación de alternativas e instrumentos para incentivar la producción más limpia a nivel de los grandes generadores de residuos sólidos comerciales e industriales
34	Las centralidades en las áreas rurales
35	Modelación de dispersión de Material particulado en la Cuenca del río Aburrá

1.6 EJECUCIÓN SEGUIMIENTO Y CONTROL

El Decreto 1729 establece que se deben definir mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación, así como indicadores ambientales y de gestión que permitan evaluar el cumplimiento del plan de ordenación. Si como resultado de este proceso, se requieren ajustes al plan la respectiva Autoridad Ambiental o Comisión Conjunta procederá a realizarlos.

El objetivo central en esta fase es proponer un seguimiento a la ejecución del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá (POMCA). Específicamente, analizar si se cumple con el cronograma y se logran los objetivos planteados para la cuenca, propuestos en la fase de formulación, lo cual incluye las acciones, estrategias, programas, proyectos y lineamientos del Plan.

El POMCA es un instrumento de planificación de largo plazo, que permite a las entidades ambientales que tienen jurisdicción sobre la Cuenca del río Aburrá orientar su gestión y realizar acciones con un objetivo común: avanzar en el desarrollo hacia la sostenibilidad.

A través del diagnóstico, se hicieron visibles problemáticas que se deben abordar de manera conjunta por las corporaciones que tienen autoridad sobre la cuenca y para enfrentarlas problemáticas se estableció un escenario deseado, concertado con los actores de la cuenca, y se determinaron unas líneas estratégicas sobre las cuales se deberán enfocar la gestión y las acciones de las corporaciones autónomas, siguiendo los principios del desarrollo sostenible y en concordancia con las políticas ambientales actuales.

Para hacer el seguimiento y control del POMCA es necesario establecer un sistema que permita monitorear y conocer el impacto de las acciones a corto plazo y detectar su validez y necesidad de cambios. Para este fin, se define un sistema de indicadores que permite de forma fácil y rápida conocer la eficacia y eficiencia de cada una de las acciones implementadas por las entidades ambientales; estos indicadores permitirán conocer el impacto de las acciones sobre cada una de las problemáticas identificadas. Es entonces, necesario que se elabore o diseñe un programa de seguimiento y evaluación del POMCA que permita determinar:

- Cumplimiento de los planes operativo y de acción del POMCA
- Ejecución de programas y proyectos propuestos
- Logro de los objetivos propuestos

- Implementación de las estrategias propuestas

Este seguimiento y evaluación se puede hacer utilizando una serie de herramientas, entre las cuáles está el uso de indicadores. Aunque esta metodología se ha generalizado mucho, es una herramienta que debe usarse con cuidado, dado que hay muchas situaciones complejas en la cuenca que difícilmente podrían ser representadas mediante el uso de unos pocos indicadores.

Un seguimiento y evaluación de la Cuenca del río Aburrá que considere los aspectos mencionados anteriormente, permitirá a la Comisión Conjunta reaccionar oportunamente ante todas las situaciones.

El POMCA no generó un sistema de indicadores propio, sino que adapta parte de los definidos en la metodología PIOM (Unalmed, 2003) y los definidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial con apoyo del IDEAM y de expertos en el tema (MAVDT, 2002). Los indicadores seleccionados permiten un seguimiento y evaluación y dan una idea de la variación de la línea base con las acciones y actividades propuestas en los diferentes programas y proyectos formulados por el POMCA, y a su vez muestran el impacto generado en la cuenca.

1.6.1 Cronograma de Ejecución del POMCA

Para garantizar la ejecución de los objetivos propuestos en el POMCA es importante que en la ejecución se tenga un cronograma de ejecución. Los diferentes programas y proyectos formulados en el POMCA están diseñados para solucionar un conjunto de problemas y/o potencializar situaciones deseables o positivas en la Cuenca del río Aburrá. A medida que se van implementando los programas y proyectos las condiciones en la cuenca se van transformando hacia situaciones deseables.

El cronograma de ejecución, a alcanzar con la ejecución del POMCA, se construyó a partir de la siguiente información:

- El diagnóstico de la cuenca
- Los programas y proyectos formulados
- Objetivos o logros esperados

Los programas y proyectos resultantes de la fase de formulación del POMCA tienden a solucionar los problemas detectados, parcial o totalmente. La solución de los mismos

representará para la comunidad el logro de algunas situaciones positivas, que podrían ser formuladas como metas a ser alcanzadas.

Teniendo en cuenta que las Entidades Ambientales generan un Plan de Acción Trienal definido como: “instrumento de planeación de las Corporaciones Autónomas Regionales, en el cual se concreta el compromiso institucional de éstas para el logro de los objetivos y metas planteados en el Plan de Gestión Ambiental Regional. En él se definen las acciones e inversiones que se adelantarán en el área de su jurisdicción y su proyección será de 3 años” (decreto 1200 de 2004), el POMCA define sus metas para un periodo de igual duración, con el objeto de articularlo a estos planes, tanto desde el punto de vista operativo como financiero.

1.6.2 Plan Operativo

En el Plan Operativo se consideran los elementos o instrumentos a través de los cuales se va a materializar el plan de ordenación de la cuenca. En este sentido, existen dos instrumentos fundamentales o primarios, la parte normativa y el programa de actuaciones. El programa de actuaciones es el conjunto, de aplicación práctica y real, de los resultados que arroja el análisis de la información.

Por la parte normativa se entiende la serie de reglas a las que deben ajustarse y someterse las actuaciones previstas en el plan. Algunas de estas normas pueden ser de aplicación directa y hay otras que operan mediante planeamiento urbanístico, gestión de las instituciones implicadas y otros mecanismos. La parte normativa tiene una intención reguladora del uso del suelo, aprovechamientos, actos y comportamientos en y sobre el territorio. Por ello, la materialización del plan de ordenación y manejo requiere el ajuste de actuaciones, como intervenciones sobre el medio, a una normatividad vigente que concilie los intereses privados, públicos, estatales y donde impere el bien común sobre el particular, sin desconocer los derechos de los últimos.

El programa de actuaciones puede presentarse como un compendio de proyectos y programas dispuestos de manera ordenada de acuerdo a un conjunto de necesidades de intervención detectadas y de gestión que permitan llevar los primeros a cabo de manera satisfactoria, tal como fue presentado en la Fase de Formulación.

El plan operativo define cuales son las actividades paso a paso que se tienen en cuenta para el cumplimiento del objetivo propuesto; es decir, debe hacerse un cronograma general de tiempo estimado para cada una de las fases que componen el plan.

En el cronograma se indica no solo los programas y proyectos a ser ejecutados con sus respectivos tiempos y duraciones, sino además las ejecuciones presupuestales

respectivas. Para el POMCA se construyó un plan de consolidación trianual como ya se explicó para el cronograma. Los valores totales de la ejecución se incrementaron con el valor promedio actual del Índice de precios al consumidor (IPC).

1.7 Cumplimiento del Plan Operativo

Se refiere al seguimiento y monitoreo del cumplimiento del plan operativo del POMCA, a medida que se va materializando la ejecución. La tarea de realizar este seguimiento corresponde a la comisión Conjunta de la Cuenca del río Aburrá. En general se debe evaluar el comportamiento del plan en términos de:

- Cumplimiento de cronogramas
- Cumplimiento de presupuestos
- Grado de satisfacción y calidad en la implementación de los diferentes programas y proyectos

Para evaluar ese comportamiento es necesario la formulación de unos indicadores de gestión, los cuales deben permitir llegar a una evaluación de la parte financiera y medir la eficiencia y eficacia con que se está llevando a cabo la parte operativa y de implementación del POMCA para llevar un control y hacer las medidas correctivas del caso, en el momento que sea necesario.

1.7.1 Cumplimiento de Cronograma

En la fase de formulación se definió un cronograma a ser alcanzado en el POMCA, para el mejoramiento de los recursos naturales, estas fueron formuladas como logros específicos en determinados periodos de tiempo. Ese cronograma se definió de acuerdo con los logros asociados a la ejecución progresiva de los diferentes programas y proyectos.

El cronograma está definido de manera cuantitativa y es relativamente fácil hacerle un seguimiento. Se debe entonces, implementar un sistema para recopilar información cada cierto tiempo en la cuenca. Esta información se refiere a las variables que representan los programas incluidos en el cronograma que se definieron en la fase de ejecución. Una vez recopilada esa información, se debe comparar con el cronograma para implementar y determinar en que estado se encuentra: si se están logrando o si hay desfases importantes con respecto al mismo.

Para verificar este cumplimiento se diseñan los indicadores ambientales de la línea base, con esta información se hace el análisis de cómo está evolucionando las variables ambientales, para verificar la recuperación y sostenibilidad de la cuenca. El esquema de recolección de información para el seguimiento del progreso del estado de los recursos naturales de la cuenca dependerá del cronograma definido en la fase de ejecución, el cual a su vez depende de los programas y proyectos propuestos que son una consecuencia directa de la problemática específica de cada cuenca.

En el caso de que algunos de los objetivos del cronograma no se estén cumpliendo de acuerdo a lo planeado habría que hacer un análisis para determinar las causas y hacer ajustes a la ejecución de cronograma. Esta situación puede ser muy simple de corregir en el caso de pequeños desfases, o puede incluso significar un replanteamiento completo del POMCA en el caso de grandes desfases. En las situaciones críticas es muy importante determinar cuales son las causas para que se presenten tantas diferencias entre lo que está ocurriendo y lo que estaba planeado.

Dependiendo de cual sea el problema se necesitará una acción decidida de la Comisión Conjunta para hacer los ajustes que se requieran en el POMCA, la cual pueden ir desde algunas gestiones para la financiación de algunos proyectos, hasta hacer una reformulación completa del POMCA.

1.7.2 Indicadores

Una de las herramientas para realizar seguimiento y evaluación del cambio en las condiciones de los recursos naturales en la cuenca son los indicadores ambientales de la línea base y de gestión, evaluados en diferentes periodos de tiempo. Ellos indicarían la evolución de la cuenca, el estado de la implementación del POMCA, o el éxito de los planes operativo y de acción (gestión del POMCA).

Si los cambios son significativos y se esta presentando una situación no esperada en la cuenca, o la gestión del POMCA no es la que estaba planeada, se deben hacer los ajustes respectivos.

Se trata entonces de diseñar y adoptar un sistema de indicadores que pueda ser evaluado periódicamente para determinar el estado de la cuenca de manera comparativa con la evaluación anterior. Igualmente el sistema debe indicar la evolución en la gestión de ejecución del POMCA (plan operativo y cronograma de ejecución).

Los indicadores ambientales son variables o estimaciones ambientales que dan una información sintética sobre una situación, estado, fenómeno, acción, etc., más allá de su capacidad de representación propia. Además son una propuesta que intenta ofrecer

mecanismos prácticos para involucrar los aspectos ambientales en los procesos de toma de decisiones.

Existen actualmente varios sistemas de indicadores ya diseñados, propuestos e implementados, orientados a describir la situación ambiental a nivel local y regional, tales como los del Sistema de Indicadores del Perfil Ambiental – SIPA – de la Secretaría de Planeación Municipal del Municipio de Medellín, el Sistema de Indicadores Ambientales Urbanos – SIAU – del Ministerio del Medio Ambiente y los desarrollados en la metodología del PIOM. A nivel nacional el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial con el IDEAM y un grupo de investigación de apoyo diseñó un sistema de 146 indicadores de la línea base, de los cuales tiene la respectiva ficha técnica y aplicaciones de cálculo a nivel nacional.

En este sentido el diseño de un sistema de indicadores para el POMCA del río Aburrá recoge las iniciativas de los sistemas de indicadores ya diseñados y es armónico con la normatividad ambiental que apoya el Sistema de Información Ambiental Nacional – SINA.

Se propone entonces un grupo de indicadores de gestión y ambientales de la línea base que se usan para hacer un seguimiento a la implementación o ejecución del POMCA del río Aburrá y seguimiento del estado de los recursos naturales. Básicamente estos indicadores apoyan el seguimiento de los planes operativo del POMCA.

1.8 HERRAMIENTAS PARA LA GESTION

1.8.1 Atlas digital del POMCA

La información espacial recopilada y procesada para la evaluación ambiental se ha plasmado en mapas digitales representativos de la dinámica ambiental del Valle de Aburrá. Esta colección se ha denominado Atlas Digital del POMCA, el cual funciona bajo un sistema de información geográfico con módulos desarrollados durante la ejecución del proyecto, y que utiliza como soporte el sistema MAPWINDOW, que es un sistema de información geográfica programable de código abierto y libre distribución. Esta plataforma es eficiente y dinámica en la visualización de mapas e imágenes de alta resolución, lo que la convierte en una herramienta invaluable para la gestión y planificación del territorio, ya que la información contenida es de libre acceso y distribución.

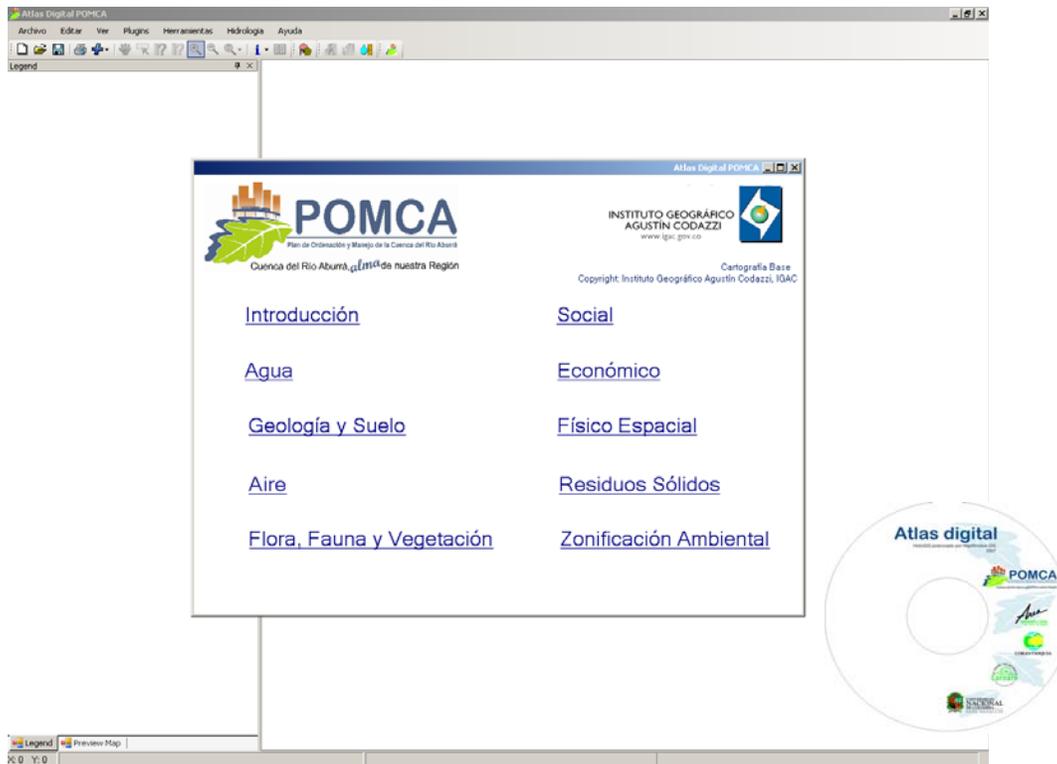


Figura 1.41. Interfaz Atlas digital del POMCA

1.8.2 Módulo de disponibilidad hídrica

Se desarrolló un módulo para el software HidroSIG v 3.1 y para MAPWINDOW (desarrollado por el Posgrado de Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín). Dicho módulo sirve para el cálculo de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca y microcuencas que la componen. Con esta herramienta es posible establecer, en una microcuenca de interés, la disponibilidad del recurso hídrico y definir si los usuarios se verán afectados por nuevas concesiones. El modelo permite identificar los tramos de la red de drenaje en que se presentan estados deficitarios y puede servir como sistema de soporte a la decisión en la reglamentación del uso del agua. El modelo establece la disponibilidad hídrica, calculada como la diferencia entre la oferta natural de los caudales mínimos y las demandas del recurso en la cuenca, tomadas como la agregación en la dirección del flujo de todos los valores de captaciones registrados en la cuenca.

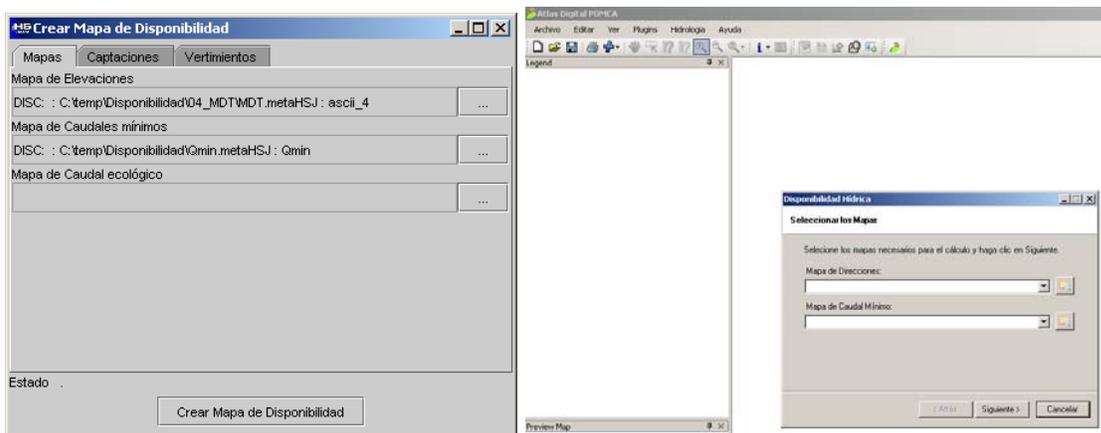


Figura 1.42. Interfaz del módulo de disponibilidad

1.8.3 Módulo Catalogo Bibliográfico

El catalogo bibliográfico fue concebido para recopilar toda la información bibliográfica útil de una u otra manera para el proyecto que se encontraba dispersa en diferentes centros de documentación dispersos en la ciudad. Está basado en el Sistema de fichas bibliográficas de Red Rio Fase I, pero con la característica de estar diseñado para ser WEB y que se pueda acceder desde cualquier sitio con acceso a Internet.

La Base de Datos fue desarrollada en ORACLE, y las interfaces del sistema en ASP.net 2.0 por lo cual es recomendado usar el Internet Explorer para usar el sistema

Fichas Bibliograficas				
Código	18950001			
Estudio, Diseño o documento:	Alto de San Miguel: Cuna del río Medellín			
General	Autores	Palabras Claves	Referencia Bibliografica	Ubicacion
Tipo de Documento:	Artículo de una publicación seriada (Revista)			
Año:	1995		Mes	
Ubicación geográfica del contexto del documento:	050010000000			Antioquia, Medellín
Contenido	Resumen:	Comentarios y Sugerencias:		
Características generales del alto de San Miguel, con su función reguladora y su importancia como zona de vida de tipo bosque muy húmedo montano bajo.	El alto de San Miguel ve nacer al río Medellín, pero al igual que el segundo tiene problemas ambientales. El instituto MI Río a la defensa de este valiosos ecosistema El Alto de San Miguel, con sus 3000 msnm, no solo sirve de estadio a las quebradas S	Este artículo de revista no ofrece mucha información específica en general presenta una breve descripción del alto de San Miguel con sus principales características.		
Código	Contenga	Buscar ...	Busqueda Avanzada..	
Documentos				
Código	Título	Año	Mes	
18990002	Actualización de Obras y Acciones Estructuras Hidráulicas por Zonas	1999		
18820001	Alternativa de Solución al Problema de Contaminación del Río Medellín	1982		
18950001	Alto de San Miguel: Cuna del río Medellín	1995		
18830001	Análisis de Alternativas de Descontaminación del Río Medellín	1983		
18930003	Análisis del nivel de amenaza de los asentamientos localizados en las márgenes del Río y sus tributarios principales	1993		
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...				

Figura 1.43. Formulario para ver documentos

1.8.4 Módulo de Captaciones y Vertimientos

El módulo de captaciones y vertimientos tiene interfaces para la visualización y búsqueda de las concesiones de aguas y los vertimientos, además de un modulo para la actualización de la información de las autoridades ambientales.

Captaciones y Vertimientos

Captación

<u>Expediente:</u>	11028649-1	<u>Autoridad Ambiental:</u>	CORNARE
<u>Usuario:</u>	ASOCIACION DE PROPIETARIOS DE LAS PARCELAS LA CIMBRA - MARTIN GONZALO ISAZA POSADA	<u>Documento:</u>	
<u>Representante:</u>		<u>Apoderado:</u>	
<u>Dirección:</u>		<u>Teléfono:</u>	561 80 79 251 30 39
<u>Cuenca:</u>	Q. OVEJAS	<u>Municipio:</u>	GUARNE
<u>Tipo de Fuente:</u>	SUPERFICIAL	<u>Cota:</u>	2200
<u>Norte:</u>	1186900	<u>Este:</u>	851850
<u>Resolución:</u>	131-0401-01	<u>Fecha Resolución:</u>	12/10/2001
<u>Fecha Notificación:</u>		<u>Fecha Vencimiento:</u>	15/11/2011
<u>Observaciones:</u>			

Tipo de Uso	Caudal Otorgado (l/s)
AGROPECUARIO INDIVIDUAL	0.1980

[Busqueda Avanzada](#)

Captaciones

Código	Autoridad Ambiental	Expediente	Cuenca	Tipo de Fuente	Municipio	Este	Norte	Cota
48	CORNARE	11028649-1	Q. OVEJAS	SUPERFICIAL	GUARNE	851850	1186900	2200
49	CORNARE	11029088-1	Q. OVEJAS	SUPERFICIAL	GUARNE	851850	1186900	2200
50	CORNARE	11029088-1	Q. OVEJAS	SUPERFICIAL	GUARNE	851850	1186900	2200
51	CORNARE	11029088-1	Q. OVEJAS	SUPERFICIAL	GUARNE	851850	1186900	2200
52	CORNARE	11029088-1	Q. OVEJAS	SUPERFICIAL	GUARNE	851850	1186900	2200
53	CORNARE	11029101-1	Q. OVEJAS	SUPERFICIAL	GUARNE	851850	1186900	2200
54	CORNARE	11029101-1	Q. OVEJAS	SUPERFICIAL	GUARNE	851850	1186900	2200
55	CORNARE	11029088-1	Q. OVEJAS	SUPERFICIAL	GUARNE	851850	1186900	2200
56	CORNARE	11029088-1	Q. OVEJAS	SUPERFICIAL	GUARNE	851850	1186900	2200
57	CORNARE	11029088-1	Q. OVEJAS	SUPERFICIAL	GUARNE	851850	1186900	2200

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...

Figura 1.44. Formulario para visualizar y consultar las captaciones y vertimientos