

TABLA DE CONTENIDO

3. SUBSISTEMA ABIÓTICO: RECURSO SUELO.	3-1
3.1 INTRODUCCIÓN	3-1
3.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	3-2
3.3 ALCANCE	3-2
3.4 METODOLOGÍA	3-3
3.5 RESULTADOS	3-3
3.5.1 Descripción geológica	3-3
3.5.2 Unidades litológicas	3-4
3.5.3 Estructuras	3-7
3.6 GEOMORFOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ	3-10
3.6.1 Unidades cartográficas	3-11
3.6.2 Procesos morfodinámicos	3-14
3.7 MINERÍA	3-18
3.7.1 Recursos minerales	3-18
3.7.2 Inventario de zonas de explotación	3-20
3.8 AGUAS SUBTERRÁNEAS	3-23
3.8.1 Metodología	3-23
3.8.2 Información secundaria disponible	3-24
3.8.3 Resultados	3-25
3.8.4 Conclusiones y comentarios	3-36
3.8.5 Problemas del agua subterránea	3-38
3.8.6 Modelo Hidrogeológico conceptual de la Cuenca del río Aburrá	3-39
3.9 AMENAZAS Y RIESGOS	3-52

3.9.1	Inventario de áreas susceptibles a movimientos en masa	3-53
3.9.2	Riesgo por movimientos en masa	3-56
3.9.3	Amenaza sísmica	3-58
3.9.4	Inventario de áreas susceptibles a la amenaza sísmica	3-58
3.9.5	Vulnerabilidad	3-61
3.10	ANÁLISIS DE POTENCIALIDADES Y RESTRICCIONES	3-63
3.10.1	Potencialidades	3-64
3.10.2	Potencial geomorfológico	3-69
3.10.3	Sitios de interés geomorfológico	3-71
3.10.4	Potencial minero	3-74
3.10.5	Inventario de explotaciones actuales	3-75
3.11	RESTRICCIONES	3-76
3.11.1	Procesos morfodinámicos	3-76
3.11.2	Amenaza y riesgo por movimientos en masa	3-77
3.11.3	Amenaza y riesgo sísmico	3-78
3.12	INTRODUCCIÓN	3-79
3.13	ALCANCES	3-81
3.14	METODOLOGÍA	3-83
3.14.1	Zonas de Vida	3-83
3.14.2	Coberturas vegetales	3-83
3.14.3	Usos del suelo	3-83
3.14.4	Determinación de unidades eco-geomorfológicas:	3-87
3.15	DIAGNÓSTICO COBERTURAS VEGETALES Y USO ACTUAL DEL SUELO	3-88
3.15.1	Antecedentes sobre planificación del uso del suelo rural y las coberturas vegetales en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá	3-88
3.15.2	Cartografía de la línea base	3-92
3.15.3	Diagnóstico de las coberturas vegetales en la zona rural	3-112
3.15.4	Diagnóstico de los usos del suelo en la zona rural	3-115
3.16	CONCLUSIONES	3-119
3.17	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3-121

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1.	Unidades geológicas de la Cuenca del río Aburrá	3-4
Figura 3.2.	Estructuras geológicas en la cuenca del río Aburrá.....	3-7
Figura 3.3.	Unidades geomorfológicas de la Cuenca del Aburrá	3-12
Figura 3.4.	Procesos morfodinámicos dominantes en la cuenca del río Aburrá	3-14
Figura 3.5.	Formaciones superficiales en la Cuenca del río Aburrá.....	3-17
Figura 3.6.	Concesiones de explotación minera en la Cuenca del río Aburrá	3-22
Figura 3.7.	Aspectos estructurantes en el análisis del diagnóstico	3-23
Figura 3.8.	Estructura de la utilización de información para los productos del diagnóstico....	3-26
Figura 3.9.	Esquema conceptual de los acuíferos en el Valle de Aburrá	3-28
Figura 3.10.	Ubicación de la unidad hidrogeológica A en el Área Metropolitana.....	3-28
Figura 3.11.	Zonas de recarga para acuífero asociado a depósitos aluviales del río Aburrá...	3-31
Figura 3.12.	Vías de circulación del agua subterránea originada en el Altiplano de Sta Elena	3-32
Figura 3.13.	Circulación del agua subterránea desde el municipio de Envigado hacia el municipio de Medellín en la parte noroeste del altiplano de Envigado	3-32
Figura 3.14.	Ubicación de pozos de explotación de aguas subterráneas en el Área Metropolitana	3-34
Figura 3.15.	Ubicación de los pozos de muestreo para análisis de calidad del agua subterránea..	3-36
Figura 3.16.	Comparación de zonas de recarga de aguas subterráneas con las zonas construidas Imagen de satélite landsat ETM+ de 21 de agosto de 2000.	3-39
Figura 3.17.	Mapa de clasificación de recarga por geomorfología.....	3-41
Figura 3.18.	Mapa de clasificación de recarga por geología.....	3-43
Figura 3.19.	Mapa de recarga directa por geología.....	3-44
Figura 3.20.	Mapa de clasificación de recarga por densidad de fracturamiento.....	3-46
Figura 3.21.	Mapa de Clasificación de la precipitación.....	3-47
Figura 3.22.	Mapa de recarga por densidad de fracturamiento y geomorfología	3-48

Figura 3.23.	Mapa potencial de recarga para la Cuenca del río Aburrá	3-50
Figura 3.24.	Mapa potencial de recarga directa para la Cuenca del río Aburrá excluyendo la zona urbanizada	3-50
Figura 3.25.	Ubicación esquemática de la sección de corte (A-B) del modelo hidrogeológico conceptual de Cuenca del río Aburrá	3-51
Figura 3.26.	Modelo Hidrogeológico conceptual de la Cuenca del río Aburra	3-52
Figura 3.27.	Amenaza por deslizamiento en la Cuenca del río Aburrá	3-55
Figura 3.28.	Zonas de riesgo por movimientos en masa en la Cuenca del río Aburrá.....	3-56
Figura 3.29.	Isoaceleraciones en roca para determinar amenaza sísmica indicativa	3-61
Figura 3.30.	Mapa de densidad de fracturamiento	3-67
Figura 3.31.	Mapa de calidad de la roca.....	3-68
Figura 3.32.	Sitios de interés para generación de energía	3-70
Figura 3.33.	Sitios de interés paisajístico.....	3-73
Figura 3.34.	Concesiones de explotación minera en la Cuenca del río Aburrá	3-76
Figura 3.35.	Restricciones de amenaza por deslizamiento	3-78
Figura 3.36.	Asociaciones de suelos pertenecientes a la Cuenca del río Aburrá	3-93
Figura 3.37.	Clases Agrológicas de la Cuenca del río Aburrá	3-95
Figura 3.38.	Zonas de vida en la Cuenca del río Aburrá	3-97
Figura 3.39.	Coberturas vegetales de la Cuenca del río Aburrá	3-99
Figura 3.40.	Uso del suelo en la Cuenca del río Aburrá	3-101
Figura 3.41.	Clasificación del suelo para la Cuenca del río Aburrá, basada en los POT de los municipios de la cuenca del río Aburrá.....	3-103
Figura 3.42.	Zonas factibles y restringidas para pastoreo en el Valle de Aburrá.....	3-104
Figura 3.43.	Uso potencial en el suelo rural para el Valle de Aburrá	3-107
Figura 3.44.	Conflictos en el uso del suelo rural a partir de los mapas de uso actual del suelo, uso potencial del suelo y restricción por pastoreo.....	3-110
Figura 3.45.	Unidades ecológicas y geomorfológicas.	3-112
Figura 3.46.	Porcentaje del área de coberturas vegetales en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.....	3-113
Figura 3.47.	Áreas de cultivos en Antioquia y el Valle de Aburrá.....	3-116
Figura 3.48.	Porcentaje de participación del Valle de Aburrá en área de cultivos del departamento de Antioquia.....	3-117
Figura 3.49.	Tendencia del área de diferentes tipos de cultivos en el Valle de Aburrá.....	3-118

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1.	Descripción general de rocas metamórficas.....	3-4
Tabla 3.2.	Descripción general de rocas ígneas	3-5
Tabla 3.3.	Descripción general depósitos recientes	3-6
Tabla 3.4.	Descripción fallas regionales	3-8
Tabla 3.5.	Descripción de unidades geomorfológicas	3-12
Tabla 3.6.	Descripción de los procesos morfodinámicos.....	3-15
Tabla 3.7.	Descripción de las formaciones superficiales	3-16
Tabla 3.8.	Descripción del recurso mineral.....	3-18
Tabla 3.9.	Descripción de las áreas mineras	3-20
Tabla 3.10.	Parámetros hidráulicos del acuífero A1.....	3-29
Tabla 3.11.	Estado de las captaciones de agua subterránea	3-33
Tabla 3.12.	Categorías para la clasificación del mapa geomorfológico	3-40
Tabla 3.13.	Categorías para la clasificación del mapa geológico	3-42
Tabla 3.14.	Descripción de la amenaza por movimiento en masa.....	3-53
Tabla 3.15.	Descripción del riesgo por movimientos en masa.....	3-57
Tabla 3.16.	Rangos de clasificación de la amenaza sísmica.....	3-58
Tabla 3.17.	Rangos de aclaraciones máximas y cualificación de la amenaza sísmica	3-59
Tabla 3.18.	Descripción de la amenaza sísmica	3-59
Tabla 3.19.	Descripción de la vulnerabilidad.....	3-61
Tabla 3.20.	Clasificación de la resistencia de roca inalterada	3-64
Tabla 3.21.	Análisis de la calidad de la rocas en la Cuenca del río Aburrá.....	3-65
Tabla 3.22.	Sitios de interés para generación de energía	3-69
Tabla 3.23.	Sitios de interés paisajístico – turístico.....	3-71
Tabla 3.24.	Disponibilidad de recursos minerales según el tipo de roca.....	3-74

Tabla 3.25.	Intensidad de los procesos morfodinámicos en la cuenca	3-77
Tabla 3.26.	Matriz de calificación del conflicto entre el uso actual y potencial del suelo rural en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá	3-86
Tabla 3.27.	Asociaciones de suelos	3-94
Tabla 3.28.	Grupos de Manejo	3-95
Tabla 3.29.	Zonas de vida de la Cuenca del río Aburrá	3-97
Tabla 3.30.	Coberturas vegetales con sus respectivas áreas y porcentajes.....	3-99
Tabla 3.31.	Uso del suelo con sus respectivas áreas y porcentajes.....	3-102
Tabla 3.32.	Clasificación del suelo	3-103
Tabla 3.33.	Áreas factibles y restringidas para ganadería de pastoreo - Valle de Aburrá	3-105
Tabla 3.34.	Área de cada uso potencial en la Cuenca del Aburrá	3-108
Tabla 3.35.	Áreas totales caracterizadas por los diferentes conflictos de uso en el Valle de Aburrá.....	3-110

3. SUBSISTEMA ABIÓTICO: RECURSO SUELO.

PARTE 1: COMPONENTE GEOLOGÍA

3.1 INTRODUCCIÓN

El conocimiento del componente geológico y las demás variables que él envuelve (geomorfología, procesos morfodinámicos, recursos minerales, aguas subterráneas, competencia de las rocas (propiedades geotécnicas) 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.

El subsuelo comprende un complejo sistema que cumple varios roles a la vez, como ser fuente de recursos, soporte de actividades, generador de amenazas, y receptor de residuos, (Instituto Colombiano de Geología y Minería, Ingeominas, 1996). Esto significa que todos los procesos de origen natural asociados a la dinámica del territorio y las intervenciones que en él se realicen producen resultados que pueden ser positivos o negativos, afectando de manera directa los ecosistemas y al ser humano.

Si se desea realizar una planificación de uso sostenible, el análisis del medio físico (subsuelo), debe dirigirse hacia el conocimiento de los recursos que se encuentren en él y hacia las restricciones de su uso, con el fin de conocer la oferta real para su aprovechamiento.

En este aparte se presenta una síntesis del estado del arte sobre la geología, geomorfología, procesos morfodinámicos, áreas mineras, aguas subterráneas y amenazas por deslizamiento y sísmica en la Cuenca del río Aburrá, con el fin de realizar un diagnóstico de ésta para fines de ordenamiento.

3.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el presente estudio se cuenta con información suficiente en las temáticas de geología, geomorfología, minería y amenazas en los sectores correspondientes al Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Es importante anotar que los datos relacionados con el inventario minero, pueden estar muy desactualizados, teniendo en cuenta que el estudio más reciente data de 1998 y que muchas de las áreas y títulos incluidos en dicho estudio, pueden no estar vigentes. Sin embargo, estos datos han sido complementados con información correspondiente a las licencias de exploración, explotación y concesiones para los municipios que conforman la Cuenca del río Aburrá, siendo datos del 2005, elaborados por la Gobernación de Antioquia.

Las escalas de trabajo varían entre 1:25000 y 1:100000 y algunas en 1:400000 (geología y geomorfología), por lo cual existe heterogeneidad en el detalle de la misma; esto aplica para todas las temáticas del componente geológico y crea cierto grado de incertidumbre en lo que se refiere a la veracidad de la información a la escala predeterminada para el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá, POMCA, (1:25000). Existen vacíos relevantes de información en el sector norte y oriente de la cuenca, específicamente en los municipios de Don Matías, Santo Domingo, San Vicente, Guarne, Yolombó y algunas áreas de Bello y Barbosa, sobretodo en lo que se refiere a la parte cartográfica.

3.3 ALCANCE

En esta fase del proyecto POMCA se pretende recopilar, analizar e integrar la información de carácter técnico y científico desarrollado por diversas instituciones, para obtener un diagnóstico que ilustre la situación actual de la cuenca; con el fin de aprovecharla en los procesos de planificación y ordenamiento ambiental territorial. Por esta razón, los resultados finales dependen de la cantidad, calidad y confiabilidad de la información secundaria.

Se presenta entonces la información de línea base, relacionada con la geología, estructuras geológicas, geotectónica, unidades geomorfológicas, procesos morfodinámicos, minería, aguas subterráneas, amenaza por deslizamiento y amenaza sísmica y una primera aproximación a la identificación de potencialidades y problemáticas en la cuenca.

3.4 METODOLOGÍA

Este estudio se ha concebido bajo dos perspectivas; una de ellas está basada en la recopilación bibliográfica referente a la zona, correspondiente a todos aquellos estudios relacionados con la geología, la geomorfología, estudios de aguas subterráneas, minería, procesos morfodinámicos, amenazas y riesgos naturales por fenómenos de remoción en masa y sismos que aparecen en las referencias bibliográficas. La segunda perspectiva consiste en sintetizar la información recopilada a través de un informe y de mapas temáticos; a escala 1:25000, que para fines prácticos pueden ser ilustrados a escalas gráficas o de menor detalle.

Este documento contiene la parte descriptiva de cada uno de los componentes del sistema físico que conforman la Cuenca del río Aburrá y una primera aproximación de la zonificación de sus principales potencialidades y restricciones con respecto a sus posibles usos, ilustrada en sus respectivos mapas.

3.5 RESULTADOS

3.5.1 Descripción geológica

El área sobre la cual se sitúa la Cuenca del río Aburrá, se encuentra conformada por una serie de rocas metamórficas, ígneas y depósitos, que varían cronológicamente en edades geológicas desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. Este mosaico de litologías, presentan características muy definidas que de cierta manera favorecen o limitan el uso del territorio. La Figura 3.1 presenta las unidades geológicas identificadas en la Cuenca del río Aburrá (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: "1LB", objeto: "SU_Litologia").

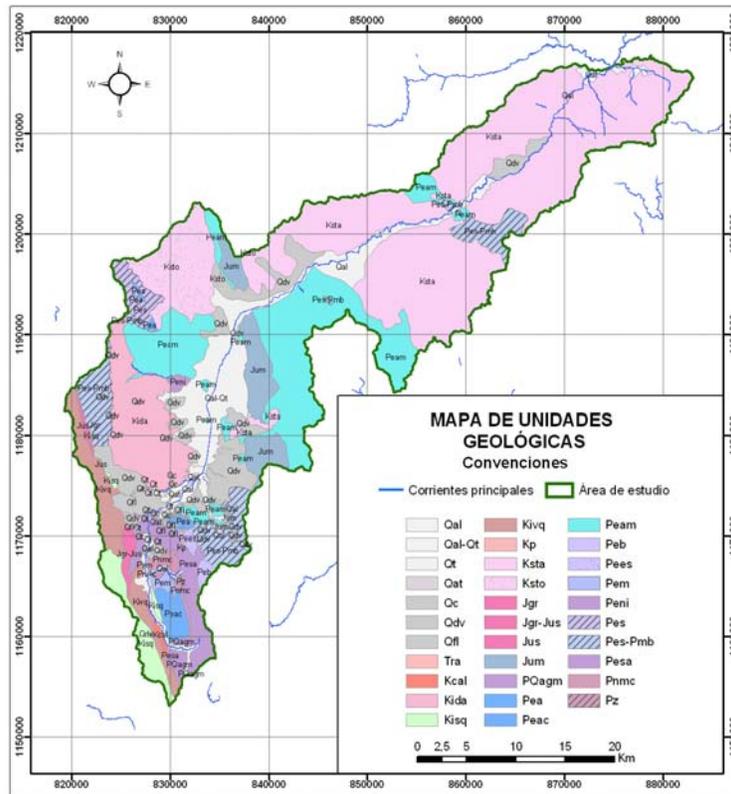


Figura 3.1. Unidades geológicas de la Cuenca del río Aburrá
Fuente: compilado y modificado de Corantioquia, 2005a; Área Metropolitana, 2002b; Área Metropolitana, 1998b.

3.5.2 Unidades litológicas

■ **Rocas metamórficas**

Estas rocas han sido estudiadas por diferentes autores desde el año 1911, dentro de las cuales se incluyen todas las rocas de edad Paleozoica de la parte central de Antioquia. En la Cuenca del río Aburrá afloran ortoneises, anfibolitas, migmatitas y esquistos; las cuales se describen en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Descripción general de rocas metamórficas

ROCA	SÍMBOLO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Ortoneis	PQagam, Pnmc, Pnim	Sur del Valle de Aburrá	Evidencias de diaclasamiento Desarrolla suelos arenosos

ROCA	SÍMBOLO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Anfibolitas	Peac, Pam, Pag	Medellín, El Retiro, Barbosa, Bello, Copacabana, Envigado, Santa Elena	Roca dura, masiva, diaclasada y meteorizada Desarrolla suelos Limo arenosos
Neis	Peni, Pnm	Sabaneta, Envigado, Girardota y Copacabana	Evidencias de diaclasamiento Desarrolla suelos limo arcillosos y arenosos
Esquistos cuarzo - sericíticos	Pesa	Vía Las Palmas, Sur de la cuenca	Evidencias de diaclasamiento Foliación paralela

Fuente: compilado y modificado de Área Metropolitana, 2002b; Correa y Martens, 2000; Área Metropolitana, 1998b.

▪ Rocas ígneas

En la Cuenca del río Aburrá existen gabros, metagabros, peridotitas, basaltos, dunitas y granitoides. Algunos cuerpos intrusivos son de gran extensión y se conocen comúnmente como batolitos (>100 km²) y stocks (<100 km²). Estas rocas se describen en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Descripción general de rocas ígneas

NOMBRE	SÍMBOLO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Gabros de Romeral	Jgr	SW del Valle de Aburrá en los municipios de Caldas y La Estrella	Desarrolla suelos limosos - arenosos
Peridotitas	Jus	Sur del Valle de Aburrá	Alto grado de fracturamiento Desarrolla suelos limo arcillosos
Dunita de Medellín	Jum	Envigado, Bello, Las Palmas, San Pedro	Alta grado de fracturamiento Desarrolla suelos arcillosos
Batolito Antioqueño	Ksta	Aflora en la parte norte y hacia el flanco oriental del Valle de Aburrá	Principalmente Tonalita y Granodiorita Perfiles de meteorización profundos Desarrolla suelos limo arenosos
Stock de Ovejas	Ksto	Bello	Principalmente granodioritas y cuarzdioritas Desarrollan suelos areno limosos
Stock de Altavista	Kida	Occidente del Río Medellín, Norte de	Principalmente andesitas y granodiorítica

NOMBRE	SÍMBOLO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
		Itagüí	Desarrolla suelos de textura limo arcillosa
Stock de San Diego	Kqd	Oriente de Medellín, en la Quebrada Santa Elena	Principalmente de composición diorítica y gabroica y pegmatitas básicas
Stock de las Estancias	Kce	Oriente de Medellín, en la Quebrada Santa Elena	Son de composición cuarzdiorítica
Complejo Quebradagrande	Kisq, Kivq	Sur del Valle de Aburrá	Desarrollan suelos de textura limo arcillosa Cuerpos fallados

Fuente: compilado y modificado de Área Metropolitana, 2002b; Área Metropolitana, 1998b.

▪ **Depósitos recientes**

Estas unidades de roca son producto de la meteorización intensa del agua, viento y factores físico - químicos, que alteran las composiciones originales de las rocas, generando nuevos materiales, los cuales muchas veces son transportados. Se consideran los elementos más recientes de los niveles subsuperficiales. La Tabla 3.3 presenta la descripción de estos depósitos en la Cuenca del río Aburrá.

Tabla 3.3. Descripción general depósitos recientes

NOMBRE	SÍMBOLO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Depósitos Aluviales	Qal	A lo largo del cauce del río Medellín (Aburrá) y algunos afluentes	Conformados por arcillas, limos, arenas, gravas gruesas y fragmentos rocosos Con estratificación horizontal variable, abanicos, terrazas y llanuras aluviales.
Depósitos Aluviotorrenciales	Qat	Quebradas de orden superior, afluentes del río Aburrá. Parte baja de la cuenca.	Materiales con una gran diversidad litológica, tamaños, formas y espesores.
Llenos Antrópicos	Qan	Relleno sanitario de la Curva de Rodas, Moravia y La Isla	Depósitos artificiales muy heterogéneos, e incluyen materia orgánica, escombros y basura

Fuente: compilado y modificado de Área Metropolitana, 2002b; Área Metropolitana, 1998b.

3.5.3 Estructuras

Para la Cuenca del río Aburrá, existe un complejo sistema de fallas geológicas, tanto locales como regionales, las cuales se presentan en la Figura 3.2 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “SU_Estructura_G”). Dichas estructuras están a su vez asociadas a la actividad tectónica característica del occidente colombiano y las fallas más representativas que hacen parte del sistema de fallas Romeral.

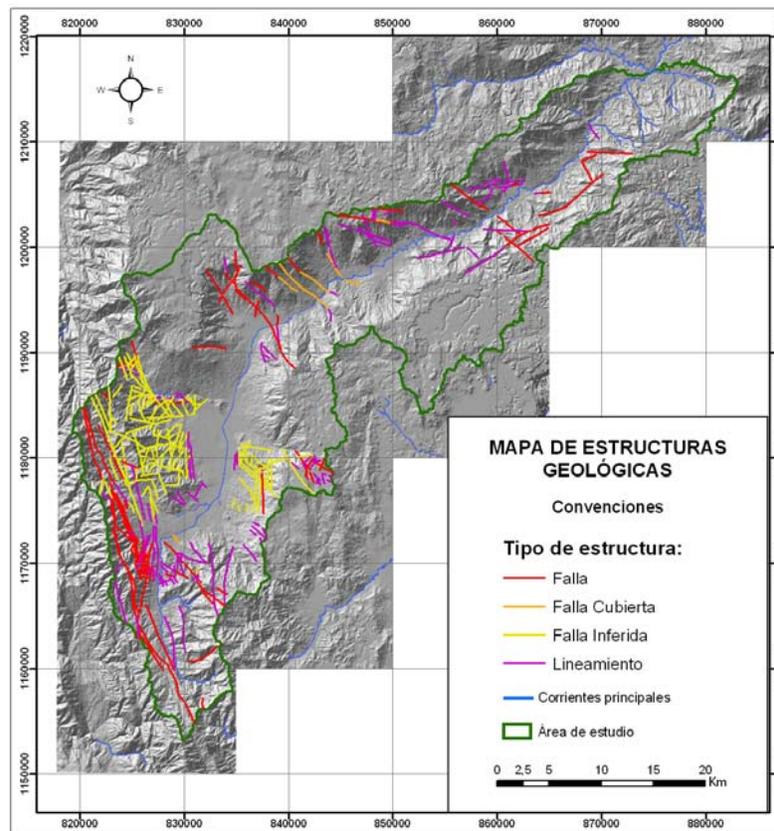


Figura 3.2. Estructuras geológicas en la cuenca del río Aburrá

Fuente: Compilado y modificado de Área Metropolitana, 2002b; Área Metropolitana, 1998b.

▪ Fallas regionales

En la Tabla 3.4 se describen 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; como el Sistema de Fallas de San Jerónimo y La Falla Porce. Los

sistemas de Palestina, sistema Espíritu Santo, y sistema Belmira tienen importancia regional y por eso se mencionan en este informe.

Tabla 3.4. Descripción fallas regionales

ESTRUCTURA	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Falla San Jerónimo	Alto de Minas hasta los alrededores de la cabecera municipal de Caldas en dirección NS, y luego se prolonga hacia las vertientes del río Cauca donde toma una nueva disposición NNW	Evidencia de zonas de cizalla (Área Metropolitana, 2002b)
Falla Ancón	Quebrada La Romera hasta el Ancón Sur	Fuertes cambios de pendiente y silletas alineadas. En la Cuchilla Ancón, se evidencia el cambio de dirección del río Aburrá. (Maya y Escobar, 1985).
Falla La Doctora	Quebrada La Doctora, con una disposición paralela a la Falla de Ancón	Longitud de 2.5 Km. hasta la confluencia de la Quebrada La Doctora con la Quebrada Buenavista. (Área Metropolitana, 1998b)
Falla Minas	Cuencas de las quebradas La Chuscala, La Valeria y La Paja, al oeste de la falla San Jerónimo	Dirección predominante N45°W. Las rocas afectadas presentan un alto grado de fracturamiento, desarrollando grandes espesores de meteorización. (Área Metropolitana, 2002b)
Falla Santa Isabel	Controla la quebrada Santa Isabel en el Municipio de Caldas	Evidencia el contacto entre esquistos cuarzo-sericíticos y el neis de La Miel, su dirección predominante es N. (Área Metropolitana, 2002b)
Falla Tierra Amarilla	Parte alta de la vereda quebrada Grande, en el municipio de La Estrella	Evidencias tectónicas como silletas, fracturamiento y drenajes alineados con una dirección aproximada N60°W. (Área Metropolitana, 2002b)
Falla La Cachona	Parte superior de la quebrada La Ayurá hasta la desembocadura de la quebrada La Cachona	Dirección NS y un cambio de sentido N50°W a la altura de la desembocadura de la quebrada La Cachona. (Área Metropolitana, 2002b)

ESTRUCTURA	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Falla Don Matías	Ambas márgenes del río Aburrá, Longitud aproximada de 10 Km.	Silletas en ambas márgenes del río Aburrá y estrías de falla en saprolitos de cuarzdiorita. (Área Metropolitana, 2002b)
Falla El Salto	Se extiende desde la cuchilla El Contador hasta la vereda Peñolcito en áreas del municipio de Copacabana	Escarpes con pendientes muy pronunciadas (cuchillas Ancón Norte y Contador) y valles profundos desarrollados en los lineamientos de las quebradas. (Área Metropolitana, 2002b)
Falla La Chapa	Vía Barbosa – Alejandría a lo largo de la loma Los Quinteros, Loma El Guamal y la quebrada Ovejas afectando las rocas ígneas del Batolito Antioqueño.	Facetas triangulares y cambios en la pendiente de las laderas. (Área Metropolitana, 2002b)
Falla La Loca	Observada en el cauce de la quebrada del mismo nombre en el municipio de Bello	Presenta una extensión de 2 Km. aproximadamente, con una dirección NW. (Área Metropolitana, 2002b)
Falla Chagualones	Controla la parte media - alta del cauce de la quebrada Chagualones	Milonitización, intrusión de diques, que posteriormente son cortados y desplazados por reactivaciones de esta falla. La dirección predominante es N20°W/70°E. (Área Metropolitana, 2002b).
Falla La pastora	controla la Quebrada Castro, en el municipio de Medellín,	Es una estructura regional, de trazado regular y la causante de la formación de extensos depósitos. Existen lineamientos paralelos asociados. (Área Metropolitana 1998b)
Falla La Agudita	Municipio de Medellín, Autopista Norte	Estructura regional inversa, coincidente con la falla de rodas en el Norte.
Falla de Rodas	Quebrada Rodas	De trazo regular en la quebrada Rodas, pone en contacto las dunitas de Medellín con las anfibolitas de Medellín. Área Metropolitana, 2002b)

ESTRUCTURA	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Falla El Guadual	Vía que conduce al Alto de Matasanos y sobre la autopista Medellín – Barbosa	Dirección predominante N60°-70°W/60°NE. Milonitización en el Batolito Antioqueño. (Área Metropolitana, 2002b)
Falla París	A la Altura del Barrio París, cauce de la quebrada La Loca	Dirección N25°E/60°E. Deformación frágil en la roca. (Área Metropolitana, 2002b)
Falla La Ese	Se halla cubierta en la parte baja del valle por depósitos recientes y continúa hacia el flanco oriental del Valle de Aburrá.	Permite el contacto entre rocas metamórficas y el batolito Antioqueño. (Área Metropolitana, 2002b)
Fallas La Cachorra o El Molino, La Gabriela, El Poblado La Aguacatala, Perico	Barrio el Poblado, quebrada la Aguacatala	Dirección predominante NW. Movimientos en masa, facetas triangulares, cerros aislados, control de cauces. (Área Metropolitana, 1998b)
Falla Santa Lucia	Controlan la Quebrada Santa Lucia	Es probable que esté relacionada con los fenómenos que dieron lugar al emplazamiento de la dunita y a la intrusión de las apófisis ígneas de Media Luna y Santa Helena. (Área Metropolitana, 1998b)

Fuente: compilado y modificado de Área Metropolitana, 2002b; Área Metropolitana, 1998b.

3.6 GEOMORFOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ

Las condiciones geomorfológicas son de gran importancia en la planificación ambiental del territorio con influencia en aspectos como el trazado de vías de comunicación, el acondicionamiento de los depósitos de agua, en la solución de los problemas de erosión y remoción en masa, en la prospección y explotación de recursos naturales, la protección y conservación del territorio y el interés que puedan presentar las diferentes geoformas para generar actividades turísticas, científicas y educativas.

La división macro que se presenta en la Cuenca del río Aburrá, incluye un escarpe principal, el Valle de Aburrá y una clasificación por segmentos elaborada en el Estudio de

Microzonificación Sísmica del Valle de Aburrá, 2002; que se realizó teniendo en cuenta criterios como la pendiente, forma general de la unidad, existencia de cambios o rupturas en el conjunto de cada unidad y el nivel o grado de incisión del drenaje.

Las unidades geomorfológicas correspondientes a la zona nororiental de la Cuenca (municipios de Barbosa, Santo Domingo y Bello), así como el área correspondiente a la zona suroriental (parte del municipio de Medellín) y a la zona oriental (municipio de Guarne) fueron descritas y completadas a partir del mapa geomorfológico de Antioquia 1:100000 (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, Corantioquia, 2005a) y del análisis del modelo digital de terreno (sombras y pendientes), incorporando en el mapa las unidades de Colinas bajas y vertientes colinadas de Santo Domingo, Altiplano Vereda el Plan, Altiplano Colinado y Altiplano con colinas aisladas, para determinar geomorfológicas a nivel macro.

Los segmentos en los cuales se dividió la geomorfología del Valle de Aburrá, se describen a continuación:

- Segmento 1: Alto de Minas - quebradas La Miel y La Valeria
- Segmento 2: quebrada La Miel - quebrada Grande - Filo de Ancón
- Segmento 3: quebrada Grande - quebradas La García y La Negra
- Segmento 4: quebrada La García - Cuchillas Las Peñas
- Segmento 5: Cuchillas Las Peñas - Ancón Norte
- Segmento 6: Ancón Norte - Corregimiento de Hatillo
- Segmento 7: Corregimiento de Hatillo - quebrada Aguas Frías (Barbosa).

3.6.1 Unidades cartográficas

Se tienen cuatro grandes unidades cartográficas, dentro de las cuales se distinguieron algunas unidades menores. La mayoría de las unidades geomorfológicas menores de la cuenca del río Aburrá, se describen incluidas en los segmentos utilizados para su división, dentro del Estudio de Microzonificación Sísmica del Valle de Aburrá, 2002. La 0 presenta la descripción de estas unidades geomorfológicas. En la Figura 3.3 se presentan las

unidades geomorfológicas (unidades menores) del área de estudio (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “SU_U_Geomorfológica”).

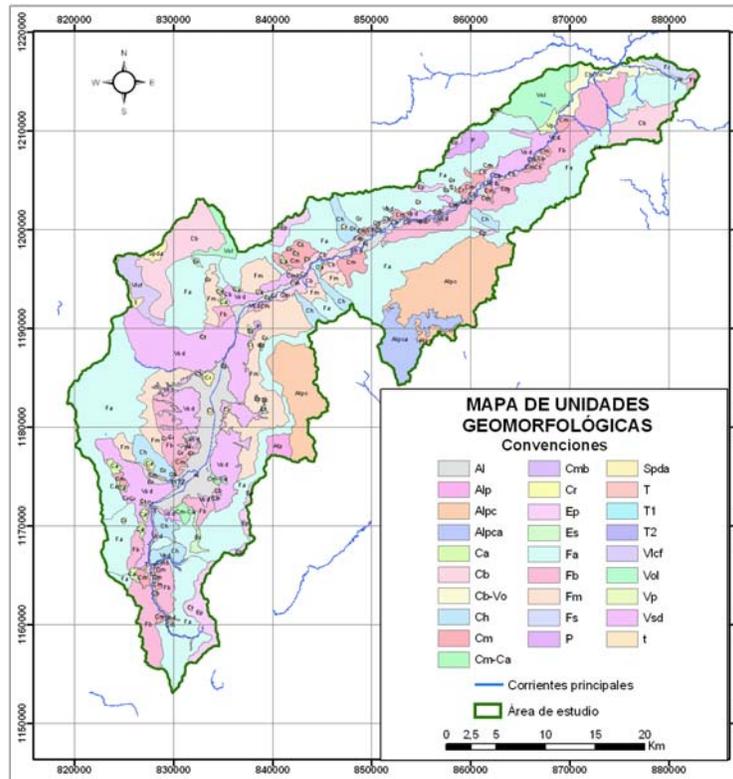


Figura 3.3. Unidades geomorfológicas de la Cuenca del Aburrá
 Compilado y modificado de: Área Metropolitana, 2002b; Área Metropolitana, 1998b.

Tabla 3.5. Descripción de unidades geomorfológicas

UNIDAD CARTOGRÁFICA	UNIDADES MENORES	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Escarpe principal (EP)	Unidad Escarpe Principal (Ep), Unidad de Cerros Aislados y Picachos (Cr), Unidad Filos Bajos (Fb), Unidad de Escarpe Secundario (Es), Unidad de Cerros (Cr).	Ubicada en el límite entre las superficies de erosión o altiplanos y el valle.	Es una superficie de fuerte inclinación, igual o mayor a 45°. Este escarpe define un sistema de fillos y colinas desarrollados a partir de materiales saprolíticos, o como resultado de la disección de depósitos de vertiente y aluviales.
Filos y colinas	Unidad de Filos Altos	Fondo del valle,	Desarrollado a partir de

UNIDAD CARTOGRÁFICA	UNIDADES MENORES	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
(Fa, Fm, Fb, Ca, Cm, Cb,)	(Fa), Unidad de Filos Bajos (Fb), Unidad de Filos Medios (Fm), Unidad de Colinas altas (Ca), medias (Cm), bajas (Cb) y muy bajas (Cmb), Unidad de Cuchillas (Ch), Unidad de Cerros (Cr), Unidad de Peldaño (Pe), Unidad de Cuchilla de Ancón Norte (Ch), Unidad de Peldaño La Meseta (P).	como ocurre con los cerros Nutibara y El Volador en Medellín, en las vertientes medias como el Pan de Azúcar y en la parte superior del escarpe como el Morro Gil, en el municipio de Caldas.	materiales saprolíticos o como resultado de la disección de depósitos de vertiente y aluviales. Filos de esta unidad puede variar bastante, predominando los filos estrechos, de tope agudo a ligeramente convexos y alargados sobre todo en dirección perpendicular al río Aburrá.
Vertientes Suaves en Depósitos (Vsd)	Unidad de Vertientes suaves en depósito (Vsd), Unidad Aluvial (Al), Unidad de Colinas bajas (Cb), medias (Cm), Unidad de Filos Bajos (Fb). Unidad de Colinas bajas y vertientes colinadas (Cb-Vc). Unidad de Altiplano (Alp). Unidad Altiplano colinado (Alpc), Unidad de Altiplano con colinas aisladas (Alpca).	Entre las unidades geomorfológicas de escarpe, filos y los depósitos aluviales.	Superficies de inclinación suave moldeadas por depósitos de vertiente. Pendientes rectilíneas a ligeramente cóncavas. Leve a moderado grado de disección.
Superficies aluviales (Al)		A lo largo de todos los segmentos del Valle de Aburrá.	Superficie formada por depósitos aluviales del río Aburrá y sus afluentes principales.
Terrazas aluviales (T)	Unidad de terrazas (T), Unidad Aluvial (Al), Unidad de Vertientes Suaves en Depósitos (Vsd (S7))	Principalmente en los alrededores del municipio de Girardota.	Relacionada con formaciones de elevaciones comprendidas entre 10 y 15 m por encima de la superficie aluvial y se encuentran localizadas.

Fuente: compilado y modificado de Área Metropolitana, 2002b; Corantioquia, 2001a; Área Metropolitana, 1998b.

3.6.2 Procesos morfodinámicos

Estos procesos comprenden desprendimientos, arrastre y descarga de rocas, depósitos y suelos, causados en forma natural (fuertes pendientes, estructuras en las rocas, factores climáticos) o antrópica (deforestación, sobrepastoreo, movimientos de tierra, excavaciones y explotación de materiales, disposición inadecuada de aguas, fugas de conducciones y mal uso del suelo) y que afectan las formas y la estabilidad de ciertas áreas en superficie.

En la Cuenca del río Aburrá, se han identificado varios fenómenos entre los cuales se clasifican principalmente movimientos en masa, deslizamientos, socavación de orillas, erosión por escorrentía y reptación, que se describen en la Tabla 3.6. La Figura 3.4 ilustra los principales procesos morfodinámicos de la cuenca (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “SU_P_Morfodinamico”).

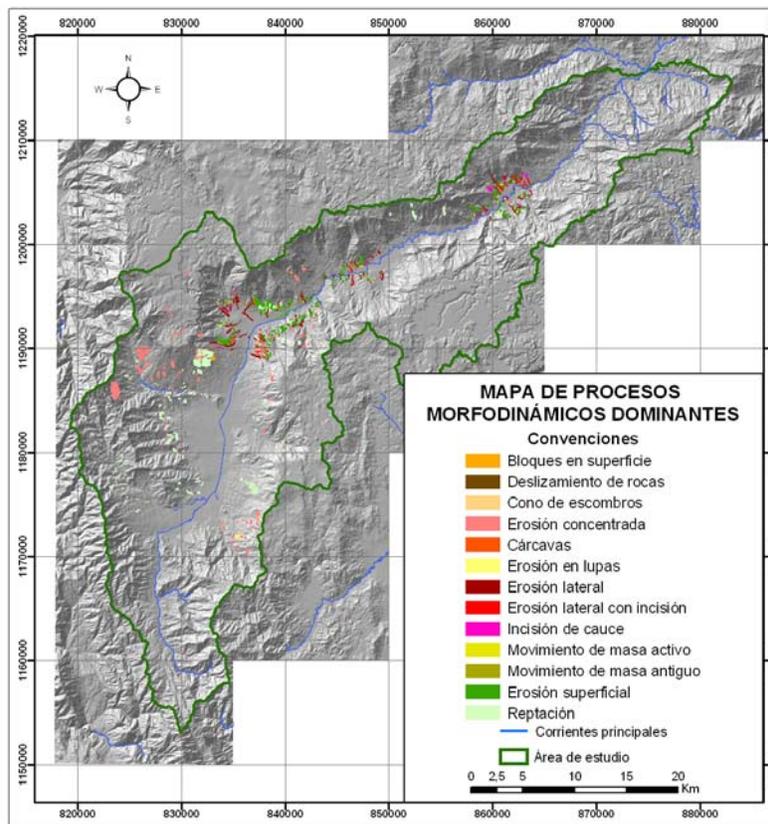


Figura 3.4. Procesos morfodinámicos dominantes en la cuenca del río Aburrá
Fuente: compilado y modificado de: Área Metropolitana, 2002b; Área Metropolitana, 1998b.

Tabla 3.6. Descripción de los procesos morfodinámicos

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Movimientos en masa Mov_ma_act, Mov_ma_ant	Comprende caída de rocas, los movimientos de masa traslacionales y los flujos de lodo
Socavación lateral o Erosión fluvial Ero_lat, Ero_lup, Er_Sup,	Se evidencia especialmente en drenajes principales. Erosión hídrica en los cambios de dirección o curvas naturales que tienen los cursos de agua. Desestabilización de las bases de las laderas, generando movimientos en masa debido a las altas pendientes.
Reptación Rep	Desplazamiento lento del terreno, por el cual se forman superficies onduladas y sin rasgos de agrietamientos; se presentan en áreas de vertientes, principalmente en materiales con un perfil de suelos bien definido.
Deslizamientos Desliz_roc	Inestabilidad con desplazamiento de suelo, roca o una mezcla de ambos materiales sobre una vertiente con una influencia muy marcada de la gravedad, saturación del suelo, sismos y usos inapropiados del suelo principalmente.
Caída de bloques Bloc_sup,Ca,Co_Escom	Asociada a escarpes rocosos fuertemente diaclasados y fracturados, con meteorización diferencial, a terrenos donde afloran depósitos de flujos de escombros, aluviotorrenciales y coluviones y en zonas de explotación de materiales.
Erosión por escorrentía Er_con	Transporte de material suelto por aguas superficiales que es intensificado por las altas pendientes y ausencia de cobertura vegetal, se presenta erosión difusa, realizando un lavado uniforme sobre la ladera. La erosión concentrada, remueve grandes volúmenes de material sobre la ladera.
Procesos Antrópicos In	Causados por la deforestación, adecuación de banquetes y llenos, explanaciones, modificación de los cauces de las quebradas y aumento del caudal debido al vertimiento de aguas negras o residuales, explotación de canteras.

Fuente: compilado de Área Metropolitana, 2002b.

■ **Formaciones superficiales**

En la Cuenca del río Aburrá se presentan formaciones superficiales identificadas como: afloramientos de roca fresca, depósitos actuales, depósitos antiguos y materiales muy antiguos, en los cuales han influido básicamente la meteorización de bloques de roca, la relación estratigráfica y el desarrollo de perfiles de suelo con presencia o ausencia de ceniza volcánica, la Tabla 3.7 describe las características de estas formaciones. La Figura 3.5 ilustra la disposición de las unidades superficiales en la cuenca (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “SU_UG_Superficial”).

Tabla 3.7. Descripción de las formaciones superficiales

FORMACIÓN SUPERFICIAL	DESCRIPCIÓN
Roca Fresca	Corresponde a todos los afloramientos de roca, que no han sufrido procesos significativos de meteorización, ni han desarrollado perfiles de suelo. Se evidencian generalmente en quebradas y cortes de carreteras. Se encuentran esquistos, gneises, anfibolitas, gabros, dunitas y cuerpos de batolito Antioqueño.
Depósitos actuales	<p>Se relacionan con cantos en estado fresco, sin un desarrollo de perfil del suelo ni aportes de ceniza volcánica, están cubiertos por una delgada capa de materia orgánica y suprayacen depósitos en estado saprolítico. Igualmente se encuentran formaciones torrenciales, aluviales y de vertiente.</p> <p>Los depósitos de flujos de lodo y/o escombros conforman la vertiente Este del valle del río Aburrá. Algunos depósitos de ladera relativamente gruesos y maduros cubren las zonas bajas o estribaciones de las altas pendientes.</p> <p>Los depósitos de derrubio (coluviones o depósitos de vertiente), han sido desarrollados especialmente en zonas escarpadas y corresponden a lentos efectos gravitacionales ayudados por la alta fracturación de la roca y procesos de meteorización.</p>
Depósitos antiguos	Se asocian con cantos en estado saprolítico o totalmente meteorizados, con un desarrollo del perfil del suelo con aporte de cenizas volcánicas; cubiertos generalmente por

FORMACIÓN SUPERFICIAL	DESCRIPCIÓN
	un horizonte de material orgánico con espesores de hasta 1m. También se encuentran formaciones torrenciales, aluviales y de vertiente.
Depósitos muy antiguos	En general tienen como principal característica un aspecto de pequeñas colinas aisladas (remanentes de erosión), rodeadas por depósitos actuales y antiguos.
Suelos	Estos suelos han sido formados por material parental originario de cenizas volcánicas, depósitos de ladera de gabros, anfíbolitas, serpentina y metasedimentos. Sus texturas varían de limo – arcillosas a arenosas, desde unos cuantos centímetros de espesor hasta varios metros.

Fuente: compilado y modificado de Área Metropolitana, 2002b; Corantioquia, 2001a; Área Metropolitana, 1998b.

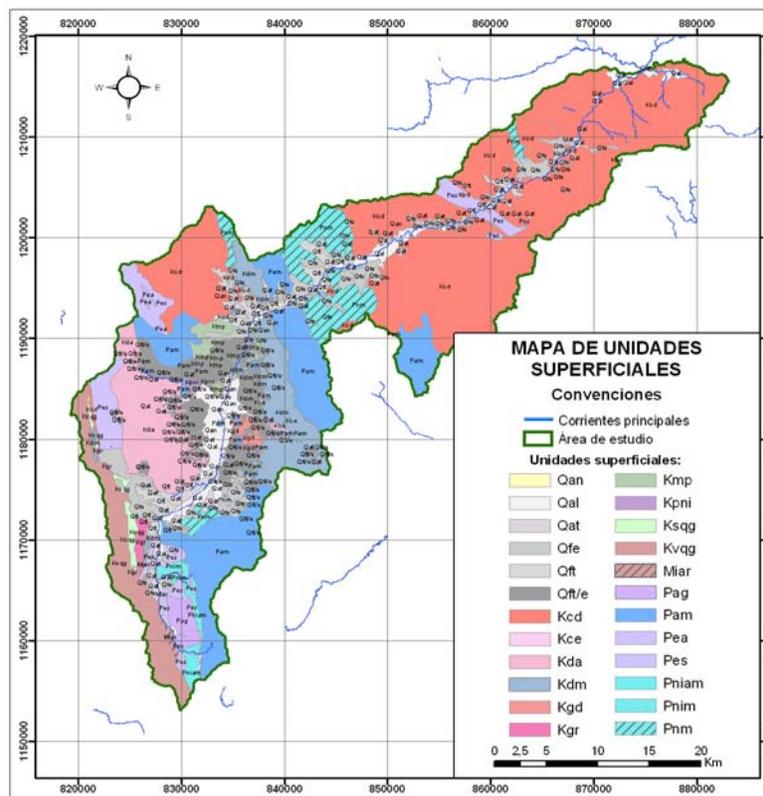


Figura 3.5. Formaciones superficiales en la Cuenca del río Aburrá

Fuente: compilado y modificado de Corantioquia, 2005a; Área Metropolitana, 2002b; Área Metropolitana, 1998b.

3.7 MINERÍA

El estudio en el tema de minería, es un valor agregado, no considerado en los inicios de este proyecto, y que se considera de fundamental importancia, debido a los numerosos impactos ambientales que esta actividad genera sobre toda la Cuenca del río Aburrá.

La variedad geológica que caracteriza la Cuenca del río Aburrá, permite la existencia de recursos minerales como oro y materiales de construcción, que se utilizan principalmente para suplir las necesidades de los mismos municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

A continuación se presenta una síntesis de los principales recursos minerales que se pueden encontrar en la Cuenca del río Aburrá (ver Tabla 3.8), así como un inventario de las explotaciones y una descripción de los principales impactos ambientales derivados de las mismas.

3.7.1 Recursos minerales

En toda la extensión que comprende la Cuenca del río Aburrá, se encuentran recursos minerales relacionados con oro (tanto en aluvial como en veta), materiales de construcción o agregados pétreos (limo, arena, gravas), y arcillas principalmente. En poca proporción se explota cromo, serpentinita y talco. Los agregados pétreos son de gran demanda en la industria de la construcción y suplen la mayoría de las necesidades de toda el área metropolitana. La Tabla 3.8 presenta una descripción de estas explotaciones.

Tabla 3.8. Descripción del recurso mineral

TIPO DE EXPLOTACIÓN	DESCRIPCIÓN
Gravas	Es frecuente la explotación de gravas en los municipios de Bello, Copacabana y Girardota, tanto en las márgenes del río Aburrá como en su llanura de inundación, dejando como consecuencia grandes fosas que después son convertidas en lagos.

TIPO DE EXPLOTACIÓN	DESCRIPCIÓN
Arcilla	<p>Los yacimientos de arcillas están localizados principalmente en el flanco occidental del Valle de Aburrá, como Itagüí, Belén Altavista, San Cristóbal. Estos yacimientos se utilizan básicamente en el sector de la industria ladrillera, y son excavaciones realizadas sobre el Stock de Altavista, beneficiando los horizontes meteorizados. Las explotaciones se realizan en zonas de altas pendientes, con taludes irregulares de cortes verticales que en la mayoría de los casos superan los 15 m de altura. La extracción es mixta, es decir manual y mecanizada.</p> <p>Se realizan varias etapas para el beneficio como envejecimiento, depuración para expulsar el material grueso utilizando molinos, (molienda semi-húmeda), secado y cocción.</p> <p>En explotaciones abandonadas se presenta formación de cárcavas y no existe un manejo minero ni ambiental integral.</p> <p>Existe mal manejo de aguas y fuentes impactos paisajísticos en los alrededores de las zonas de explotación.</p>
Arenas	<p>La explotación de arena se realiza de dos maneras, extracción de arenas aluviales de algunas quebradas del Valle de Aburrá y extracción de arenas de cantera.</p> <p>Las canteras, generalmente son de carácter superficial con un solo banco o algunos pocos en áreas pequeñas; también existen canteras de roca consolidada y canteras de arena, que abastecen la industria de la construcción. Estas canteras se encuentran en los municipios de Copacabana, Caldas, Bello y los sectores de Belén y San Javier del municipio de Medellín y algunas minas pequeñas en Barbosa; entre las que se tienen: Santa Rita, Canteras de Colombia, San Javier, San Cristóbal, Monte Verde, Canteras Antioquia, etc.</p> <p>Estas arenas se usan como: arena de pega, arena de media pega, arena para concreto, arena sucia para llenos compactados, arena de revoque (pañete), balastro para afirmado de vías y triturados para concretos (varias dimensiones).</p>

TIPO DE EXPLOTACIÓN	DESCRIPCIÓN
	Existe una significativa pérdida de la capa orgánica, mal manejo de las aguas e inexistencia de estudios geológicos y mineros en el proceso de explotación, evidenciado en los frentes en banco único de gran altura.
Oro	<p>En el cauce del río Aburrá de presentan explotaciones de oro aluvial, que ha sido depositados por corrientes de agua, tanto en depósitos de terrazas como en el lecho del río.</p> <p>Se presentan explotaciones de minería legalizada y de minería artesanal o de subsistencia.</p> <p>El principal problema de este tipo de explotación es que como el oro esta el en aluvión la única manera de extraerlo es removiendo todo el material y siempre se invade el retiro.</p>

Fuente: compilado y modificado de Área Metropolitana, 2002b; Área Metropolitana, 1998b.

3.7.2 Inventario de zonas de explotación

Existen explotaciones distribuidas en el sur de la cuenca en los municipios de Caldas, La Estrella e Itagüí; en la zona centro, las explotaciones se encuentran en el municipio de Medellín como en los barrios Belén y San Javier; y hacia el norte, se presentan explotaciones en jurisdicción de los municipios de Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa. La Tabla 3.9, muestra la descripción del inventario minero por los tres sectores mencionados.

La Figura 3.6 muestra la distribución de las concesiones mineras en la cuenca para el año 1998, con su mineral correspondiente (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “SU_Concesion_Minera”).

Tabla 3.9. Descripción de las áreas mineras

ÁREA	DESCRIPCIÓN
Área sur de la Cuenca del río Aburra	Comprende los municipios de Caldas, La Estrella e Itagüí. Se explotan materiales de construcción, localizados en varias microcuencas en las quebradas: La Miel, La Valeria y La Maní en Caldas; La Raya y

ÁREA	DESCRIPCIÓN
	<p>quebrada Grande en La Estrella.</p> <p>El aprovechamiento de materiales es artesanal, y afecta seriamente el cauce y la dinámica natural de los drenajes; es frecuente la sedimentación de las quebradas y mal manejo de pendientes en las canteras; lo que genera un fuerte impacto paisajístico, pérdida de la cobertura vegetal, facilitando la formación de cárcavas y surcos en el suelo desnudo y como consecuencia de esto se presenta con frecuencia inestabilidad de suelos.</p> <p>En las microcuencas La Jabalcona, La Raya, El Guayabo, La Llorona y El Bolo del municipio de Itagüí, existen alrededor de 11 ladrilleras, las cuales han afectado el paisaje, la capa vegetal, la estabilidad del terreno, la calidad del aire debido a la combustión realizada en los hornos y la calidad del agua debido al aumento de los sedimentos en las corrientes.</p>
<p>Área centro de la Cuenca del río Aburrá</p>	<p>Sector que comprende principalmente al municipio de Medellín (Corregimientos de Belén Altavista, corregimiento de San Cristóbal). Existen aproximadamente nueve explotaciones de materiales de construcción y arcillas en las microcuencas de las quebradas Altavista, Aguas Frías, La Hueso, Ana Díaz y La Iguañá; algunas de ellas se reportan como abandonadas o suspendidas por la autoridad ambiental.</p> <p>Se evidencian fuertes pendientes y la destrucción de la capa vegetal, presentando un deterioro del paisaje. En algunos sectores se realiza cierto control de erosión y una disposición adecuada de materiales. Se presenta emisión de gases por operación de hornos en algunas ladrilleras, además de problemas de erosión, carcavamiento y surcos, especialmente en el sector de Belén Altavista.</p>
<p>Área norte de la Cuenca del río Aburrá</p>	<p>Abarca los municipios de Bello, Copacabana, Girardota, Barbosa, San Vicente, Guarne, Santo Domingo y parte de Don Matías. En esta área se explotan materiales de construcción en las microcuencas de las quebradas La Gabriela, La García, El Hato, El Barro o La Echavarría, La Seca o La Negra y a lo largo de la llanura de inundación del río Aburrá. En cuanto a las explotaciones realizadas en el lecho del río Aburrá, se evidencia fuerte sedimentación, pérdida de la cobertura vegetal, afectación del recurso hídrico subterráneo y modificación del relieve.</p>

ÁREA	DESCRIPCIÓN
	<p>Existen algunas explotaciones ilegales localizadas a lo largo del cauce del río Aburrá, sin ningún tipo de control; esta ocupación ilegal del cauce ha ocasionado erosión en la margen oriental, opuesta a dicha explotación.</p> <p>En este sector Norte de la cuenca (Municipio de Bello), está el centro abastecedor de arena más importante para la construcción en el Valle de Aburrá, en donde se aprovechan varias microcuencas.</p>

Fuente: compilado y modificado de Área Metropolitana, 2002b; Área Metropolitana, 1998b.

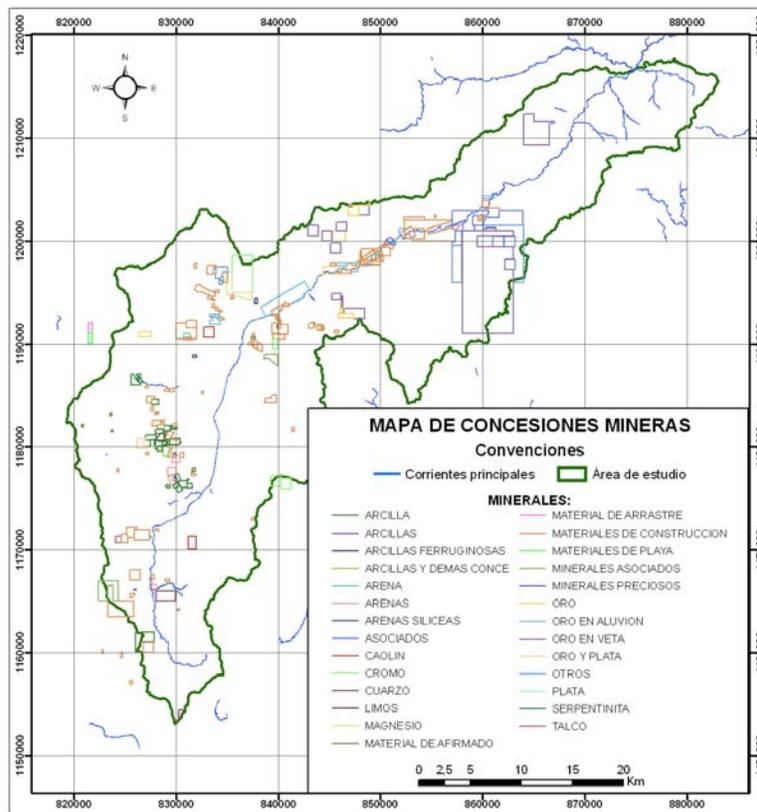


Figura 3.6. Concesiones de explotación minera en la Cuenca del río Aburrá
Fuente: Área Metropolitana, 1998b.

3.8 AGUAS SUBTERRÁNEAS

El recurso hídrico subterráneo es relevante en los procesos de manejo y ordenamiento del territorio, ya que es una fuente adicional de agua, y en las áreas donde escasea el recurso hídrico superficial es la única fuente. Para la Cuenca del río Aburrá, la caracterización de este recurso, donde no se conoce satisfactoriamente el estado de las aguas subterráneas, es la herramienta básica para generar las políticas, estrategias y planes para la protección, conservación y aprovechamiento sostenible de este recurso hídrico en conjunto con el recurso hídrico superficial.

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 el municipio de Medellín principalmente.

3.8.1 Metodología

El diagnóstico se realiza para los cuatro principales aspectos estructurantes en el análisis del agua subterránea, (ver Figura 3.7).

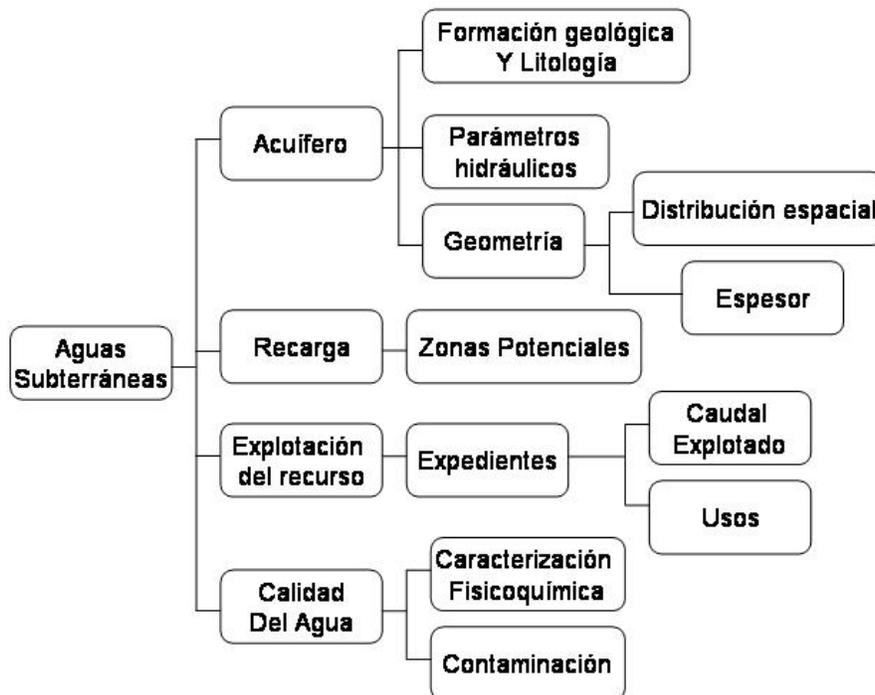


Figura 3.7. Aspectos estructurantes en el análisis del diagnóstico

■ Acuífero

El agua subterránea como recurso, se almacena en el subsuelo en una formación geológica cuya litología permita su acumulación, circulación y extracción. Una cuantificación de las bondades de la formación geológica son sus propiedades hidráulicas, su distribución espacial y espesor.

■ Recarga

El agua se almacena en el acuífero gracias a la infiltración de agua lluvia precipitada o al agua proveniente de otras cuencas circulando subsuperficialmente. La recarga se analiza identificando zonas potenciales para la infiltración dadas por características geológicas del subsuelo, y características superficiales dadas por las coberturas del suelo y la geomorfología.

■ Calidad del agua subterránea

El proceso de infiltración del agua desde la superficie del suelo y su contacto con las rocas del subsuelo le darán unas características fisicoquímicas determinando su calidad. Las actividades antrópicas también modifican la calidad del agua al ser contaminada con productos resultantes de procesos industriales, mineros o agropecuarios.

■ Explotación

Almacenada el agua en el acuífero y según su calidad se utiliza para consumo doméstico o industrial mediante aljibes o pozos.

3.8.2 Información secundaria disponible

La información disponible, consta de dos estudios suministrados por el Área Metropolitana:

■ Inventario de Aguas Subterráneas en el Valle de Aburrá

Este estudio fue realizado en el año 2001 por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá junto con la empresa Hidrología y Medio Ambiente HIDROGEMA Ltda. Sus resultados están basados principalmente en las encuestas de campo realizadas en cada explotación

o aprovechamiento de aguas subterráneas inventariado y las observaciones de campo respecto al entorno que rodea a estas captaciones y las respectivas complementaciones, hechas a partir de la información secundaria compilada.

Los objetivos fundamentales del estudio fueron:

Realizar el inventario (localización, cantidad, calidad físico-química y bacteriológica) de los pozos activos e inactivos, legales e ilegales, en el Valle de Aburrá.

Realizar el inventario (localización, cantidad, calidad físico-química y bacteriológica) de los acuíferos en el Valle de Aburrá.

▪ **Estudio de zonas de recarga y acuíferos del Valle de Aburrá**

Este estudio fue realizado por la Universidad de Antioquia en compañía de la firma Integral en el año 2002; para continuar con el estudio del inventario de aguas subterráneas del Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2001). El objetivo general del estudio fue determinar y delimitar la geometría y las características hidráulicas de los principales acuíferos del Valle de Aburrá, teniendo en cuenta el estudio y la caracterización de sus zonas de recarga y así definir los lineamientos de manejo y protección más adecuados que se les puede dar.

▪ **Expedientes**

Se utilizó la información disponible en los expedientes de concesiones otorgadas por las entidades competentes (Área Metropolitana y Corantioquia). De los expedientes se obtuvo información sobre el tipo de explotación realizada, los caudales de explotación con sus respectivos usos, y el estado actual de utilización del pozo, entre otros.

3.8.3 Resultados

La información secundaria procesada junto con los resultados de las componentes suelo (mapas de uso actual de suelo) y geología (mapas geológico y geomorfológico) se estructuró como lo muestra la Figura 3.8 para presentar los resultados del diagnóstico de la componente agua subterránea.

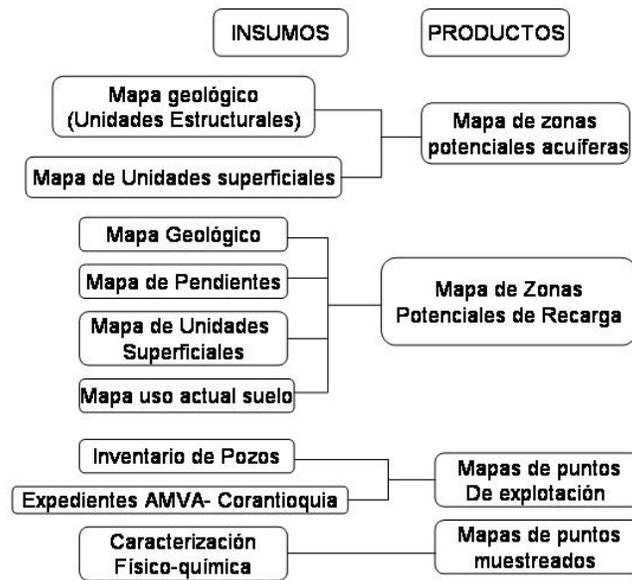


Figura 3.8. Estructura de la utilización de información para los productos del diagnóstico

■ Zonas acuíferas

Del estudio Inventario de aguas subterráneas en el Valle de Aburrá, (Área Metropolitana, 2001) se hace la clasificación hidrogeológica de tres unidades, la cual se estableció teniendo en cuenta las características topográficas, geológicas (composición litológica y disposición estructural), hidráulicas (permeabilidad, recarga, etc.) y químicas de las rocas que afloran en el Valle de Aburrá. La clasificación de las unidades hidrogeológicas es la siguiente:

Unidad hidrogeológica A: La conforman los depósitos aluviales del río Aburrá y sus principales quebradas afluentes. Estos materiales están conformados por depósitos aluviales, terrazas aluviales bajas de hasta 10 m de altura, y terrazas aluviales mayores a 10 m, depósitos aluviotorrenciales y abanicos aluviales; 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. 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 solo 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 tienen 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, UdeA, 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, 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 ésta 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 Figura 3.9 muestra un esquema conceptual de la disposición de los acuíferos del Valle de Aburrá.

De la caracterización de las unidades hidrogeológicas (UdeA, 2001) sustentando como la única formación acuífera en el Valle de Aburrá los depósitos aluviales asociados al río Aburrá y sus afluentes, se confronta la disposición de estos depósitos con los depósitos aluviales del mapa geológico generado por la componente geológica. La modificación del mapa de zonas potenciales acuíferas se modifica de esta manera, y se presenta en la Figura 3.10 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: "1LB", objeto: "AG_Acuifero").

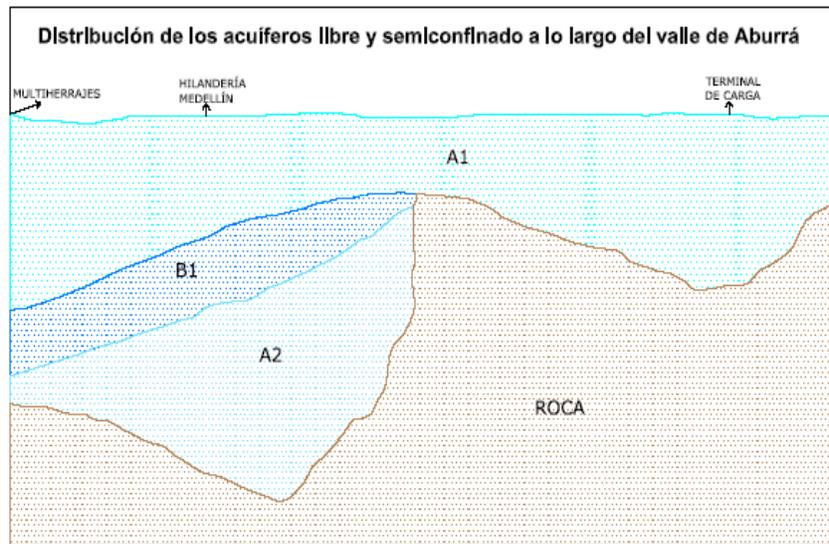


Figura 3.9. Esquema conceptual de los acuíferos en el Valle de Aburrá
Fuente: Zonas de Recarga y Acuíferos del Valle de Aburrá (UdeA, 2001).

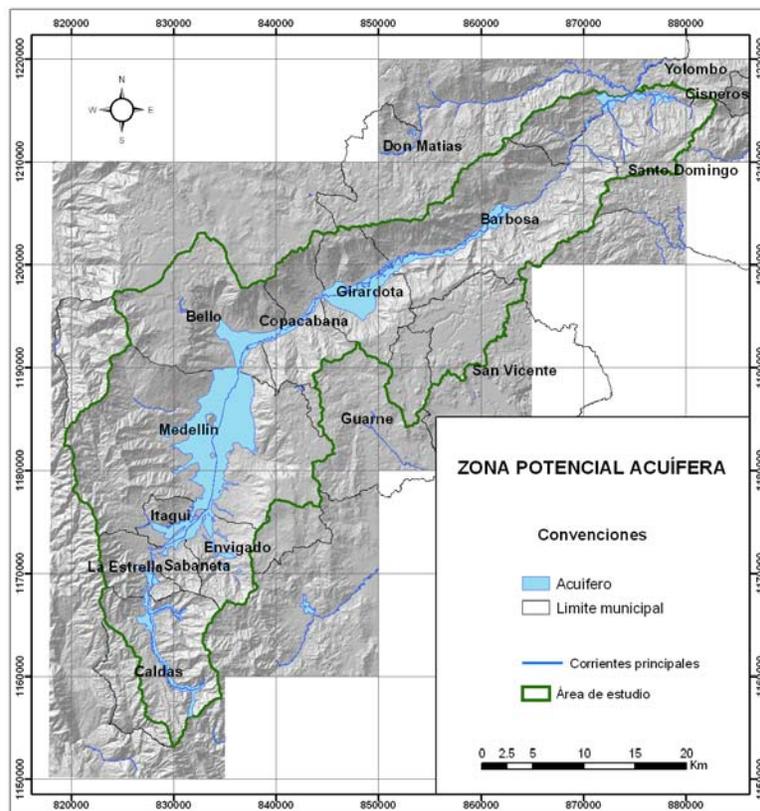


Figura 3.10. Ubicación de la unidad hidrogeológica A en el Área Metropolitana

Fuente: modificación mapa Zonas de Recarga y Acuíferos en el Valle de Aburrá (U de A, 2001).

Tabla 3.10. Parámetros hidráulicos del acuífero A1

POZO	MÉTODO	T (m ² /día)	S	K (m/día)
Delmaíz	Theis	5.71	2.7*10 ⁻⁶	0.18
Postobón	Theis	12.04	7.1*10 ⁻⁵	0.54
Invatex	Theis	10.04	5.8*10 ⁻⁶	0.25
Qca Amtex	Theis	0.23	2.6*10 ⁻⁶	
Terpel la 65	Recuperación	91.7		4.6
Motel Motivos	Recuperación	5.71		0.32

Fuente: Zonas de Recarga y Acuíferos en el Valle de Aburrá (UdeA. 2002).

▪ **Zonas de recarga**

Según los cálculos realizados en el balance hídrico, en el Estudio Zonas de Recarga y Acuíferos del Valle de Aburrá (UdeA, 2001), el acuífero debe tener una capacidad de almacenamiento de unos 200 millones de m³ para regular en un año la variación entre las entradas y las salidas de agua en la Cuenca del río Aburrá.

Las zonas de recarga identificadas y descritas en el estudio son:

- 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 se encuentran geológicamente asociadas con depósitos aluviales, aluviotorrenciales y suelos residuales derivados del Batolito Antioqueño, Stock de Ovejas y el Ortoneis de La Miel, se ubican a lo largo del río Aburrá y en algunos afluentes en los municipios de Barbosa y Girardota, además 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 unos depósitos aluviotorrenciales y abanicos que debido a sus características geológicas presentan un potencial de recarga moderado.

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° asociadas geológicamente a saprolitos de anfibolitas y del Stock de Altavista, a depósitos de flujos de lodos y escombros de diversa composición, colusiones, Formación Quebrada Grande y en algunas ocasiones a depósitos de vertientes.

Zonas de recarga indirecta

Además de las zonas de recarga directa descritas anteriormente existen otras hacia las partes altas del Stock de Altavista y el Gneis de la Iguaná, las cuales 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.

Las zonas de recarga definidas en el Estudio Zonas de Recarga y Acuíferos del Valle de Aburrá (UdeA, 2001) se sustentan en que los diferentes depósitos situados en las vertientes de la cuenca funcionan como zonas de recarga. Se realizó una superposición de estos depósitos con los depósitos del mapa de unidades superficiales generado por el componente geológico y el mapa de clasificación de suelos generado por la componente suelo para establecer la zonas potenciales de recarga. Éste último mapa se utilizó con el fin de delimitar las zonas de suelo urbano donde la superficie se ha impermeabilizado en un alto porcentaje debido a la presencia de construcciones, lo cual disminuye de manera importante la posibilidad de recarga del acuífero. Ver Figura 3.11 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “2DG”, objeto: “SU_Zona_recarga”).

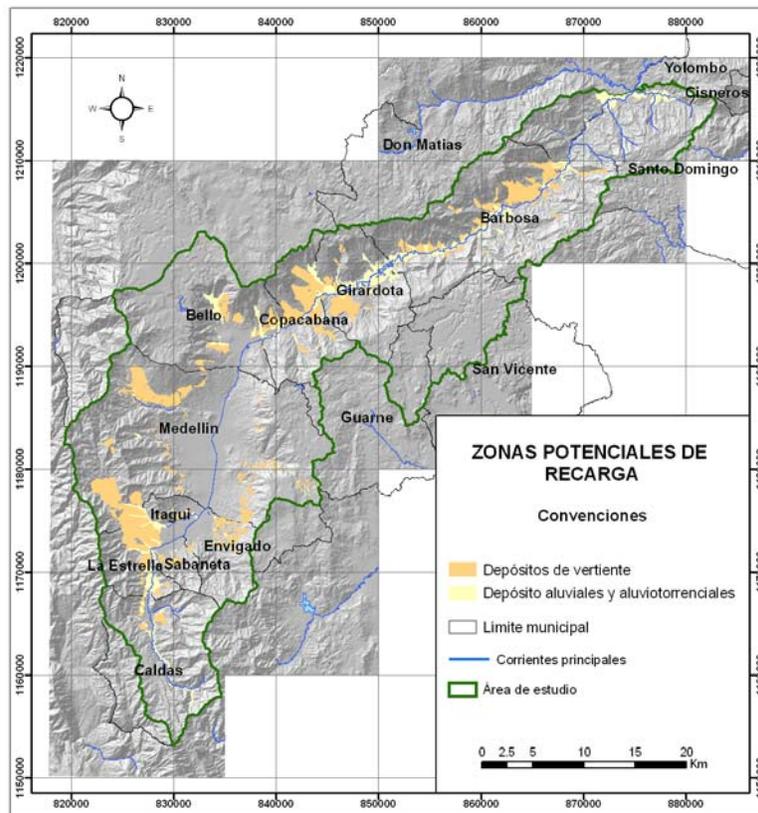


Figura 3.11. Zonas de recarga para el acuífero asociado a los depósitos aluviales del río Aburrá
Fuente: modificación mapa Zonas de recarga y acuíferos en el Valle de Aburrá (UdeA, 2001).

Otras zonas de recarga

El análisis del fenómeno de la recarga en los estudios de la información secundaria disponible se realizó sin tener en cuenta la interacción del agua precipitada e infiltrada en los altiplanos pertenecientes a otras cuencas vecinas y que aflora en las laderas y escarpes de la cuenca del río Aburrá, desempeña un papel importante en las corrientes superficiales. Cabe anotar el caso de los altiplanos de Santa Elena y Envigado sustentado en el estudio: Identificación, clasificación, características hidrogeológicas de los humedales y evaluación de zonas de recarga y su relación con la geología y las corrientes del municipio de Envigado (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Unalmed, Secretaría del Medio Ambiente de Envigado, 2004); en este se presenta la relación directa que existe entre el agua infiltrada en el altiplano, con los nacimientos de varias corrientes superficiales en el escarpe. Las Figura 3.12 y Figura 3.13 muestran esta situación.

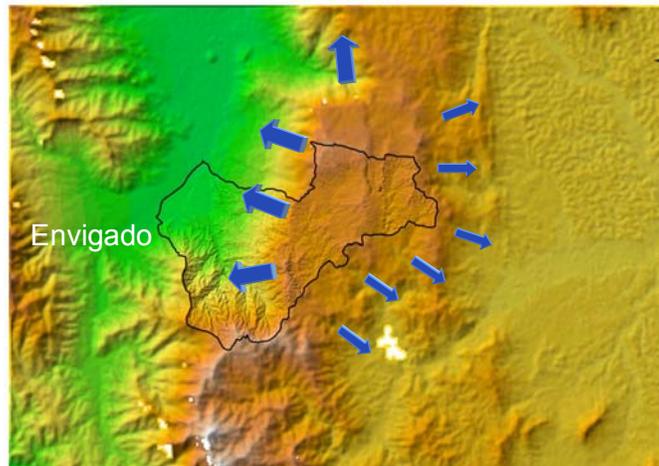


Figura 3.12. Vías de circulación del agua subterránea originada en el Altiplano de Santa Elena
Fuente: Identificación, clasificación, características hidrogeológicas de los humedales y evaluación de zonas de recarga y su relación con la geología y las corrientes del municipio de Envigado (Unalmed, Secretaría del Medio Ambiente de Envigado, 2004).

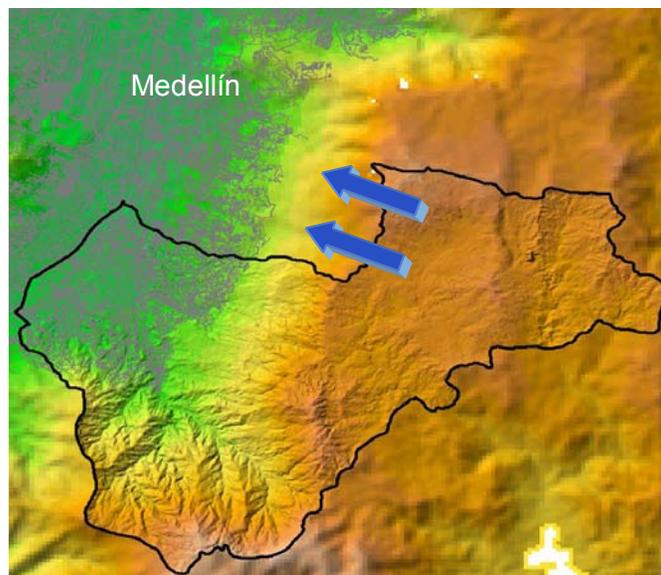


Figura 3.13. Circulación del agua subterránea desde el municipio de Envigado hacia el municipio de Medellín en la parte noroeste del altiplano de Envigado
Fuente: Identificación, clasificación, características hidrogeológicas de los humedales y evaluación de zonas de recarga y su relación con la geología y las corrientes del municipio de Envigado (Unalmed, Secretaría del Medio Ambiente de Envigado, 2004).

▪ **Explotación del recurso agua subterránea**

El Inventario de Aguas Subterráneas en el Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2001) generó la base de datos en formato digital de 393 captaciones con los siguientes campos: Datos generales del pozo, en donde se incluye la dirección y el propietario, tipo de captación, estado legal de la captación, estado de actividad, profundidad, nivel del agua, diámetro y material de revestimiento del pozo o aljibe, usos del agua subterránea, caudal de explotación, calidad organoléptica, clasificación físico-química y bacteriológica y unidad geológica en la que se encuentra la captación (ver Tabla 3.11). Esta base de datos se actualizó con los expedientes del Área Metropolitana del Valle de Aburrá a partir del año 2001 durante la elaboración del diagnóstico. Del análisis de esta base de datos se concluye:

Tabla 3.11. Estado de las captaciones de agua subterránea

DESCRIPCIÓN	PROCESO DE DIAGNÓSTICO			BASE DATOS (Área metropolitana, 2001)
Captaciones tipo Pozo	27	4 Inactivos	23 Activos	331
Captaciones tipo Aljibes	120	37 Inactivos	83 Activos	47
Captaciones tipo Aljibe con medidor de caudal	31			– 276 captaciones activas – 60 inactivas – 57 abandonadas – 15 legalizadas (Área metropolitana 2001).
Captaciones tipo Pozo con medidor de caudal	8			
Captaciones tipo Aljibe con caudal conocido	36			
Captaciones tipo Pozo con caudal conocido	14			
Uso riego	2			4
Lavado de vehículos	33			153
Procesos industriales	37			77
Uso doméstico	11			4
Aseo	4			31

Fuente: Área Metropolitana, 2006b.

La anterior tabla contiene el producto de la revisión de expedientes de aguas subterráneas registrados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá desde el año 2001 hasta el 2006, mediante el programa ARECNAVA (formato digital). Dentro del número dado para captaciones inactivas en el proceso de diagnóstico, se incluyen las captaciones selladas y abandonadas, además los datos relacionados en la Tabla 3.11 no incluyen las captaciones reportadas en el ARECNAVA, que están en proceso de legalización, sin datos técnicos y no menciona ningún otro aspecto sobre éstas. En la Figura 3.14 se presenta la ubicación de los puntos de explotación de agua subterránea generada a partir de la anterior información (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: "1LB", objeto: "AG_Explotacion_AS").

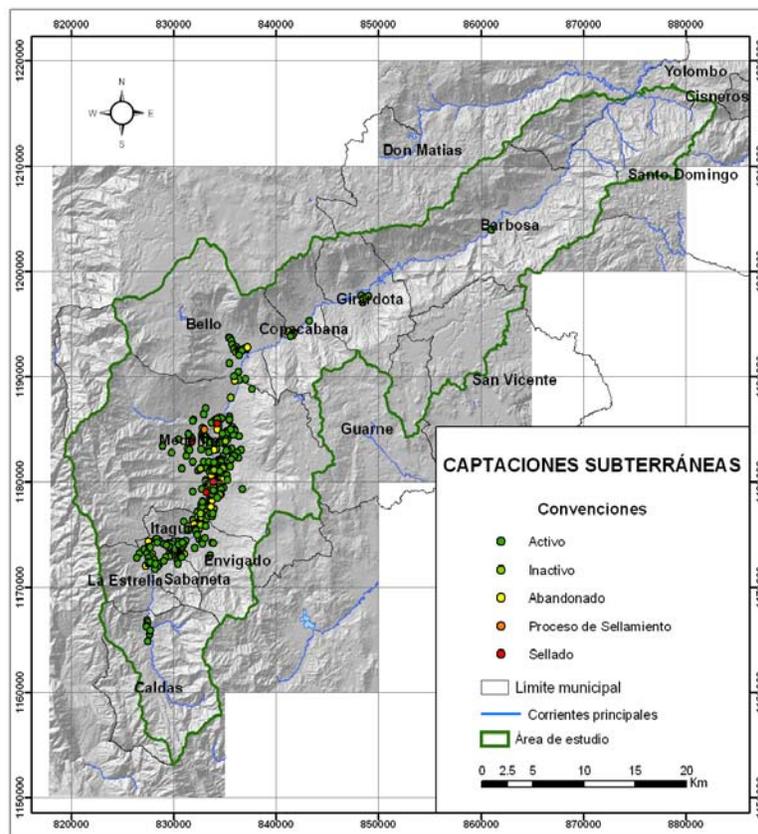


Figura 3.14. Ubicación de pozos de explotación de aguas subterráneas en el Área Metropolitana

Fuente: Área Metropolitana, 2001; Área Metropolitana, 2006b.

■ 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 analizados y suministrados por otras empresas. En el estudio no se realizó un mapa temático con estos datos.

El análisis de calidad de aguas se hizo a partir del muestreo de 14 captaciones, 11 del acuífero libre y 3 del semiconfinado, (UdeA, 2001) (ver Figura 3.15) (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación 1LB, Objeto AG_Explotacion_AS). Desde el punto de vista fisicoquímico, los resultados de las muestras pertenecientes al acuífero A1 (11 muestras), se 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 Organización Mundial de la Salud, OMS. 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, 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.

En cuanto el aspecto bacteriológico, para el acuífero libre el pozo de la empresa Postobón y el aljibe de la finca la Shina son los únicos pozos que presenta ausencia de coliformes totales y fecales.

De los pozos y aljibes muestreados se encontró que el 45% de los pozos a los cuales se les tomó muestra están clasificados como de aguas duras, un 45% sobrepasan la norma nacional e internacional para concentraciones superiores a 0.3 mg/l de hierro y otro 18% presentan concentraciones importantes de cloruros lo cual pueden ocasionar obstrucciones o incrustaciones en tuberías o calderas.

Desde el punto de vista fisicoquímico, los resultados de las muestras pertenecientes al acuífero A2 (3 muestras), se 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. Del total de muestras el 66.7% sobrepasan los valores establecidos para turbiedad, 33.3% nitratos, 66.7% dureza total, 66.7% sólidos

totales, 66.7% hierro total. 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.

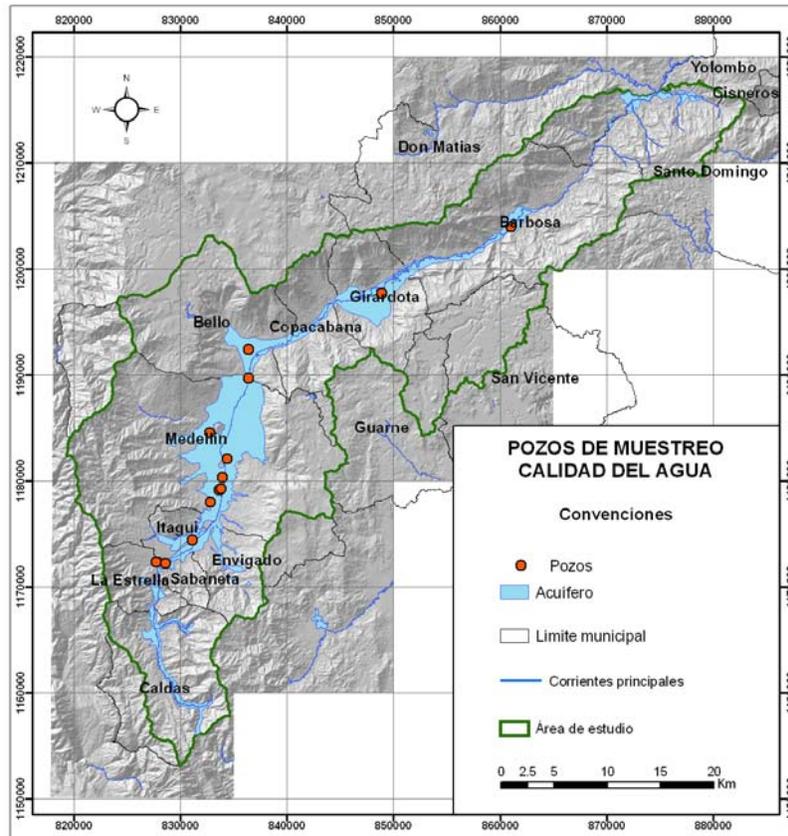


Figura 3.15. Ubicación de los pozos de muestreo para análisis de calidad del agua subterránea
Fuente: Zonas de Recarga y Acuíferos en el Valle de Aburrá (UdeA, 2001).

3.8.4 Conclusiones y comentarios

Los aspectos anteriormente descritos, son los más relevantes que contiene la bibliografía encontrada, suministrada y procesada como información secundaria.

La caracterización de la zona potencial acuífera se establece sustentando que los depósitos aluviales asociados al río Aburrá y sus afluentes, por sus características litológicas, son 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 pertinente para su reevaluación y eventual reclasificación como unidades potenciales acuíferas.

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, generando así una caracterización a grandes rasgos de la zona acuífera, es decir, los espesores y la distribución espacial no son bien conocidos al no tener suficiente información en muchos sitios para establecer con menos incertidumbre su variación tanto en superficie como 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 tomarse como datos para toda la cuenca, siendo entonces parámetros representativos de las zonas en particular. Esto se debe a las limitaciones tanto de existencia de pozos y las características apropiadas para realizar una prueba de bombeo, como de la logística necesaria para realizarlas sin afectar procesos industriales, solicitud de permisos etc.

La recarga no está calculada, y junto con la incertidumbre en las características geométricas y parámetros hidráulicos no es posible estimar la disponibilidad del recurso. Es importante incluir dentro del análisis del fenómeno de la recarga del agua subterránea, el agua infiltrada en otras cuencas aledañas y su interacción directa con las aguas superficiales aflorantes en la cuenca en estudio.

Con respecto a la calidad del agua subterránea, 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 todo el Área Metropolitana. Según lo anterior, solo se puede establecer que el agua subterránea no es apta para consumo humano, esto se puede solucionar tratándola, pero no se puede establecer el grado de contaminación por otros compuestos que podrían ser tóxicos.

Es importante adelantar esfuerzos que conduzcan a realizar estudios para un mejor conocimiento del recurso hídrico subterráneo en cuanto a su fuente (acuífero), la recarga (estimarla), y su calidad, al igual que la adecuada medición y control del recurso, que permita conocer la cantidad que se consume y su uso, para generar así un insumo para el ordenamiento y administración del mismo.

3.8.5 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.

Como problemas específicos se puede considerar en primer lugar la explotación informal del recurso, ya que no se conoce a que tasa se hace, cuantas son las captaciones reales activas legales o ilegales y si hay sobreexplotación o no.

A partir del conocimiento de estudios que se han realizado en el Valle de Aburrá en los últimos años en los que se han revisado los inventarios de captaciones de agua subterránea, como el estudio para la reglamentación del uso y aprovechamiento de las aguas de la cuenca de la quebrada Doña María (Unalmed, 2006) y el estudio de Identificación, clasificación, características hidrogeológicas de los humedales y evaluación de zonas de recarga y su relación con la geología y las corrientes del municipio de Envigado (Unalmed, Secretaría de Medio Ambiente del Municipio de Envigado, 2004) se deduce que la explotación informal se está documentando y legalizando y que este problema posiblemente ha disminuido en los últimos 10 años.

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 (ver Figura 3.16) 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.

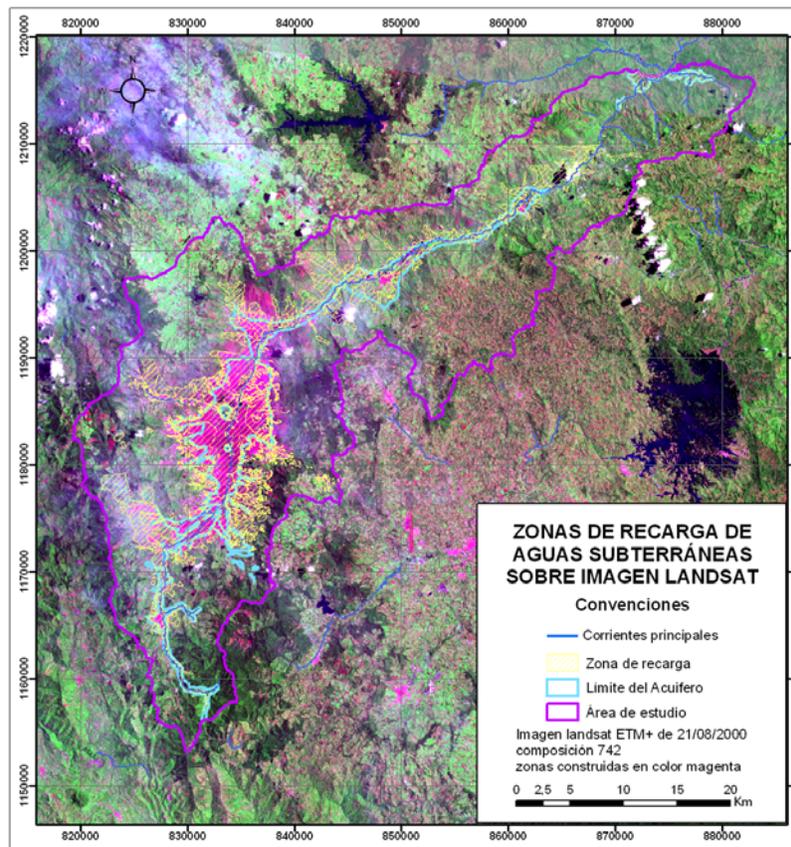


Figura 3.16. Comparación de zonas de recarga de aguas subterráneas con las zonas construidas Imagen de satélite landsat ETM+ de 21 de agosto de 2000, composición 742, las zonas construidas se ven en color magenta.

3.8.6 Modelo Hidrogeológico conceptual de la Cuenca del río Aburrá

Con base en toda la información secundaria utilizada para el análisis del recursos hídrico subterráneo en la cuenca, se desarrolló un modelo hidrogeológico mediante el cual se definió de manera conceptual las direcciones de flujo esperadas, así como las zonas de recarga y descarga del sistema acuífero del valle.

Para identificar las zonas potenciales de recarga en el Valle de Aburrá, se construyeron y clasificaron los mapas temáticos geomorfológico, depósitos recientes, densidad de fracturamiento y precipitación. A continuación se describirá el proceso mediante el cual se obtuvo cada uno de estos mapas y la manera como fueron procesados entre sí a través del software ArcGis 9.0, luego de lo cual se obtuvo el mapa de recarga potencial para La cuenca.

Cabe notar que en los mapas obtenidos dentro del modelo hidrogeológico conceptual, solamente se consideró la recarga por precipitación.

▪ **Mapa de clasificación de recarga por geomorfología (mr_geom)**

La clasificación de este mapa se realizó a partir de la categorización de las unidades geomorfológicas según la pendiente como se muestra en la Tabla 3.12.

El campo ponderador en la tabla corresponde a la calificación o peso dado a cada unidad de acuerdo a la importancia que ésta tiene en el proceso de recarga.

Tabla 3.12. Categorías para la clasificación del mapa geomorfológico

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	CLASIFICACIÓN	PONDERADOR	PENDIENTE PROMEDIO
Altiplano	Muy Alta	4	5-10°
Aluvial	Muy Alta	4	0-5°
Cerros	Media	2	15-25°
Unidad de Colinas	Media	2	15-25°
Cuchillas	Media	2	10-25°
Escarpe Principal	Baja	1	>35°
Escarpe Secundario	Media	2	>35°
Filos Altos	Baja	1	>35°
Filos Medios y Bajos	Media	2	20-35°
Peldaño	Media	2	10-20°
Terraza	Muy Alta	4	0-5°
Topes	Muy Alta	4	0-10°
Vertientes Largas con Filos	Media	2	15-20°
Vertientes Suaves en Depósitos	Alta	3	5-10°
Vertientes Suaves planas	Media	2	15-20°

La Figura 3.17 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “SU_U_Geomorfológica”), representa la relación que existe entre la pendiente y el potencial de recarga para cada unidad geomorfológica específica. Así, los altiplanos y las zonas más bajas asociadas a las llanuras aluviales del río Medellín son las que presentan mayor potencial de recarga; mientras que los escarpes tanto principales como secundarios, representan las zonas de menor recarga. Estos resultados se consideran apropiados y válidos comparados con los conceptos teóricos.

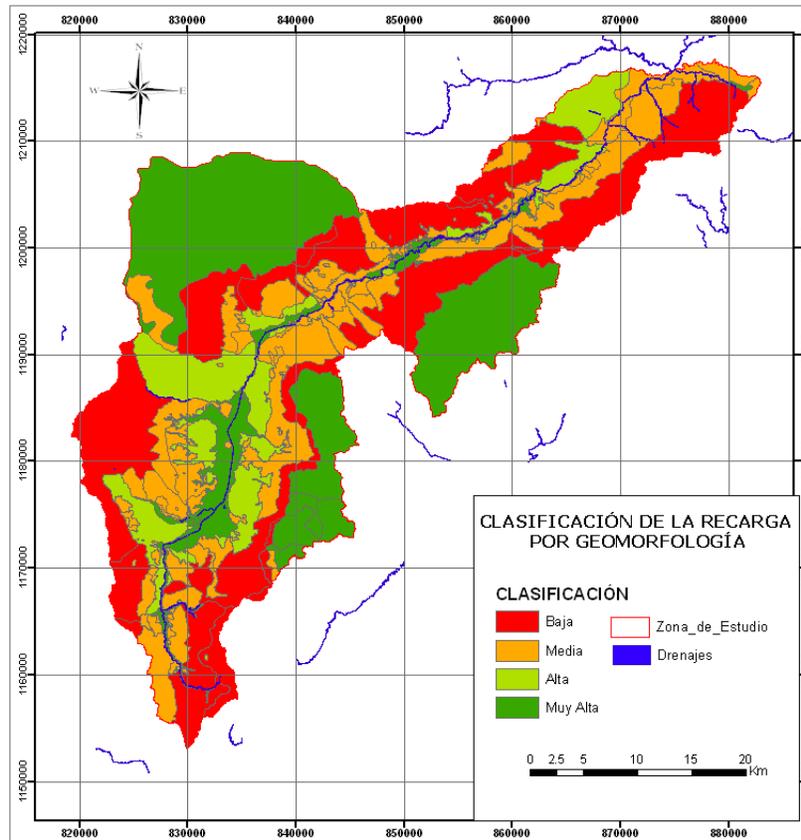


Figura 3.17. Mapa de clasificación de recarga por geomorfología

■ **Mapa de clasificación de recarga por geología (mr_geol)**

Las unidades que conforman este mapa corresponden únicamente a los depósitos recientes con información de la configuración textural de su matriz presentes en la cuenca del río Aburrá; las características granulométricas y composicionales de estas matrices, permitieron clasificarlas según su grado de permeabilidad, como se muestra en la Tabla 3.13.

Tabla 3.13. Categorías para la clasificación del mapa geológico

MATRIZ	CLASIFICACIÓN	PONDERADOR	MATRIZ	CLASIFICACIÓN	PONDERADOR
Bloques	Incierta	1	Bloques redondeados mal seleccionados	Baja	2
Bloques angulares	Incierta	2	Bloques subangulares	Incierta	1
Bloques angulares en matriz arenosa	Media	3	Bloques subangulares en matriz limo arcilloso	Baja	2
Bloques angulares en matriz limo arenosa	Baja	2	Bloques subangulares en matriz limo arenosa	Baja	2
Bloques angulares en matriz limosa	Baja	2	Bloques subangulares en matriz limosa	Baja	2
Bloques angulares en matriz areno limosa	Media	3	Bloques subredondeados	Incierta	1
Bloques en matriz arenosa	Alta	4	Bloques subredondeados en matriz arenosa	Media	3
Bloques en matriz limo arenosa	Baja	2	Depósito	Incierta	1
Bloques en matriz limosa	Baja	2	Depósito arenoso	Media	3
Bloques en matriz variable	Baja	2	Depósito arenoso con bloques	Media	3
Bloques redondeados	Incierta	1	Depósito limo arcilloso con bloques	Baja	2
Bloques redondeados bien seleccionados	Media	3	Depósito limo arenoso con Bloques	Baja	2
Bloques redondeados en matriz arenosa	Media	3	Depósito limoso	Baja	2
Bloques redondeados en matriz gravosa	Media	4	Depósito limoso con bloques	Baja	2
Escombreras y botaderos	Alta	4	Depósito con espesor variable	Alta	4

De la misma manera que en la construcción del mapa geomorfológico, a cada clasificación le fue asignado un peso (ponderador), el cual permite la categorización de los depósitos según su capacidad de recarga por precipitación.

La Figura 3.18 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “2DG”, objeto: “SU_Recarga_depositos”) muestra el mapa obtenido según la categorización mencionada anteriormente; allí se observa que los depósitos con mayor capacidad de recarga corresponden a los ubicados en las partes más bajas de la cuenca los cuales corresponden a depósitos aluviales del río Medellín. En cuanto a las otras categorías, es decir, media, baja e incierta, puede decirse que su distribución a lo largo del valle no sigue ningún tipo de patrón o régimen.

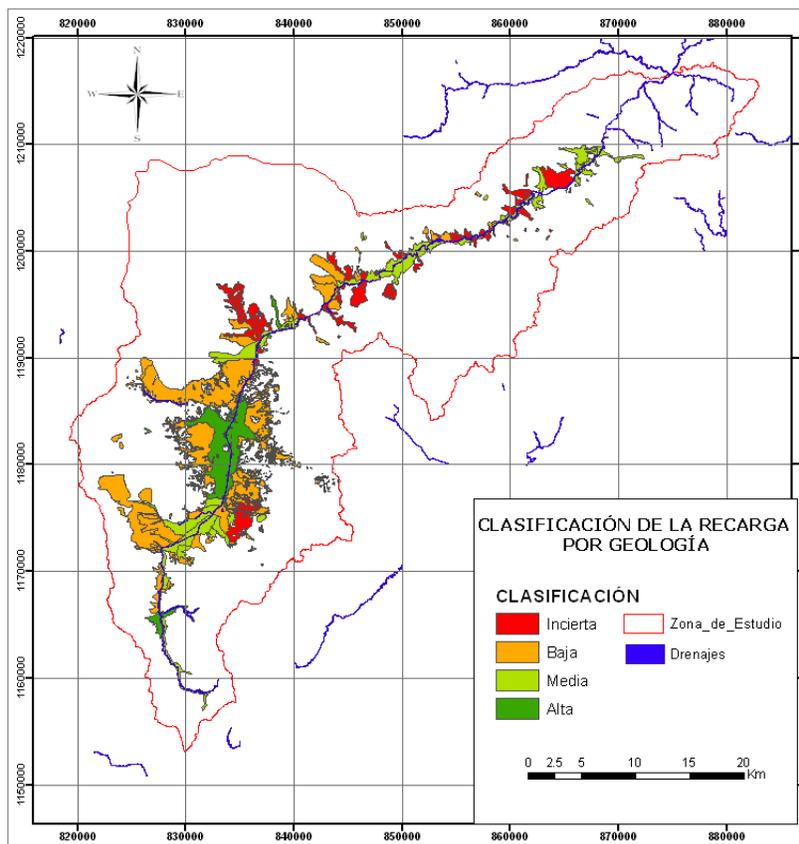


Figura 3.18. Mapa de clasificación de recarga por geología
Fuente: tomado y modificado de Área Metropolitana; 2002b.

Para la validación del mapa mostrado en la Figura 3.18, se realizó la comparación de éste con el mapa obtenido por la UdeA (2001); donde el área de recarga directa por geología es mucho menor que la considerada en nuestro caso, debido a que también se analizaron los depósitos que se encuentran por debajo de la zona urbana del área metropolitana. En

general, las condiciones de alta, media y baja recarga por geología siguen conservándose en ambos mapas (Figura 3.19).

Otro factor importante a considerar en la Figura 3.18, es la exclusión de los depósitos conformados por escombreras y botaderos; ya que, si bien poseen características de alta permeabilidad, la incertidumbre acerca de su composición podría generar incongruencias a la hora de incluirlos en los análisis de recarga para la cuenca del río Aburrá. Existe el caso del botadero de la curva de Rodas para el cual se tiene un alto potencial de recarga debido a su bajo grado de consolidación y a su heterogeneidad en el tamaño del material que lo compone, sin embargo, tiene un gran condicionante como lo es la contaminación por transporte de lixiviado a través del suelo sobre el que se encuentra, lo cual hace que de forma instantánea este tipo de depósito no se tenga en cuenta dentro de las unidades consideradas de mayor recarga.

La categoría incierta dentro de la clasificación de la recarga por geología, fue considerada como la situación más desfavorable, asignándole un valor de 1 para el ponderador.

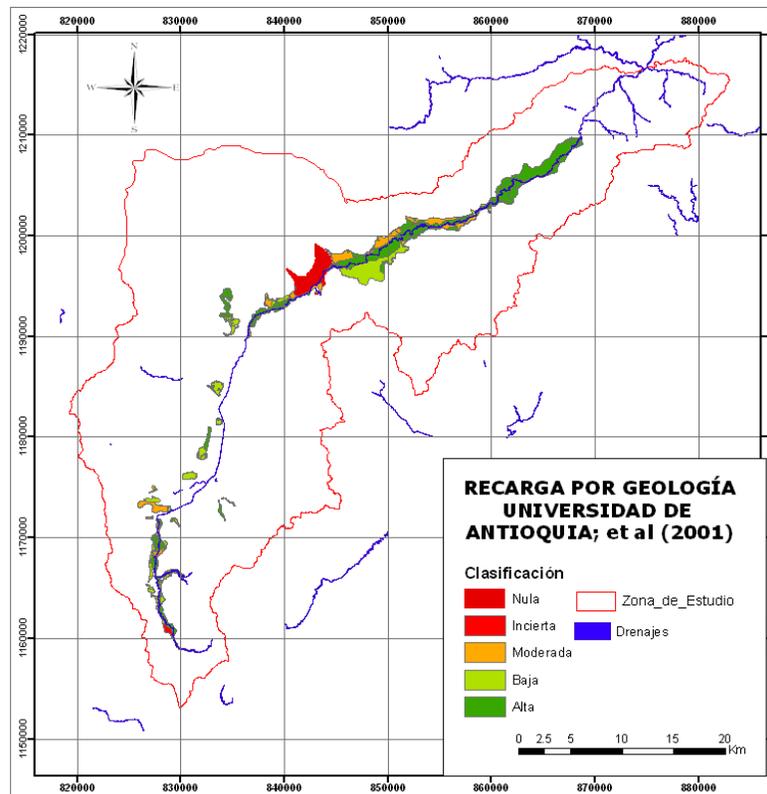


Figura 3.19. Mapa de recarga directa por geología
Fuente: UdeA, 2001.

■ Mapa de clasificación de recarga por densidad de fracturamiento (mr_frac)

Este mapa es una forma práctica de representar los efectos de un flujo preferencial, el cual es de gran importancia en el transporte de contaminantes y por lo tanto permite de manera útil estimar la vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación, ya que este tipo de flujo reduce ampliamente el tiempo de transporte de un contaminante a través de la zona no saturada.

Este mapa debe entenderse en dos sentidos: El primero corresponde a la conexión por medio de conductos entre la superficie del terreno y el acuífero (recarga por flujo preferencial); y la segunda, corresponde a los mismos conductos que facilitan de forma directa la contaminación del acuífero por transporte de fluidos contaminantes provenientes de diversas fuentes.

El proceso de obtención para el mapa mostrado en la Figura 3.20 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: "1GRD/1DG", objeto: "su_rp_df"), consistió básicamente en la digitalización de nuevas estructuras a partir del modelo de elevación digital del terreno con el fin de suplir la falta de información, principalmente en el altiplano occidental y la zona norte de la cuenca. Posteriormente, se llevó a cabo un procesamiento de la información por medio del software Arcgis 9.0 con el fin de cuantificar la cantidad de estructuras existentes dentro de un área de 250,000 m².

La clasificación de este mapa se realizó con la ayuda de un análisis estadístico basado en la distribución acumulada de los cuantiles correspondientes a 25%, 50%, 75% y 100%. Dicho análisis se aproxima al comportamiento esperado para las estructuras presentes en la zona de estudio.

La Figura 3.20 muestra claramente dos zonas con alta densidad de fracturamiento hacia el sur de la cuenca, una de estas corresponde al sistema de falla de Romeral al occidente del municipio de Caldas y la otra se ubica entre los municipios de Envigado y Sabaneta.

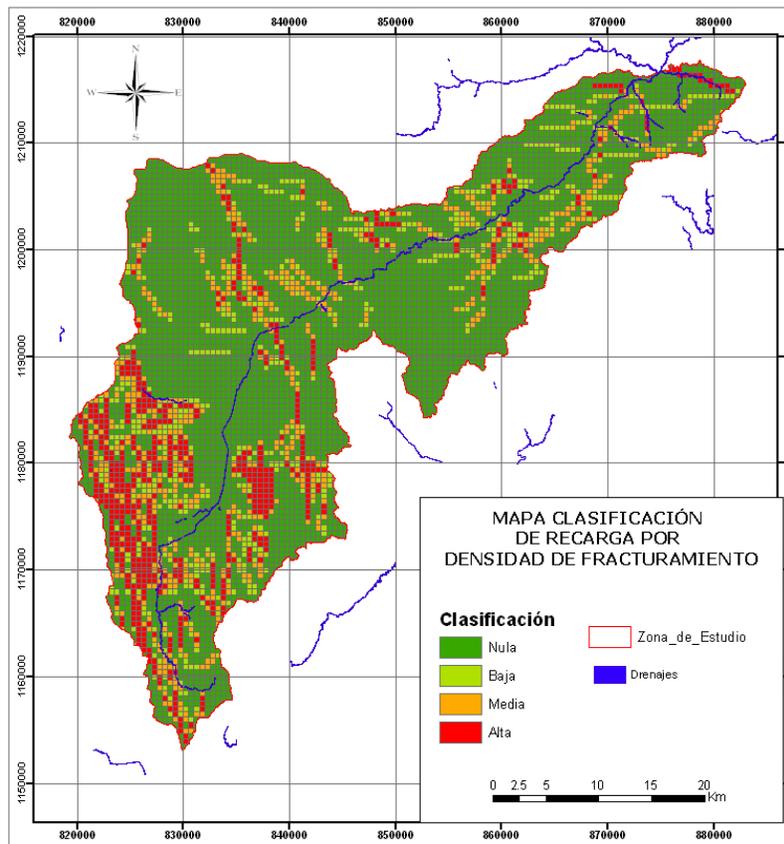


Figura 3.20. Mapa de clasificación de recarga por densidad de fracturamiento

■ **Mapa clasificación de la precipitación (mr_precip)**

La clasificación del mapa de precipitación media anual para la cuenca del río Aburrá, se realizó mediante el análisis estadístico de cuantiles. La Figura 3.21 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1GRD/0LB”, objeto: “ag_precipt”), muestra dicha clasificación, en donde se identifican cuatro zonas de alta precipitación, dos de media a alta y una de clasificación baja

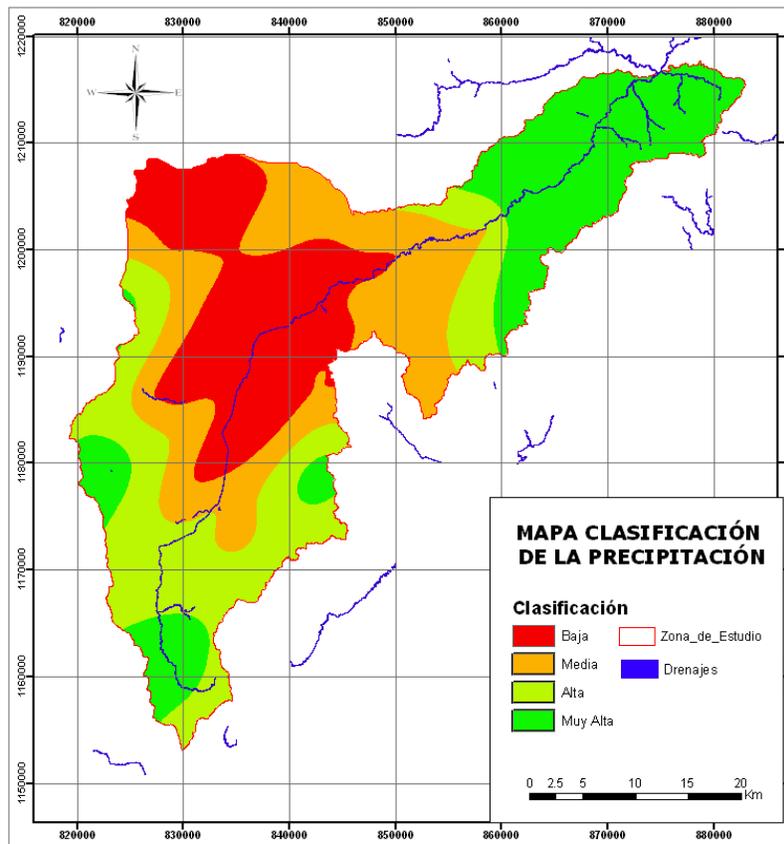


Figura 3.21. Mapa de Clasificación de la precipitación

■ **Mapa de recarga por densidad de fracturamiento y geomorfología (mr_frac_geom)**

Con el objetivo de obtener el modelo hidrogeológico conceptual de la cuenca del río Aburrá, fue necesario procesar los mapas densidad de fracturamiento y geomorfológico ya que se hace indispensable el análisis de la existencia de estructuras geológicas presentes en las unidades geomorfológicas como lo son los altiplanos, debido a que estudios anteriores a este han demostrados que son estas unidades una de las principales fuentes para la recarga indirecta de los acuíferos ubicados en la zona suroriental del Valle de Aburrá.

En la Figura 3.22 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1GRD/1DG”, objeto: “su_rp_df_gm”) se observa como la densidad de fracturamiento es el factor determinante en el momento de considerar la recarga independientemente de la unidad geomorfológica sobre la cual se encuentren; así, se pueden diferenciar zonas que

clasifican como alta y media, con relación a la recarga, en unidades geomorfológicas como los altiplano, escarpes y colinas; todas ellas con pendiente diferentes.

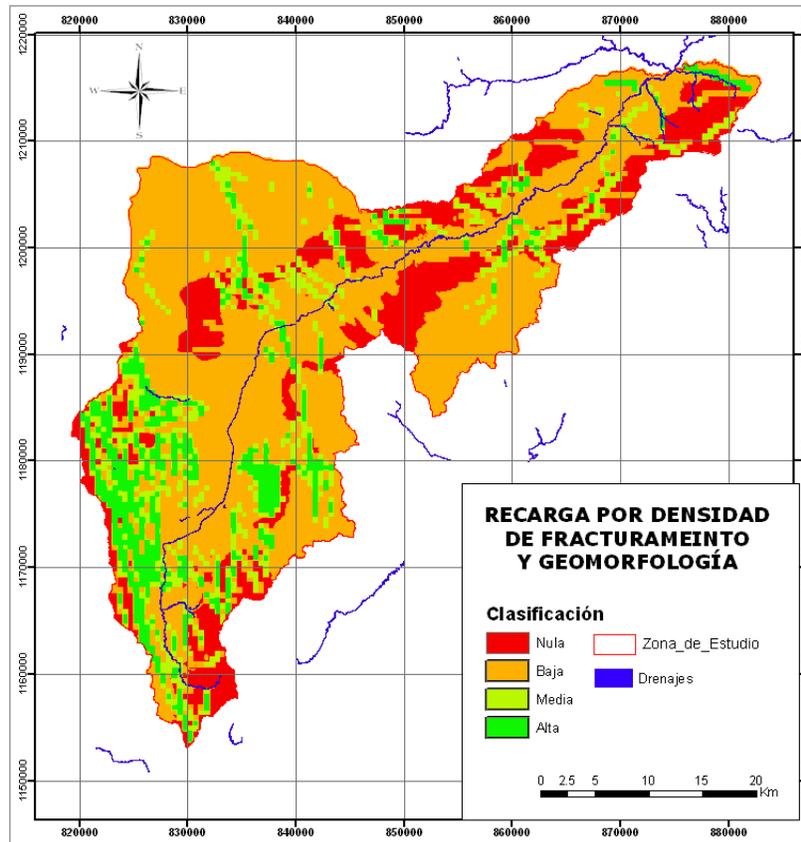


Figura 3.22. Mapa de recarga por densidad de fracturamiento y geomorfología

■ **Mapa potencial de recarga directa para la Cuenca del río Aburrá (mt_rec_dir)**

Con el fin de analizar cómo es la recarga directa en el Valle de Aburrá mediante un criterio hidrogeológico, al momento de unir los factores condicionantes que definen la clasificación de cada uno de estos, se buscó una relación en forma de ecuación de tal forma que fuera la más apropiada y que simplificara este cálculo. Así, los mapas anteriormente mencionados fueron procesados con ayuda de la siguiente ecuación, para la cual se utilizó la calculadora de mapas del software Arcgis 9.0:

$$mt_rec_dir = (mr_frac_geom * 0.001) + (mr_precip * 0.001) + (mr_geol)$$

Donde:

mt_rec_dir:	Mapa potencial de recarga directa
mr_frac_geom:	Mapa de recarga por densidad de fracturamiento y geomorfología
mr_precip:	Mapa clasificación de la precipitación
mr_geol:	Mapa de clasificación de recarga por geología

Los factores que multiplican los mapas fueron seleccionados apropiadamente, con el fin que el campo ponderador de cada uno de los mapas coincidiera con los rangos de magnitud y de esta manera obtener un mapa representativo y aproximado a la realidad de la cuenca del río Aburrá.

La Figura 3.23, (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1GRD/1DG”, objeto: “su_rec_pot”) muestra lo que podría ser la recarga potencial en la zona de estudio, a diferencia de la Figura 3.24 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1GRD/1DG”, objeto: “su_rec_pot”) que muestra la recarga potencial de la cuenca teniendo en cuenta la zona urbana del Valle de Aburrá, la cual representa el área de mayor recarga de la zona de estudio sobre las mayores extensiones de los depósitos aluviales del río Medellín.

En este modelo, se observó que uno de los mapas que ejerce mayor influencia en los resultados es el mapa de precipitación, esto se debe a que hacia la parte norte entre los municipios de Girardota, Barbosa y San Vicente se tenían valores bajos de recarga en los mapas geomorfológicos y geológicos; y al procesarlos con el mapa de precipitación se obtuvieron valores medios de recarga; lo cual puede no ser válido en el momento de clasificar la zona de estudio, ya que corresponde a un área que realmente tiene poca probabilidad de recarga a pesar de ser el área con una alta precipitación.

En general, el modelo potencial de recarga representa el peso significativo de los depósitos recientes y de la densidad de fracturamiento; ya que las zonas con más posibilidad de recarga corresponden a las de mayor fracturamiento y a los depósitos con mayor grado de permeabilidad asociados a los aluviales del río Medellín.

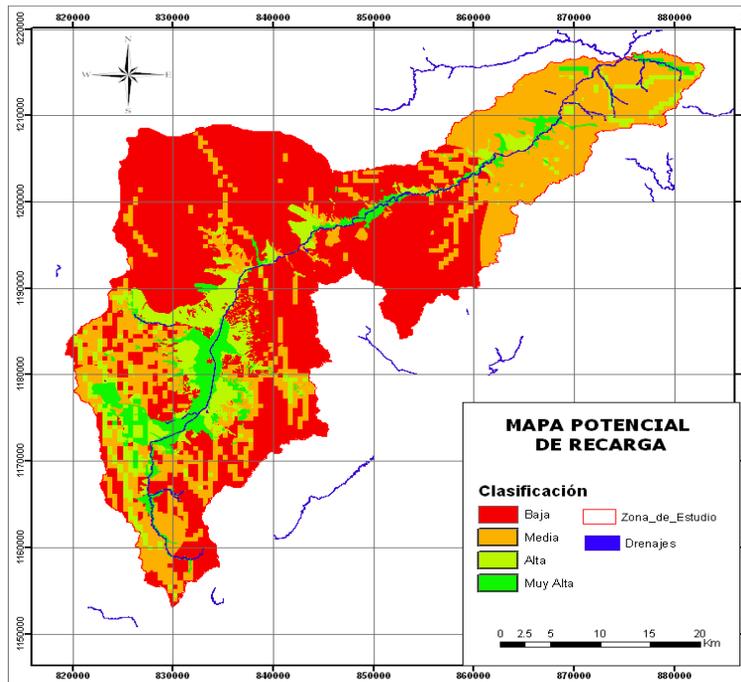


Figura 3.23. Mapa potencial de recarga para la Cuenca del río Aburrá

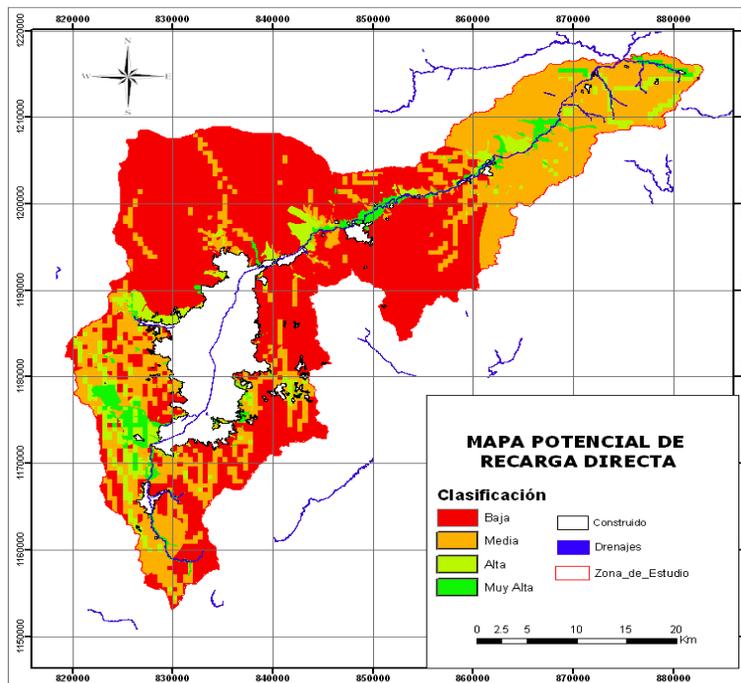


Figura 3.24. Mapa potencial de recarga directa para la Cuenca del río Aburrá excluyendo la zona urbanizada

El resultado del procesamiento de la información obtenida corresponde a una primera aproximación de la fase de diagnóstico dentro del proyecto POMCA, cuyos resultados se pueden mejorar a medida que se tenga mayor información primaria a lo largo de la cuenca. Este mapa también debe interpretarse como un mapa de vulnerabilidad por recarga, ya que indirectamente muestra cuales son las áreas que realmente se deben considerar como zonas de protección con el fin de no contaminar el acuífero.

▪ **Modelo Hidrogeológico conceptual de la cuenca del río Aburrá**

A partir del análisis de la información obtenida por medio del álgebra de mapas, se obtuvo un modelo hidrogeológico conceptual para el Valle de Aburrá, el cual muestra de manera esquemática e ilustrativa la manera como se comporta el flujo de las aguas subterráneas y sub-superficiales a lo largo de todo el valle (Figura 3.25 y Figura 3.26).

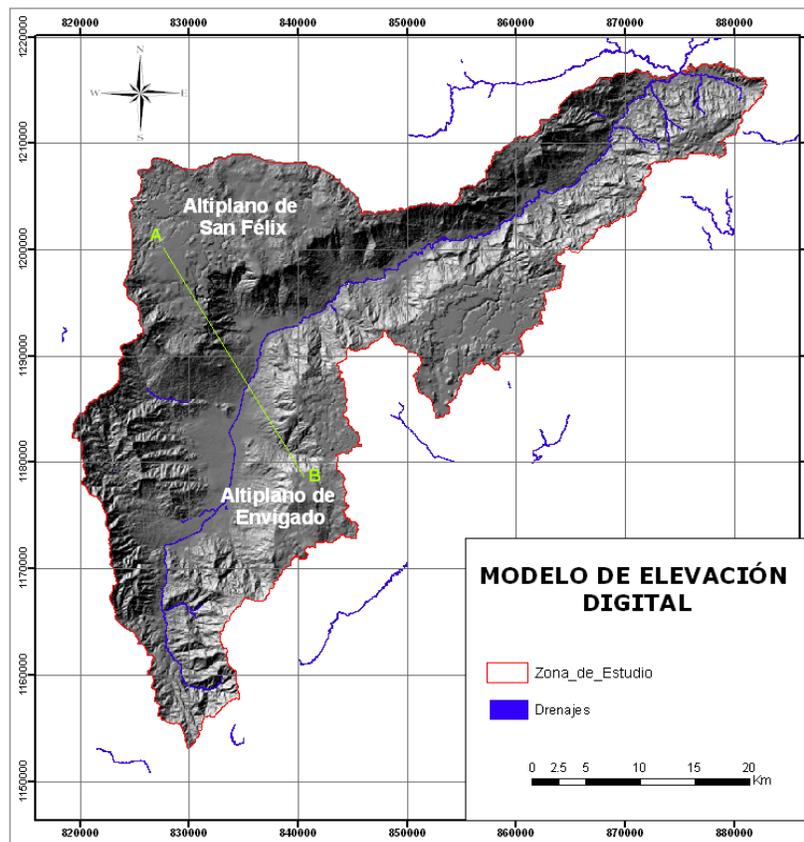


Figura 3.25. Ubicación esquemática de la sección de corte (A-B) del modelo hidrogeológico conceptual de Cuenca del río Aburrá

La Figura 3.26 muestra un corte esquemático del modelo hidrogeológico conceptual para la cuenca del río Aburrá, en este puede observarse claramente las características geomorfológicas entre los altiplanos y las otras unidades que conforman el valle.



Figura 3.26. Modelo Hidrogeológico conceptual de la Cuenca del río Aburrá, las líneas azules indican como podría ser el comportamiento del agua subterránea dentro de la Cuenca.

3.9 AMENAZAS Y RIESGOS

El término amenaza, se define técnicamente como la probabilidad que dentro de un área reconocida y en un tiempo determinado, ocurra un evento natural o de origen antrópico que afecte nocivamente al hombre y sus bienes. El riesgo se define como la cuantificación de los daños causados por el evento, en términos de vidas, afectación a la infraestructura y costos.

La amenaza también se refiere a un peligro latente o factor de riesgo externo de un sistema o sujeto expuesto, que se puede expresar en forma matemática como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un suceso con una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo determinado. (Rivera, 2004).

Determinar estos aspectos en un territorio es de gran importancia, ya que de este modo se puede optimizar el uso del suelo y evitar la ocurrencia de eventos catastróficos, por falta de conocimiento sobre las condiciones naturales, y a su vez los detonantes por acciones antrópicas que pueden causar desastres.

Para la Cuenca del río Aburrá, se hará énfasis en la caracterización de las amenazas y riesgos relacionados con eventos sísmicos y por 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. Las amenazas por inundaciones son consideradas en el capítulo de aguas de este documento.

3.9.1 Inventario de áreas susceptibles a movimientos en masa

Los rangos de susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa en la Cuenca del río Aburrá son muy heterogéneos y no se puede apuntar a unas pocas áreas, sino que por el contrario se encuentran distribuidos en todo la cuenca, especialmente en zonas asociadas a fuertes pendientes, es decir en geoformas de vertientes y filos y en donde son frecuentes las actividades antrópicas, ver Figura 3.27 (mapa disponible en la base de datos espacial: subdirectorío: "1GRD\1DG", grid: "su_ame_mm"). Para analizar el grado de importancia de esta amenaza, se realiza una caracterización para el sector sur, centro y norte de la cuenca, con los municipios que éstos involucran, y que se presentan en la Tabla 3.14.

Tabla 3.14. Descripción de la amenaza por movimiento en masa

SECTOR	DESCRIPCIÓN
<p>Área sur de la Cuenca del río Aburrá</p>	<p>Abarca los municipios de Caldas, Sabaneta, La Estrella, Envigado e Itagüí; en ellos se evidencian movimientos en masa principalmente desgarres y deslizamientos asociados a las altas pendientes y a la litología relacionada con rocas esquistosas, gabros, dunitas, entre otras.</p> <p>La amenaza está diferenciada en todos los rangos; siendo de bajo grado en las llanuras aluviales y la margen izquierda del río Medellín; un grado de amenaza media se presenta en sectores intermedios de las vertientes y un grado de amenaza alta en las partes superiores de las subcuencas. A los procesos de remoción en masa, también se encuentran asociados la caída de rocas, la reptación y la socavación de orillas en márgenes de quebradas y ríos.</p> <p>En este sector, se considera de gran relevancia, el deslizamiento activo del Barrio Campoalegre en el municipio de La Estrella.</p>

SECTOR	DESCRIPCIÓN
<p>Área centro de la Cuenca del río Aburrá</p>	<p>Corresponde con las áreas del municipio de Medellín, los fenómenos de inestabilidad están asociados a diferentes litologías y depósitos de vertiente en ambos costados de la ciudad (oriente y occidente), a explotaciones de materiales, al socavamiento de orillas, pérdida de la capa vegetal, a la explotación inadecuada de canteras, la implantación de infraestructuras sin previos y adecuados análisis geotécnicos, la expansión urbana hacia terrenos inapropiados, la carencia de servicios públicos adaptados a las condiciones físicas del terreno, el descole de aguas superficiales y servidas a mitad de ladera y los cambios en el uso del suelo.</p> <p>Presenta rangos de amenaza heterogéneos, debido a la diversidad de unidades litológicas aflorantes, la gran extensión que ocupa el municipio de Medellín y los variables rangos de pendientes.</p> <p>Se presenta un bajo grado de amenaza en el sector de la llanura aluvial del río Aburrá, la margen izquierda de la quebrada La Iguaña y en la zona de altiplano. La amenaza de grado medio a alto, se identifica en la ladera oriental del valle, donde se presentan fuertes pendientes.</p> <p>Un grado de amenaza medio a bajo se localiza en sectores de la vertiente occidental de la ciudad, la divisoria de aguas del río Aburrá y la quebrada Doña María, encontrando en esta última, rangos de amenaza desde bajo a alto.</p> <p>El grado de amenaza medio a alto se presenta en sectores del cerro El Volador, sector de San Diego, y hacia la ladera occidental de Medellín.</p>
<p>Área norte de la Cuenca del río Aburrá</p>	<p>Comprende los municipios de Bello, Copacabana, Girardota, Barbosa, San Vicente, Don Matías y Guarne, donde se presentan movimientos de masa lentos, caída de bloques, erosión, deslizamientos, desgarres, reptación, socavamiento severo y socavamiento de cauces; asociados a litologías de rocas metamórficas, ígneas y depósitos no consolidados, en geoformas escarpadas, de vertientes fuertes, cuchillas, cerros, colinas y terrazas.</p>

SECTOR	DESCRIPCIÓN
	<p>Los fenómenos contemplados, se deben al fuerte fracturamiento del macizo rocoso, la ausencia de coberturas vegetales, los perfiles de meteorización y la explotación no tecnificada de canteras.</p> <p>El grado bajo de amenaza se presenta en ambas márgenes de la llanura aluvial del río Aburrá. Los grados de amenaza medio y alto se relacionan a escarpes rocosos con altas pendientes y rocas meteorizadas.</p>

Fuente: compilado y modificado de Área Metropolitana, 2002b; Área Metropolitana 1998b; Moreno y Múnera, 1984.

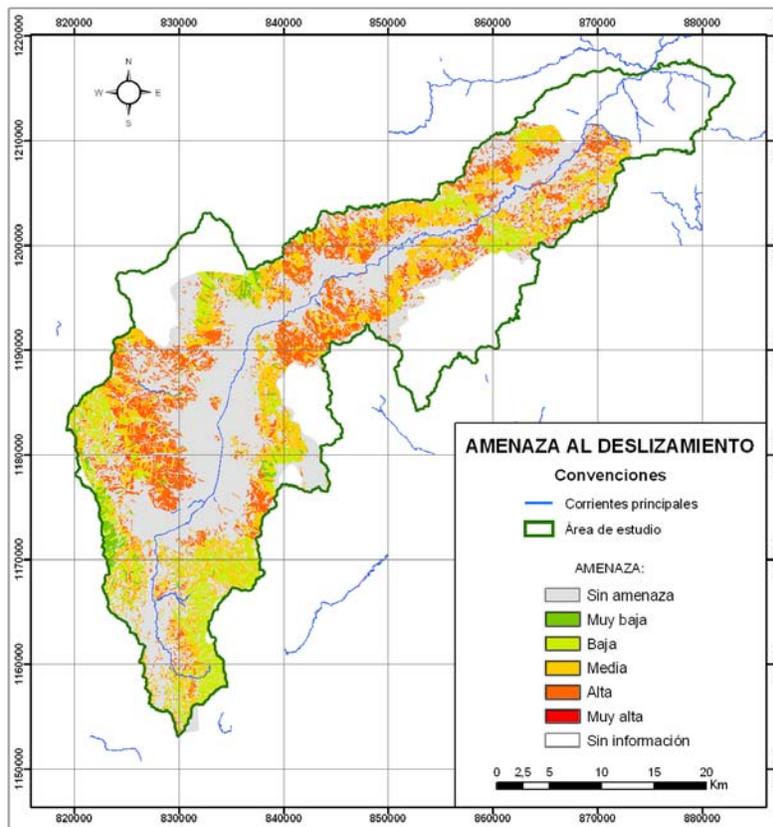


Figura 3.27. Amenaza por deslizamiento en la Cuenca del río Aburrá
Fuente: Área Metropolitana, 2002b.

3.9.2 Riesgo por movimientos en masa

El riesgo por 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.

Para la cuenca del río Aburrá, este riesgo ha sido caracterizado para los municipios que conforman el área Metropolitana del Valle de Aburrá (ver Tabla 3.15), siendo allí donde se presenta la mayor infraestructura y densidad poblacional, ver Figura 3.28 (mapa disponible en la base de datos espacial: subdirectorío: “1GRD\1DG”, objeto: “SU_Riesgo_des”).

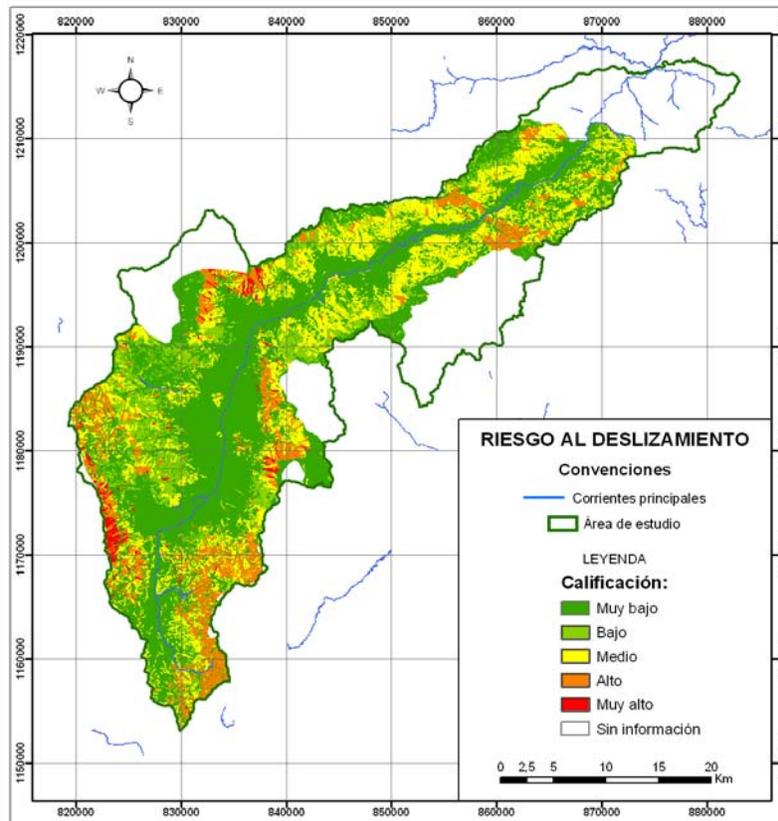


Figura 3.28. Zonas de riesgo por movimientos en masa en la Cuenca del río Aburrá
Fuente: Área Metropolitana, 2002b.

Tabla 3.15. Descripción del riesgo por movimientos en masa

SECTOR	DESCRIPCIÓN
Área sur de la Cuenca del río Aburrá	<p>Para los municipios de Caldas, Sabaneta, Itagüí y Envigado, el riesgo es bajo en las zonas correspondientes a la llanura aluvial hasta la parte media de la ladera. En algunas cabeceras de microcuencas, como La Doctora en Sabaneta, quebradas La Grande, La Ospina, La Chocha, La Culebra en el municipio de La Estrella; Las Minas, La Clara, La Miel, La Romera en Caldas, el riesgo es considerado alto.</p>
Área centro de la Cuenca del río Aburrá	<p>Comprende principalmente el municipio de Medellín. Para la llanura aluvial del río Aburrá y para ambos márgenes hasta su sector intermedio, el riesgo por deslizamiento se considera bajo.</p> <p>Sectores aislados con rangos de riesgo medio a alto como los cerros Nutibara y Volador así como porciones de Las Palmas. En algunas cabeceras de drenajes de la ladera oriental del Valle de Aburra (La Poblada, La Presidenta, La Honda, Santa Elena); el riesgo por movimientos en masa se clasifica de medio a alto.</p> <p>El riesgo para la parte media de la ladera occidental del Valle, es de rango medio y en la cuenca de las quebradas La Iguañá, Ana Díaz, La Mina, Doña María y en el corregimiento de San Antonio de Prado es alto.</p>
Área norte de la Cuenca del río Aburrá	<p>Involucra los municipios de Don Matías, Santo Domingo, Barbosa, Girardota, Copacabana y Bello, el riesgo por movimientos en masa se ha establecido como bajo para sectores correspondientes a la llanura aluvial de la cuenca y de grado medio a alto para las áreas de vertiente y de algunas quebradas.</p>

Fuente: compilado y modificado de Área Metropolitana 2006b; Área Metropolitana 2002b; Área Metropolitana 1998b; POT municipales 2000 – 2003.

3.9.3 Amenaza sísmica

Las principales conclusiones del estudio de Microzonificación Sísmica de los municipios del Valle de Aburrá (2002), determinaron que la actividad superficial atribuible a la subducción no es uniforme a lo largo de la costa del occidente y está menguada hacia el oriente del valle del río Cauca, en la latitud donde se encuentra la cuenca del río Aburrá. Para determinar el grado de amenaza debido a la actividad sísmica, se establecieron los diferentes niveles de aceleración en las rocas que conforman la cuenca, más exactamente para los municipios que conforman el Área Metropolitana, y que durante este estudio, se correlacionaron con los rangos señalados en la Norma Colombiana de diseño y construcción sismorresistente, NSR, (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 1998) estableciendo un grado de amenaza indicativo de alto, intermedio y bajo (ver Figura 3.29).

Tabla 3.16. Rangos de clasificación de la amenaza sísmica

AMENAZA	Aa
Baja	≤ 0.10
Intermedia	$> 0.10-0.20$
Alta	≥ 0.20

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 1998.

Donde Aa: es la aceleración pico efectiva, para diseño.

De esta manera, se considera la no existencia de registros de sismos catastróficos en áreas incluidas en la cuenca del río Aburrá, pero existen fallas geológicamente catalogadas como de actividad media, que no deben ser ignoradas. Estas estructuras geológicas, pueden generar sismos de magnitud importante que pueden intensificarse debido a su directa relación con los centros poblados de los municipios del sur del Valle de Aburrá.

3.9.4 Inventario de áreas susceptibles a la amenaza sísmica

El Valle del Aburrá se encuentra localizado en una zona donde se presenta una disminución de la actividad sísmica, 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. (Área Metropolitana, 2002b)

El estudio de 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 (2002b), define los rangos de aceleración máxima ver Figura 3.29 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “2DG”, objeto: “SU_Amenaza_si”) por medio de los cuales de cualifica la amenaza ante sismos, Ver tabla 3.17.

Tabla 3.17. Rangos de aclaraciones máximas y cualificación de la amenaza sísmica

RANGOS DE ACCELERACIÓN MÁXIMA	CUALIFICACIÓN
$A_{max} < 0.15 \text{ g}$	Amenaza Sísmica Baja
$0.15 \text{ g} < A_{max} < 0.25 \text{ g}$	Amenaza Sísmica Moderada
$0.25 \text{ g} < A_{max}$	Amenaza Sísmica Alta

Fuente: compilado de Área Metropolitana, 2002b.

Para evaluar el grado de susceptibilidad a la amenaza sísmica, la tabla 3.18 presenta la descripción de estos fenómenos en los sectores sur, centro y norte de la Cuenca del río Aburra. En general se tiene que la amenaza sísmica al extremo sur del valle (municipio de Córdas) es cerca de 25% más alta que en el municipio de Medellín, y al norte del valle (municipio de Barbosa) cerca de 40% más baja; por la posición relativa de los municipios al sistema de fallas Romeral, es de esperarse que el riesgo sísmico sea mucho mayor en el municipio de Córdas y que vaya disminuyendo a medida que se avanza hacia el norte.

Tabla 3.18. Descripción de la amenaza sísmica

SECTOR	AMENAZA
Área sur de la Cuenca del río Aburrá	<p>El máximo valor de las aceleraciones se presenta en el municipio de Caldas Lo anterior se debe a que este es el municipio que mayor cercanía presenta a las fallas del occidente, específicamente a algunos segmentos de la Falla San Jerónimo.</p> <p>El municipio de La Estrella esta ubicado en una zona extremadamente montañosa, sus laderas tienen pendientes sumamente altas, lo cual, sumado a suelos de origen aluvial debidos a las quebradas jóvenes que atraviesan el municipio y que no permiten espesores de suelo importantes, aumenta la probabilidad de ocurrencia de efectos locales de amplificación durante un evento sísmico.</p>

SECTOR	AMENAZA
	<p>El municipio de Envigado (0.95 g) presenta un alto valor para la amenaza sísmica.</p> <p>En el municipio de Sabaneta presenta amenaza alta con aceleración máxima esperada en roca igual 0.17g y suelo con espesores bajos, los cuales no alcanzar a amortiguar una amenaza de esta magnitud.</p>
<p>Área centro de la Cuenca del río Aburrá</p>	<p>Para la ciudad de Medellín se determinó una amenaza y riesgo bajo en un 78% de su distribución areal y que corresponde a las unidades de planicie aluvial, de bajas pendientes.</p> <p>Para el 20.9 % del área correspondiente a las laderas occidental y oriental, un área relativamente baja de la ciudad presenta alto riesgo correspondiente a un 10.3%; un muy alto riesgo, fue identificado para los extremos centro occidental, suroccidental, suroriental y nororiental correspondiente a un 1.2%.</p> <p>Otros sectores de consideración ante la amenaza sísmica respectivamente, tienen que ver con las zonas de los cerros El Volador y Nutibara en donde se han catalogado como de medio y alto riesgo. En el sector de San Diego y parte de la comuna noroccidental, el riesgo es de grado medio, equivalente a un 14.1% de toda la extensión de Medellín.</p>
<p>Área norte de la Cuenca del río Aburrá</p>	<p>La amenaza disminuye hacia el oriente, siendo Barbosa el municipio con el menor valor de aceleración en el área metropolitana. Esto se debe a que hacia el oriente del área se da una disminución de la actividad sísmica, menor presencia de fallas y la distancia al sistema Cauca Romeral es mayor.</p> <p>EL municipio de Girardota presenta una amenaza sísmica baja (0.09g para el sismo de diseño).</p> <p>El Municipio de Copacabana, muestran una gran variación de la respuesta sísmica en una extensión de terreno pequeña; esto se debe a la presencia de diferentes formaciones geotécnicas con orígenes distintos en el Municipio.</p>

Fuente: Compilado y modificado de: Área Metropolitana 2006b; Área Metropolitana 2002b; POT municipales.

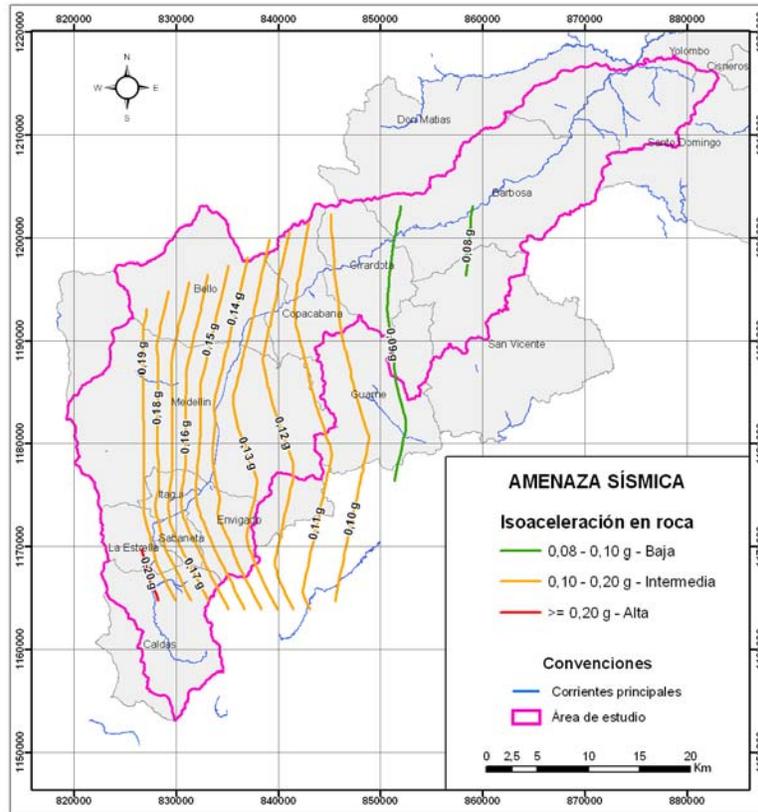


Figura 3.29. Isoaceleraciones en roca para determinar amenaza sísmica indicativa
Fuente: Área Metropolitana 2002b, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica 1998.

3.9.5 Vulnerabilidad

Entendiendo por vulnerabilidad el grado de exposición de las comunidades y los bienes materiales ante los fenómenos amenazantes; para la cuenca del río Aburrá, se consideran como factores vulnerables las pérdidas humanas y afectadas, las pérdidas relacionadas con la infraestructura y los efectos relacionados con las pérdidas económicas (ver Tabla 3.19).

Tabla 3.19. Descripción de la vulnerabilidad

VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN
Pérdidas humanas y afectadas	La población ubicada en áreas catalogadas con medio y alto grado de amenaza y riesgo a los movimientos de masa y a la actividad sísmica, es

VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN
	<p>considerada como la más vulnerable. Existe un porcentaje considerable de la población que se encuentra ubicada en áreas de pendientes medias a fuertes, con evidencias de actividad morfodinámica, especialmente deslizamientos, caída de rocas y erosión. Para las zonas pobladas de la cuenca, se conoce la susceptibilidad a la pérdida de vidas humanas causadas por ocurrencia de deslizamientos de gran tamaño; llegando a reportar para años anteriores, pérdidas humanas cercanas a las 1,180 personas.</p>
<p>Pérdidas relacionadas con la infraestructura</p>	<p>Estas pérdidas en infraestructura, tienen mucho que ver con las zonas de alto riesgo, relacionadas con invasiones y barrios no planificados dentro del sistema de expansión urbana, correspondientes a estratos 1 y 2, es decir, de bajos recursos. Sumado a lo anterior, las edificaciones, obras civiles como carreteras, puentes, muros de contención entre otros, se ven directamente afectadas por la ocurrencia de deslizamientos. En buena parte de los casos, estas pérdidas en infraestructura están relacionadas con la mala calidad de las obras y su implantación en áreas de alta amenaza y riesgo.</p> <p>Las viviendas se producen por autoconstrucción, mediante procesos costosos y muy extendidos en el tiempo, que no garantizan condiciones de habitabilidad y seguridad adecuadas.</p> <p>Existen estadísticas que arrojan datos sobre un 26.17% de viviendas afectadas y un 15.75% de viviendas destruidas durante los años 1900 y 2002.</p>
<p>Efectos relacionados con las pérdidas económicas</p>	<p>La readecuación de bienes materiales afectados por un evento sísmico o deslizamiento, son valoradas en miles de pesos y abarcan desde la pérdida de enceres básicos del hogar, como la afectación de viviendas, edificios y obras públicas en general. Para la Cuenca del río Aburrá, no se han establecido valores reales de pérdidas por la ocurrencia de fenómenos naturales como sismos o deslizamientos, pero se considera que los cálculos realizados hasta el momento (2006) están muy por debajo del costo real.</p>

Fuente: compilado y modificado de Área Metropolitana 2006b, Área Metropolitana 2002b.

Por otro lado, una forma de evaluar cualitativamente la vulnerabilidad de la población ante los sismos se puede realizar comparando las áreas que han sido construidas de manera

informal, tales como invasiones y urbanizaciones piratas, las cuales se supone no cumplen con la norma de construcción sismorresistente, NSR 98, con las áreas que se han construido legalmente y que se supone debieron cumplir la norma NSR 98 en sus diseños para la aprobación de las licencias de construcción.

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.

Teniendo en mente que la normatividad para construcciones sismorresistentes comenzó a ser efectiva en el país después de la década de los años ochenta, se infiere que el 54% del área ocupada de la ciudad 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.

En el estudio de “Riesgo sísmico para la ciudad de Medellín y propuesta de un plan de gestión de riesgo sísmico usando la herramienta RADIUS”, realizado en el 2004, hay interesantes aportes del riesgo al que esta sometida la ciudad ante un sismo hipotético, la bondad de la herramienta RADIUS es que permite una estimación preliminar del riesgo sísmico y arroja preocupantes datos para la ciudad de Medellín, especialmente para la zona nororiental y noroccidental (Rivera, 2004), lo cual evidencia la alta vulnerabilidad ante los sismos que presentan estos lugares, aunque fue un estudio muy puntual, permite ser replicable a otros lugares de la cuenca.

3.10 ANÁLISIS DE POTENCIALIDADES Y RESTRICCIONES

El análisis del componente geológico puede efectuarse desde varios puntos de vista: desde sus características geotécnicas o de calidad de la roca, como fuente de materiales de construcción y de minerales de rendimiento económico; desde el punto de vista geomorfológico y de los procesos superficiales que tienen lugar en la región y como generador de amenazas naturales.

3.10.1 Potencialidades

El potencial geológico de las unidades litológicas en la Cuenca del río Aburrá, se analizó conforme a tres indicadores. Uno de ellos se refiere a la calidad de la roca o también denominado calidad de los materiales superficiales. El segundo indicador se refiere al potencial minero de las rocas y como tercer indicador el potencial geomorfológico desde el punto de vista de los sitios de interés paisajístico y una identificación de las áreas para generación de energía.

▪ **Calidad de la roca**

El análisis de la calidad de la roca pretende aproximarse al conocimiento de la condiciones geomecánicas evaluando aspectos como la composición litológica, el origen de la roca, la resistencia a la compresión simple, el grado de meteorización, la densidad de fracturamiento y las infiltraciones de agua. El análisis se basa en la consideración de tres variables: las características litológicas, el grado de meteorización de las rocas y la densidad del fracturamiento. La composición litológica se valora de acuerdo con los índices geomecánicos aplicados por Deere y Miller (1967) para la resistencia a la compresión simple de la roca inalterada y que se analizaron para las unidades aflorantes en la cuenca (ver Tabla 3.21). El grado de meteorización ha sido tomado de los perfiles analizados en el Estudio de Microzonificación Sísmica de los municipios del Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2002b) y del estudio de Plan Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, (2006a).

Tabla 3.20. Clasificación de la resistencia de roca inalterada

ROCAS TIPO	RESISTENCIA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPA)	VALOR RESISTENCIA
Yeso, sal de roca	1– 5	Muy baja
Carbón. Limonita, esquisto	25–50	Baja
Arenisca, pizarra, lutita	50–100	Media
Rocas ígneas y metamórficas duras, mármol, granito, gneis	100–200	Alta
Cuarcita, Gabro, basalto	> 200	Muy Alta

Fuente: Deere y Miller, 1967.

Tabla 3.21. Análisis de la calidad de la rocas en la Cuenca del río Aburrá

ROCAS METAMÓRFICAS			
UNIDAD	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CALIDAD
Ortoneis Pqagam, Pnmc	Sur del Valle de Aburrá	100–200 Mpa de resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: suelos arenosos Fracturamiento: Muy bajo	Alta
Anfibolitas. Peac, Pam, Pea	Medellín, El Retiro, Barbosa, Bello, Copacabana, Envigado, Santa Elena	50–100 Mpa resistencia a la compresión uniaxial, Meteorización: Suelos limo arcillosos Fracturamiento: Bajo a medio	Media
Gneis, Peni	Sabaneta, Envigado, Girardota y Copacabana	100–200 Mpa de resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: Suelos limosos Fracturamiento: Bajo a medio	Media
Esquistos, filitas, metasedimentos. Pesa, Pes-Pmb, Peb, Pem, Pees, Pesa, Pz	Medellín, Envigado, Barbosa, Caldas	25–50 Mpa resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: Suelos Limo arenosos Fracturamiento: Medio a alto	Muy Baja
ROCAS ÍGNEAS			
UNIDAD	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CALIDAD
Gabros de Romeral. Jgr	SW del Valle de Aburrá	>200 Mpa resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: Suelos limo arenosos Fracturamiento: Medio	Alta
Peridotitas. Jus	Sur del Valle de Aburrá	100–200 Mpa resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: incipiente, suelos limo arenosos Fracturamiento: Bajo	Muy alta
Dunita de Medellín Jum	Envigado, Bello, Las Palmas, San Pedro	100–200 Mpa resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: Suelos arcillo limosos	Alta

		con bloques de roca Fracturamiento: Bajo	
Batolito Antioqueño Ksta	Aflora en la parte norte y hacia el flanco oriental del Valle de Aburrá	100–200 Mpa resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: fuerte, suelos arenos limosos Fracturamiento; alto	Media
Stock de Ovejas Ksto	Bello	50–100 Mpa resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: Suelos Limo arenosos Fracturamiento: Muy bajo	Media
Stock de Altavista Kida	Occidente del río Medellín, Norte de Itagüí	50–100 Mpa resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: Fuerte Suelos limosos a arenosos Fracturamiento: Alto a muy alto	Muy baja
Complejo Quebradagrande Kisd, Kivq	Sur del Valle de Aburrá	50–100 Mpa resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: fuerte, suelos limo arcillosos Fracturamiento: Medio	Baja
DEPÓSITOS RECIENTES			
UNIDAD	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CALIDAD
Depósitos Aluviales y de Vertiente Qal, Qdv	A lo largo del cauce del río Aburrá y algunos afluentes	1–25 Mpa resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: Alta para depósitos antiguos Fracturamiento: No considerado, sin estudios de neotectónica	Media
Depósitos Aluviotorrenciales y terrazas Qat, Qt, Qfl	Quebradas de orden superior, afluentes del río Aburrá. Parte baja de la cuenca.	1–25 Mpa resistencia a la compresión uniaxial Meteorización: moderada, cementada, bloques gruesos Fracturamiento: No considerado, sin estudios de neotectónica	Media

Fuente: compilado y modificado de PGIRS 2006a; Área Metropolitana 2002b; Área Metropolitana, 1998b, Hoek y Brown, 1985.

Para evaluar el grado de fracturamiento se consideraron las fallas y lineamientos del área tomados del estudio del Área Metropolitana (2002b); y se elaboró un mapa de densidad de fracturamiento con la ayuda de la herramienta SIG, definido por una malla dividida en cuadrículas de un km², efectuando un conteo de la longitud de los lineamientos contenidos en cada cuadrícula para obtener la densidad de fracturas en km/km². De esta manera, se desarrolla una distribución de frecuencias por km², determinando cinco calificativos del grado de fracturamiento desde muy bajo hasta muy alto, como se ilustra en la Figura 3.30 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “SU_Dens_fracturamiento”).

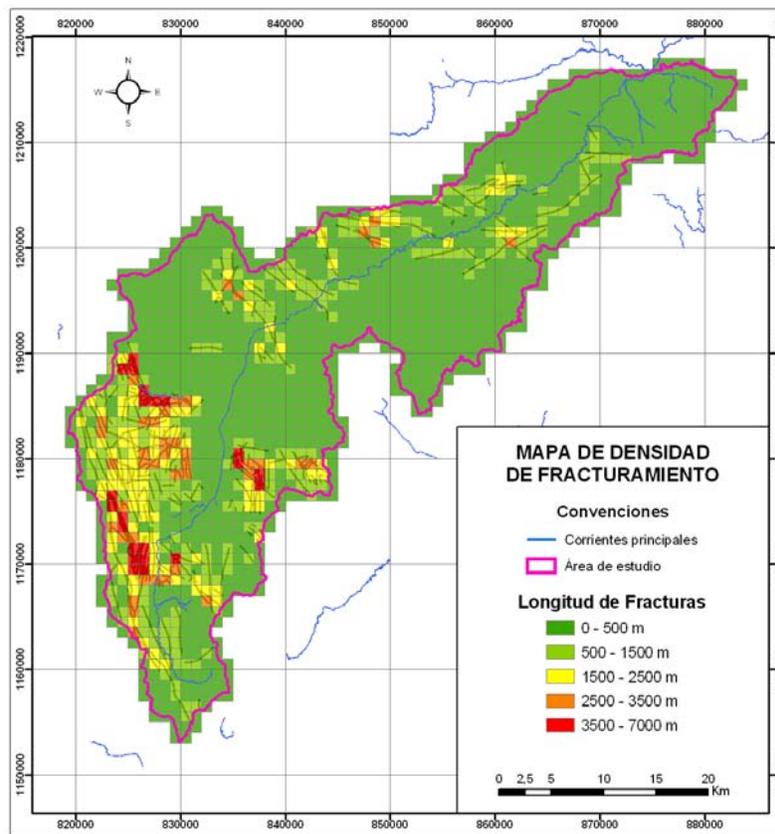


Figura 3.30. Mapa de densidad de fracturamiento

Dado el carácter regional del análisis, se ha considerado la información litológica cartografiada en el mapa geológico 1:25000; el cual fue construido a partir del mapa elaborado para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2002b); el mapa con información de las unidades superficiales (Área Metropolitana, 2002b) y el complemento ajustado a partir de los mapas geológicos 1:100000 y 1:400000 de

Corantioquia (2005a). Por lo tanto, es pertinente hablar de la calidad de la roca y de los materiales superficiales. A estas variables se les suma la incidencia del grado de meteorización y la densidad de fracturamiento de la roca, con el fin de establecer de manera muy subjetiva y preliminar, la aptitud de las rocas y los materiales, para la realización de obras de desarrollo, bien sean carreteras, explotación de minerales, edificaciones, túneles, etc.

La combinación de la incidencia de las condiciones litológicas, el grado de meteorización y el grado de fracturamiento, permiten calcular la calidad de la roca. Esta valoración cualitativa incluye calificativos que van desde muy baja calidad de la roca hasta muy alta calidad. (Ver Figura 3.31) (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: "1LB", objeto: "SU_Litologia").

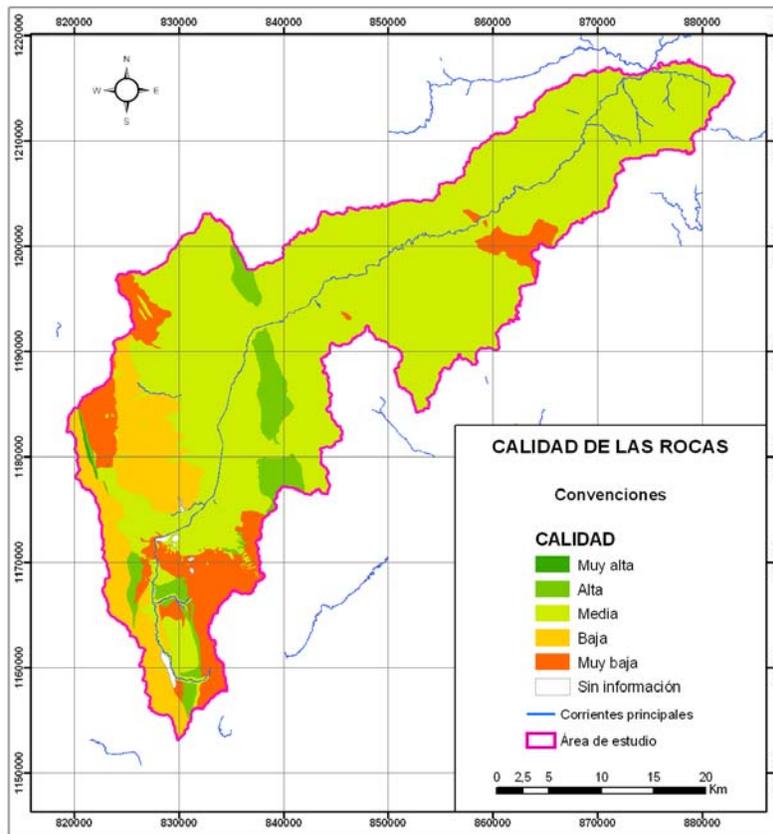


Figura 3.31. Mapa de calidad de la roca

3.10.2 Potencial geomorfológico

Las geoformas tienen influencia directa en aspectos como el trazado de vías de comunicación, el acondicionamiento de los depósitos de agua, en la solución de los problemas de erosión y remoción en masa, en la prospección y explotación de recursos naturales y el interés que puedan presentar para generar actividades turísticas y en algunos casos científico – educativas.

Dado el nivel de la información que se tiene para la Cuenca del río Aburrá y los alcances del POMCA, la geomorfología se evaluó determinando las posibilidades para la generación de energía hidroeléctrica, las cuales dependen de la existencia de condiciones morfológicas e hidrológicas apropiadas. Estas condiciones se refieren a la presencia de puntos de caída o de diferencia notable del relieve, analizadas a partir de los mapas topográficos y de pendientes, relacionados con ángulos de pendiente mayores a 45° y con la presencia de fuentes de agua cercanas. Desde el punto de vista paisajístico, educativo y recreacional, se analizaron algunos sitios de interés geomorfológico en la cuenca.

▪ **Zonas con diferencia notoria del relieve: sitios para generación de energía**

Se identificaron 8 sitios potenciales para la generación de energía hidroeléctrica. Estos sitios están localizados en las unidades geomorfológicas correspondientes al Escarpe Principal, Unidad de Filos y Unidad de Vertientes.

Para este análisis se utilizaron como insumos los mapas geomorfológico, de pendientes y el modelo digital de terreno; con el fin de identificar las áreas con pendientes mayores a 45° y con diferencias notorias de relieve o puntos de caída (Nick points), que sean potencialmente propicios para la adecuación de áreas de generación de energía de pequeña capacidad. (Ver Tabla 3.22 y Figura 3.32) (Mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “2DG”, objeto: “SU_Potencial_geom”).

Igualmente se identificaron los caudales medios del drenaje principal, para tener un conocimiento sobre la oferta hídrica inmediata. En este aspecto es importante considerar una red de drenaje más amplia que permita una potencia energética de mayor alcance.

Tabla 3.22. Sitios de interés para generación de energía

MUNICIPIO	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	DRENAJE PRINCIPAL	CAUDAL MEDIO (l/s)
1. Medellín	Filos Altos	Quebrada La Astillera	15.190

MUNICIPIO	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	DRENAJE PRINCIPAL	CAUDAL MEDIO (l/s)
2. Caldas	Filos Altos	Quebrada La Moledora	57.088
3. Bello	Vertientes onduladas largas	Quebrada Tierradentro	21.760
4. Bello	Vertientes onduladas largas	Quebrada Chachafruto	10.865
5. Copacabana	Filos Altos	Quebrada La Tolda	1.8258
6. Barbosa	Filos Bajos	Quebrada Platanito	169.109
7. Barbosa	Filos Altos	Quebrada del Corozal	6.630
8. Barbosa	Escarpe principal	Afluente quebrada El Chocho	0.287

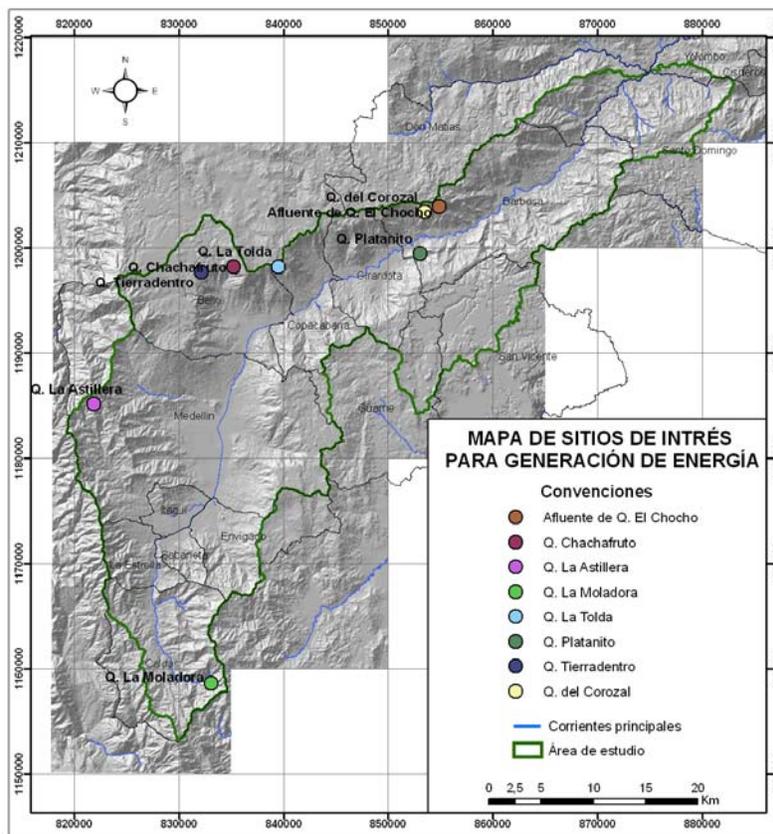


Figura 3.32. Sitios de interés para generación de energía

3.10.3 Sitios de interés geomorfológico

Algunas geoformas, presentan características particulares como su rareza, singularidad y ubicación estratégica que los hacen elementos naturales susceptibles a ser preservados y valorados desde el punto de vista paisajístico, turístico y científico - educativo. El objetivo primordial de la identificación de estos sitios, es el de proteger los espacios considerados únicos que pueden ser invadidos por las actividades humanas.

La valoración de estos sitios, se realizó apoyada en la clasificación de las Agendas Ambientales Urbanas (Área metropolitana, 2000b, Área metropolitana, 2002b), en la cuales se identificaron las potencialidades ambientales de los municipios que conforman el Valle de Aburrá, incluyendo sitios de riqueza natural y paisajística, así como de esparcimiento (ver Tabla 3.23 y Figura 3.33 correspondiente al Mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “2DG”, objeto: “SU_Potencial_ecotur”). Gran parte de estos sitios de interés, aparecen con numeral, el cual indica su localización en el mapa.

Tabla 3.23. Sitios de interés paisajístico – turístico

SITIO	No	LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Alto de San Miguel	21	Caldas	Relieves contrastantes con el paisaje circundante, miradores, sitios de interés visual, presencia de cuerpos de agua.
Alto de La Romera			
Altos Pan de Azúcar, La Cruz, La Tortuga	18		
Cerro Morrogil	22		
Cerros Ancón y Pan de Azúcar	23		
Quebrada La Saladita		La Estrella	
Laguna de la Estrella			
Chorros de la quebrada la Doctora	24		
Cascadas de la Peña	25	Sabaneta	
Cueva de Piedra (vereda María Auxiliadora)			
Cerro Picacho	2	Medellín	Relieves contrastantes con el paisaje circundante, con interés visual, reservas forestales y ecológicas, presencia de cuerpos de agua.
Cerro Volador	3		
Cerro El Salvador	4		
Cerro La Asomadera	13		
Cerro Pan de Azúcar	5		
Cerro Padre Amaya	1		

SITIO	No	LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS	
Cerro Nutibara	6		Áreas con interés visual – paisajístico, reservas forestales y ecológicas, relieve contrastante con el paisaje circundante.	
Morro Pelón o de las Tres Cruces	12			
Cuchilla de las Baldías, Astilleras, El Barcino, Manzanillo, El Romeral	7 8 9 10			
Quebrada Dona Maria (parte Alta)	11			
Altos La Polca, Beleda, Patio Bonito, Mona, Chuscala y Santa Catalina				
Cerro Manzanillo	2			
Alto de los tres dulces nombres				Itagüí
Alto del Cacique, Alto de la Virgen				
Quebrada La Muñoz				
Cascadas del Salado				
Serranía de las Baldías				
Cerro del Padre Agudelo (La Meseta)	7	Bello	Relieve contrastante con el paisaje circundante, mirador, Presencia de cuerpos de agua.	
Cerro Quitasol	14			
Chorros El Hato, El Barro, La Chiquita	15			
Loma La Montera	26	Barbosa	Relieve contrastante con el paisaje circundante, mirador, presencia de cuerpos de agua, Reservas forestales y ecológicas.	
La Loma El Guadual	27			
Piedra de la Montera				
Altos de la Montañita, Matasano, de Gómez, Quintero, El Rodeo	28 29 30 31 32			
Mirador Malabrigo	33			
Charcos de las quebradas Santa rosa, Dos quebradas, El carretero y Aguas Claras	34 35			
Cerros y colinas quebrada Piedras Blancas (parte Alta)	16			Copacabana
Cerro Ancón				
Alto Rincón Frío				
Alto de Marquitos				

SITIO	No	LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Altos de La Virgen y Marrón			
Alto de Los Medinas			
Alto de Las Cruces			
Cerro Ancón, Umbí	36 20		
Charcos y cascadas de San Antonio y El Salado	19	Girardota	Áreas con interés visual, paisajístico, reservas forestales y ecológicas. Presencia de cuerpos de agua.
Alto de San Antonio, y de La Virgen	37		
Piedra del Peñolcito (monolito)		San Vicente	Morfología sobresaliente en el área, con interés geológico.

Fuente: Compilado de Agendas Ambientales Urbanas (Área metropolitana, 2000a).

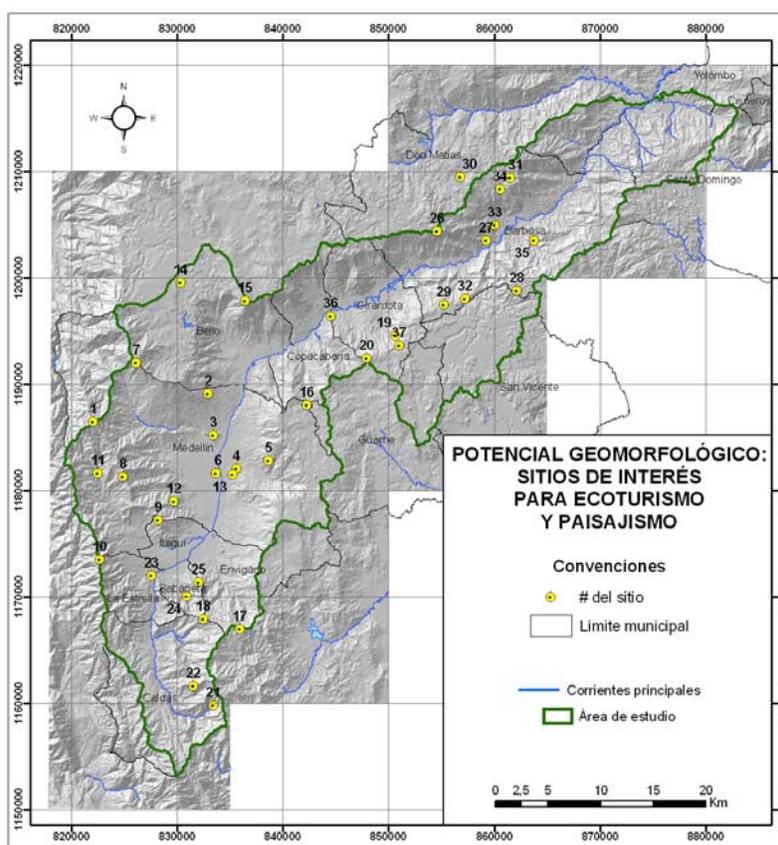


Figura 3.33. Sitios de interés paisajístico
Fuente: Agendas Ambientales Urbanas (Área metropolitana, 2000a).

3.10.4 Potencial minero

Para este recurso, es de vital importancia, el conocimiento de sus características geológicas de abundancia relativa y su importancia estratégica, la cual limita o aumenta su demanda real.

Para la cuenca del río Aburrá, el potencial minero, ha sido evaluado a partir de dos indicadores. El primero de ellos es la disponibilidad inferida del recurso, evaluada desde la información tomada del mapa geológico (Corantioquia, 2005a) y de los Inventarios Mineros elaborados por Ingeominas (1971), Corantioquia (2003) y del estudio PGIRS Regional (Área metropolitana, 2006a). Siguiendo las propiedades mineralógicas y de origen de las rocas, se determina de manera muy preliminar sus posibilidades de presentar un mineral económicamente explotable (ver Tabla 3.24).

El segundo indicador esta basado en los inventarios de exploración, explotación y concesión en la cuenca, desde las cuales es posible identificar las zonas y los recursos de mayor importancia para toda la región (ver Anexo A3-1).

- **Disponibilidad relativa de recursos minerales**

Tabla 3.24. Disponibilidad de recursos minerales según el tipo de roca

UNIDAD GEOLÓGICA	MINERAL – MATERIAL EXPLOTABLE	UTILIZACIÓN
Rocas metamórficas		
Gneises	Feldespato	Locería, cristalería, material de relleno
Anfibolitas.	Material pétreo	Filtros, agregado en vías
Esquistos cuarzo – sericíticos.	Arena silícea y cuarzo Material pétreo	Abrasivos, jabones Agregado en vías
Rocas Ígneas		
Peridotitas.	Talco Lateritas para hierro	Locería, pinturas, plástico, cosméticos, farmaceutica Metalurgia
Dunita de Medellín	Cromita Material pétreo y arenas	Producción de químicos y Pigmentos Concretos
Batolito Antioqueño	Oro Arcilla - caolín Arena, recebo masivo y fresco	Metales preciosos Cerámica Construcción, filtros Piedra decorativa

UNIDAD GEOLÓGICA	MINERAL – MATERIAL EXPLOTABLE	UTILIZACIÓN
Stock de Ovejas	Oro Arcilla	Metales preciosos Ladrillos, cerámica
Stock de Altavista	Arcillas Arenas	Ladrillos, cerámica Construcción
Depósitos recientes		
Depósitos Aluviales y aluviotorrenciales	Material de aluvión: arena y grava	Hormigón, pavimento asfálticos, construcción

Fuente: compilado y modificado de Área metropolitana, 2006a; Corantioquia, 2003; Ingeominas, 1971.

3.10.5 Inventario de explotaciones actuales

En el área de estudio se tiene conocimiento sobre explotaciones de oro en veta y aluvión, plata, serpentina, talco, cromo, caolín, magnesio, arcillas, arenas y materiales para construcción en general.

La Gobernación de Antioquia (2005), elaboró un documento en el cual se sintetiza el inventario de las áreas con licencias de exploración y explotación, así como las áreas con solicitudes de legalización, propuestas de contratos de concesión y licencias especial de explotación, Figura 3.34 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “SU_Concesion_minera_05”). Este inventario, permite identificar en cada municipio, los minerales en explotación y los potencialmente explotables, que han sido identificados previamente y que se encuentran en trámite para legalizar su explotación, así como la distribución espacial general de explotaciones mineras en el Valle de Aburrá.

Las tablas con la información relacionada al tipo de concesión (licencia de exploración, licencia de explotación, propuestas de contrato de concesión, etc), tipo de mineral y área, se presentan en el Anexo A3-1 para los municipios que hacen parte de la cuenca.

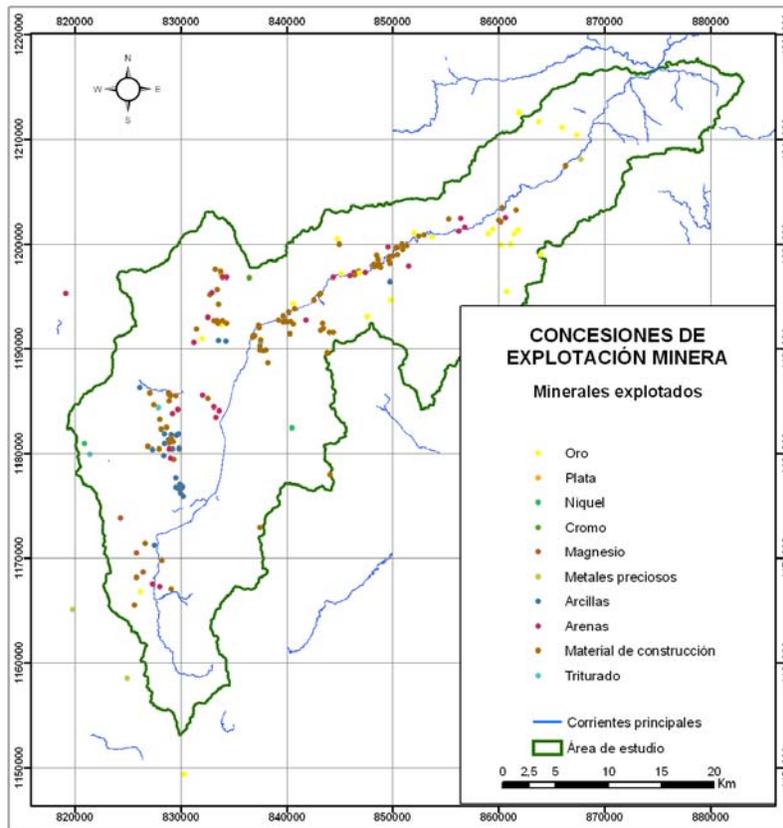


Figura 3.34. Concesiones de explotación minera en la Cuenca del río Aburrá
Fuente: Gobernación de Antioquia, 2005.

3.11 RESTRICCIONES

Las restricciones de tipo geológico deben ser evaluadas, para determinar la susceptibilidad del medio a ser influenciado por la ocurrencia de fenómenos naturales que puedan afectar el desarrollo de las actividades que en él se pretendan realizar. En estas áreas se deben aplicar alternativas de recuperación conservación y protección, según el caso.

3.11.1 Procesos morfodinámicos

Estos fenómenos se presentan en áreas donde hay susceptibilidad del terreno a la ocurrencia de desprendimientos, arrastre y descarga de rocas, depósitos y suelos, causados en forma natural (fuertes pendientes, estructuras en las rocas, factores

climáticos) o antrópica (deforestación, sobrepastoreo, movimientos de tierra, excavaciones, explotación de materiales, disposición inadecuada de aguas, fugas de conducciones y mal uso del suelo) y que afectan las formas y la estabilidad de ciertas áreas en superficie.

Esta ocurrencia morfodinámica, se define como una restricción, ya que se presenta en áreas que no deben ser intervenidas, con el fin de mitigar y controlar la propagación de estos procesos a mayor escala. A partir de la información obtenida dentro del capítulo de diagnóstico, se evaluó la intensidad de estos fenómenos en la cuenca, que se presentan en la Tabla 3.25.

Tabla 3.25. Intensidad de los procesos morfodinámicos en la cuenca

MORFODINÁMICA	LOCALIZACIÓN	VALOR
Movimientos en masa	Medellín, La Estrella, Caldas, Barbosa.	Alto
Socavación lateral o Erosión fluvial	La Estrella, Copacabana.	Medio
Erosión por escorrentía	Girardota	Bajo
Reptación	Girardota	Bajo
Deslizamientos	La Estrella, Girardota, Medellín, Itagüí, Sabaneta, Caldas.	Medio a Alto
Caída de bloques	Envigado, Barbosa.	Medio

Fuente: compilado y modificado de Área metropolitana, 2002b.

3.11.2 Amenaza y riesgo por movimientos en masa

Las restricciones más significativas por fenómenos de remoción en masa para la Cuenca del río Aburrá, se concentran en áreas correspondientes a las unidades geomorfológicas de Escarpe, Filos altos y Vertientes, que presentan fuertes pendientes y donde los rangos son de muy alta, alta y media amenaza (ver Figura 3.35) (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “3FM”, objeto: “Restriccion_amenaza_des”) e involucran el desarrollo de procesos morfodinámicos y deslizamientos considerables.

En estos sectores, las rocas predominantes, corresponden a litologías de rocas ígneas (Batolito Antioqueño, Batolito de Ovejas, Stock de Altavista) y rocas metamórficas (anfíbolitas y esquistos), con densidades de fracturamiento medias y altas, que influyen en

la inestabilidad del terreno. Las zonas de alto y medio riesgo se asocian a las cabeceras de las quebradas, a las partes medias y altas de las laderas y algunos cerros.

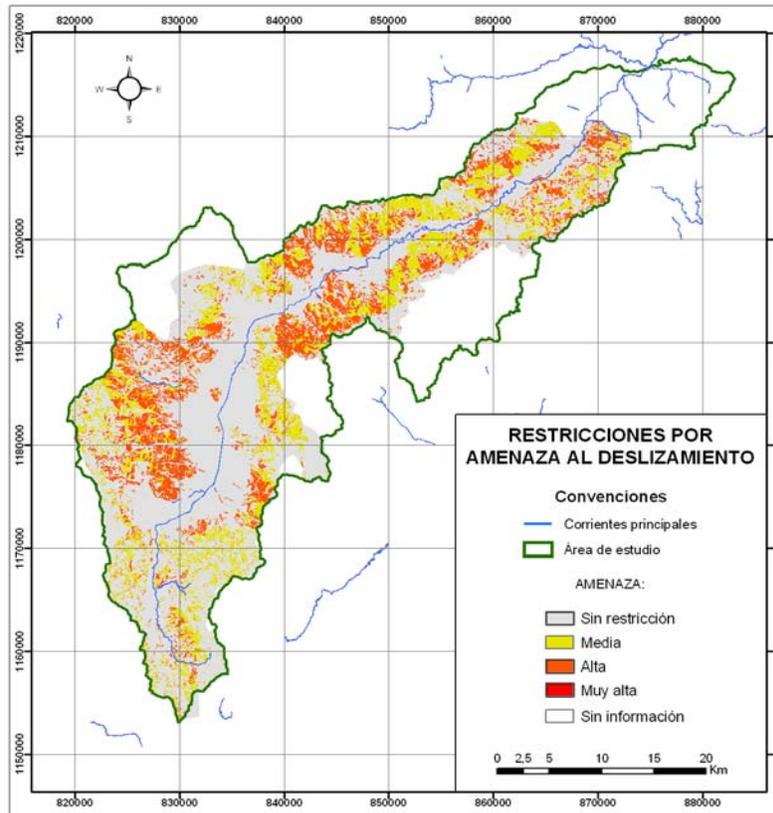


Figura 3.35. Restricciones de amenaza por deslizamiento
Fuente: compilado y modificado de Área metropolitana, 2002b.

3.11.3 Amenaza y riesgo sísmico

A nivel 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, 2002b), 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. Para los municipios de Girardota, Bello, Copacabana y Barbosa, la amenaza se considera baja.

PARTE 2 COBERTURAS VEGETALES Y USOS DEL SUELO

3.12 INTRODUCCIÓN

El suelo desde el punto de vista agrológico, 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 Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 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.)
- Soporta todas las infraestructuras construidas por el hombre (vías, embalses, urbanizaciones, etc.)
- Es fuente de materiales para actividades humanas (materiales de construcción)
- Es receptor de impactos (erosión, compactación, etc.)

La Contraloría General de Medellín (2004), en su informe sobre el Estado de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente, indica que el suelo actúa como soporte natural de todas las actividades que desarrolla el hombre, entre las que se encuentran las agrícolas y forestales. En cuanto a las coberturas vegetales comprenden los elementos que se encuentran sobre la superficie del suelo ya sean naturales o creados. El uso del suelo se refiere al empleo que el hombre da a las coberturas con el objetivo de satisfacer diferentes necesidades. Molina (1997), indica que la intención de analizar los usos del suelo es explicar cómo la población realiza sus actividades sobre el territorio, consolidando, transformando o cambiando su vocación, esencialmente en lo referente a lo económico y productivo.

Teniendo en cuenta este marco conceptual, el uso del recurso suelo y su evolución en el tiempo, permite determinar a manera de diagnóstico, el comportamiento de diversos fenómenos que se presentan en el territorio y que están relacionados con la presión sobre los recursos naturales, las dinámicas poblacionales, la urbanización de las áreas rurales,

etc. Es decir, representa las tensiones territoriales que se desarrollan por la interacción entre diferentes tipos de dinámicas permitiendo caracterizar los espacios en términos del grado de autonomía ecológica.

Como se evidencia en los Determinantes Socioeconómicos y Físico-espaciales para el Ordenamiento Ambiental del Territorio, Corantioquia (2005b): Un diagnóstico del estado actual de las coberturas vegetales y de los usos del suelo es un insumo importante para un proceso de ordenamiento ambiental, además cumple otros objetivos como son: ser un ejercicio de integración orientado a representar la imagen actual del territorio y su evolución temporal, definir las diferentes funciones que el suelo como recurso adquiere en cuanto a producción, regulación y soporte del hábitat, diagnosticar el estado de sostenibilidad ambiental en la cuenca y definir los conflictos actuales del uso del suelo con respecto a su función en las estrategias metropolitanas y regionales de ordenamiento territorial. 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.

En este sentido la visión de futuro se apoyará en los resultados del presente trabajo, específicamente en lo concerniente a usos potenciales y conflictos de uso, para determinar escenarios futuros que soporten la orientación y el planteamiento de una política de actuación territorial. Lo anterior cumple con la función de regular y orientar el diseño y planificación del uso del territorio y de los recursos naturales renovables como lo ordena la ley 99 de 1993. El objetivo esencial que subyace a la aplicación de la ley es garantizar la funcionalidad y sostenibilidad del sistema natural como soporte de la población y de los procesos sociales y económicos (Corantioquia, 2005b).

El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá (POMCA), aporta a las diferentes estrategias de ordenamiento territorial que han sido propuestas por diversas entidades, a la vez que permite evaluar su pertinencia y eficacia en afrontar los problemas de sostenibilidad ambiental de la cuenca. En este sentido en cuanto a coberturas vegetales y usos del suelo, se propone como objetivo el desarrollo de un diagnóstico de su estado, de manera que sirva como insumo para la caracterización ambiental del tramo de la cuenca en ordenación en sus componentes biofísico, socioeconómico, y físico espacial.

Las estrategias de ordenamiento territorial para el Valle de Aburrá han sido enunciadas en varios documentos elaborados tanto por las autoridades ambientales locales y regionales como por los entes gubernamentales. Recientemente entre los documentos que proponen líneas de acción para un ordenamiento con una visión regional y con una

orientación hacia la sostenibilidad se destacan: el plan “2015 El futuro de la ciudad metropolitana” presentado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en 1997, las Orientaciones Metropolitanas de Ordenamiento Territorial presentadas por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en 1998, las Directrices para la Gestión Ambiental Urbano Rural de Corantioquia (2000b), el Plan de Gestión Ambiental Regional 1998-2006 de Corantioquia (2001b) y el Plan Integrado de Desarrollo Metropolitano del Valle de Aburrá (Proyecto Metrópoli 2002-2020), Área metropolitana (2002a).

En este aparte se realiza una primera aproximación al diagnóstico del uso del suelo rural en la cuenca del río Aburrá. En el apartado correspondiente a la metodología se describen las actividades a seguir para alcanzar el objetivo general de este plan en cuanto a coberturas vegetales y usos del suelo.

En el numeral de resultados se presenta una descripción breve de los principales antecedentes en cuanto a investigación regional y políticas públicas sobre el tema de este componente. Además, se hace un análisis de los mapas de la línea base construidos y se presenta un diagnóstico que involucra información sobre las coberturas vegetales y sobre los usos de suelo rural, estos últimos en lo referente a las explotaciones agrícolas, pecuarias y forestales. Finalmente se presentan unas conclusiones sobre el diagnóstico.

3.13 ALCANCES

Con el objetivo de desarrollar las diferentes actividades presentadas en la metodología y para realizar el diagnóstico de la cuenca en lo referente a las coberturas vegetales y a los usos del suelo se elaboró una línea base con los siguientes mapas temáticos: mapa de clases agrológicas, mapa de zonas de vida, mapa de coberturas vegetales y mapa de usos del suelo.

La producción de mapas resultado que permiten un diagnóstico real de la cuenca y que se presentan en la propuesta de trabajo, depende de la calidad de los mapas base y de la información secundaria con la que se construyen. Sobre los problemas del estado de la información para construir estos productos se hace referencia en el ítem correspondiente a cada temático. Los mapas propuestos son: actividad socioeconómica, tendencias de uso del suelo, unidades territoriales, conflictos de uso y usos recomendables del suelo.

Se realizó un mapa de unidades ecogeomorfológicas contrario a las unidades territoriales propuestas y cuyo cambio y pertinencia para el proyecto se presenta en el análisis de dicho mapa. Los mapas de uso recomendable y el de actividad socioeconómica no fue

posible construirlos, pues no hubo en línea base los temáticos requeridos para su elaboración.

El mapa de tendencias de uso del suelo rural no se pudo construir, debido a que no existe cartografía comparable que permita hacer un análisis histórico; en algunos casos la información existente sólo llega al nivel de coberturas vegetales. Sin embargo, se realizó un análisis de tendencias de uso a partir de los datos generados en los censos agropecuarios, en los que se dispone de áreas de cultivo asociados a cada municipio.

Según la propuesta del POMCA, las actividades y alcances de la metodología para lo concerniente a las coberturas vegetales y al uso del suelo es adaptada de la metodología de los Planes Integrados de Ordenamiento y Manejo de Microcuencas, PIOM, (Unalmed, et al, 2001). En este sentido se definió una línea de acción acorde con la realidad metropolitana, especialmente lo relacionado con los procesos de expansión de núcleos urbanos y su insostenibilidad ecológica en la cuenca de estudio, problemas que traspasan los límites administrativos de los municipios y los límites geográficos de la cuenca, es necesario la aplicación por lo tanto, un enfoque de desarrollo sostenible que garantice la calidad de vida de las generaciones presentes y de las futuras basada en un equilibrio entre el hombre y su entorno. Además, se debe tener en el análisis una visión estratégica en cuanto al uso de los recursos naturales, como base para aportar a la visión del Área Metropolitana en Antioquia, Colombia y el mundo como lo plantea el Plan Estratégico de Antioquia –PLANEA- (2007).

El POMCA debe hacer una lectura crítica de los distintos proyectos y los planes estratégicos para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, su región metropolitana y la región afectada por su huella ecológica, en lo referente el recurso hídrico, la disposición de residuos sólidos, lo relacionado con las coberturas vegetales y el uso del suelo; la flora y fauna, el recurso aire, entre otros. La metodología de la fase de diagnóstico aporta información para alimentar fases posteriores que permitan dar orientación acerca de la conservación de los recursos que conforman el paisaje natural que es base del sustento económico, y cómo aprovecharlos de manera que se alcance en la región un desarrollo social, económico y un equilibrio ambiental.

En los siguientes numerales se planteará la estructura metodológica del POMCA según lineamientos del PIOM para este componente. El aporte en cuestión metodológica consiste en fortalecer la recolección de información para soportar un análisis regional de la caracterización actual en cuanto a las coberturas vegetales y al uso del suelo.

3.14 METODOLOGÍA

3.14.1 Zonas de Vida

La delimitación de las zonas de vida se hizo teniendo como base el modelo digital de elevaciones generado a partir de las curvas de nivel y la red de drenaje, el mapa de temperatura media anual y el mapa de precipitación media anual, todos debidamente clasificados en intervalos de acuerdo con la metodología de Holdridge (1978).

El resultado de dicha suma se resume en un mapa de códigos, donde las unidades de dichos códigos hacen referencia al intervalo de precipitación, las decenas hacen referencia al intervalo de temperatura y las centenas hacen referencia al intervalo de elevaciones sobre el nivel del mar.

3.14.2 Coberturas vegetales

Para el análisis de coberturas vegetales se recopiló información relacionada con las coberturas vegetales, a partir de fuentes secundarias como los POT municipales y estudios disponibles.

La determinación de las coberturas vegetales se hizo con base en el mapa generado por Corantioquia (2002) en la homologación de usos del suelo para su jurisdicción, mapa que fue elaborado con base en el construido por Secretaría de Agricultura Departamental de Antioquia en el año 1989 y que se complementó con algunos POT que hicieron actualización. También se hizo recorridos de campo para complementar la información de usos del suelo, en los cuales se verificó algunas coberturas, especialmente en los municipios de: Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, San Vicente, Guarne, Caldas.

3.14.3 Usos del suelo

Enfocados en la situación del uso del suelo en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, esta variable, dentro del subsistema abiótico, requiere un análisis con un amplio sentido regional. Con base en lo anterior, metodológicamente se realizarán las siguientes actividades:

■ Recopilación de información

Incluye información secundaria y la generada a partir del procesamiento de imágenes de satélite SPOT 2005, propiedad de Cornare, con las cuales se generó polígonos que posteriormente se verificaron en campo, esto se hizo dado que en la información secundaria existente, generalmente se hace referencia a las coberturas vegetales y no a los usos del suelo. En este punto la metodología se orienta a recopilar tanto la información pertinente para un análisis al interior de la cuenca, así como los estudios y datos que permita ser la base de un análisis regional integrado de los productos generados.

■ Uso del suelo rural

Para construir el mapa de uso actual del suelo es necesario tener en cuenta que existen coberturas con múltiples usos y de igual forma, se puede presentar que un determinado uso se encuentre asignado a diferentes coberturas. En algunos casos los usos corresponden más a las potencialidades de las coberturas que a los propósitos del hombre, como es el caso de la función de protección y preservación que cumplen los rastrojos y bosques intervenidos. A partir de la información secundaria recopilada y con base en el mapa de coberturas vegetales (Corantioquia, 2002) descrito anteriormente, se generó el mapa de usos del suelo.

La información resultado del paso anterior sólo cubrió un 57% del área de la cuenca, por lo cual a partir del procesamiento de imágenes de satélite SPOT 2005, propiedad de Cornare, se generaron polígonos que posteriormente se corroboraron en campo, esto con el objeto de completar la información faltante. Este fue un ejercicio rápido y no contó con el detalle que se requiere para levantar un mapa de usos actuales del suelo, por tanto la información aquí reportada permite sólo una aproximación a la realidad en cuanto a usos del suelo, pero no se puede utilizar como base para posteriores trabajos. Lo anterior se justifica dado que este proyecto no tiene dentro de su metodología el levantamiento de información primaria, y lo que realmente se hizo fue un muestreo aleatorio de los polígonos generados a partir de las imágenes SPOT 2005 y sólo en aquellas áreas que no presentaron uso en el mapa generado a partir de la información recopilada; sin embargo, en los polígonos donde se evidenció en campo, cambios en los usos se procedió a actualizar la información existente.

- **Caracterización edafológica del suelo, potencialidades, limitantes y características que lo hacen apto para su explotación:**

Como no existe información para toda la cuenca de las variables necesarias para determinar el uso potencial del suelo rural, entre las que se encuentren pedregosidad, profundidad del suelo y pH, se utilizó el mapa Agrológico del Departamento de Antioquia, (IGAC, 1979).

- **Determinación del uso potencial**

Como uso potencial en este caso se utilizó el uso recomendado que realiza el IGAC en el Estudio de Suelos de Antioquia (1979). Este uso corresponde a una caracterización compuesta por la clase agrológica, una subclase y un grupo de manejo.

Según la metodología propuesta en el estudio citado, la clasificación agrológica consiste en el agrupamiento de las tierras con base en las limitaciones que presentan de acuerdo al clima y a las características permanentes de los suelos. Esta metodología se aplica siguiendo el sistema establecido por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, USDA. Las subclases son unidades de mapeo de suelos que poseen potencialidades, limitaciones y riesgos similares relacionados con la erosión, el exceso de agua y pedregosidad. Por último el grupo de manejo hace referencia a unidades de mapeo con iguales potencialidades, limitaciones y riesgos y cuyos suelos requieren tratamientos de conservación.

El criterio para utilizar el uso recomendado en la clasificación agrológica del estudio mencionado se basa en la correspondencia que presenta con la capacidad máxima de uso de la tierra de acuerdo a las condiciones naturales del lugar en cuanto a clima, calidad del suelo y topografía. Esta clasificación tiene implícita la oferta natural para la producción y mantenimiento de determinada cobertura sin detrimento de los recursos naturales.

Para efecto de este estudio cada uso recomendado de los diferentes grupos de manejo presentados se relacionó con un uso máximo de la tierra permitido de acuerdo a sus características, esto indica que si la recomendación involucra dos actividades diferentes se tomará como uso máximo o “potencial” la más exigente en recursos. Según esta clasificación los usos que se le dan al suelo en la zona de estudio podrían ser inadecuados cuando son más exigentes que el uso potencial, adecuados cuando igualan

el uso potencial y subutilizados cuando se tiene un uso con menos exigencias que el potencial.

▪ **Reclasificación de los mapas de uso actual y potencial del suelo**

Para determinar el conflicto entre uso actual y uso potencial, se realizó una reclasificación de los usos del suelo. Ésta consistió en dejar el uso agrícola desagregado por tipo de cobertura, CT: cultivo transitorio y CP: cultivo permanentes, con el objeto de no obviar el grado de impacto de cada una de estas coberturas.

▪ **Determinación de conflictos de uso**

Se llega al mapa de conflictos de uso a través de la superposición del mapa de uso actual de suelo y el de uso potencial. Para la superposición se hace una reclasificación de los usos actuales de manera que se permita su comparación con los usos potenciales. Además, a partir del mapa de pendientes se realizó una restricción del uso pecuario en cuanto a pastoreo de ganado de acuerdo a la zona de vida.

En la Tabla 3.26 se presenta la matriz de calificación de conflictos entre el uso potencial como ha sido definido anteriormente y el uso actual del suelo rural.

Tabla 3.26. Matriz de calificación del conflicto entre el uso actual y potencial del suelo rural en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá

USO POTENCIAL \ USO ACTUAL		PECUARIO	AGRO-PECUARIO	AGRÍCOLA		FORESTAL PROTECTOR	FORESTAL PRODUCTOR
				CP	CT		
PECUARIO		A	A	S	S	I	I
AGROPECUARIO		A	A	A	A	I	I
AGRÍCOLA	CP*	I	A	A	S	I	I
	CT**	I	A	I	A	I	I
FORESTAL PROTECTOR		S	S	S	S	A	S
FORESTAL PRODUCTOR		S	S	S	S	I	A
ÁREA EROSIONADA		I	I	I	I	I	I
RECREACIÓN (PASTOS)		A	S	S	S	S	S

USO POTENCIAL USO ACTUAL	PECUARIO	AGRO-PECUARIO	AGRÍCOLA		FORESTAL PROTECTOR	FORESTAL PRODUCTOR
			CP	CT		
SIN USO (PASTOS)	A	S	S	S	S	S

*CP: cultivos permanentes. **CT: cultivos transitorios, A: Adecuado, S: Subutilizado, I: Inadecuado

■ **Análisis de conflicto, restricción de pastoreo por pendiente y zona de vida**

Debido al gran impacto que se genera por el pastoreo en zonas de alta pendiente trayendo consigo deterioro de los suelos y por lo tanto de su capacidad productiva, se propone metodológicamente, como complemento a la calificación del conflicto en el uso del suelo, la restricción del uso por pastoreo. Esta clasificación se realizó con un mapa que da la distribución espacial de la restricción de esta práctica pecuaria, a partir de las pendientes y la zona de vida, teniendo como base el estudio realizado por Tosi (1972) sobre la clasificación y metodología para la determinación y levantamiento de mapas de la capacidad de uso mayor de la tierra rural en Colombia.

Se elaboró un mapa que clasifica la aptitud para pastoreo según la pendiente máxima que permite pastoreo en cada zona de vida. Con este mapa se pudo evaluar el conflicto de uso por pastoreo en zonas de pendiente restrictiva según las características climatológicas. Además, un mapa de este tipo sirve como herramienta para la planificación agropecuaria en el territorio.

3.14.4 Determinación de unidades eco-geomorfológicas:

Estas unidades son zonas homogéneas que presentan la misma zona de vida así como la misma caracterización geomorfológica y que para efectos de este estudio se llamaran de unidades eco-geomorfológicas. Estas unidades permiten establecer una diferencia biofísica estructural georeferenciada y se construyen a partir de la superposición del mapa de zonas de vida y el geomorfológico. Estas sirven como unidad de referencia para evaluar la oferta ambiental y su manejo para efectos de planificación espacial y sectorial

El mapa de unidades territoriales, es propuesto en la metodología PIOM y uno de sus objetivos es aportar para la determinación de zonas de amenaza por movimientos en masa. En POMCA son necesarias zonas homogéneas de oferta natural en cuanto a clima y geoformas que sirvan de base para la identificación espacial de la problemática ambiental a la vez que permite su relación con la oferta ambiental, y posibilita entender la

estructura de los paisajes naturales y productivos que se generan a partir de esta oferta natural. Razón por la cual, dado que no se contó en línea base con información confiable (mapa de unidades superficiales) para determinar las unidades territoriales siguiendo la metodología PIOM, se optó por generar estas unidades.

3.15 DIAGNÓSTICO COBERTURAS VEGETALES Y USO ACTUAL DEL SUELO

3.15.1 Antecedentes sobre planificación del uso del suelo rural y las coberturas vegetales en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Dentro del enfoque metodológico a tener en cuenta en el análisis de las coberturas vegetales y del uso del suelo es importante conocer las diferentes políticas, lineamientos y proyectos que tengan un sentido de ordenamiento territorial y que de una u otra forma influyan en el desarrollo de la región. Igualmente es importante contextualizar el trabajo a partir del conocimiento de proyectos que han realizado diagnósticos en diferentes temas para la región, de manera que el POMCA, en cuanto a coberturas vegetales y usos del suelo, represente una realidad compleja integrada con la visión de desarrollo existente por parte de las entidades públicas encargadas del ordenamiento del territorio en el Valle de Aburrá.

▪ En cuanto a política territorial

Dentro del ámbito de la planeación metropolitana y especialmente en lo relacionado con el medio ambiente, las coberturas vegetales y los usos del suelo, ha existido un esfuerzo hacia planificar una utilización racional de los recursos naturales y estimular el desarrollo sostenible de la región metropolitana. En este sentido tanto Corantioquia como el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, han formulado planes estratégicos para el desarrollo territorial, dentro de los cuales se proponen líneas de acción y proyectos que tengan una visión de integración regional. Entre los primeros antecedentes se encuentran: las “Políticas y Directrices de Desarrollo (Plan de Estructura Básica)” del Municipio de Medellín (1982) en el cual se asumen los conceptos regionales de la oficina del Plan Metropolitano, el Plan integral de desarrollo “Para la consolidación de la metrópoli” adoptado por la Junta del Área Metropolitana del Municipio de Medellín (1985) y los planes de ordenamiento territorial de las zonas Norte y Sur, aprobados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (1988).

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el documento “2015 El futuro de la ciudad metropolitana (1997)”, indica que: “el esfuerzo de planificación del futuro común metropolitano tendrá como referencia el desarrollo de una gran región metropolitana, con gran potencial de proyección internacional, caracterizada por la riqueza de paisajes, la diversidad de climas y la dotación de recursos de muy distinta naturaleza”. Es lógico que este enfoque requiera esencial y prioritariamente un ordenamiento territorial con un fuerte criterio ambiental.

En este sentido, es importante analizar dentro del criterio ambiental de ordenamiento, la visión que se tiene de los recursos naturales como elemento estratégico para alimentar la economía regional y posicionar el Área Metropolitana como una región competitiva. Sin embargo, el desarrollo regional y en especial, de la región metropolitana ha estado lejos de ser sostenible.

Según Agudelo (1998), la capacidad de carga y la huella ecológica del Valle de Aburrá, corresponde a 1ha/hab, es decir que se necesitan más de tres millones de hectáreas para sostener la demanda de recursos naturales por parte de la cuenca del río Aburrá. Esta problemática se puede analizar a la luz de la definición de huella ecológica: “medida de cuánta tierra productiva y agua necesita un individuo, una ciudad, un país o la humanidad para producir todos los recursos de consumo y para absorber todas las pérdidas y desechos que genera en una sociedad tecnológica” (Parrado, 2001). En estudios como los desarrollados por Agudelo (1998), Londoño y Agudelo (2000) y Agudelo (2004) se hace evidente que durante la época de los años 90 hasta hoy, se ha despertado gran interés por avanzar en la investigación de la influencia del Área Metropolitana del Valle de Aburrá en la región antioqueña.

La influencia del Área Metropolitana del Valle de Aburrá en la región es debida en parte a su incapacidad de producir los recursos naturales necesarios para su mantenimiento, desarrollo y crecimiento. En el caso de los alimentos y los productos agrícolas, el estudio de Identificación, caracterización y valoración económica de los servicios ambientales prestados por ecosistemas localizados en el área de influencia del Valle de Aburrá (Corantioquia, 2000a), indica que la proporción de suelo dedicado a estas actividades corresponde a un 10.7% del área total. Buena parte del área cultivada corresponde a café que no aporta a la seguridad alimentaria en forma directa. Además, este estudio referencia el problema de la especialización del suelo rural como soporte de las actividades residenciales, industriales y recreativas, lo que le concede al suelo rural una asignación de valor por parte del mercado inmobiliario. En este contexto el suelo tiene un valor de cambio y no un valor de uso como recurso (fertilidad), es decir, predomina la renta urbana sobre la renta agropecuaria y forestal.

Diagnósticos como el anterior han evidenciado problemáticas en lo concerniente al ordenamiento territorial del departamento de Antioquia y por consiguiente en el uso del suelo como recurso. Estas inquietudes se han tratado de resolver a diferentes niveles gubernamentales. Dentro de los primeros esfuerzos, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el documento Orientaciones Metropolitanas de Ordenamiento Territorial (1998a), propone varias alternativas de ordenamiento basadas en un concepto de integración subregional y descentralización metropolitana. Dentro de estas alternativas se considera el uso del suelo rural futuro y su protagonismo, al contemplar la protección ambiental a través del planteamiento de cordones que protejan al sur del Valle de Aburrá, el nacimiento del río Aburrá y al norte los ecosistemas naturales.

▪ **En cuanto a proyectos, lineamientos de ordenamiento y hechos metropolitanos**

Alternativas como las mencionadas en la sección anterior se han propuesto como herramienta para la planificación de las zonas borde de la cuenca del río Aburrá, para zonificar los usos y unificar los criterios de intervención, así como para generar corredores de conexión ambiental con las subregiones, de manera que apoyen los principios de estructuración consagrados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (1998a) y que comprenden: un crecimiento equilibrado, un crecimiento moderado, un crecimiento programado y un crecimiento compensado. Además estas propuestas a nivel rural tienen como objetivo, la recuperación de la producción agropecuaria y forestal, la preservación de áreas forestales, el manejo adecuado de las cuencas y el control de elementos de contaminación.

En este sentido se ha delimitado el Parque Central de Antioquia, PCA, propuesta que tiene relación con lo anotado por Agudelo (2003), acerca de la sostenibilidad ecológica de la ciudad metropolitana. Según este autor, ésta se basa en la consideración de una ecorregión que contenga los Ecosistemas Estratégicos Regionales, EE, para su funcionamiento sin dejar de considerar los ecosistemas locales. Este plan nace como iniciativa de la Gobernación de Antioquia, Corantioquia y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y como alternativa de ordenamiento de la zona rural permite, entre otras cosas, limitar el crecimiento urbano en los costados oriental y occidental gracias a la incorporación del gran Sistema Regional de Áreas Protegidas, SIRAP, que propone el mismo proyecto.

El propósito del PCA es consistente con lo mencionado por Corantioquia (2000 a), acerca de la definición de EE en el Valle de Aburrá, los cuales conservan sus características ecológicas originales en orden a mantener procesos hidrológicos y climáticos vitales o a

proveer espacios receptivos naturales. La definición de estos espacios debe tener en cuenta la dinámica poblacional. Entre estos ecosistemas estratégicos se consideran los que actúan como sumideros de Dióxido de Carbono (CO₂) que obran como disipadores de contaminantes; los que abastecen o podrían abastecer de alimentos al conjunto de la población metropolitana; los que surten de agua a los embalses de los que se sirve la metrópoli y aquellos que propician la producción de energía eléctrica.

En busca de solución a los problemas de la ciudad incluyendo su expansión, la formulación de propuestas como las del PCA, no son nuevas. López y Vélez (1969) proponían la implementación de un cordón forestal para la ciudad, el cual, según estos autores “aprovecha los terrenos en las laderas, los cuales son aptos para la formación de una cubierta vegetal permanente y se convertirá en una verdadera barrera contra la proliferación de los núcleos de urbanización pirata”. Además, como beneficios adicionales se tendría un mejoramiento estético de la ciudad y un cambio en las condiciones climáticas.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá propuso en el Plan Integral de Desarrollo Metropolitano del Valle de Aburrá “Plan Metrópoli 2002-2020” (2002a) unos objetivos a cumplir en lo relacionado con las coberturas vegetales, los usos del suelo y la protección del medio ambiente, entre los cuales se encuentra: definición de las bases para un desarrollo sostenible, reconocimiento de la interacción del Valle de Aburrá con ecosistemas vecinos y la definición de la planificación de la región y el fortalecimiento de la autoridad ambiental.

Un punto importante de este plan es la consideración de tres grandes campos de intervención como áreas de carácter estratégico para ejercer una acción permanente e insistente durante su periodo de desarrollo. Una de estas áreas es la del medio ambiente y recursos naturales, donde se consideran diferentes programas relacionados con estos temas, especialmente con el recurso suelo y su uso y en los cuales se observa una clara intención de tener a estos elementos y a los EE como criterios de ordenamiento territorial.

En el documento de directrices de ordenamiento territorial del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2006b), se determina que el ordenamiento territorial debe propender por el manejo sostenible, la reducción de riesgos y la recuperación de los recursos agua, suelo, aire y biodiversidad, en forma prioritaria. Además, define lineamientos para conservar una base natural sostenible que será de gran ayuda en el análisis del diagnóstico ambiental y en la planificación de escenarios futuros.

Una base natural sostenible en el contexto del Área Metropolitana del Valle de Aburrá no se puede concebir sin una propuesta urbanística como lo indica el Plan Estratégico Ambiental Metropolitano (2003a). Este plan propone cuatros campos estratégicos bajo los cuales se agrupan los programas y proyectos los cuales están concebidos como líneas de actuación territorial base de los lineamientos ambientales bajo los cuales serán evaluados los planes de ordenamiento territorial de los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Estos campos estratégicos son: base natural sostenible (Manejo integral de la cuenca del Río Medellín-Aburrá); metrópoli urbana sostenible (manejo de residuos sólidos, transporte sostenible, espacios públicos verdes); metrópoli regional sostenible (diseño e implementación de políticas compensatorias a servicios ambientales prestados por las subregiones y fortalecimiento de las relaciones suprarregionales) y gestión metropolitana eficaz y equitativa.

Las iniciativas como el PCA recogen en un amplio sentido diferentes soluciones a problemáticas urbanas, que hoy en día son de carácter metropolitano y que se constituirían en proyectos estratégicos relacionados con los hechos Metropolitanos. El Área Metropolitana del Valle de Aburrá (1998a), definió los hechos metropolitanos como fenómenos económicos, sociales, físicos, ambientales y político-institucionales que modifican total o parcialmente la estructura supramunicipal en su composición o en su funcionamiento, dando origen a funciones públicas metropolitanas. En cuanto al uso del suelo rural define como hechos metropolitanos: el sistema de espacio público metropolitano, los criterios básicos para que los municipios adopten perímetros urbanos y rurales, el manejo y la protección del medio ambiente metropolitano, la política general para manejo de usos del suelo, la articulación de la planificación con las demás subregiones y la localización espacial de actividades económicas.

3.15.2 Cartografía de la línea base

■ Asociaciones de suelos

En la Figura 3.36 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “SU_Clase_agro”) se muestra la totalidad de asociaciones que se encuentran presentes en la cuenca del río Aburrá, su respectiva memoria explicativa se presenta en el Anexo A3-2. De acuerdo a la clasificación de suelos de Antioquia, realizada por el IGAC (1979), escala 1:100000, las asociaciones presentes en la cuenca son: 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), Taraza (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.

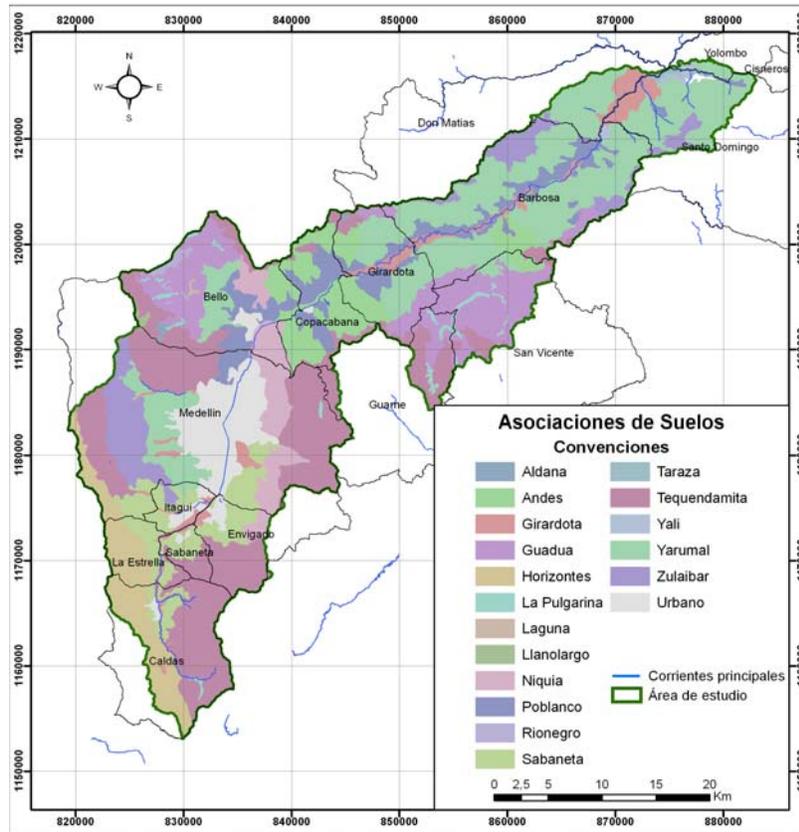


Figura 3.36. Asociaciones de suelos pertenecientes a la Cuenca del río Aburrá
Fuente: IGAC (1979).

En descripción de cada una de las asociaciones, presentada en el Anexo A3-2 se hace énfasis en tres parámetros básicos: el tipo de asociación, la pendiente y el grado de erosión. En la Tabla 3.27 se muestran las áreas correspondientes en km² y en porcentaje del área total de la cuenca para cada una de las asociaciones. La asociación con mayor representación en la cuenca del río Aburrá es la asociación Yarumal ocupando 286.25 Km.², mientras que la asociación Calderas solo ocupa 0.89 Km.².

En cuanto al tipo de suelo existe diversidad de asociaciones en el Valle de Aburrá, lo cual implica igualmente una variedad de potencialidades y restricciones para la explotación de este como recurso.

Tabla 3.27. Asociaciones de suelos

ASOCIACIÓN DE SUELOS	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Aldana	1.61	0.13
Andes	78.04	6.24
Calderas	0.89	0.07
Girardota	45.57	3.64
Guadua	122.22	9.77
Horizontes	69.16	5.53
La Pulgarina	9.79	0.78
Laguna	0.67	0.05
Llanolargo	1.63	0.13
Niquía	53.44	4.27
Poblanco	82.45	6.59
Rionegro	4.41	0.35
Sabaneta	70.16	5.61
Tarazá	3.26	0.26
Tequendamita	266.88	21.33
Urbano	81.11	6.48
Yalí	4.53	0.36
Yarumal	286.25	22.88
Zulaibar	68.97	5.51
Total	1,251.029	100.00

■ 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.

En la Figura 3.37 se muestran los grupos de manejo que se encuentran presentes en la cuenca del río Aburrá, su respectiva memoria explicativa se presenta en el Anexo A3-3 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “SU_Clase_Agro”). De acuerdo a la clasificación de suelos de Antioquia, los grupos de manejo presentes en la cuenca son: Ills-3, Ills4, Ills5, Ills6, Illsh-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 Viles-3, Viles-4,

Vllesc-1 y VIII. En la tabla 3.28 se muestra el área correspondiente a cada grupo de manejo y su respectivo porcentaje con respecto al área total de la cuenca.

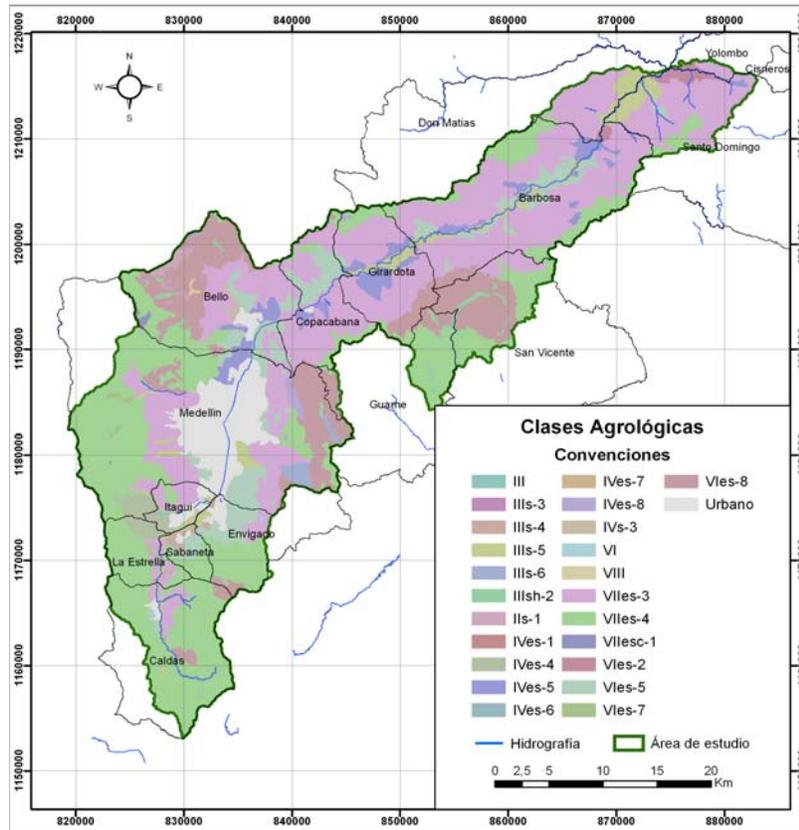


Figura 3.37. Clases Agrológicas de la Cuenca del río Aburrá
 Fuente: IGAC (1979)

Tabla 3.28. Grupos de Manejo

CLASE AGROLÓGICA	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
IIIs-3	3.26	0.26
IIIs-4	3.22	0.26
IIIs-5	44.90	3.59
IIIs-6	7.06	0.56
IIIs-2	9.29	0.74
IIIs-1	4.19	0.33

CLASE AGROLÓGICA	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
IVes-1	0.89	0.07
IVes-4	16.98	1.36
IVes-5	37.52	3.00
IVes-6	0.22	0.02
IVes-7	0.15	0.01
IVes-8	3.52	0.28
IVs-3	2.69	0.21
Vles-2	4.53	0.36
Vles-5	83.84	6.70
Vles-7	1.55	0.12
Vles-8	147.75	11.81
Vlles-3	412.79	33.00
Vlles-4	369.30	29.52
Vllesc-1	1.63	0.13
VIII	0.66	0.05
Urbano	81.11	6.48
Sin Información	13.98	1.12
Total	1251.03	100.00

■ **Zonas de vida**

Según Holdridge (1978), una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima que toma en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión; éstas tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. El objetivo principal al realizar la clasificación por zonas de vida es el de determinar áreas donde las condiciones ambientales sean similares, con el fin de agrupar y analizar las diferentes poblaciones y comunidades bióticas, para así aprovechar mejor los recursos naturales sin deteriorarlos y conservar el equilibrio ecológico (Secretaría de Agricultura del Departamento de Antioquia, 2006). En la Figura 3.38 se observa el mapa de zonas de vida (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “2DG”, objeto: “BI_Zona_vida”).

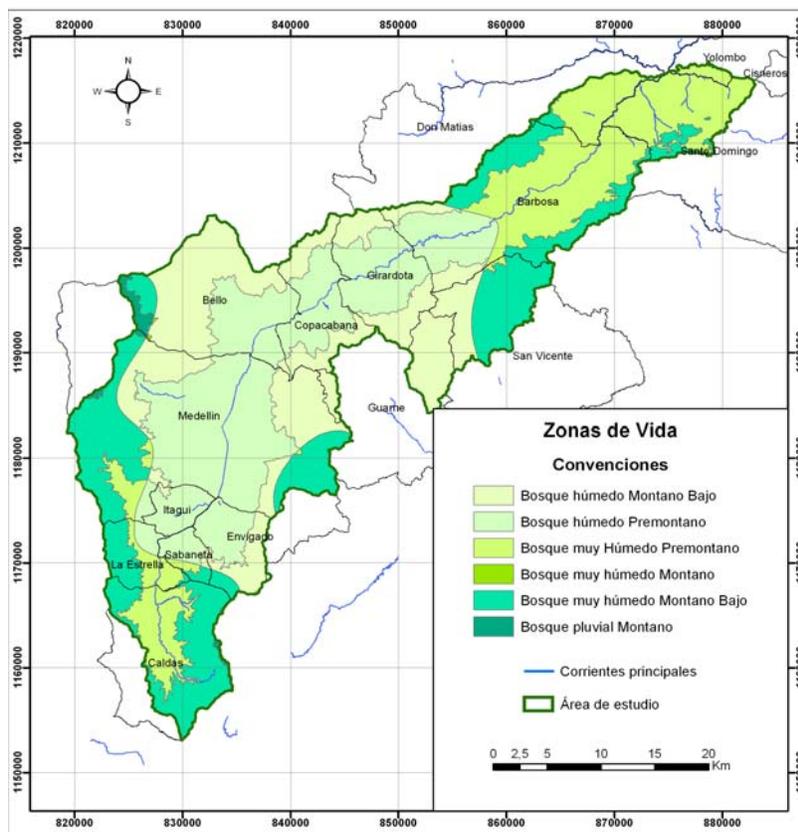


Figura 3.38. Zonas de vida en la Cuenca del río Aburrá

Las zonas de vida que se encontraron son: bosque húmedo Montano bajo (bh-MB), bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB), bosque húmedo Premontano (bh-PM), bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM), bosque muy húmedo montano (bmh-M) y bosque pluvial montano (bp-M).

La definición de cada zona de vida se presenta en el Anexo A3-4. En la Tabla 3.29 se identifica que 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 solo 0.039% del total de la cuenca del río Aburrá.

Tabla 3.29. Zonas de vida de la Cuenca del río Aburrá

ZONA DE VIDA	PROVINCIA	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Bosque húmedo Premontano (bh-PM)	Húmedo	387.59	30.98
Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM)	Perhumedo	267.67	21.40

ZONA DE VIDA	PROVINCIA	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Bosque húmedo Montano bajo (bh-MB)	Húmedo	301.87	24.13
Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB)	Perhumedo	285.03	22.77
Bosque muy húmedo Montano (bmh-M)	Perhumedo	0.48	0.04
Bosque pluvial Montano (bp-M)	Superhúmedo	8.29	0.66

■ **Provincias de humedad**

Corresponden a agrupaciones de zonas de vida que conforman unidades mayores del sistema de clasificación de zonas de vida propuesto por Holdridge. Las provincias de humedad para cada una de las zonas de vida de la cuenca se muestran en la Tabla 3.29. La provincia de humedad predominante es el húmedo con un 55% aproximadamente, seguido por el perhúmedo con un 44%.

La presencia de estas zonas de vida dentro del Valle de Aburrá evidencia un potencial importante para la preservación de una gran diversidad de ecosistemas, los cuales ayudan a mantener un equilibrio ecológico dentro de la región. La principal problemática al respecto es que los ecosistemas existentes son pocos y están sometidos a fuertes presiones que pueden llevarlos a su desaparición.

■ **Coberturas vegetales**

Para el área objeto de estudio se encontraron las coberturas vegetales presentadas en la Tabla 3.30 y que se explican en el Anexo A3-5. La distribución espacial de las coberturas se puede observar en la Figura 3.39 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “BI_Cobertura_uso”), donde una matriz de pasto envuelve las demás coberturas. Los bosques intervenidos están ubicados en las partes altas de la cuenca y los cultivos permanentes predominan en el norte.

Es importante recalcar que estos datos son tomados de fuentes que tiene como fecha 1989, mapa de coberturas generado por Secretaria de Agricultura Departamental y el Plan de Ordenamiento Territorial, POT, 1999-2000. Los fuertes impactos generados sobre las coberturas vegetales en las últimas décadas han tenido en parte como causa diferentes dinámicas presentes en los suelos rurales entre las que se encuentran: parcelación, fragmentación de predios, 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” (Instituto Interamericano de Cooperación Agropecuaria, IICA, 2000). Lo anterior hace evidente la necesidad de levantar un mapa de coberturas vegetales a partir de información primaria;

lo cual supera los alcances de este proyecto. Además, los mapas elaborados para los POT municipales presentan inconsistencias y confusiones en los conceptos de coberturas y usos del suelo.

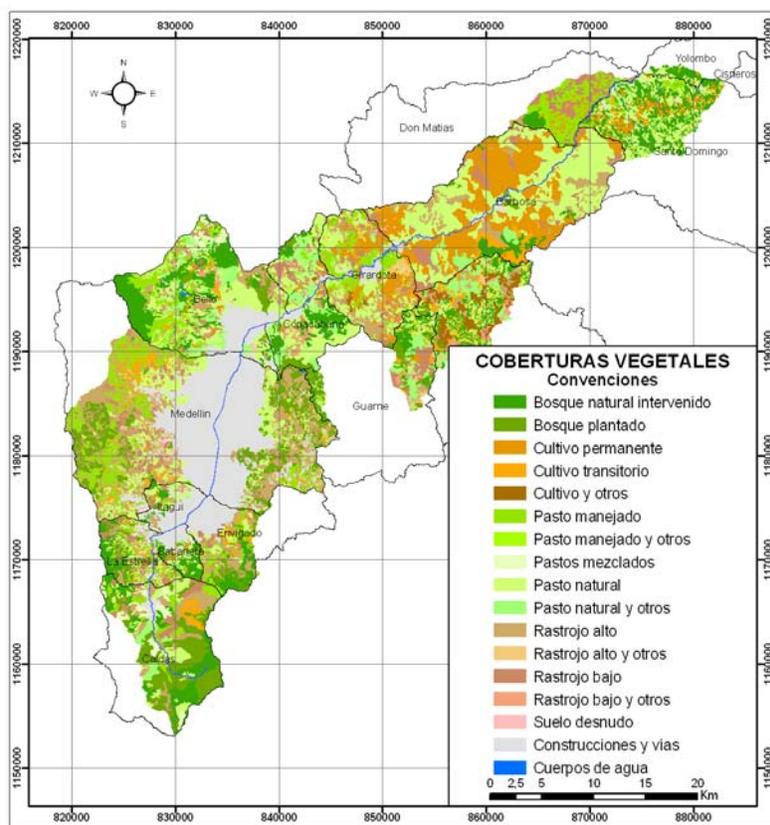


Figura 3.39. Coberturas vegetales de la Cuenca del río Aburrá
Fuente: Corantioquia, 2002

Tabla 3.30. Coberturas vegetales con sus respectivas áreas y porcentajes

COBERTURA	CÓDIGO	AREA (km ²)	AREA (%)
Bosque Intervenido	Bni	141.55	11.31
Bosque Plantado	Bp	101.66	8.12
Cultivos-Pasto Natural	C-Pn	0.13	0.01
Cuerpo de Agua	Ca	1.88	0.15
Construcciones	Cn	176.69	14.12
Cultivo Permanente	Cp	102.96	8.23
Cultivo Transitorio	Ct	42.45	3.39

COBERTURA	CÓDIGO	AREA (km ²)	AREA (%)
Cultivo Transitorio-Pasto Manejado	Ct-Pm	0.08	0.01
Cultivo Transitorio-Pasto Natural	Ct-Pn	13.67	1.09
Cultivo Transitorios-Rastrojo Alto	Ct-Ra	0.03	0.00
Pasto Manejado	Pm	106.54	8.51
Pasto Manejado-Cultivos	Pm-C	0.15	0.01
Pasto Manejado-Pasto Natural	Pm-Pn	2.01	0.16
Pasto Manejado-Rastrojo Alto	Pm-Ra	1.05	0.08
Pasto Natural	Pn	265.70	21.23
Pasto Natural-Cultivos	Pn-C	11.21	0.90
Pasto Natural-Cultivo Permanente	Pn-Cp	6.24	0.50
Pasto Natural-Cultivo Natural	Pn-Ct	15.87	1.27
Pasto Natural-Pasto Manejado	Pn-Pm	9.51	0.76
Pasto Natural-Rastrojo Alto	Pn-Ra	6.19	0.49
Pasto Natural-Rastrojo Bajo	Pn-Rb	8.60	0.69
Rastrojo Alto	Ra	141.28	11.29
Rastrojo Alto-Cultivo Permanente	Ra-Cp	2.01	0.16
Rastrojo Alto-Cultivo Transitorio	Ra-Ct	1.62	0.13
Rastrojo Alto-Pasto Natural	Ra-Pn	1.31	0.10
Rastrojo Bajo	Rb	75.74	6.05
Rastrojo Bajo-Cultivo Permanente	Rb-Cp	0.22	0.02
Rastrojo Bajo-Cultivo Transitorio	Rb-Ct	4.70	0.38
Rastrojo Bajo-Pasto Manejado	Rb-Pm	0.13	0.01
Rastrojo Bajo-Pasto Natural	Rb-Pn	4.06	0.32
Suelo Desnudo	Sd	4.35	0.35
Vías	V	1.73	0.14
Total		1,251.3	100.0

■ Uso actual del suelo

La Figura 3.40 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “1LB”, objeto: “BI_Cobertura_uso”) nos representa los usos actuales del suelo en la cuenca, este mapa nos da una idea aproximada de la jerarquía de usos del suelo rural, que se explican en el Anexo A3-6. Los usos encontrados son los presentados en la Tabla 3.31 con sus respectivas áreas en km² y su porcentaje con respecto al área total.

Sin embargo, se puede evidenciar como el uso pecuario con un porcentaje del área total de la cuenca de aproximadamente 29.4% y el uso agrícola con un 12.3%, representan un área importante en 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 en cuanto a recuperación y regulación hidroclimática.

Se debe reiterar que los datos presentados son aproximaciones a los usos actuales del suelo en la cuenca, por tanto es inminente la necesidad de generar un mapa de coberturas vegetales y usos actuales del suelo, que permitan un inventario real de lo que se tiene, cual es el uso que se le está dando y si estos usos están acordes con las políticas y la normatividad existente. Si se tiene un inventario actualizado al respecto, se tienen bases para generar políticas y programas que promulguen la conservación ambiental y el equilibrio ecológico.

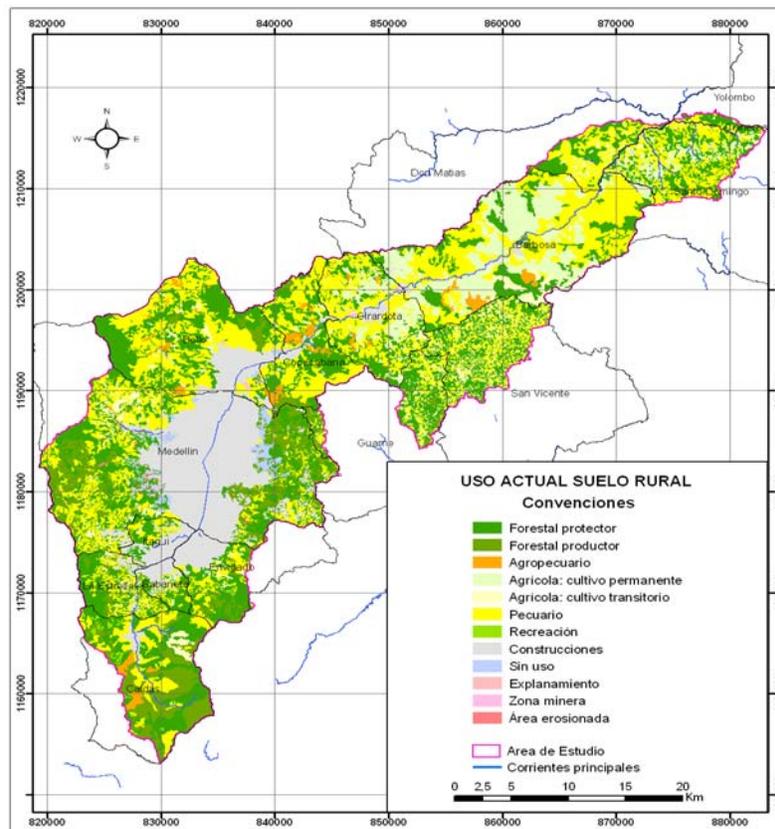


Figura 3.40. Uso del suelo en la Cuenca del río Aburrá
Fuente: Corantioquia, 2002.

Tabla 3.31. Uso del suelo con sus respectivas áreas y porcentajes

USO POMCA	CÓDIGO	AREA (km ²)	AREA (%)
Áreas erosionadas	Ae	1.6	0.1
Agropecuario	Agp	47.3	3.8
Cuerpos de Agua	Ca	1.9	0.2
Construcciones	Cn	176.7	14.1
Agrícola (Cultivos permanentes)	Cp	105.2	8.4
Agrícola (Cultivos Transitorios)	Ct	48.8	3.9
Explanamiento	Exp	0.6	0.0
Forestal Protector	Fp	363.6	29.1
Forestal Productor	Fpd	101.7	8.1
Pecuario	P	368.2	29.4
Recreación	Pr	17.9	1.4
Sin uso	Su	13.9	1.1
Vías	V	1.7	0.1
Zona Minera	Zm	2.1	0.2
Total		1,251.3	100.0

■ **Clasificación del suelo**

La Ley 388 de 1997 de desarrollo territorial, 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.
- La distribución equitativa de las cargas y los beneficios.

El capítulo IV, Artículo 30 de la Ley 388 expone la clasificación del suelo como competencia de la entidad territorial local, en este caso los municipios y distritos; éstos, dentro de los planes de ordenamiento territorial, deben realizar la clasificación del suelo: urbano, rural y de expansión urbana; al interior de estas clases podrán establecer las

categorías de suburbano y de protección, define además, cada una de las clases de suelo, ver Anexo A3-7. En la Figura 3.41 se muestra la clasificación del suelo en la Cuenca del río Aburrá (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “2DG”, objeto: “FE_Clase_suelo”). cuya clase dominante en la cuenca, es la rural con un 85%; en la tabla 3.32 se puede ver el área correspondiente a cada clase de suelo.

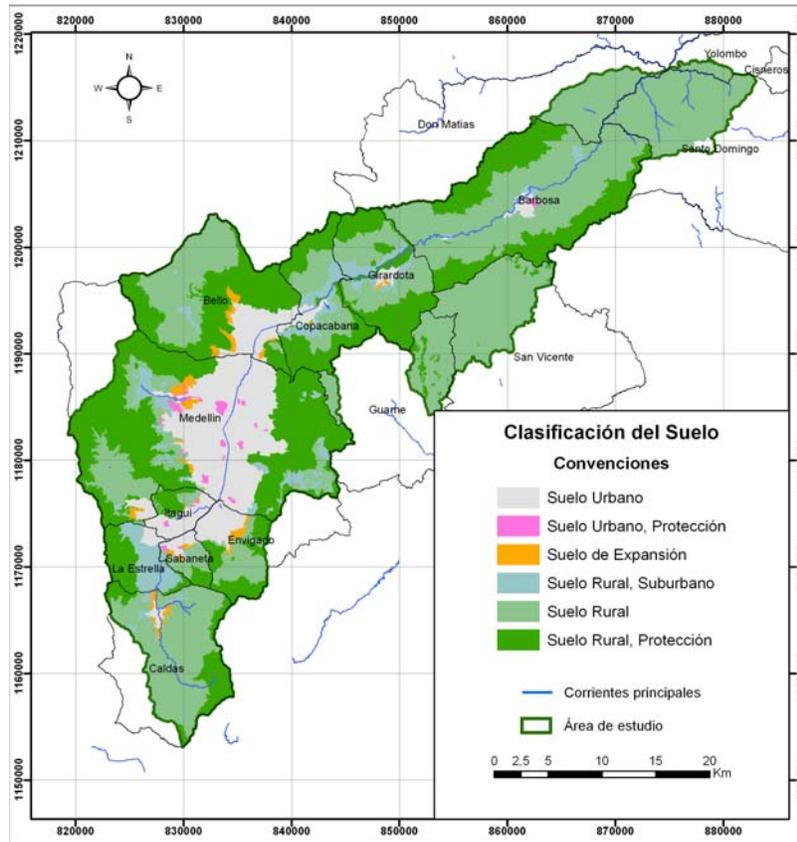


Figura 3.41. Clasificación del suelo para la Cuenca del río Aburrá, basada en los POT de los municipios de la cuenca del río Aburrá

Tabla 3.32. Clasificación del suelo

CLASE DE SUELO	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Rural	586.3	46.9
Rural, Protección	413.3	33
Rural, Suburbano	64.8	5.2
Expansión	14.7	1.2
Urbano	160.3	12.8
Urbano, Protección	11.9	1.0
Total	1251.3	100

▪ **Restricción por pastoreo**

Como se mencionó tanto en la metodología como en el uso potencial del suelo, este mapa de restricción de uso pecuario por pastoreo teniendo en cuenta la pendiente y zonas de vida, es un complemento del mapa de uso potencial realizado con efectos de este estudio y en el cual, como se anotó anteriormente, las generalizaciones pueden hacer perder exactitud en el análisis de los conflictos por uso del suelo rural. Es por esto, que dadas las condiciones ecológicas de la región, se vio necesario generar a partir del mapa de zonas de vida y utilizando los límites de pendiente permisible (en porcentaje) presentadas por Tosi (1972) para el pastoreo de ganado (ganadería intensiva y extensiva), la realización del mapa de restricción por pastoreo Figura 3.42 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “3FM”, objeto: “Restriccion_pastoreo”) como apoyo metodológico en la determinación del uso potencial del suelo.

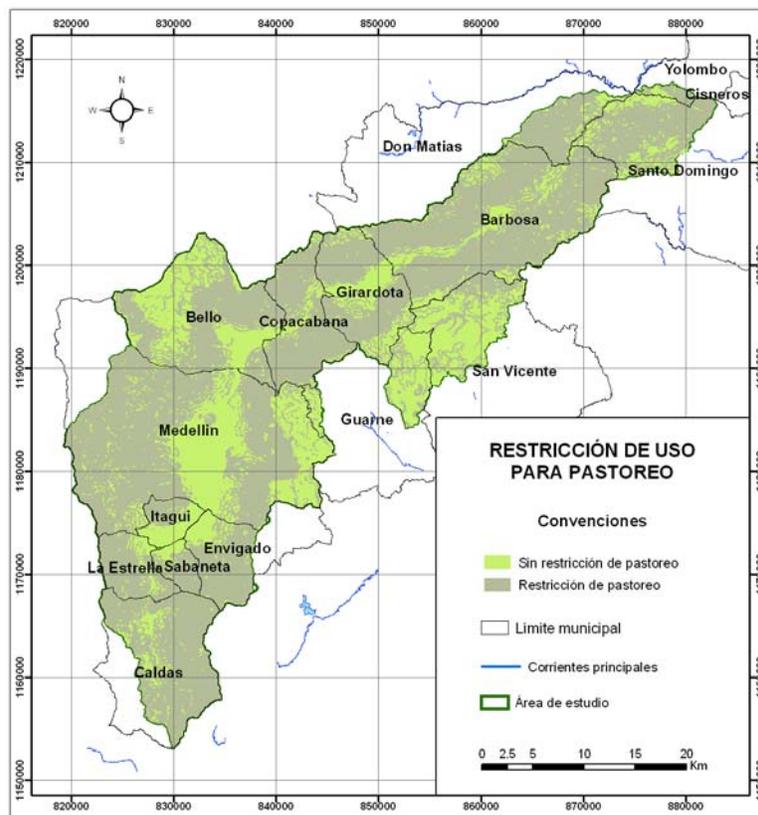


Figura 3.42. Zonas factibles y restringidas para pastoreo en el Valle de Aburrá

Se observa que la mayor parte del área de la cuenca, 68.3% (Tabla 3.33) 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 pero que sin embargo son áreas muy pequeñas no efectivas para explotaciones extensivas, más comunes en esta región del país, y en el mejor de los casos semi-intensivas.

Tabla 3.33. Áreas factibles y restringidas para la ganadería de pastoreo en el Valle de Aburrá

CATEGORÍA	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Restricción de pastoreo	854.9	68.3
Sin restricción de pastoreo	395.9	31.7
Total	1,250.8	100.0

■ Uso potencial

El Uso potencial 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”. Para efectos de este trabajo se usará el término de uso potencial 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. La comparación de este uso potencial con el uso actual del suelo permite determinar su grado de conflicto, es decir, se puede determinar si no se aprovecha al máximo la oferta natural del suelo para producción o por el contrario, el uso que se haga de la tierra lleve a disminuir la capacidad productiva del recurso en el tiempo. Es importante clarificar esta diferencia entre capacidad máxima de uso, que es la que permite realmente hacer la comparación anterior y los usos potenciales para indicar que aunque en este estudio se definan usos potenciales estos están referidos a esa capacidad máxima de uso.

En la Figura 3.43 se observa el mapa de uso potencial para el Valle de Aburrá (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “2DG”, objeto: “SU_Uso_Potencial_rural”). De este mapa se puede determinar que una gran área en todo el valle es apta para establecimiento de plantaciones forestales productoras pero, a su vez deben servir como protección. Estas zonas están caracterizadas por altas pendientes en las cuales cualquier otro uso más intensivo, incluyendo el aprovechamiento de plantaciones forestales generaría un uso inadecuado, provocando así un deterioro ambiental por erosión de suelos. Es importante anotar que en cuanto a uso potencial la

cuenca del río Aburrá es forestal, ya que el área potencial para usos forestales entre protección y producción es de 68.1% de la cuenca.

Estas cifras comparadas con el estado del uso del suelo actual y en especial con las áreas de las diferentes coberturas vegetales permiten determinar a grandes rasgos el estado actual de la cuenca. Teniendo en cuenta los datos de la Tabla 3.30 se observa que actualmente sólo un 37.5% de la cuenca presenta coberturas forestales, porcentaje cercano al que se presenta en la Figura 3.46. Estas observaciones permiten evaluar; el estado ambiental del área de estudio.

Con respecto a este mapa es pertinente aclarar que este uso potencial, comprende un ejercicio cuyo objetivo es determinar a grandes rasgos los conflictos de uso del suelo rural en la cuenca. Sin embargo, esta lejos de ser un mapa detallado debido al estado de la información.

Como se indicó en la metodología, este mapa fue construido a partir de la reclasificación de los usos recomendados para los diferentes grupos de manejo presentados en el Estudio de Suelos de Antioquia (IGAC, 1979), es notable por lo tanto el aporte del mapa de restricción de uso pecuario por pastoreo de ganado en altas pendientes, ya que si no fuera por esta restricción se clasificarían algunos usos potenciales en zonas no aptas como es el caso del uso pecuario en el sur del Valle de Aburrá que tendría este uso potencial para toda esta zona si solamente se toma en cuenta para la calificación de uso potencial el estudio de suelos de Antioquia. Es de anotar que el grupo de manejo predominante en esta zona es el Viles-4 y cuyo uso recomendado es: “en áreas con pendientes menores del 50% y sin erosión, ganadería intensiva de tipo lechero con pastos kikuyo, trébol y azul, se utilizan especies mejoradas de pasto de acuerdo con las condiciones climáticas y se dan prácticas de manejo como rotación de potreros, control de malezas y fertilizaciones, se utilizan pastos de corte cuando la ganadería esta estabulada.

En las zonas con relieve escarpado y erosión ligera a severa, explotaciones silviculturales con pinos, ciprés, eucalipto y laurel”. La restricción por pendiente que se haga del uso pecuario de pastoreo es importante para el análisis, debido al gran deterioro que sufren los suelos y por tanto muchos otros recursos como el hídrico al realizarse este tipo de explotaciones en zonas no aptas, tendencia que es generalizada en el departamento.

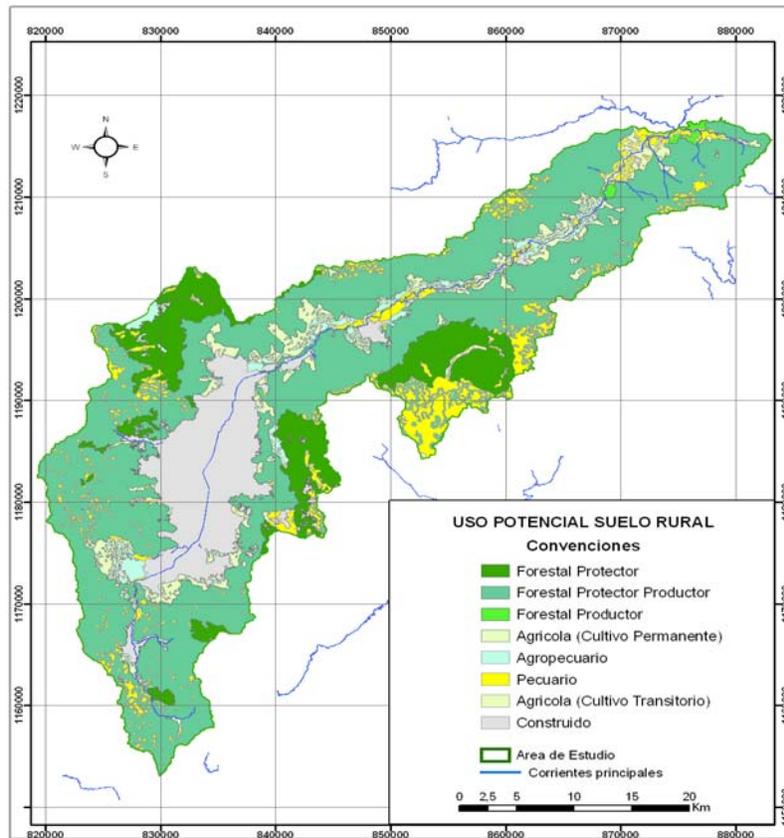


Figura 3.43. Uso potencial en el suelo rural para el Valle de Aburrá
Fuente: IGAC, 1979.

Como se indicó en la metodología, la reclasificación que se realiza para el uso potencial se hace para el uso máximo permisible, en este caso el más exigente que es el uso en ganadería intensiva. La escala del mapa de clases agrológicas (IGAC, 1979) usado como base para determinar este uso potencial no permite un detalle para la escala del estudio. Esto como muchos otros productos que se han presentado son muestra de que la realidad de la cuenca a partir de un diagnóstico depende en gran parte de la información disponible y su calidad.

Además del sur del Valle de Aburrá, el uso pecuario se presenta también hacia el altiplano norte y el altiplano oriental cuyas pendientes en las vertientes son menores y en donde existen actualmente explotaciones lecheras. El área que abarca este uso potencial corresponde a un 8.2% del área de la cuenca como se muestra en la Tabla 3.34.

El uso potencial agropecuario se localiza en zonas bajas del valle donde se presentan las condiciones necesarias para explotaciones incluso intensivas con un porcentaje de 3.1%

del área de la cuenca. El uso forestal protector se localiza hacia las partes altas de los municipios de Medellín, Bello, Girardota y Barbosa, así como en parte de los municipios de Guarne y San Vicente y esta representado por un 25.6% del área de la cuenca.

La importancia de tener una definición adecuada de la capacidad máxima de uso del suelo para el Valle de Aburrá radica en su utilidad como apoyo a las decisiones de la planificación ambiental del territorio, de manera que los recursos se aprovechen de acuerdo a su capacidad y que se mitiguen y/o compensen los impactos sobre estos. Esta es una tarea aún por hacer que debe refinar el ejercicio aquí planteado. Además, sirve para ayudar a definir el papel del Valle de Aburrá dentro del equilibrio ambiental de la región Central Antioqueña al permitir definir y espacializar los usos no adecuados y generar políticas para disminuir sus impactos.

Tabla 3.34. Área de cada uso potencial en la Cuenca del Aburrá

USO POTENCIAL	ÁREA (km2)	ÁREA (%)
Agrícola (Cultivos Permanentes)	82.2	6.6
Agrícola (Cultivos Transitorios)	4.9	0.4
Agropecuario	39.1	3.1
Construcción	169.5	13.5
Forestal Productor	531.8	42.5
Forestal Protector	320.8	25.6
Pecuario	103.0	8.2
Total	1,251.3	100.0

Otro punto importante en el uso potencial es su relación con los diversos EE, los cuales no están representados en este mapa. Es importante recalcar que la definición de uso potencial hace énfasis solamente en la oferta natural del terreno para mantener un sistema productivo o en su defecto proteger el suelo como recurso. Muchos de estos ecosistemas y áreas protegidas se han definido como necesidad de conservar y preservar otro tipo de recursos diferentes al suelo como lo son el hídrico, la biodiversidad, el aire, entre otros. Es esta la razón por la cual los EE no aparecen en el mapa de uso potencial.

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

Como se mencionó en la metodología, el objetivo de este insumo es poder indicar para los alcances del POMCA las zonas donde se presentan las mayores presiones por los recursos, especialmente el suelo debido a prácticas productivas inadecuadas para la oferta ambiental. La superposición de los mapas de uso potencial y de uso actual genera

como resultado el mapa de conflictos elaborado para este proyecto y que se muestra en la Figura 3.44 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “2DG”, objeto: “SU_Conflicto_uso”).

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 el proyecto no lo contempla, sin embargo se realizaron algunas salidas de campo para verificar puntos donde no se tenía certeza entre las coberturas existentes y las definidas por el mapa de Corantioquia (2002), previo a estas salidas se revisaron y generaron polígonos a partir de imágenes SPOT, (Cornare, 2005). Con esto se trato de alguna manera contrarrestar la deficiencia en información ya que inicialmente se tenía un alto porcentaje de la cuenca sin usos actuales definidos. Debe quedar claro, que para lograr un análisis confiable y global de este tipo en la cuenca, es inminente la necesidad de un trabajo entre las diferentes instituciones para la actualización de cartografía temática; al igual que el aporte de metodologías que permitan una caracterización ambiental y definición de potencialidades del suelo rural en el contexto ambiental actual y teniendo presente la proximidad del suelo rural a la ciudad, lo que genera nuevos potenciales y valoraciones de mercado, que pueden ir en pro o en contra de la sostenibilidad ambiental; por lo tanto se debe incluir un análisis exhaustivo de las diversas formas de ocupación del territorio como son: periurbanización, suburbanización, reurbanización; de las cuales se desprenden otros potenciales (p.e. mercado inmobiliario) con consecuencias ambientales.

La importancia del levantamiento de información primaria, radica en que muestra realmente la presión que se ejerce sobre los recursos, los manejos tecnológicos en las prácticas agrícolas, pecuarias y forestales y los conflictos por uso, vital en las áreas donde se encuentran EE a nivel no sólo del valle sino también a nivel regional y que deben ser protegidos para disminuir el desequilibrio ambiental que se presenta actualmente.

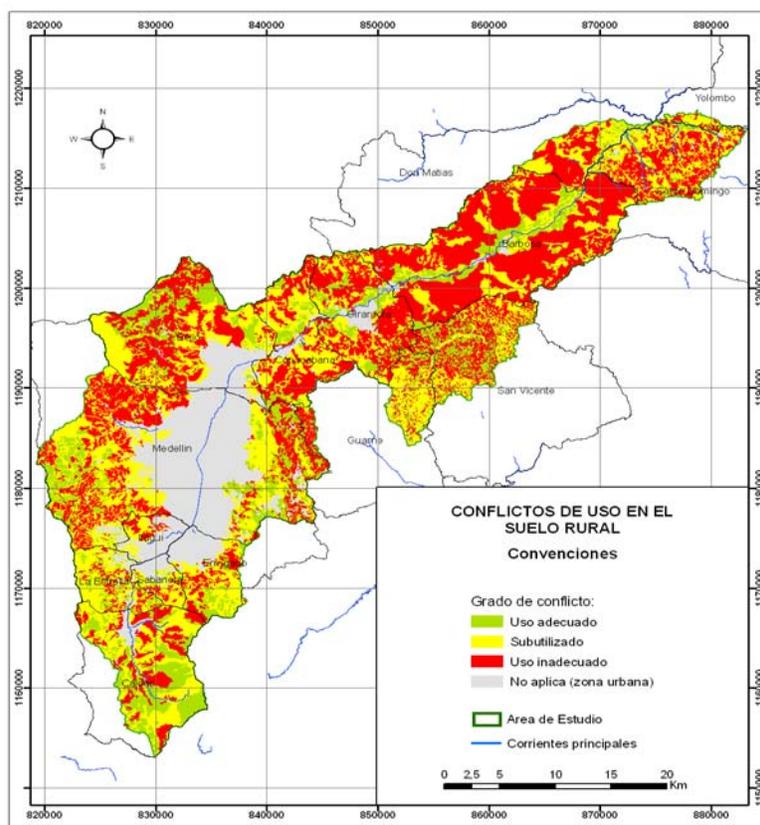


Figura 3.44. Conflictos en el uso del suelo rural a partir de los mapas de uso actual del suelo, uso potencial del suelo y restricción por pastoreo

La Tabla 3.35, presenta los diferentes tipos de conflicto y el porcentaje hallado para la cuenca se observa que el 20% del área de la cuenca está en conflicto por uso inadecuado del suelo. Este análisis en este punto 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.

Tabla 3.35. Áreas totales caracterizadas por los diferentes conflictos de uso en el Valle de Aburrá

TIPO DE CONFLICTO	ÁREA (km2)	ÁREA (%)
Adecuado	250.7	7.7
Inadecuado	486.2	20.0
Sub-Utilizado	315.3	10.8
No Aplica	199.2	25.2
Total	1,251.3	100.0

La mayor área en conflicto por uso inadecuado del suelo se presenta, en suelos potencialmente aptos para uso forestal, pero que son usados para producción agrícola o pecuaria, y que están localizados a lo largo de las vertientes occidentales y orientales del Valle de Aburrá. Se puede observar este tipo de conflicto en menor medida hacia los municipios del sur pero va aumentando su área desde el municipio de Medellín, haciéndose muy evidente el conflicto en las laderas medias de los municipios del norte como Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa. Otros municipios como San Vicente, Don Matías y Yolombó no presentan información a nivel de usos del suelo con la cual se pudiera realizar este análisis.

Los otros tipos de conflictos como el sub-utilizado se presentan hacia el sur del Valle de Aburrá y hacia la vertiente occidental del municipio de Medellín. El porcentaje de esta área con respecto al área total es de 10.8%. Se observa además en la Tabla 3.35 que el uso adecuado sólo representa el 7.7% del área. 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 de la sostenibilidad ambiental. Por lo tanto, es posible que las áreas clasificadas como zonas de protección, EE, reservas naturales y forestales entren dentro de esta categoría de conflicto.

En la Figura 3.44 se observa que algunas zonas calificadas como de un uso potencial pecuario fueron descartadas para este, por la restricción de pastoreo anteriormente citada, lo que complementa este análisis en cuanto a la definición del conflicto en la cuenca del río Aburrá. Un resumen de los tipos de conflicto se muestra en el Anexo 3.8

■ Unidades ecológicas geomorfológicas

En la Figura 3.45 se presentan las zonas homogéneas en oferta natural en cuanto a clima y geoformas denominadas en la metodología unidades eco-geomorfológicas (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “2DG”, objeto: “SU_U_Ecogeomorfológicas”). Su objetivo es aportar una base cartográfica para la lectura conjunta de diferentes resultados del diagnóstico del POMCA permitiendo su análisis desde una perspectiva ambiental en cuanto a oferta y demanda de recursos. El significado de las abreviaturas de las diferentes unidades se presentan en la Figura 3.45 (mapa disponible en la base de datos espacial: agrupación: “2DG”, objeto: “SU_U_Ecogeomorfológica”) es mostrado en el Anexo A3-9.

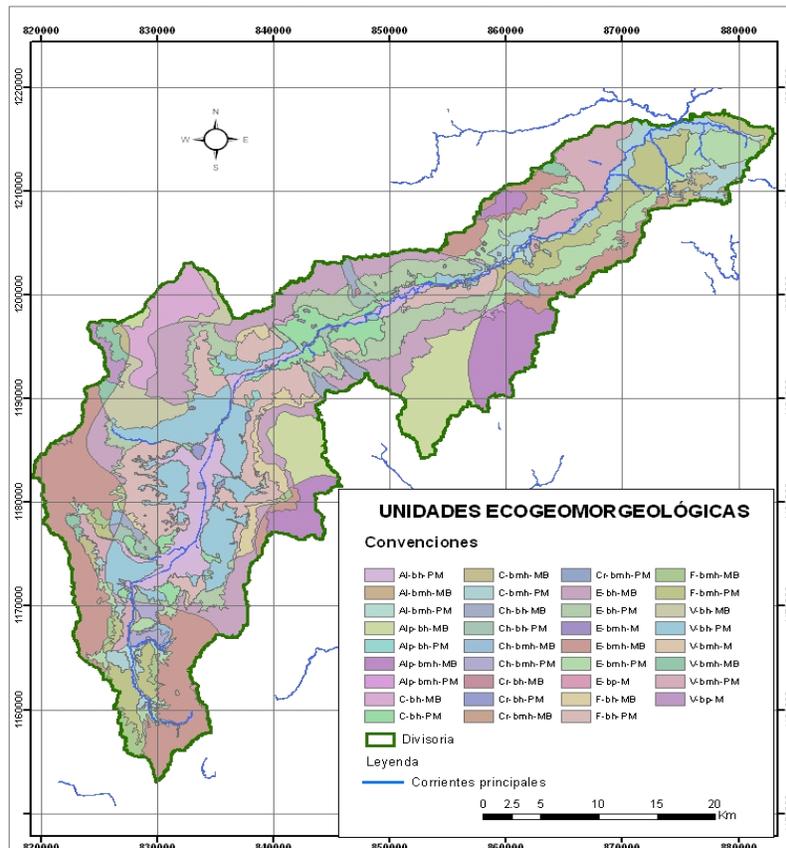


Figura 3.45. Unidades ecológicas y geomorfológicas. Información base: mapa de zonas de vida y mapa geomorfológico

3.15.3 Diagnóstico de las coberturas vegetales en la zona rural

La expansión de lo urbano sobre el área rural genera diferentes grados de presión sobre los recursos naturales. Esta situación es crítica en el Valle de Aburrá, ya que es un gran receptor de población desplazada y este proceso genera la necesidad de transformar la cobertura vegetal en suelo urbano. Lo anterior trae consecuencias en cuanto al equilibrio ambiental y a la sostenibilidad ecológica. Corantioquia (2000a) 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 en cuanto a seguridad alimentaría.

En cuanto a la fijación de gases efecto invernadero, también Corantioquia (2000a), determinó para la época del estudio que en términos del balance emisiones/cobertura, asumiendo una tasa de fijación para el bosque de 2 ton/año, cada habitante del Valle de

Aburrá necesitaría 0.25 ha de bosque, es decir, para la población del Valle de Aburrá se necesitarían 744,404 ha de un bosque fijando carbono a esta tasa teórica. Lo anterior indica que restando el área en bosques naturales y plantados que para la época existían. 18,168 ha necesitarían 726,236 ha para equilibrar el balance emisión/cobertura. Si se tiene un área de la cuenca de 1,251 km², equivalente a 125,132 ha se puede observar que las coberturas necesarias para equilibrar este balance no caben en el área de la cuenca. Este es un factor ambiental importante en el cual la cuenca es insostenible.

Teniendo en cuenta que no existe información que permita hacer un análisis tendencial en cuanto a coberturas vegetales se realiza un ejercicio a partir de información recopilada del Anuario Estadístico de Antioquia para los años 2002, 2003 y 2004 (Secretaría de Planeación Departamental, 2007). Esta información se encuentra agregada a nivel municipal. En la Figura 3.46 se presenta el porcentaje del área de diferentes coberturas vegetales en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá con respecto al área total de los 10 municipios que la conforman, es decir 1,159 km². Para los municipios que sólo tienen un porcentaje de su área al interior de la cuenca, no se realizó este análisis dado que la información disponible del anuario estadístico de Antioquia como se dijo anteriormente es agregada a nivel de municipio. En este caso es importante hacer un análisis a nivel veredal para los municipios que comparten área en la Cuenca del río Aburrá y en otras cuencas. El área comprometida es de aproximadamente 92 km².

Los datos recopilados del Anuarios Estadístico de Antioquia presenta consistencias con lo mostrado la Figura 3.39 y en la Tabla 3.30 lo que convierte a este gráfico en un apoyo para un análisis más actualizado del estado de las coberturas vegetales en la cuenca.

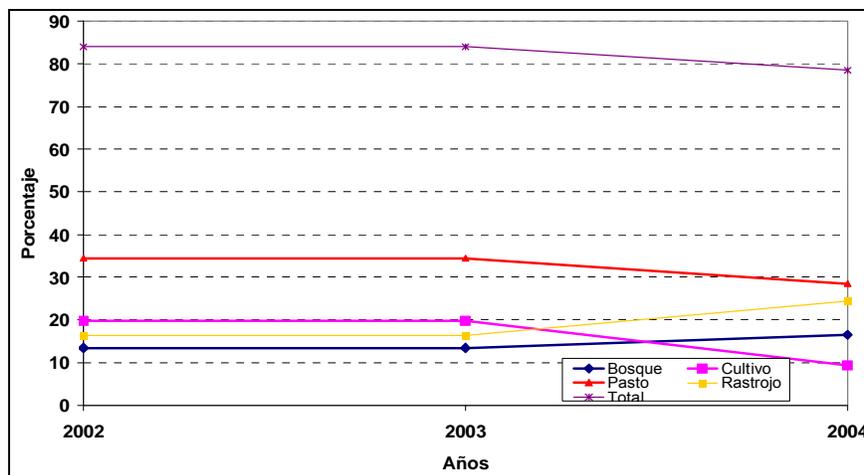


Figura 3.46. Porcentaje del área de coberturas vegetales en el Area Metropolitana del Valle de Aburrá

En cuanto a la cobertura de bosques se observa un leve aumento de un 3.0% de 2003 a 2004. Este tipo de cobertura comprende tanto bosques plantados como naturales. En cuanto a los primeros Corantioquia (2000a) indicaba para la época del estudio que la mayor parte de cobertura forestal en crecimiento era bosque plantado y que estaba relacionado con la actividad comercial de ciprés, pino y eucalipto de los municipios de Caldas, Envigado, La Estrella y del corregimiento de San Antonio de Prado.

En la Tabla 3.30 se mostró la relación entre los diferentes tipos de coberturas, con respecto al porcentaje por área, y se observa que no difiere en gran medida de los valores presentados en la Figura 3.46 a excepción del 2004. 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 nos da cuenta del grado de intervención antrópica que tiene la cuenca.

Las coberturas de pastos y de rastrojo son muy importantes en cuánto 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, lo que se puede analizar a partir de diferentes puntos de vista y por lo tanto se precisa de una investigación más profunda en fenómenos como el desplazamiento de determinados usos y las tensiones sobre el suelo rural.

Hay una disminución del área cultivada cuyo porcentaje pasa de 19.7% en el 2003 a 9.2% en el 2004, en este sentido es importante tener cuidado con las cifras que se presentan en algunas estadísticas y fuera de eso investigar esta disminución. Además, se debe anotar que las coberturas representadas en la Figura 3.46 constituyen en promedio el 82% del área total analizada y por lo tanto es información base para los diferentes análisis que se puedan hacer, especialmente en lo que al diagnóstico se refiere, al permitir comparar estos datos con los obtenidos a través de los mapas de coberturas vegetales.

Al realizar una comparación de las cifras correspondientes a usos potenciales y estado de las coberturas actuales se encontró que a pesar de que aproximadamente el 68% de la cuenca sea apto para usos forestales de protección y producción, solamente el 37.2% presenta estas coberturas. El resto del área presenta diferentes tipos de conflicto del suelo, con predominancia del uso inadecuado por usos más exigentes de los que puede soportar este recurso sin deteriorarse en el tiempo. Esto como imagen actual de la cuenca

permite una lectura integrada, en la cual los diferentes procesos migratorios, de industrialización, 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. Es decir 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 muy débiles políticas en cuanto a su aplicación para compensar estos servicios ambientales y proteger el medio ambiente en estas 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 del valle. Consecuencia de esto es en parte debida a la falsa creencia generalizada de que tenemos recursos ilimitados, aunque estos sean importados en un altísimo porcentaje desde fuera de la cuenca.

Desde un punto de vista integral el problema en gran medida esta relacionado con las políticas institucionales de diferentes ordenes y la educación ambiental que no han podido reorientar los diferentes procesos desencadenantes de esta insostenibilidad.

3.15.4 Diagnóstico 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 diferentes tipos de actividades, principalmente las urbanas. Estas actividades son complejas y representan el avance de la urbanización en la zona rural, en detrimento de un equilibrio ecológico y de los usos tradicionales del suelo rural en el Departamento, siendo uno de los más importantes la producción de alimentos.

En el caso especial del municipio de Medellín, Corantioquia (2000a) indica que en promedio el 52.64% de la producción agrícola del municipio está destinada al autoconsumo. Además, según esta Corporación, esta situación da una idea de lo importante de esta actividad en el municipio. Este tipo de estudios detallados acerca de los corregimientos, sólo se ha realizado hasta ahora, por parte del municipio de Medellín y constituyen una herramienta fundamental para caracterizar las actividades de la población

rural del Valle de Aburrá permitiendo identificar cuáles son las necesidades en cuanto a usos del suelo rural, para priorizar acciones que permitan una actividad económica primaria sin detrimento de los recursos naturales y garantizando la seguridad alimentaria en la zona rural.

Con base en la información estadística de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del departamento de Antioquia, se evaluó entre los años 1999 y 2004 el área de cultivos agrícolas para el departamento y el Valle de Aburrá, esta información sirvió de base para construir los gráficos que se presentan en esta sección. En la Figura 3.47 se presenta una comparación entre el área destinada a cultivos agrícolas en el Departamento y en los municipios del Valle de Aburrá. En la gráfica no se observan tendencias definidas, sobre aumento o disminución de áreas cultivadas. Igualmente se puede determinar a partir de este gráfico que el área cultivada en el Valle de Aburrá es muy pequeña con respecto al total departamental como se ha evidenciado en la Tabla 3.31.

La participación en porcentaje del área de cultivos en los Municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá se presenta en la Figura 3.48 y se observa que existe una leve tendencia a aumentar. Este aumento en los porcentajes se debe más a la tendencia a la disminución del total del área cultivada en el Departamento que a un aumento real del área cultivada en el Valle de Aburrá.

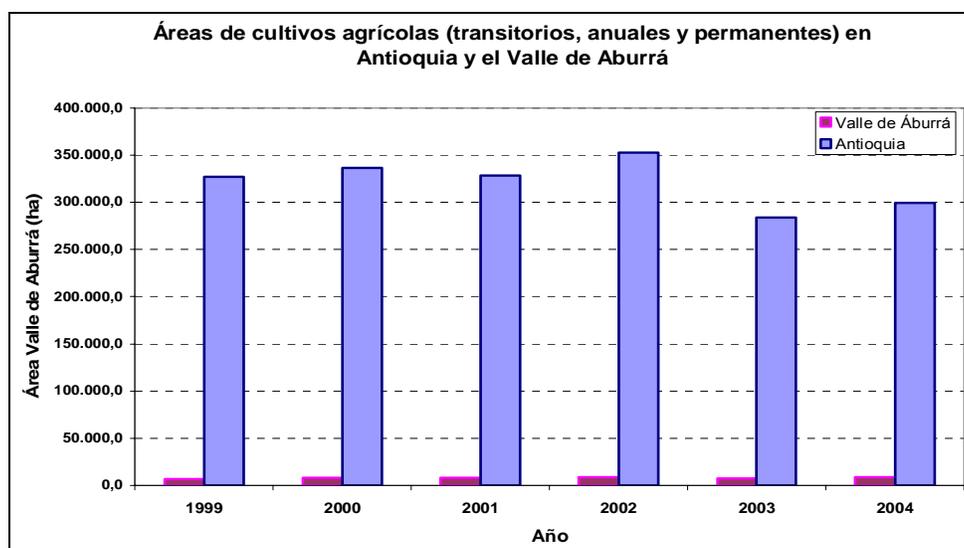


Figura 3.47. Áreas de cultivos en Antioquia y el Valle de Aburrá

La mayor parte del área cultivada en el Valle de Aburrá corresponde a cultivos permanentes (Figura 3.49), entre los que se encuentran: la caña, el café, los cítricos, la

mora, etc. Lo anterior indica que en términos de cultivos algunos son muy importantes para la economía departamental, pero es claro que la mayoría no aportan directamente a la seguridad alimentaria como es el caso del café, el cual se constituye en el cultivo agrícola con mayor área.

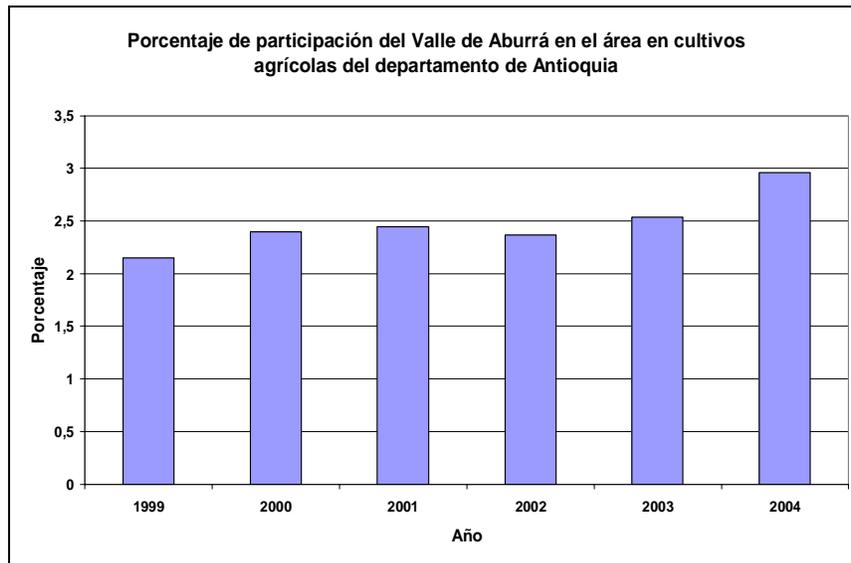


Figura 3.48. Porcentaje de participación del Valle de Aburrá en área de cultivos del departamento de Antioquia.

Es importante el análisis a nivel de usos de suelos y especialmente de cultivos si se trata de una cuenca que importa la mayor parte de los alimentos que consume. Además, teniendo en cuenta el balance que presenta el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2007), en cuanto a los recursos necesarios para su funcionamiento urbano, indican que el sistema demanda grandes cantidades de recursos, bienes y servicios ambientales, la mayoría de los cuales se obtienen de regiones circundantes.

La Contraloría General de Medellín (2005) afirma: “El desarrollo del Valle de Aburrá y lógicamente el de la ciudad de Medellín ha estado necesariamente ligado a un entorno que trasciende su espacio natural y es incapaz de sobrevivir de forma autosostenible, como que no puede autoabastecerse sin captar recursos de regiones productoras de alimentos, agua y energía, o de utilizarlos como sumidero de los desechos que produce”.

La misma Contraloría dice: “La dependencia ecológica es del 99.24%. La dependencia ecológica en sumideros de carbono es de 98.19% en tanto que la dependencia ecológica en agua e hidroenergía es del 98.7%”, de acuerdo a la evaluación de la sostenibilidad

ecológica del Área Metropolitana de Medellín realizada por la Universidad Nacional y Colciencias (Agudelo, 2004)

Con respecto a elementos como agua, energía eléctrica, carbón, combustible y algunos procesos como la disposición de residuos sólidos, la insostenibilidad ambiental del sistema es evidente, así como es evidente que la mayoría de estas demandas sería imposible abastecerlas a partir de la explotación de los recursos dentro del área del Valle de Aburrá y por lo tanto suplir la demanda interna a partir de ecosistemas ubicados en otras regiones ha sido la estrategia para mantener la dinámica urbana en el Área Metropolitana. Lo anterior ya ha sido advertido por el Plan Estratégico de Antioquia, PLANEA, (1999), indicando que anualmente se degrada un área equivalente al 1.2% del territorio departamental y la deforestación alcanza las 100,000 ha. Entre los conflictos de uso del suelo actual y potencial, que más se evidenció son el resultado de reducir a prácticas de pastoreo las planicies aluviales, sin tener presente la fertilidad de sus suelos para usos agroindustriales.

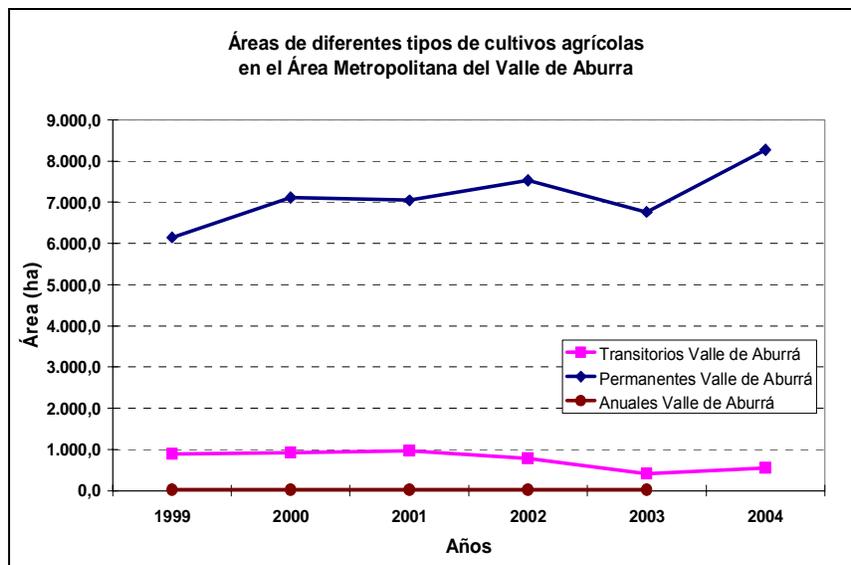


Figura 3.49. Tendencia del área de diferentes tipos de cultivos en el Valle de Aburrá

No sólo la insostenibilidad agrícola de la Cuenca del río Aburrá genera conflictos en cuanto a uso del suelo rural a nivel regional y dentro de la misma cuenca, también existen otros procesos que potencializan fuertes conflictos, entre los que se encuentran: la fragmentación del suelo rural, los diferentes fenómenos de inmigración hacia y dentro de la cuenca generados por diferentes dinámicas poblacionales en la región, la desintegración regional, etc. Lo anterior pone en evidencia que existen dinámicas

complejas en este tipo de regiones centrales. En este sentido el Plan Integral de Desarrollo Metropolitano del Valle de Aburrá -Proyecto Metrópoli 2002-2020- (Área Metropolitana, 2002a), indica que para la época los conflictos generados por los usos del suelo no sólo se refieren a prácticas insostenibles en el suelo rural dentro del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Muy especialmente en Medellín, es frecuente que los procesos de urbanización avancen de manera no planificada sobre los suelos rurales, que por presentar limitaciones para la ubicación de infraestructuras urbanas, se han declarado o ameritan ser suelos de protección, pues además y con frecuencia, tiene un alto valor ambiental o presentan un grado de amenaza y riesgo para la poblaciones.

Esta entidad en cuánto al diagnóstico ambiental de la cuenca, hace referencia a los cambios del uso de la tierra que son generados por el proceso de conurbación y crecimiento espontáneo de las cabeceras urbanas, debido a la extensión de las áreas industriales o residenciales en detrimento de las áreas agrícolas y naturales del valle y sus alrededores.

3.16 CONCLUSIONES

Este trabajo evidenció la carencia de información concerniente a coberturas vegetales y usos del suelo, que sirva como herramienta para el ordenamiento ambiental del territorio. El estado de esta información no permite determinar adecuadamente los conflictos y las problemáticas actuales.

Existen diversos esfuerzos para determinar políticas y lineamientos para el ordenamiento ambiental del territorio en la Cuenca del río Aburrá, los cuales están soportados en la concepción de diferentes planes, programas y proyectos que conducen a alcanzar una visión de región determinada desde diferentes niveles. Además estas acciones en su mayoría promulgan por un desarrollo sostenible aunque su enfoque es en gran parte para solucionar los problemas de la expansión urbana.

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.

En cuanto a conflictos por uso, se observa una gran área en uso inadecuado del suelo, concentrado en el norte del Valle de Aburrá, caso que debe ser analizado para generar políticas que permitan conservar los recursos y mantener el equilibrio ecológico en zonas vulnerables.

El estado de la información no permitió hacer trabajos detallados de tendencia en el uso del suelo a partir de la superposición de mapas. Los análisis sobre fenómenos importantes como la tenencia de la tierra en el medio rural, la fragmentación de los predios, el impacto de la expansión urbana y el análisis de la zona de confluencia urbano - rural, no son específicos y están levemente referidos en el texto a partir de referencias a literatura sobre el tema.

Se evidenció 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 tiene el Área Metropolitana, Corantioquia y Cornare, la cual busca posicionar la región como competitiva. Sin embargo, el desarrollo regional y en especial, de la región metropolitana esta lejos de ser sostenible.

Existe una crisis ambiental que continúa y que requiere acciones regionales planificadas en el tiempo. Este breve diagnóstico (pues, es basado en información secundaria) sobre la situación actual de la cuenca evidenció la prioridad que debe tener un criterio de ordenamiento ambiental en la planificación del territorio en el Valle de Aburrá. Es decir, es una tarea necesaria si se quiere ser consecuente con la visión de la región 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.

3.17 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUDELO, P. Capacidad de carga y huella ecológica del Valle de Aburrá, Investigación Posgrado en Planeación Urbano Regional, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 1998. 208 p

AGUDELO, P. Ecosistemas Estratégicos en Ecorregiones Urbanas: Una opción para el desarrollo sostenible. Ponencia preparada para el IV seminario sobre desarrollo sostenible, energía y paz. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 2003. 52 p.

AGUDELO, P. Evaluación de la sostenibilidad ecológica del Área Metropolitana de Medellín. Valencia, 2004, 315p. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

ALCALDÍA DE MEDELLÍN. Instrumentación y Microzonificación Sísmica del Área Urbana de Medellín. Medellín, 1999.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Plan integral de desarrollo "Para la consolidación de la metrópoli". Medellín, 1985. p.136

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Plan de ordenamiento territorial de la Zona Norte. Medellín – Antioquia, 1988.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Plan de ordenamiento territorial de la Zona Sur. Medellín – Antioquia, 1988.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. 2015: El futuro de la ciudad metropolitana. Medellín, 1997.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Orientaciones Metropolitanas de Ordenamiento Territorial. Medellín, 1998a.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Estudio para el manejo integral de canteras y explotaciones mineras de materiales de construcción en el Área Metropolitana. Medellín, 1998b.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Agendas Ambientales urbanas: Copacabana, Girardota, Itagüí, Medellín, Bello, Sabaneta, La Estrella. Medellín, 2000a.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Agendas Ambientales urbanas: Copacabana, Girardota, Itagüí, Medellín, Bello, Sabaneta, La Estrella. Medellín, 2000b.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Inventario de aguas subterráneas del Valle de Aburrá. Medellín, 2001.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Proyecto metrópoli 2002-2020: Plan integral de desarrollo metropolitano del Valle de Aburrá. Medellín, 2002a.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Grupo de Sismología de Medellín. 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. Medellín, 2002b.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Plan Estratégico Ambiental Metropolitano. Medellín, 2003a

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, CORANTIOQUIA, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, AINSA. Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional del valle de Aburrá – PGIRS Regional. Diagnóstico. 2006. CONVENIO No 325 de 2004. Medellín, 2006a.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas (SIMAP). Directrices de Ordenamiento Ambiental para el Desarrollo Territorial del Área Metropolitana del Valle de Aburra. Medellín, 2006b.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. ARECNAVA. [base de datos], [citado en Junio de 2006b]

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Directrices Metropolitanas del Valle de Aburrá. Medellín, 2007

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Norma Colombiana de Diseño y construcción Sismo Resistente. Bogotá D.C., 1998.

CONTRALORÍA GENERAL DE MEDELLÍN. Estado de los recursos naturales y del medio ambiente. Medellín, 2004. 372 p.

CORANTIOQUIA. Identificación, caracterización y valoración económica de los servicios ambientales prestados por ecosistemas localizados en el área de influencia del Valle de Aburrá. Medellín, 2000a.

CORANTIOQUIA. Directrices para la gestión ambiental urbano-rural. Convenio Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Medellín, 2000b.

CORANTIOQUIA. Plan Maestro Parque Regional Arví. Medellín, 2001a

CORANTIOQUIA. Plan de Gestión Ambiental Regional 1998-2006. Medellín, 2001b.

CORANTIOQUIA. Memoria explicativa del mapa de coberturas y usos del suelo en la jurisdicción de Corantioquia. Homologación de los POTM, Medellín, 2002. 26 p.

CORANTIOQUIA. Mapa de Potencial Minero de la Jurisdicción de Corantioquia. Medellín, 2003.

CORANTIOQUIA. Mapa geológico y geomorfológico de Antioquia, escala 1: 100.000 y 1:400.000. Medellín, 2005a.

CORANTIOQUIA. Determinantes Socioeconómicos y Físico Espaciales para el Ordenamiento Ambiental Territorial de la Jurisdicción de Corantioquia. Medellín, 2005b. 230 P.

CORREA, A. MARTENS, U. Caracterización geológica de las anfibolitas de los alrededores de Medellín. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Departamento de Recursos Minerales. Medellín, 2000.

DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. 1999. El Plan Estratégico de Antioquia, PLANEA [en línea]. < <http://www.planea.org.co/web/v1/index.php>.> [citado en julio de 2006]

DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. SECRETARÍA DE PLANEACIÓN. Anuario estadístico de Antioquia 2002, 2003 y 2004 [en línea]. < <http://www.antioquia.gov.co>.> [citado en Junio de 2006]

DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA 2006. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Memoria explicativa del mapa de zonas de vida [en línea]. <<http://www.antioquia.gov.co>.> [citado en Junio de 2006]

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Por Las Regiones Mineras de Antioquia. Medellín, 2005.

DEERE, D., MILLER, R. Engineering Clasification and index properties for intact rock. Clasificación para ingenieros y propiedades índice. Technical Report No. AFNL-TR. México, 1967. En Hoek y Brown, 1985

HOEK, E., Sc., D. et al. Excavaciones Subterráneas en roca. McGraw-Hill. México, 1985.

HOLDRIDGE, L. Ecología basada en zonas de vida. . Instituto Interamericano de Cooperación Agropecuaria, San José, Costa Rica, 1978. 216p

INGEOMINAS. Bases Físicas para el Ordenamiento Ambiental en el Departamento de Cundinamarca. Fase I. Informe Interno. INGEOMINAS, Bogotá D.C., 1996.

INGEOMINAS. Inventario Minero de Antioquia, Zona II Antioquia – Caldas. 1971.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Suelos del Departamento de Antioquia. Bogotá D.C., 1979.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Guía metodológica para el ordenamiento territorial municipal. Bases conceptuales y guía metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial departamental. Bogotá D.C. ,1997. 350p.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN AGROPECUARIA.2006. La Nueva Ruralidad [en línea] < <http://www.corpoica.org.co/Libreria>.> [citado en Julio 2006]

LONDOÑO, L, AGUDELO, P. La deuda ecológica por la contaminación del río Aburrá-Porce-Nechí. Medellín, 2000.60p. Tesis (Especialista en planeación urbano regional). Universidad Nacional de Colombia.

LÓPEZ, G., VÉLEZ, R. Estudio de un cordón forestal para la ciudad de Medellín. Medellín, 1969.136p. Tesis (Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrícolas.

MAYA H, ESCOBAR A. Estudio de las rocas metamórficas entre el Ancón Sur y la quebrada La Miel, Caldas Antioquia. Medellín, 1985. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Minas.

MOLINA, G. La Ciudad-Región -El Área Metropolitana del Valle de Aburrá y su relación con el Oriente cercano-. Medellín, 1997.194p. Tesis (Magíster en estudios urbano regionales). Universidad Nacional de Colombia.

MORENO, M, MÚNERA, M. Zonificación del área urbana y caracterización de zonas de amenaza geológica del área rural del municipio de Sabaneta. Medellín, 1984. Trabajo de Grado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad De Minas.

MUNICIPIO DE BARBOSA. Plan de Ordenamiento Territorial de Barbosa. Barbosa – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE BELLO. Plan de Ordenamiento Territorial de Bello. Bello – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE CALDAS. Plan de Ordenamiento Territorial de Caldas. Caldas – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE COPACABANA. Plan de Ordenamiento Territorial de Copacabana. Copacabana – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE ENVIGADO. Plan de Ordenamiento Territorial y Diagnóstico. Envigado – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE GIRARDOTA. Diagnóstico -Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Girardota. Girardota – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE GUARNE. Plan de Ordenamiento Territorial de Guarne. Guarne – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE ITAGÜÍ. Plan de Ordenamiento Territorial y Diagnóstico. Itagüí – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE LA ESTRELLA. Plan de ordenamiento territorial para el municipio de La Estrella. La Estrella – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE MEDELLÍN. Plan de ordenamiento territorial para el municipio de Medellín. Medellín – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE MEDELLÍN. Políticas y directrices de desarrollo: Plan de Estructura Básica. Medellín, 1982

MUNICIPIO DE SABANETA. Plan Básico de Ordenamiento Territorial y Diagnóstico. Sabaneta – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE SAN VICENTE. Plan de Ordenamiento Territorial de San Vicente. San Vicente – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE SANTO DOMINGO. Plan de Ordenamiento Territorial de Santo Domingo. Santo Domingo – Antioquia, 2000.

MUNICIPIO DE DON MATIAS. 2003. Esquema de ordenamiento territorial de Don Matías. Don Matías – Antioquia, 2000.

PARRADO, C. Metodología para la ordenación del territorio bajo el prisma de sostenibilidad: estudio de su aplicación en la ciudad de Bogotá. Barcelona, 2001. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña.

RIVERA, E. Estudio de riesgo sísmico para la ciudad de Medellín y propuesta de un plan de gestión de riesgo sísmico para la ciudad de Medellín usando la herramienta RADIUS. Medellín, 2004. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Minas.

TOSI, J. Una clasificación y metodología para la determinación y levantamiento de mapas de la capacidad de uso mayor de la tierra rural en Colombia. Centro de educación e investigaciones forestales, Universidad Nacional sede Medellín. Medellín, 1972. 69 p.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Estudio para la Reglamentación del Aprovechamiento y Uso de las Aguas de la Quebrada Doña María. Medellín, 2006.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DE ENVIGADO Identificación, clasificación, características hidrogeológicas de los humedales y evaluación de zonas de recarga y su relación con la geología y las corrientes del municipio de Envigado. Medellín, 2004.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Estudio de zonas de recarga de acuíferos de Valle de Aburra. Medellín, 2001.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, CORANTIOQUIA, MI RIO (en liquidación). Metodología para la Formulación de Planes Integrales de Ordenamiento y Manejo de Microcuencas, PIOM. Aplicación en la Microcuenca de la Quebrada La Iguana. Medellín, 2002.

TABLA DE CONTENIDO

A3. ANEXOS SUBSISTEMA ABIÓTICO: RECURSO SUELO	1
A3.1 ESTADO LEGAL DE LAS CONCESIONES MINERAS EN EL VALLE DE ABURRÁ	1
A3.2 LEYENDA DE LAS ASOCIACIONES DE LOS SUELOS FUENTE: INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 1979	16
A3.2.1 Tipo de asociación	16
A3.2.2 Pendiente	25
A3.2.3 Erosión	25
A3.2.4 Profundidad del suelo	26
A3.2.5 Clasificación del drenaje natural	26
A3.3 LEYENDA DE CLASES AGROLÓGICAS. FUENTE: IGAC, 1979	27
A3.3.1 Grupo de manejo IIIs-3	27
A3.3.2 Grupo de manejo IIIs-4	27
A3.3.3 Grupo de manejo IIIs-5	27
A3.3.4 Grupo de manejo IIIs-6	28
A3.3.5 Grupo de manejo IIIsh-2	28
A3.3.6 Grupo de manejo IIs-1	28
A3.3.7 Grupo de manejo IVes-1	28
A3.3.8 Grupo de manejo IVes-4	29
A3.3.9 Grupo de manejo IVes-5	29
A3.3.10 Grupo de manejo IVes-6	29
A3.3.11 Grupo de manejo IVes-7	30
A3.3.12 Grupo de manejo IVes-8	30
A3.3.13 Grupo de manejo IVs-3	30
A3.3.14 Grupo de manejo Vles-2	30
A3.3.15 Grupo de manejo Vles-5	31

A3.3.16	Grupo de manejo Vles-7	31
A3.3.17	Grupo de manejo Vles-8	32
A3.3.18	Grupo de manejo Viles-3	32
A3.3.19	Grupo de manejo Viles-4	32
A3.3.20	Grupo de manejo Viles-1	33
A3.3.21	Grupo de manejo VIII	33
A3.4	LEYENDA DE ZONAS DE VIDA. FUENTE: HOLDRIDGE , 1978	34
A3.4.1	Bosque húmedo Montano bajo (bh-MB)	34
A3.4.2	Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB)	34
A3.4.3	Bosque húmedo Premontano (bh-PM)	35
A3.4.4	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM)	35
A3.4.5	Bosque muy húmedo Montano (bmh-M)	36
A3.4.6	Bosque pluvial Montano (bp-M)	36
A3.5	LEYENDA DE LAS COBERTURAS VEGETALES. FUENTE: ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ - UNALMED, 2006	37
A3.5.1	Bosque natural intervenido	37
A3.5.2	Bosque Plantado	37
A3.5.3	Rastrojo	38
A3.5.4	Cultivos	39
A3.5.5	Pastos	41
A3.5.6	Zonas mineras	43
A3.5.7	Cuerpos de Agua	43
A3.5.8	Construcciones	44
A3.5.9	Áreas erosionados	44
A3.6	LEYENDA USOS DEL SUELO. FUENTE: PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. MEDELLÍN, 1999	45
A3.6.1	Forestal Protector	45
A3.6.2	Forestal Productor	45
A3.6.3	Pecuario	46
A3.6.4	Agrícola	46
A3.6.5	Agropecuario	47
A3.6.6	Construcciones	47
A3.6.7	Recreación	48

A3.6.8	Sin Información	48
A3.7	LEYENDA CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN LA LEY 388 DE 1997	49
A3.7.1	Suelo urbano	49
A3.7.2	Suelo de expansión urbana	49
A3.7.3	Suelo rural	50
A3.7.4	Suelo suburbano	50
A3.7.5	Suelo de protección	50
A3.8	CONFLICTOS POR USO DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ	51
A3.8.1	Conflicto por uso inadecuado del recurso suelo	51
A3.8.2	Conflicto por subutilización del recurso suelo	52
A3.9	ABREVIATURAS DE LAS UNIDADES ECO-GEOMORFOLÓGICAS	54

LISTA DE FIGURAS

Figura A3.1.	Conflicto por uso inadecuado del recurso suelo en la Cuenca del río Aburrá	51
Figura A3.2.	Conflicto por subutilización del recurso suelo en la Cuenca del río Aburrá.....	52

LISTA DE TABLAS

Tabla A3.1.	Rangos de clasificación de acuerdo con la pendiente	25
Tabla A3.2.	Rangos de clasificación de acuerdo al nivel de erosión.....	25
Tabla A3.3.	Rangos de profundidad efectiva del suelo.....	26
Tabla A3.4.	Rangos de profundidad efectiva del suelo.....	26
Tabla A3.5.	Localización de la zona de vida bosque húmedo montano bajo	34
Tabla A3.6.	Localización de la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo	34
Tabla A3.7.	Localización de la zona de vida bosque húmedo premontano	35
Tabla A3.8.	Localización de la zona de vida bosque muy húmedo premontano	35
Tabla A3.9.	Localización de la zona de vida bosque muy húmedo montano	36
Tabla A3.10.	Localización de la zona de vida bosque pluvial montano.....	36

LISTA DE FOTOS

Foto A3.1.	Bosque natural intervenido, municipio de Bello.....	37
Foto A3.2.	Bosque Plantado, Alto de Minas; municipio de Caldas.....	38
Foto A3.3.	Rastrojo Alto, vereda cuartas; municipio de Bello	38
Foto A3.4.	Rastrojo Bajo, vereda Villa Linda; municipio de Bello.....	39
Foto A3.5.	Cultivos , vereda ; municipio de Guarne	39
Foto A3.6.	Cultivos transitorios, vereda tierradentro ; municipio de Bello	40
Foto A3.7.	Cultivos permanentes, vereda Ancon; municipio de Copacabana	40
Foto A3.8.	Pastos, vereda Sabanalarga ; municipio de Bello	41
Foto A3.9.	Pastos manejados, vereda La Unión; municipio de Bello	41
Foto A3.10.	Pastos manejados (Gramma), vereda El Salado; municipio de Envigado	42
Foto A3.11.	Pastos naturales; municipio de Bello, derecha vereda ; municipio de Barbosa.....	42
Foto A3.12.	Explotación de materiales, Corregimiento de San Cristobal - Medellín.....	43
Foto A3.13.	Cuerpos de agua, vereda ;municipio de Copacabana.....	43
Foto A3.14.	Vereda La Unión, municipio de Bello	44
Foto A3.15.	Suelos erosionados, vereda San Nicolás, municipio de San Vicente	44
Foto A3.16.	Forestal Protector, izquierda Alto de Minas; derecha Alto de la Sierra.	45
Foto A3.17.	Forestal Productor, vereda ; municipio de Caldas.....	46
Foto A3.18.	Pecuario, vereda Pajarito ; municipio de Medellín.....	46
Foto A3.19.	Agrícola, Vereda Las Cruces; municipio de San Vicente.....	47
Foto A3.20.	Agropecuaria, corregimiento San Cristobal ; municipio de Medellín	47
Foto A3.21.	Vereda, municipio de Bello.....	48
Foto A3.22.	Parcelación Villa Roca Norte, municipio de Copacabana.....	48

A3. ANEXOS SUBSISTEMA ABIÓTICO: RECURSO SUELO

A3.1 ESTADO LEGAL DE LAS CONCESIONES MINERAS EN EL VALLE DE ABURRÁ

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL
Estrella	Estado jurídico Celebrado		
	Contrato de Concesión Ley 2655	156.97	Materiales de construcción
	Estado jurídico Registrada		
	Licencia de Explotación	2.944	Arcilla
	Estado jurídico Trámite		
	Solicitudes de legalización	20.25	Magnesio
	Propuesta de contrato de concesión	94.7675	
Barbosa	Estado jurídico Registrada		
	Licencia especial de explotación	10	Materiales de construcción
	Licencia de explotación	79.52	Oro en veta o filón
	Registro minero de cantera	4.41	Materiales de construcción
	Licencia de exploración	130.5	
		337.12	Oro en veta o filón
		1,079.79	Metales preciosos

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL	
		49.8	Oro	
		296		
		296		
		99		
		71.58		
	Contrato de Concesión Ley 685	299.1984		
	Licencia de exploración	117.57	Oro en aluvión	
		17.31	Materiales de construcción	
	Estado jurídico Trámite			
	Solicitudes de legalización	2.88	Materiales de construcción	
		6.9726		
		12.5275		
	Propuesta de contrato de concesión	200.2421	Arenas	
		150	Oro	
		9,073.651		
		749.538	Oro y sus concentrados	
		25.3466	Materiales de construcción	
		0.0713		
Propuesta de contrato de concesión	45.5198	Oro		
	6.7759			
	1.7387	Materiales de construcción		

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL
Caldas	Estado jurídico Registrada		
	Licencia de Exploración	76.4625	Materiales de construcción
		100	
	Licencia especial explotación	10	
	Registro minero de cantera	13.6221	
	Licencia de explotación	2.23	
		7	
	Registro minero de cantera	3.8671	Materiales de construcción
	Estado jurídico Trámite		
	Solicitudes de legalización	2.81	Materiales de construcción
		4.48	
		2.757	
	Propuesta de contrato de concesión	189.708	Oro
		3630.363	Metales preciosos
Solicitudes de legalización		Materiales de construcción	
Propuesta de contrato de concesión	9.3503		
Licencia de exploración	10		
Propuesta de contrato de concesión	4464.89	Metales preciosos	
Copacabana	Estado jurídico Otorgada		
	Licencia especial explotación	7.2621	Materiales de construcción
	Licencia de exploración	69.14	
	Estado jurídico Registrada		
Licencia de exploración	25	Materiales de construcción	

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL
		2.36	
		7.9351	
		2.7121	
		3.04	
		66.19	
		6.6873	
	Licencia especial explotación	9.9	
	Registro minero de cantera	14.2156	
	Licencia de explotación	153.9	
		80	
	Reconocimiento de propiedad privada	596.1709	
	Contrato de concesión ley 2655	14.98	
	Contrato de concesión ley 685	17.7	
	Estado jurídico Trámite		
	Autorización temporal	0	Materiales de construcción
	Licencia de exploración	2.1299	
	Solicitudes de legalización	19.1564	
	Propuesta de contrato de concesión	9,073.651	Oro
		14.8475	Materiales de construcción
		15.789	
	Solicitudes de legalización	5.1606	Arenas y gravas naturales
		27.277	Materiales de construcción
	Propuesta de contrato de concesión	21.2065	
		87.4447	Metales preciosos

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL
			Materiales de construcción
Envigado	Estado jurídico Registrado		
	Registro minero de cantera	6.0512	Materiales de construcción
	Contrato de concesión ley 685	13	Arenas y gravas naturales
Medellín	Estado jurídico Celebrado		
	Contrato de Concesión Ley 2657	31.3439	Triturado
		40.082	Arcilla
	Estado jurídico Otorgada		
	Licencia de Explotación	71.09	Arcilla
		61.48	
	Estado jurídico Registrado		
	Registro minero de cantera	10.15678	Materiales de construcción
		4.2278	
	Licencia de Explotación	64.99	Arcilla
		20.25	
		44.5263	
		27.5	
		9.9581	Arcillas Misceláneas
		11	Arcilla
28.51			
12.6		Materiales de construcción	
9		Arcilla	
5.9617			
Registro minero de cantera	55.8541	Materiales de construcción	

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL
	Licencia de Explotación	6.12	Arcillas Misceláneas
	Registro minero de cantera	6.1268	Materiales de construcción
	Licencia de Exploración	49.32	
	Permiso	15.0506	Arcilla
	Contrato de Concesión Ley 2656	42.67	Materiales de construcción
	Licencia de Explotación	17.2	
	Licencia especial de Explotación	3.25	
	Licencia de Exploración	5.89	
		100	
		13.44	
		5.84	
	Licencia especial de Explotación	4.04	
	Licencia de Exploración	64	
		41	
	Contrato de Concesión Ley 2656	600	
		10	Oro
		100.1595	
	Licencia especial de Explotación	117	Materiales de construcción
	Registro minero de cantera	8.4	
		1.4503	
2.1162			
5.1465			
5.9568			
40.0956			

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL
	Licencia de Exploración	8.75	Arenas y gravas
	Estado jurídico Trámite		
	Licencia de Exploración	9.28	Materiales de construcción
	Solicitud de Legalización	2.7666	
	Propuesta de contrato de concesión	3	Arenas
		150.615	Serpentinita
		8	Arenas y gravas naturales
		51.4824	Materiales de construcción
	31.6327		
	Solicitud de Legalización	0.0112	Arenas
Bello	Estado jurídico Celebrado		
	Contrato de Concesión Ley 2656	10.3	Materiales de construcción
	Estado jurídico Otorgado		
	Licencia especial de Explotación	10	Materiales de construcción
	Licencia de Explotación	19.2	
		63.9249	Oro en Aluvión
		8.8893	Materiales de construcción
		0	Arenas
		2.475	Materiales de construcción
	Estado jurídico Registrado		
	Registro minero de cantera	12.18	Materiales de construcción
	Licencia de Explotación	17.0211	
		10	
6.53		Serpentinita	

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÀREA FINAL (Ha)	MINERAL
	Licencia especial de Explotación	3.8	Materiales de construcción
	Licencia de Explotación	10	
		10	Plata
		2.18	Materiales de construcción
	Licencia especial de Explotación	9.6	
		10	
	Registro minero de cantera	13.14	
	Licencia de Exploración	3.66	
		103.1056	
	Registro minero de cantera	11.2056	Materiales de construcción
	Licencia de Exploración	2.4024	Asbesto o Crisostilo
		2.0424	
		21.2195	
		21.2195	Materiales de construcción
		13.44	
	Contrato de Concesión Ley 2656	17.15	
	Registro minero de cantera	99.7897	
	Licencia de Explotación	70	
		2.2	
	Reconocimiento de propiedad	596.1709	Oro en Aluvi3n
Licencia de Exploración	600	Materiales de construcción	
	73.2		
	10	Arcillas Misceláneas	
Registro minero de cantera	14.7977	Materiales de construcción	

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL
		39.6794	
	Licencia de Exploración	720	Cromo
	Licencia especial de Explotación	3.3631	Materiales de construcción
	Propuesta de Contrato de Concesión		
	Solicitudes de Legalización	40.0143	
	Propuesta de Contrato de Concesión	34.2437	
	Solicitudes de Legalización	5.038	Arenas
	Propuesta de Contrato de Concesión	21.3053	Materiales de construcción
		9.839	Arcilla
		0.7847	Gravas
	Solicitudes de Legalización	7.9555	Material de Arrastre
		121.7325	Arenas
		4	Materiales de construcción
		0.0367	Arenas
	Propuesta de Contrato de Concesión	10.671	Materiales de construcción
		27.247	Arcilla
	Itagüí	Estado jurídico Otorgado	
Licencia de Exploración		4.4914	Arcilla
Estado jurídico Registrado			
Registro minero de cantera		10.1568	Materiales de construcción
		10.1568	
		10.1568	
Licencia de Explotación		25	Arcilla
	7.5		

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL	
		16.5		
		20		
		2.8		
		1.13		Arenas y gravas silíceas
		1.005		Arcillas misceláneas
		Permiso	36.6519	Arcilla
	Estado jurídico Trámite			
		Propuesta de Contrato de Concesión	3	Arenas
			3.4342	
		Propuesta de Contrato de Concesión	1.3198	Arcilla
Girardota	Estado jurídico Celebrado			
		Contrato de Concesión Ley 2655	14.2685	Materiales de construcción
	Estado jurídico Otorgada			
		Licencia especial de Explotación	6.05	Materiales de construcción
			6.05	
			2.1	
	Estado jurídico Registrado			
		Licencia especial exploración	85.195	Materiales de construcción
		Registro minero de cantera	60.4841	
		Licencia especial explotación	8.03	
		Licencia de explotación	98	Oro en veta o filón
		Licencia especial explotación	9.94	Materiales de construcción
	Licencia explotación	18.94		

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÀREA FINAL (Ha)	MINERAL
		18.94	
		153.9	Oro en veta o filón
		116.03	Oro
		116.03	
		20.07	Materiales de construcción
		8.47	
		100	Oro en veta o filón
		6	Oro
		77.84	
	Licencia especial explotación	9.39	Materiales de construcción
		9.5126	
		8.4465	
		7.78	
	Contrato de Concesión Ley 2655	17.7	Oro
Estado jurídico trámite			
	Licencia de Exploración	44.92	Materiales de construcción
		54.6125	
		18.45	
	Propuesta de Contrato de Concesión	157.5513	
	Solicitudes de Legalización	2.1385	Oro
		9.9	Arcilla
		2.7125	Arenas
	Permiso	129.716	Oro
	Propuesta de Contrato de Concesión	9073.651	

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL
			Grava aluvial
		87.4447	Materiales preciosos y sus concentrados
		7.0779	Arenas y gravas naturales
			Oro
		Permiso	112.5 112.5
Santo domingo	Estado jurídico Otorgada		
	Licencia de exploración	4.73553	Oro de veta o filón
		30	
	Estado jurídico Registrada		
	Licencia de exploración	261.55	Oro en aluvión
	Licencia de explotación	20.32	Oro en veta o filón
	Licencia de exploración	792	
		100	Oro
	Licencia especial explotación	10	Materiales de construcción
Licencia de explotación	26.81		
	86.5		

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL	
	Licencia de exploración	1079.79	Metales Preciosos	
		42.437	Oro	
		178.35		
	Estado jurídico Trámite			
	Solicitudes de legalización	42.9084	Oro	
	Propuesta de contrato de concesión	122.8	Materiales de construcción	
			Demás concesibles	
		8190.471	Oro	
		3042.669		
		3688.035		
	173.4073			
Autorización Temporal	0	Materiales de construcción		
Propuesta de contrato de concesión	8941.756	Oro		
Don matias	Estado jurídico Registrada			
	Licencia de explotación	100	Oro	
		79.52	Oro en veta o filón	
		337.12		
		1079.79	Metales preciosos	

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL
	Licencia especial de explotación	9.75	Materiales de construcción
	Estado jurídico Tramite		
	Propuesta contrato de concesión	309.7596	Materiales de construcción
		91.7	Oro y sus concentrados
			Oro
		173.4073	
		8941.756	Metales preciosos
			Oro
Guarne	Estado jurídico Registrado		
	Licencia de explotación	25	Cuarzo
		14	
	Licencia de exploración	25	Materiales de construcción
		9	Oro
	Licencia de explotación	80	Materiales de construcción
	Licencia de exploración	96	Oro
	Contrato de concesión ley 685	190	
	Estado jurídico Tramite		
	Propuesta de contrato de concesión	9073.651	Oro
Permiso	150	Oro	
San vicente	Estado jurídico Registrada		
	Licencia especial explotación	8.85	Materiales de construcción
	Licencia de exploración	987.539	Oro

MUNICIPIO	SOLICITUD	ÁREA FINAL (Ha)	MINERAL	
		100	Oro en Veta o filón	
		87.64	Materiales de construcción	
		9.9		
	Licencia especial de explotación	687.52		
	Licencia de exploración	49.8	Oro	
		296		
	Contrato de concesión Ley 685	225.8296	Materiales de construcción	
	Licencia de explotación	15.8		
	Estado jurídico Tramite			
	Licencia de exploración	50	Oro	
	Solicitudes de legalización	9073.651		
		1309.386		
	Propuesta contrato de concesión	749.538	Oro y sus concentrados	

A3.2 LEYENDA DE LAS ASOCIACIONES DE LOS SUELOS FUENTE: INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 1979

A3.2.1 Tipo de asociación

■ Asociación Alana (AL)

Los suelos de la asociación se presentan en las vertientes de las cordilleras, ocupando posiciones de coluvios aislados o coalescentes, a veces en forma de abanico. Se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas depositadas sobre diferentes tipos de rocas, de coluviones y aluviones heterogéneos y heterométricos; son moderadamente profundos a profundos, limitados por gravillas, cascajos y piedras en el perfil, nivel freático y ligera toxicidad a las plantas por aluminio.

El drenaje natural varía de imperfecto a bueno, se observa erosión por escurrimiento difuso, surcos y pequeños movimientos en masa; el grado de erosión llega a ser severo en algunas fases. Hay depósitos ocasionales de nuevos materiales bien sea por gravedad o por el agua y en épocas secas aparecen grietas de cierta amplitud y moderadamente profundas. En la superficie pueden encontrarse piedras de diferentes tamaños.

El relieve es plano a escarpado o fuertemente quebrado, las pendientes generalmente cortas, planas, cóncavas o convexas, menores del 50%. Los límites con las asociaciones vecinas son bien definidos y graduales. Esta asociación se encuentra en: Bello (1.2 Km²) y Girardota (0.4 Km²).

Forman la asociación los conjuntos Aldana (Typic Placandept) 40%, Guarne (Oxic Dystropept) 25%, Quebraditas (Aquic Dystrandept) 20% y El Herrero (Tropic Fluvaquent)

■ Asociación Andes (AG)

La mayor parte se encuentra en la cordillera occidental, en el suroeste y en poca extensión en el cañón del río Porce entre Bello y Barbosa, entre los 1000 y los 2000 m.s.n.m. aproximadamente. El clima es templado tropical muy húmedo y húmedo, corresponde a las zonas de vida de bosque muy húmedo premontano y bosque húmedo premontano.

Los suelos, desarrollados a partir de rocas metamórficas indiferenciadas o muy mezcladas, con depósitos de cenizas volcánicas en las áreas más elevadas y algunas intercalaciones de roca sedimentarias o ígneas, se localizan en las vertientes o laderas de las cordilleras, en las cuales hay pequeños coluvios y afloramientos rocosos.

El relieve es ligeramente ondulado a muy escarpado, las crestas y cimas son agudas y redondeadas, pendientes generalmente largas, rectas, convexas y mayores de 7%.

Generalmente son suelos profundos a muy profundos, a veces superficiales limitados por la roca, bien drenados, presentan erosión por escurrimiento difuso, surcos, patas de vaca y movimientos en masa localizados; el grado de erosión llega a ser moderado en algunas fases. En épocas secas aparecen grietas ligeramente profundas. Con las asociaciones vecinas los límites son bien definidos y graduales, menos con Guasabra (GB) que son difusos. Se encuentra en: Barbosa (9.5 Km²), Bello (8.4 Km²), Copacabana (39.7 Km²), Girardota (16.5 Km²) y San Vicente (3.9 Km²).

Los conjuntos Andes (Oxic Dystropept) 50%, Betania (Typic Dystropept) 25%, y Giraldo (Lithic Humitropept) 15%, forman la asociación. También se encuentran, como inclusiones del 10% suelos "Andic" Dystropept, Lithic Dystropept, Typic Troporthen y Lithic Troporthent.

■ Asociación Calderas (CL)

Se presenta en la cordillera Central y Occidental, entre el nivel del mar y los 1000 metros de altura. Clima cálido tropical húmedo. Los suelos son desarrollado a partir de coluviones y aluviones de diferentes tipos de rocas, depositados en posiciones geomorfológicas de coluvios de tamaño pequeño, aislados y de diversas formas; el relieve varía de ligeramente plano a muy escarpado.

Son suelos profundos, limitados por factores físicos o químicos, pueden o no presentar erosión hídrica y por escurrimiento difuso, cuyo grado puede llegar a ser moderado. Tanto en la superficie como en el perfil se pueden encontrar piedras, cascajos o gravillas; en los límites con otros suelos más estables a veces se ven taludes o escarpes. Los límites con las asociaciones vecinas son bien definidas.

Forman la asociación los conjuntos Calderas (Oxic Dystropept) 60%, Santo Domingo (Tropofluvente) 30% y como inclusiones se encuentran Troporthent y otros Dystropept (Lithic y Aquic) 10%.

■ Asociación Girardota (GS)

Fisiográficamente comprende las posiciones de superficies aluviales de valles intramontanos de fondo plano y plano cóncavo.

Los suelos se han derivado de Aluviones heterogéneos y heterométricos; caracterizándose por tener agrupaciones de suelos muy variados, generalmente profundidad moderada, imperfectamente drenados, texturas finas a gruesas, fertilidad baja a muy baja, e inundaciones periódicas a ocasionales.

Los procesos morfodinámicos actuales están dominados por incisión, transporte y depósitos a lo largo de los ríos y quebradas. Se encuentra en: Barbosa (8.5 Km²), Caldas (3.1 Km²), Copacabana (0.2 Km²), Don Matías (7.1 Km²), Envigado (1.4 Km²), Girardota (5.3 Km²), Itagüí (2.6 Km²), La Estrella (1.2 Km²), Medellín (6.1 Km²), Sabaneta (0.8 Km²) y Santo Domingo (9.1 Km²).

Las unidades taxonómicas presentan los siguientes conjuntos: Girardota (Tropofluent), Sacatín (Aeric Trophaequept), Portachuelo (Oxic Dystropept), La Silvia (Tropic Fluvaquent), Concho (Trophaequent) y Gómez Plata (Aquic Dystropept).

■ Asociación Guadua (GD)

Se encuentra en la cordillera central cerca de la ciudad de Medellín, entre los 2000 y los 2500m.s.n.m aproximadamente, en algunas áreas el límite inferior está a los 1800m.s.n.m. El clima es frío tropical húmedo, pertenece a la zona de vida del bosque húmedo montano bajo.

Geomorfológicamente ocupa posiciones de colinas disectadas a veces masivas, el relieve es fuertemente ondulado a muy escarpado a veces ligeramente ondulado con cimas redondeadas y agudas, pendientes generalmente cortas, convexas, cóncavas en las partes inferiores.

Los suelos, desarrollados de cenizas volcánicas y de rocas ígneas (cuarzodioritas), son profundos a moderadamente profundos, limitados por factores como gravillas, alto nivel freático y ligera toxicidad por aluminio; moderados a bien drenados, pero en las áreas mas bajas y planas el drenaje es imperfecto; en épocas de verano aparecen grietas angostas en la superficie y a veces mas profundas. Se pueden encontrar afloramientos rocosos. Se presenta también erosión por escurrimiento difuso, terracetas y patas de vaca y pequeños movimientos en masa localizados; la erosión en algunas fases llega a ser severa.

Esta asociación se encuentra en: Barbosa (11.2 Km²), Bello (40.6 Km²), Girardota (11.8 Km²), Guarne 84.6 Km²), San Vicente (49.3 Km²). Los límites con las asociaciones vecinas son graduales y claros menos con Tequendamita (TE) y Rionegro (RN) que pueden ser difusos.

Forman la asociación los conjuntos Guaduas (Typic Dystrandept) 35%, Marinilla (Typic Placandept) 20%, Lanar (Typic Humitropept) 15%, San Carlos (Typic Dystropept) 15%, y Río Buey ("Planic" Dystrandept) 10%, se encuentran también suelos Andic Dystropept, Oxíc Dystropept, Andic Humitropept y Toporthent como inclusiones 5%.

■ **Asociación Horizontes (HB)**

Se encuentra ubicada en montañas caracterizadas por poseer vertientes en las cordilleras, pendientes rectas, convexas, generalmente largas, ápices agudos y redondeados. Corresponde a las zonas de vida del bosque pluvial montano y del bosque muy húmedo montano bajo.

En la zona de estudio se encuentra al occidente del municipio de Caldas en la parte alta, igualmente en el municipio de La Estrella y en la parte alta del Corregimiento de San Antonio de Prado, municipio de Medellín, Se distribuye de la siguiente forma Caldas (36.9 Km²), La Estrella (20 Km²), Medellín (12.3 Km²).

Los suelos son derivados de rocas ígneas verdes, basaltos y cenizas volcánicas. Estos poseen desde horizontes superficiales a profundos, bien a excesivamente drenados, texturas medias, moderadamente gruesas y moderadamente finas, erosión ligera a severa y baja fertilidad. Los procesos morfodinámicos que ocurren en la actualidad están dominados por escurrimiento difuso, surcos, movimientos en masa localizados y cárcavas pequeñas.

Las unidades taxonómicas, tiene los conjuntos de: Horizontes (Oxíc Dystropept) 50%, Sinifaná (Typic Troporthent) 30% y Chuscal (Andic Dystropept) 10%, se presentan inclusiones de Lithic Dystropept, y Lithic Troporthent.

■ **Asociación Llanolargo (LL)**

Los suelos se han desarrollado generalmente a partir de rocas ígneas, plutónicas y graníticas o de neises con recubrimientos parciales de cenizas volcánicas. Fisiográficamente corresponden a las cimas o picos de las montañas, y en partes se encuentran huellas de antiguas glaciaciones que dejaron áreas más o menos planas en las cuales hay pequeños valles aluviales y pequeñas lagunas.

El relieve es plano a muy escarpado, pendientes cortas y largas, rectas, convexas, cóncavas u onduladas; el drenaje natural varía de muy pobre en las partes cóncavas y en los valles a excesivo en las laderas; en las zonas planas y valles hay transporte y depósitos ocasionales de materiales; en las laderas hay erosión por escurrimiento difuso, surcos, pequeñas cárcavas y movimientos en masa debidos al tectonismo y altas precipitaciones; el grado de erosión llega a ser severo en algunas unidades. Esta unidad de puede observar en Bello (1.5 Km²) y Medellín (0.1 Km²).

Forman la asociación los conjuntos Llanolargo (Lithic Dystrandept) 50%, Montañas (Hemic Troposaprist) 20%, afloramientos rocosos 20%; como inclusión se encuentran Lithic humitropept 10%.

■ Asociación La Pulgarina (LP)

Los suelos, desarrollados de aluviones heterogéneos y heterométricos con depósitos de cenizas volcánicas, están situados fisiográficamente en valles estrechos entre las montañas, en los cuales se encuentran pequeños diques, bajos, terracitas y coluvios; el relieve es plano cóncavo y plano convexo, pendientes cortas y largas, menores del 12%.

Son suelos moderadamente profundos, profundos y superficiales, limitados por gravillas, cascajos, nivel freático fluctuante o toxicidad a las plantas por aluminio; el drenaje natural varía de imperfecto a moderado; hay zonas que permanecen inundadas por periodos mas o menos cortos; se presenta erosión por escurrimiento difuso o por acción del agua en las riveras de los ríos y quebradas y hay transporte y acumulación de materiales de un lugar a otro en la asociación. En algunas unidades hubo explotaciones mineras y el suelo fue laborado, por lo cual se clasificaron como erosión severa.

Los límites con las asociaciones colindantes son bien definidos y abruptos excepto con Rionegro (RN) que a veces son graduales a difusos. Esta asociación se presenta en: Barbosa (0.2 Km²), Bello (0.6 Km²), Caldas (0.8 Km²), Guarne (1.3 Km²), Medellín (0.5 Km²), San Vicente (2.9 Km²).

Forman la asociación los conjuntos La Pulgarina (Fluventic Dystropept) 40%, El Zajo (Tropofluvent) 20%, La Ceja (Typic Dystrandept) 10%, Belmira (Typic Tropaquent) 10%, La Planta (Tropic Fluvaquent) 10% y La Mosca (Oxic Dystropept) 10%; también se encuentran tierras misceláneas y playones 1%.

■ Asociación Niquía (NQ)

Los suelos, derivados de roca ultrabásica, serpentinitas principalmente, con cenizas volcánicas en las áreas más altas, están localizados en las vertientes o laderas de la cordillera, con pequeños coluvios que según el autor no se pueden mapear. El relieve es fuertemente inclinado a muy escarpado, pendientes largas y cortas, rectas, ligeramente convexas, y mayores de 12%.

Son suelos profundos, bien drenados, presentan erosión por escurrimiento difuso, pequeñas cárcavas y movimientos en masa localizados; el grado de erosión en algunas unidades es severo. En verano aparecen pequeñas grietas de poca profundidad en la superficie. También pueden encontrarse piedras de diferentes tamaños y algunos afloramientos rocosos. Los límites con las asociaciones vecinas son graduales, con algunas excepciones. Esta asociación se puede ver en: Bello (8.5 Km²), Copacabana (0.9 Km²), Envigado (4.9 Km²), y Medellín (29 Km²).

Forman la asociación los conjuntos Niquía (Oxic Dystropept) 50%, La Rosa (Tepic Troprothent) 30% y Las Palmas (Typic Dystrandept) 20%.

■ Asociación Poblano (PO)

Geomorfológicamente agrupa coluvios en forma aislada o coalescentes y algunos abanicos de piedemonte, los suelos, desarrollados de coluviones y aluviones heterométricos y heterogénicos, son profundos a superficiales limitados por gravillas, cascajos, piedras en el perfil, contactos rocosos, nivel freático y toxicidad a las plantas por aluminio; bien a moderadamente bien drenados, algunos con drenaje excesivo o un poco restringido; el relieve varía de plano, inclinado a escarpado, con pendientes cortas y largas, rectas, convexas y ligeramente cóncavas; hay erosión por escurrimiento difuso, surcos, patas de vaca, pequeños surcos y movimientos en masa localizados; el grado de erosión llega a ser severo en algunas fases.

Se presentan nuevos depósitos de material ocasionalmente de las mismas unidades o unidades vecinas; en algunas áreas hay piedras de distintos tamaños y a veces muy próximas entre sí. Los límites con las asociaciones vecinas son bien definidos, algunos abruptos o graduales. Esta asociación puede encontrarse en: Barbosa (25.4 Km²), Bello (17.2 Km²), Copacabana (19.2 Km²), Don Matías (0.5 Km²), Girardota (13.3 Km²), Medellín (5.9 Km²), Santo Domingo (2.0 Km²) y Yolombo 0.2 Km²).

Forman la asociación los conjuntos Poblano (Oxic Dystropept) 35%, El Rojo (Typic Dystropept) 15%, Totumo (Typic Eutrothent) 15%, El Salado (Typic Dystrandept) 10%, El

río (Lithic Troprothent) 10%, Pueblorrico (Trypic Troprothent) 5%, Hatillo (Aquic Dystropept) 5%, y Bello (“Oxic” Tropudult) 5%.

■ **Asociación Rionegro (RN)**

Los suelos se han desarrollado a partir de aluviones heterogéneos y heterométricos y de cenizas volcánicas, las cuales cubren la mayor parte de la asociación. En la actualidad existen varios niveles en las terrazas y en los abanicos-terrazas, debido al cambio de dirección de las corrientes y excavación de los cauces.

El relieve es variable, plano a inclinado en las cimas y fuertemente inclinado a escarpado en los taludes, las pendientes generalmente cortas, rectas, ligeramente convexas, menores del 50%. Son moderadamente profundos a superficiales, limitados por el nivel freático y ligera toxicidad por aluminio; en general no se observa erosión pero como en algunas áreas hubo explotaciones mineras, los horizontes superiores desaparecieron o el suelo fue removido y se encuentra en la superficie cascajos; por esta razón se han clasificado estas fases con erosión moderada a severa; en épocas secas aparecen en la superficie grietas de regular tamaño y profundas. Con las asociaciones vecinas los límites son claros. Se encuentra en: Bello (4.2 Km²) y Guarne (0.2 Km²).

Los conjuntos Rionegro (Typic Dystrandept) 40%, Ovejas (Typic Placandept) 25%, Trébol (“Andic” Dystropept) 20% y Hojas (Fluventic Dystropept) 15% forman la asociación. Pueden también encontrarse tierras misceláneas (playones) pero en proporción que no pasa de 1%.

■ **Asociación Sabaneta (SA)**

La Fisiografía esta comprendida por coluvios caracterizados por pendientes cortas y largas, convexas y plano-cóncavas. La naturaleza del material esta conformado por coluviones y aluviones heterogéneos y heterométricos. Los suelos son moderadamente profundos a profundos, con drenaje natural moderado a bueno, texturas medias a moderadamente finas, erosión ligera y moderada y fertilidad baja a muy baja. Presentan escurrimiento difuso, movimientos en masa, depósitos ocasionales, y surcos. Se encuentra en: Caldas (8.1 Km²), Envigado (11.8 Km²), Itagüí (9.1 Km²), La Estrella (11.0 Km²), Medellín (22.7 Km²) y Sabaneta (7.4 Km²).

Los conjuntos presentes en esta asociación son: Sabaneta (Typic Dystropept) 50%, Peñasco (OxicTropudult) 20%, Las Palmas (Typic Dystrandept) 20%. Presenta inclusiones de Andic Dystropept, Lithic Dystropept, Typic Troprothent y afloramientos

rocosos 10%.

■ **Asociación Tarazá (TR)**

Fisiográficamente comprende las posiciones de valles estrechos formados por el cauca y afluentes que recorren entre las vertientes de las cordilleras y colinas. En la unidad se pueden encontrar pequeños diques, bajos y terrazas con influencia no coluvial; el relieve es plano a inclinado y las pendientes cortas plano cóncavas y plano convexas menores al 12%.

Los suelos son derivados de aluviones recientes heterogéneos y heterométricos, presentan inundaciones y encharcamientos en épocas de lluvias o crecidas de los ríos; son profundos a superficiales, limitados por factores físicos; el drenaje natural varía según las diferentes posiciones: imperfecto y pobre en las áreas bajas, moderado y bien drenado en las altas. No se observa erosión, hay traslado y depósito de materiales; en las márgenes cuando no son estables se producen derrumbes. Se puede encontrar en: Don Matías (0.1 Km²), Santo Domingo (2.6 Km²) y Yolombo (0.6 Km²).

Los límites son bien definidos y abruptos con las unidades vecinas.

La asociación la forman los conjuntos Tarazá (Tropaquent) 35%, Caribona (Typic Tropaquent) 20%, Salto (Typic Eutropept) 15%, La Toma (Fluventic Eutropept) 10%, Quebradona (Fluventic Hapludoll) 10% y suelos ubicados en terrazas misceláneas y playones en un 10%.

■ **Asociación Tequendamita (TE)**

Los suelos son derivados de cenizas volcánicas sobre esquistos y neises, presentan escurrimiento difuso, surcos, movimientos en masa localizados, y cárcavas pequeñas. Los suelos son desde moderadamente profundos a profundos, con drenaje natural de moderado a bueno que a veces tiende a ser imperfecto, texturas variadas desde moderadamente gruesas a medias y finas, fertilidad muy baja a baja, erosión desde ligera a severa.

Las unidades taxonómicas presentan los siguientes conjuntos: Tequendamita (Typic Dystrandept) 35%, El Cenizo (Typic Plocandept) 20% , Abejorral (Oxic Dystropept) 15% , Montebello (Typic Troporthent) 10% , Boquerón (Placic Dystrandept) 10% y El Tambo (Andic Dystropept) 10%.

Esta asociación se presenta en: Barbosa (3.6 Km²), Bello (27.0 Km²), Caldas (51.4 Km²), Copacaban (9.2 Km²), Envigado (24.0 Km²), Girardota (5.5 Km²), Guarne (23.8 Km²), La Estrella (2.8 Km²), Medellín (105.3 Km²), Sabaneta (7.3 Km²) y San Vicente (7.2 Km²).

■ **Asociación Yalí (JD)**

Ocupa la posición geomorfológica de colinas de ápice generalmente redondeados, pendientes cortas, rectas, convexas mayores del 7%; los suelos, derivados de rocas ígneas, preferentemente cuarzdioritas y granito, son profundos a moderadamente profundos limitados por factores físicos y químicos, moderados a bien drenados. Debido al mal uso se presenta erosión por escurrimiento difuso, surquillos, patas de vaca y pequeños derrumbes, de grado hasta moderado, en épocas secas se presentan pequeñas grietas de poca profundidad sobre la superficie. Los límites con las asociaciones vecinas son bien definidos y abruptos excepto con Yarumal (YA) y Remedios (RM) donde son graduales a difusos. Se encuentran en: Barbosa (1.3 Km²), Don Matías (0.2 Km²), Santo Domingo (1.9 Km²) y Yolombo (1.1 Km²).

La asociación la forman los conjuntos Yalí (Oxic Dystropept) en 60% y Guatapé (Lithic Troporthent) 40%.

■ **Asociación Yarumal (YA)**

Lo suelos son derivados de rocas ígneas, cuarzo-dioritas y granito con cenizas volcánicas. Son desde moderadamente profundos a profundos, bien drenados, con texturas medias y finas, erosión desde ligera a moderada, y fertilidad baja. Se evidencia escurrimiento difuso, patas de vaca (terracetas), y movimientos en masa localizados. Se encuentra en: Barbosa (125.2 Km²), Bello (15.8 Km²), Don Matías (25.7 Km²), Girardota (30.0 Km²), Itagüí (1.8 Km²), Medellín (32.1 Km²), San Vicente (3.8 Km²), Santo Domingo (47.8 Km²) y Yolombo (3.8 Km²).

Las unidades taxonómicas se encuentran dominadas por los conjuntos: Yarumal (Oxic Dystropept) 40%, Argelia (Typic Dystrandept) 20%, Yolombó (Typic Dystropept) 15%, Nariño (Placic Dystrandept) 10% y Matasanos (Andic Humitropept) 10%. Presentan inclusiones de Lithic Dystropept, Andic Dystropept, y Typic Placandept.

■ **Asociación Zulaibar (ZL)**

Se ubica sobre colinas masivas, ligeramente disectadas, con pendientes cortas y largas, convexas y ápices planos y redondeados. La naturaleza del material es dominada por rocas ígneas granodioritas, granitos, cuarzdioritas, y cenizas volcánicas.

En la actualidad predominan los procesos de escurrimiento difuso, surcos, patas de vaca (terracetas) y pequeñas cárcavas. Los suelos son desde moderadamente profundos a profundos, con un drenaje natural de moderado a bueno y a veces imperfecto, texturas moderadamente gruesas, medias y moderadamente finas, erosión de ligera a severa y fertilidad muy baja. Se encuentra en: Barbosa (21.3 Km²), Don Matías (0.9 Km²), Itagüí (2.0 Km²), Medellín (38.2 Km²) y Santo Domingo (6.6 Km²).

Los conjuntos que se presentan son: Zulaibar (Oxic Dystropept), Dolores (Andic Humitropept), Cuiva (Troporthod), Don Matías (“Aeric Andic” Tropaquept) y Guamo (Typic Dystrandept).

A3.2.2 Pendiente

Se define como la inclinación del terreno con respecto a un plano horizontal. Los rangos de pendientes y de erosión se presentan en las siguientes tablas:

Tabla A3.1. Rangos de clasificación de acuerdo con la pendiente

PORCENTAJE	GRADO
a = 0-3%	1
b= 3-7%	2
c= 7-12%	3
d= 12-25%	4
e= 25-50%	5
f= >50%	6

Fuente: Coranare ,1993

A3.2.3 Erosión

Tabla A3.2. Rangos de clasificación de acuerdo al nivel de erosión

GRADO	DEFINICIÓN
1= Ligera	Se evidencia arrastre por la presencia no frecuente de canales en campos de cultivos y huellas de pisoteo liviano en pastos.
2= Moderada	Se observan señales de erosión a través de la presencia generalizada de canales y surcos poco profundos en campos de cultivos y huellas de pisoteo liviano en pastos.

GRADO	DEFINICIÓN
3= Severa	Presenta abundantes surcos con pequeños deslizamientos en laderas.
4= Muy severa	El suelo se encuentra prácticamente desnudo o fuertemente truncado, con exposición del horizonte B o aún del subsuelo. En esta clase también se incluyen deslizamientos y acumulaciones de tierra que se han desplazado hacia abajo por la gravedad.

Fuente: Coranare ,1993

A3.2.4 Profundidad del suelo

Tabla A3.3. Rangos de profundidad efectiva del suelo.

GRADO	PROFUNDIDAD (cm)	SIMBOLO
1 = Muy Superficiales	0 – 20	Y
2 = Superficiales	20 - 50	S
3 = Moderadamente Profundos	50 - 100	m
4 = Profundos	> 100	p

Fuente: Coranare ,1993

A3.2.5 Clasificación del drenaje natural

Tabla A3.4. Rangos de profundidad efectiva del suelo.

GRADO	DESCRIPCIÓN
1 = Excesivo	Elimina rápidamente el agua
2 = Bueno	Elimina fácilmente el agua, pero no con rapidez
3 = Moderado	Elimina el agua con cierta lentitud, de modo que el perfil permanece mojado durante períodos cortos pero apreciables.
4 = Pobre	Elimina el agua con tal lentitud, que este permanece húmedo por períodos significativos, el nivel freático puede aparecer dentro de los primeros 50 cms de profundidad e incluso estar sobre la superficie.

Fuente: Coranare ,1993

A3.3 LEYENDA DE CLASES AGROLÓGICAS. FUENTE: IGAC, 1979

A3.3.1 Grupo de manejo IIs-3

Estos suelos corresponden a coluvios y valles intramóntanos localizados en clima húmedo y muy húmedo. El relieve es plano a inclinado, con pendientes menores del 12%. Son suelos profundos a superficiales, limitados por fluctuación del nivel freático proveniente de aluviones heterogéneos heterométricos que dan al suelo variación en la textura y fertilidad natural. Estos suelos son poco desarrollados, con características marcadas de hidromorfismo. El uso más recomendado es la ganadería intensiva; además se puede sembrar cultivos de subsistencia como yuca, plátano, arroz y frutales. Este grupo de manejo se encuentra en Don Matías (0.1Km²), Santo Domingo (2.6Km²), y Yolombo (0.6Km²).

A3.3.2 Grupo de manejo IIs-4

Son suelos localizados en coluvios de clima templado, con texturas medias y profundidad efectiva variable, limitados por el drenaje natural y en ocasiones por piedras que aparecen dentro del perfil y en la superficie. Son suelos de baja fertilidad y presentan buenas condiciones físicas en los sitios donde aparecen materiales provenientes de cenizas volcánicas. Ocupan pequeñas extensiones a lo largo de las vertientes alledañas al río Medellín. Son suelos que requieren del uso de fertilizantes de fórmula completa y encalar para disminuir la acidez. En la cuenca se encuentra en: Caldas (0.2Km²), Envigado (0.8Km²), La Estrella (0.4Km²), y Sabaneta (1.8Km²).

A3.3.3 Grupo de manejo IIs-5

Estos suelos ocupan superficies de valles intramóntanos de fondo plano y plano- cóncavo, con pendientes menores del 12% y clima templado húmedo; se derivan de materiales aluviales heterométricos y heterogéneos lo que determinan texturas y fertilidades variables. Son suelos profundos a medianamente profundos y están limitados por la fluctuación del nivel freático y la presencia de gravilla y cascajo. Son suelos que requieren de fertilizantes para aumentar los rendimientos. Se encuentra en: Santo Domingo (9.1Km²), Sabaneta (0.8Km²), Medellín (6.1Km²), La Estrella (1.2Km²), Itagüí (2.6Km²), Girardota (5.3Km²), Envigado (1.4Km²), Don Matías (7.1Km²), Copacabana (0.2Km²), Caldas (3.1Km²) y Barbosa (8.5Km²).

A3.3.4 Grupo de manejo IIs-6

Son suelos de climas frío húmedo y muy húmedo que se encuentran a altitudes superiores de 2000 metros, en relieve ligeramente plano a ondulado, con pendientes menores del 12%. Se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas que descansan sobre materiales de origen ígneo y metamórfico; las texturas dominantes son medias y la profundidad efectiva moderada a profunda a excepción de algunos sitios en donde aflora la roca o donde aparece piedra y gravilla. El drenaje natural es bueno aunque en algunas áreas aparece imperfecto; el nivel freático es fluctuante.

En la asociación Guadua aparece un suelo antrópico de aproximadamente 25 centímetros de espesor fabricado por los agricultores que con alta técnica agrícola cultivan hortalizas y agregan al suelo gallinaza, fertilizantes químicos y roca alterada (saprolito). Este grupo de manejo se encuentra en Bello (0.5Km²), y Medellín (6.6Km²).

A3.3.5 Grupo de manejo IIIsh-2

Corresponde a suelos de valles intramontanos, de clima frío húmedo y muy húmedo, relieve plano y ligeramente inclinado y pendientes menores del 7%. Estos suelos se han originado a partir de aluviones y colusiones heterométricos y heterogéneos, la profundidad efectiva es moderada a superficial, limitada por la fluctuación del nivel freático; las texturas son medias y la fertilidad natural muy baja. Se encuentra en: Barbosa (0.2Km²), Bello (2.0Km²), Caldas (0.8Km²), Guarne (2.9Km²), Medellín (0.5Km²), San Vicente (2.9Km²).

A3.3.6 Grupo de manejo IIs-1

Son suelos de terrazas planas a ligeramente onduladas, con pendientes menores del 7.0%, localizadas a diferentes niveles con relación al río y en clima frío húmedo. Se caracterizan por sus texturas medias y ocasionalmente finas, son profundos, bien a perfectamente drenados. La presencia de cenizas volcánicas les imparte buenas características físicas para el normal desarrollo de los cultivos. Sólo se encuentra en el municipio de Bello con un área de 4.19Km².

A3.3.7 Grupo de manejo IVes-1

Estos suelos se localizan en áreas con influencia aluvial y coluvial, relieve inclinado a fuertemente ondulado y pendientes entre 3 y 25%, en clima cálido húmedo y muy húmedo. Se han originado a partir de depósitos antiguos que ocupan un nivel alto a causa de la profundidad de los ríos. Las texturas son medias y en ocasiones finas y la

profundidad efectiva superficial a moderada, limitada por capas de arcillas, gravillas y cascajos dentro del perfil y en ocasiones nivel freático fluctuante. Son suelos bien a moderadamente drenados, con erosión difusa o en zarquillos y fertilidad casi siempre baja, aunque pueden aparecer suelos con fertilidad moderada. Se encuentra en el municipio de Santo Domingo con un área aproximada de 0.9km².

A3.3.8 Grupo de manejo IVes-4

Comprende suelos de coluvios con pendientes más o menos fuertes y vertientes de cordillera, con relieve ligeramente quebrado a quebrado y pendientes entre 7 y 25%, en clima templado y seco.

Esos suelos se han originado a partir de rocas ígneas y metamórficas asociadas con cenizas volcánicas. Presentan texturas medias y profundidad efectiva moderada a profunda, limitada por piedra dentro del perfil. El drenaje natural es bueno a excesivo y la fertilidad muy baja. Se deben fertilizar según las necesidades de los cultivos y se debe encalar para disminuir la acidez. Se encuentra en los municipios de Caldas (0.2Km²), Itagüí (3.3Km²), La Estrella (6.1Km²), Medellín (6.8Km²), y Sabaneta (0.7Km²).

A3.3.9 Grupo de manejo IVes-5

Estos suelos ocupan áreas de vertientes de cordillera y de pie de vertiente con influencia coluvial. El relieve es ligeramente quebrado a quebrado y las pendientes varían entre 7 y 25%; el clima es templado, húmedo y muy húmedo. Los suelos de las asociaciones Yarumal y Santa Bárbara se han originado a partir de rocas ígneas y la asociación Poblano a partir de rocas metamórficas indiferenciadas. Las texturas son finas y medias y la profundidad efectiva variable, limitada por piedras, cascajos, gravillas y contactos rocosos. El drenaje natural es bueno a excesivo y la fertilidad en general es muy baja. Se encuentra en los municipios de Yolombo (0.2Km²), Santo Domingo (1.0Km²), Medellín (4.8Km²), Girardota (11.3Km²), Don Matías(0.5Km²), Copacabana (3.1Km²), Bello (6.0Km²), y Barbosa (10.5Km²).

A3.3.10 Grupo de manejo IVes-6

Comprende suelos de terrazas, abanicos y valles intramontanos con relieve plano a fuertemente ondulado y pendientes que pueden alcanzar hasta el 25%, con clima frío húmedo y muy húmedo. El material de origen de los suelos consiste de aluviones heterogéneos y heterométricos con mezcla de cenizas volcánicas. Las texturas son medias y la profundidad efectiva superficial a profunda, limitado por drenaje natural impedido o por cascajo y gravilla dentro del perfil. Los suelos tienen muy baja fertilidad y

contenidos altos de aluminio intercambiable. Se encuentra en el municipio de Guarne con 0.2km².

A3.3.11 Grupo de manejo IVes-7

Son suelos de colinas masivas con relieve plano a fuertemente ondulado y pendientes menores del 25%, localizados en clima frío húmedo y muy húmedo. Se han desarrollado a partir de rocas ígneas con mezcla de ceniza volcánica en poca proporción. Los horizontes superiores son de texturas medias y los inferiores de texturas finas. La profundidad efectiva varía de superficial a moderada, limitado por drenaje impedido y texturas finas. La fertilidad natural es muy baja y contenidos altos de aluminio intercambiable. Se encuentra en el municipio de Bello, con un área de 0.15km².

A3.3.12 Grupo de manejo IVes-8

Comprende áreas de pie de vertientes y vertientes con relieve inclinado a quebrado y pendientes menores del 25%, localizadas en clima frío húmedo y muy húmedo.

Los suelos son de texturas generalmente medias en los horizontes superiores y finas en los inferiores, la profundidad efectiva es variable, limitada por fragmentos gruesos dentro del perfil y roca que puede aflorar en la superficie del terreno. El drenaje natural es bueno a excesivo y la fertilidad muy baja. Se encuentra en: Bello (0.07Km²), Girardota (0.4Km²), y Medellín (3.0Km²).

A3.3.13 Grupo de manejo IVs-3

Corresponde a suelos de coluvios y abanicos de clima templado húmedo, con relieve ligeramente plano a inclinado y pendientes menores al 12%. Estos suelos provienen de materiales coluviales depositados al pie de las vertientes, presentan texturas variables y profundidad efectiva superficial a moderada, limitada por piedra dentro del perfil y en ocasiones en la superficie. El drenaje natural es bueno a moderado y la fertilidad variable, al igual que el desarrollo de los suelos. Se encuentra en: Barbosa (0.8Km²) y Bello (1.8Km²).

A3.3.14 Grupo de manejo Vles-2

Son suelos de vertientes de cordillera, con relieve ondulado a fuertemente quebrado con pendientes entre el 7 y 50%; se encuentran en clima cálido húmedo y muy húmedo, su profundidad efectiva varía entre superficial y profunda, está limitada por la presencia de

materiales gruesos dentro del perfil o por contactos rocosos. Estos suelos presentan erosión ligera a moderada por escurrimiento difuso, surquillos, patas de vaca y deslizamiento en masa. Se deben fertilizar de acuerdo a las necesidades. Este grupo de manejo puede encontrarse en Barbosa (1.3Km²), Don Matías (0.2Km²), Santo Domingo (1.9Km²) y Yolombo (1.1Km²).

La fertilidad en general es muy baja debido a que por el clima húmedo predominante de la zona las bases se lavan a medida que se liberan los materiales originados de los suelos.

A3.3.15 Grupo de manejo Vles-5

Son suelos localizados en vertientes de cordillera con relieve fuertemente ondulado a fuertemente quebrado y pendientes del 12 al 50%, el clima dominante es templado húmedo y en ocasiones templado seco. Estos suelos se han formado a partir de rocas ígneas y metamórficas, en algunos casos son inclusiones de cenizas volcánicas.

Las texturas dominantes son medias y finas, la profundidad varía de superficial a profunda, limitada por piedras, gravillas y cascajos dentro el perfil y en la superficie. En ocasiones se presenta contacto lítico que puede llegar a la superficie del terreno; en algunos casos se presenta erosión ligera a muy severa en forma de deslizamientos, escurrimiento difuso, patas de vaca y movimientos en masa; el drenaje natural es bueno a excesivo y la fertilidad natural muy baja.

Se requieren buenas prácticas de conservación de suelos entre ellas siembra en curvas de nivel, mantener el terreno cubierto de vegetación, hacer rotación de potreros y fertilizar de acuerdo a las necesidades de las diferentes plantas. En la cuenca del río Aburrá se puede encontrar en: Barbosa (18.5Km²), Bello (16.0Km²), Caldas (1.4Km²), Copacabana (12.7Km²), Envigado (, Girardota (0.7Km²), Medellín (18.0Km²), Sabaneta (4.3Km²), y Santo Domingo (1.0Km²),

A3.3.16 Grupo de manejo Vles-7

Son suelos de colinas masivas con relieve ondulado a fuertemente quebrado, pendientes entre 7 y 50% y erosión ligera a severa; el clima es frío húmedo y muy húmedo. Se ha desarrollado a partir de rocas ígneas en asocio con cenizas volcánicas las cuales han desaparecido en las áreas erosionadas. Las texturas son finas y medias en los primeros horizontes y finas a muy finas en lo mas profundos. La profundidad efectiva varía entre superficial y moderadamente profunda; limitada por texturas muy finas y altos contenidos de aluminio intercambiable. La fertilidad natural es muy baja. Se encuentra en: Medellín (1.5Km²),,

A3.3.17 Grupo de manejo Vles-8

Son suelos de colinas disectadas y vertientes de cordillera, con relieve fuertemente ondulado a fuertemente quebrado y pendientes entre 12 y 50%, que se encuentran en clima frío húmedo y muy húmedo. Se han desarrollado a partir de rocas ígneas y metamórficas, algunos de ellos con mezcla de ceniza volcánica.

Las texturas en general son medias y en ocasiones en la profundidad aparecen texturas finas. La profundidad efectiva varía entre superficial y moderadamente profunda, limitada por altos contenidos de aluminio intercambiable, texturas finas, fragmentos gruesos dentro del perfil o por contactos rocosos. En muchas áreas se presenta erosión ligera a severa y en otras el hombre ha construido un suelo artificial para sembrar legumbres. Se encuentra en: Barbosa (4.1Km²), Bello (47.9Km²), Caldas (4.4Km²), Copacabana (1.3Km²), Envigado (2.5Km²), Girardota (8.9Km²), Guarne (9.8Km²), Medellín (36.2Km²), San Vicente (36.6Km²),

A3.3.18 Grupo de manejo Vles-3

Son suelos de vertientes de cordillera y en ocasiones coluvios y abanicos, con relieve fuertemente quebrado a escarpado y pendientes mayores del 25%, con erosión ligera a severa, localizados en clima templado húmedo y seco.

La mayoría de estos suelos se han derivado de cenizas volcánicas, y los restantes proceden de rocas sedimentarias y metamórficas; las texturas son medias y finas y la profundidad efectiva muy superficial a moderadamente profunda, limitada por piedras, gravillas y cascajos dentro del perfil o en la superficie, y en ocasiones por contactos rocosos que pueden llegar hasta la superficie del terreno; también aparecen altos contenidos de aluminio intercambiable que impiden el normal desarrollo de las raíces de las plantas. Se encuentra en: Barbosa (130.2Km²), Bello (35.9Km²), Caldas (6.4Km²), Copacabana (43.9Km²), Don Matías (25.7Km²), Envigado (4.7Km²), Girardota (46.5Km²), Itagüí (7.3Km²), La Estrella (4.5Km²), Medellín (60.3Km²), Sabaneta (0.5Km²), San Vicente (7.8Km²), (47.8Km²), Yolombo (3.8Km²).

A3.3.19 Grupo de manejo Vles-4

Estos suelos se presentan en áreas de vertientes y colinas, con relieve fuertemente quebrado a escarpado y pendientes mayores del 25%, en clima frío húmedo y muy húmedo. Se han desarrollado a partir de rocas ígneas y metamórficas, en ocasiones con mezcla de cenizas volcánicas. Las texturas predominantes son medias y finas y la profundidad efectiva muy superficial a profunda, limitada por fragmentos gruesos dentro

del perfil y en ocasiones en la superficie; además algunos suelos poseen altas cantidades de aluminio intercambiable. El drenaje natural es bueno a excesivo y la fertilidad natural muy baja a baja. Comúnmente se presenta erosión ligera a severa en forma de patas de vaca, escurrimientos difusos, movimientos en masa y cárcavas. Se encuentra en: Barbosa (32.0Km²), Bello (20.6Km²), Caldas (83.9Km²), Copacabana (7.9Km²), Don Matías (0.9Km²), Envigado (21.4Km²), Girardota (8.3Km²), Guarne (23.3Km²), Itagüí (2.0Km²), La Estrella (22.8Km²), Medellín (108.4Km²), Sabaneta (7.3Km²), San Vicente (23.9Km²), Santo Domingo (6.6Km²),

A3.3.20 Grupo de manejo Vllesc-1

Son suelos ubicados en zonas de vertientes de cordillera con relieve ondulado a fuertemente quebrado y pendientes entre 7 y 50%, en clima muy frío húmedo y muy húmedo. Se han originado a partir de cenizas volcánicas que descansan sobre rocas ígneas; en muchos sectores existe acumulación de residuos vegetales en diferente estado de descomposición. La profundidad es superficial, limitada por contactos rocosos y exceso de humedad dentro del perfil. Las texturas son medias y la fertilidad muy baja. En algunas áreas se presenta erosión por escurrimiento difuso y movimientos en masa. Se encuentra en: Bello (1.5), Medellín (0.1Km²),

A3.3.21 Grupo de manejo VIII

Se caracterizan por poseer relieves escarpado, pendientes mayores del 50% y erosión moderada a muy severa, aunque en algunas áreas se encuentra erosión ligera. Se encuentra en: Bello (0.6Km²), Itagüí (0.3Km²),

A3.4 LEYENDA DE ZONAS DE VIDA. FUENTE: HOLDRIDGE, 1978

A3.4.1 Bosque húmedo Montano bajo (bh-MB)

En general esta formación tiene como límites climáticos una temperatura media aproximada entre 12°C y 18°C, un promedio anual de lluvias de 1000 mm a 2000 mm, y ocupa una faja altimétrica que se puede señalar entre 2000 m.s.n.m. y 3000 m.s.n.m, con diferenciaciones de acuerdo a las variaciones locales. Esta zona de vida se encuentra en los siguientes municipios

Tabla A3.5. Localización de la zona de vida bosque húmedo montano bajo

MUNICIPIO	ÁREA (km ²)
Barbosa	14.5
Bello	80.4
Copacabana	28.4
Envigado	18.5
Girardota	30.2
Guarne	36.2
Itagüí	0.9
Medellín	71.1
Sabaneta	1.0
San Vicente	20.9
Total	301.9

A3.4.2 Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB)

Presenta temperaturas medias entre 12°C y 18°C, y una precipitación promedio anual de 2000 mm a 4000 mm y ocupa una faja altimétrica que se puede señalar entre 2000 m.s.n.m. y 3000 m.s.n.m. Esta zona de vida se encuentra en los siguientes municipios

Tabla A3.6. Localización de la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo

MUNICIPIO	ÁREA (km ²)
Bello	0.28
Envigado	0.14
Medellín	0.06
Total	0.48

A3.4.3 Bosque húmedo Premontano (bh-PM)

Esta formación se encuentra a elevaciones que en general varían entre 850 m.s.n.m. y 2000 m.s.n.m, con precipitaciones promedias anuales entre 1000 mm y 2000 mm. La temperatura tiene como limites aproximados 18°C a 24°C. Esta zona de vida se encuentra en los siguientes municipios

Tabla A3.7. Localización de la zona de vida bosque húmedo premontano

MUNICIPIO	ÁREA
Barbosa	40.3
Bello	48.0
Copacabana	41.3
Envigado	23.4
Girardota	51.4
Itagüí	19.9
La Estrella	6.0
Medellín	146.7
Sabaneta	10.6
San Vicente	0.0
Total	387.6

A3.4.4 Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM)

Los límites climáticos generales de esta formación están constituidos por una temperatura aproximada entre 18°C a 24 °C y un promedio anual de lluvias de 2000 mm a 4000 mm y ocupa una faja altimétrica que se puede señalar entre 1000 m.s.n.m. y 2000 m.s.n.m. Esta zona de vida se encuentra en los siguientes municipios

Tabla A3.8. Localización de la zona de vida bosque muy húmedo premontano

MUNICIPIO	ÁREA
Barbosa	103.0
Caldas	38.0
Don Matías	31.5
La Estrella	12.4
Medellín	11.8
Sabaneta	2.2
San Vicente	1.1
Santo Domingo	62.0
Yolombó	5.7
Total	267.6

A3.4.5 Bosque muy húmedo Montano (bmh-M)

Zona de vida que tiene como límites climáticos una temperatura media 6°C a 12 °C; un promedio anual de lluvias entre 1000 y 2000mm y ocupa una faja altimétrica que se puede señalar entre 3000 m.s.n.m. y 4000 m.s.n.m. Esta zona de vida se encuentra en los siguientes municipios

Tabla A3.9. Localización de la zona de vida bosque muy húmedo montano

MUNICIPIO	ÁREA
Barbosa	48.4
Bello	7.3
Caldas	62.5
Don Matías	3.2
Envigado	4.0
La Estrella	16.6
Medellín	86.4
Sabaneta	2.5
San Vicente	45.2
Santo Domingo	9.1
Total	285.1

A3.4.6 Bosque pluvial Montano (bp-M)

Las temperaturas aproximadas están entre 6 y 12 °C, y el promedio anual de lluvias es superior a los 2000mm. La vegetación que domina esta zona de vida es el bosque intervenido. Esta zona ocupa una faja altimétrica que se puede señalar entre 4000 m.s.n.m. y 4500 m.s.n.m. Esta zona de vida se encuentra en los siguientes municipios

Tabla A3.10. Localización de la zona de vida bosque pluvial montano

MUNICIPIO	ÁREA
Bello	5.5
Caldas	1.3
La Estrella	0.1
Medellín	1.4
Total	8.3

A3.5 LEYENDA DE LAS COBERTURAS VEGETALES. FUENTE: ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ - UNALMED, 2006

A3.5.1 Bosque natural intervenido

Bosques naturales a los que se les ha extraído por entresaca selectiva, todas o parte de las especies comerciales más importantes. Presenta un dosel conformado a partir de los doce metros de altura.



Foto A3.1. Bosque natural intervenido, izquierda vereda Tierradentro, derecha vereda Guasimalito; municipio de Bello.

A3.5.2 Bosque Plantado

Área cubierta por vegetación introducida, en estas áreas se efectúan prácticas semi-mecanizadas y manejos culturales para su establecimiento, manejo y aprovechamiento y semillas seleccionadas con mejoramiento genético. Las actividades culturales que se realizan son: siembra, fertilización, limpiezas, podas de formación, raleos, entresacas y aprovechamiento a tala rasa y ciclos de corta. En el aprovechamiento se utilizan motosierras y cables aéreos (winches) para la extracción de la madera a los sitios de apeo.



Foto A3.2. Bosque Plantado, Alto de Minas; municipio de Caldas

A3.5.3 Rastrojo

Áreas que se caracteriza por vegetación secundaria arbustiva y arbóreas pioneras, en los primeros estados de sucesión, pero no se pudo definir si son coberturas de rastrojo alto o bajo, pues es difícil definirlo a partir de la imagen se satélite y en campo no se tuvo acceso a ellas.

- **Rastrojo Alto**

Se considera aquella vegetación secundaria arbustiva que en promedio está entre ocho y doce metros de altura. Este tipo de cobertura es el paso siguiente en la sucesión vegetal después de la etapa de rastrojo bajo; se caracteriza por la presencia de especies arbustivas y arbóreas pioneras y la desaparición de los pastos.



Foto A3.3. Rastrojo Alto, vereda cuartas; municipio de Bello

■ Rastrojo Bajo

Es aquella vegetación secundaria arbustiva resultado en muchos casos del abandono de áreas que eran dedicadas a la ganadería o la agricultura, como también por la presencia de claros en algunos casos; lo cual permite la aparición de algunas especies, malezas y pastos de porte alto que constituyen el primer paso para la regeneración natural como una etapa de sucesión temprana de los bosques y la aparición de especies arbóreas pioneras



Foto A3.4. Rastrojo Bajo, vereda Villa Linda; municipio de Bello

A3.5.4 Cultivos

Áreas dedicadas a la producción agrícola, pero a las cuales no se les pudo definir si son coberturas de cultivos transitorios o permanentes, pues es difícil definirlo a partir de la imagen se satélite y en campo no se tuvo acceso a ellas.



Foto A3.5. Cultivos , vereda ; municipio de Guarne

■ **Cultivos Transitorios**

Área cubierta por vegetación cultivada de producción agrícola. Su periodo vegetativo es inferior a 12 meses (frijol, zanahoria, maíz, col, cebolla, cebolla junca, ajo, lechuga, apio, tomate, fresa, pimentón, pepino, entre otros).



Foto A3.6. Cultivos transitorios, vereda tierradentro ; municipio de Bello

■ **Cultivos Permanentes**

Son aquellos cuyo periodo vegetativo es mayor a 12 meses. Los cultivos permanentes presentes en la cuenca son plátano, café, frutales



Foto A3.7. Cultivos permanentes, vereda Ancon; municipio de Copacabana

A3.5.5 Pastos

Áreas donde se presenta una cobertura vegetal de especies gramíneas, y con la información existente no se pudo determinar si son naturales o manejados. En campo no se logró acceder a estas y por tanto no se pudo definir si eran transitorios o permanentes.



Foto A3.8. Pastos, vereda Sabanalarga ; municipio de Bello

■ Pastos Manejados

Son aquellas áreas asociadas a la producción de ganado que teniendo cualquier especie de pastos, se les efectúan labores culturales de: desyerbe, fertilización, rotación de potreros o siembra de variedades. Implican un manejo para conservar el pasto con fertilizantes, con el fin de que presenten mayor productividad, mayor retención de humedad, entre otras.



Foto A3.9. Pastos manejados, vereda La Unión; municipio de Bello

Pastos Manejados (Gramas)

Son aquellas áreas que se destinan a uso recreativo y de esparcimiento, como son las fincas de recreo.



Foto A3.10. Pastos manejados (grama), vereda El Salado; municipio de Envigado

- **Pastos Naturales**

Son producto de la transformación del paisaje por medio de la tumba y quema de vegetación arbórea natural. En este tipo de cobertura no se hace un manejo de fertilización y laboreo a la cobertura de pasto establecida y está asociado con prácticas ganaderas inadecuadas.



Foto A3.11. Pastos naturales; municipio de Bello, derecha vereda ; municipio de Barbosa

A3.5.6 Zonas mineras

Son zonas que han sido sometidas a la intervención antrópica debido principalmente a la extracción de recursos minerales como oro (tanto en aluvial como en veta), materiales de construcción (limo, arena, gravas), y arcillas. En poca proporción se explota cromo, serpentinita y talco. Los materiales de construcción y arcillas son de gran demanda en la industria y suplen en gran parte las necesidades del Área metropolitana.



Foto A3.12. Explotación de materiales, Corregimiento de San Cristóbal; municipio de Medellín

A3.5.7 Cuerpos de Agua

Son zonas donde teniendo como eje principal el recurso hídrico, se desarrollan actividades recreativas entre otras.



Foto A3.13. Cuerpos de agua, vereda ;municipio de Copacabana

A3.5.8 Construcciones

Son las áreas cubiertas por zonas urbanas o centros poblados rurales.



Foto A3.14. Vereda La Unión, municipio de Bello

A3.5.9 Áreas erosionados

Son áreas que han sufrido pérdidas de la capa orgánica por procesos erosivos, movimientos de masa, manejo inadecuado de los suelos y donde las fuertes pendientes, altas precipitaciones y vientos pueden influir notablemente.



Foto A3.15. Suelos erosionados, vereda San Nicolás, municipio de San Vicente

A3.6 LEYENDA USOS DEL SUELO. FUENTE: PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. MEDELLÍN .1999

A3.6.1 Forestal Protector

Se refiere a la función que realiza la cobertura vegetal para evitar o minimizar el deterioro del suelo o de un recurso natural. La conservación tiene como objetivo principal mantener las condiciones apropiadas para la conservación de las diferentes especies.



Foto A3.16. Forestal Protector, izquierda Alto de Minas; municipio de Caldas; derecha Alto de la Sierra; municipio de Alto de la Sierra

A3.6.2 Forestal Productor

Son áreas con plantaciones forestales que se han establecido con un propósito exclusivo, destinarlas al aprovechamiento forestal



Foto A3.17. Forestal Productor, vereda; municipio de Caldas.

A3.6.3 Pecuario

La actividad pecuaria en la zona de estudio hace referencia a la ganadería extensiva y semi-intensiva, baja y mediana densidad de ganado, número de cabezas de ganado por unidad de área. Generalmente, la ganadería semi-intensiva se realiza sobre pastos manejados. La actividad pecuaria en la zona de estudio no es exclusivamente ganadera, también hay avicultura y porcicultura que no alcanzan áreas suficientemente grandes que permitan ser mapeadas a la escala de trabajo 1:25000.



Foto A3.18. Pecuario, vereda Pajarito ; municipio de Medellín

A3.6.4 Agrícola

El uso agrícola está representado por cultivos permanentes como es el café, éste es el más representativo, seguido del plátano y los frutales y por cultivos de tipo transitorio, como son las hortalizas, principalmente para autoconsumo.



Foto A3.19. Agrícola, Vereda Las Cruces; municipio de San Vicente

A3.6.5 Agropecuario

Hace alusión a la combinación de actividad pecuaria y agrícola.



Foto A3.20. Agropecuario, corregimiento San Cristóbal ; municipio de Medellín

A3.6.6 Construcciones

Hace referencia a las áreas urbanas y centros poblados rurales.



Foto A3.21. Vereda, municipio de Bello

A3.6.7 Recreación

Es un uso que se ha venido proliferando en los últimos años, la alta parcelación del suelo rural para fincas de recreo o segundo dormitorio, con grandes extensiones de áreas verdes y jardines y la construcción de parques ecológicos.



Foto A3.22. Parcelación Villa Roca Norte, municipio de Copacabana

A3.6.8 Sin Información

Áreas a las cuales no se les pudo asignar un uso, por la falta de descripción en las coberturas.

A3.7 LEYENDA CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN LA LEY 388 DE 1997

A3.7.1 Suelo urbano

El artículo 31 de la citada ley, define el suelo urbano como las áreas del territorio distrital o municipal destinadas a usos urbanos por el plan de ordenamiento, que cuenten con infraestructura vial y redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, posibilitándose su urbanización y edificación, según sea el caso.

Podrán pertenecer a esta categoría aquellas zonas con procesos de urbanización incompletos, comprendidos en áreas consolidadas con edificación, que se definan como áreas de mejoramiento integral en los planes de ordenamiento territorial.

Las áreas que conforman el suelo urbano serán delimitadas por perímetros y podrán incluir los centros poblados de los corregimientos. En ningún caso el perímetro urbano podrá ser mayor que el denominado perímetro de servicios públicos o sanitarios.

A3.7.2 Suelo de expansión urbana

En el Artículo 32 se define el suelo de expansión urbana como la porción del territorio municipal destinada a la expansión urbana, que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del plan de ordenamiento, según lo determinen los Programas de Ejecución.

La determinación de este suelo se ajustará a las previsiones de crecimiento de la ciudad y a la posibilidad de dotación con infraestructura para el sistema vial, de transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas libres, y parques y equipamiento colectivo de interés público o social.

Dentro de la categoría de suelo de expansión podrán incluirse áreas de desarrollo concertado, a través de procesos que definan la conveniencia y las condiciones para su desarrollo mediante su adecuación y habilitación urbanística a cargo de sus propietarios, pero cuyo desarrollo estará condicionado a la adecuación previa de las áreas programadas.

A3.7.3 Suelo rural

Según el Artículo 33, el Suelo rural lo constituyen terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas. Localizados fuera del perímetro urbano, dividido administrativamente en veredas.

A3.7.4 Suelo suburbano

El suelo suburbano, según el artículo 34, está constituido por las áreas ubicadas dentro del suelo rural, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad, diferentes a las clasificadas como áreas de expansión urbana, que pueden ser objeto de desarrollo con restricciones de uso, de intensidad y de densidad, garantizando el autoabastecimiento en servicios públicos domiciliarios, de conformidad con lo establecido en la Ley 99 de 1993 y en la Ley 142 de 1994. Podrán formar parte de esta categoría los suelos correspondientes a los corredores urbanos interregionales.

Los municipios y distritos deberán establecer las regulaciones complementarias tendientes a impedir el desarrollo de actividades y usos urbanos en estas áreas, sin que previamente se surta el proceso de incorporación al suelo urbano, para lo cual deberán contar con la infraestructura de espacio público, de infraestructura vial y redes de energía, acueducto y alcantarillado requerida para este tipo de suelo.

A3.7.5 Suelo de protección

En el artículo 35 se define el suelo de protección como el constituido por las zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualquiera de las anteriores clases, que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.

A3.8 CONFLICTOS POR USO DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ

A3.8.1 Conflicto por uso inadecuado del recurso suelo

		USO ACTUAL (Km ²)					
		Ae	Agp	Cp	Ct	Fpd	P
USO ACTUAL	Agp	0.02					
	CP	0.17			2.57		
	CT	0.01					
	FPd	0.84	13.11	68.62	17.96		182.02
	FPt	0.49	17.75	12.74	17.65	39.12	97.53
	P	0.05		6.67	8.83		

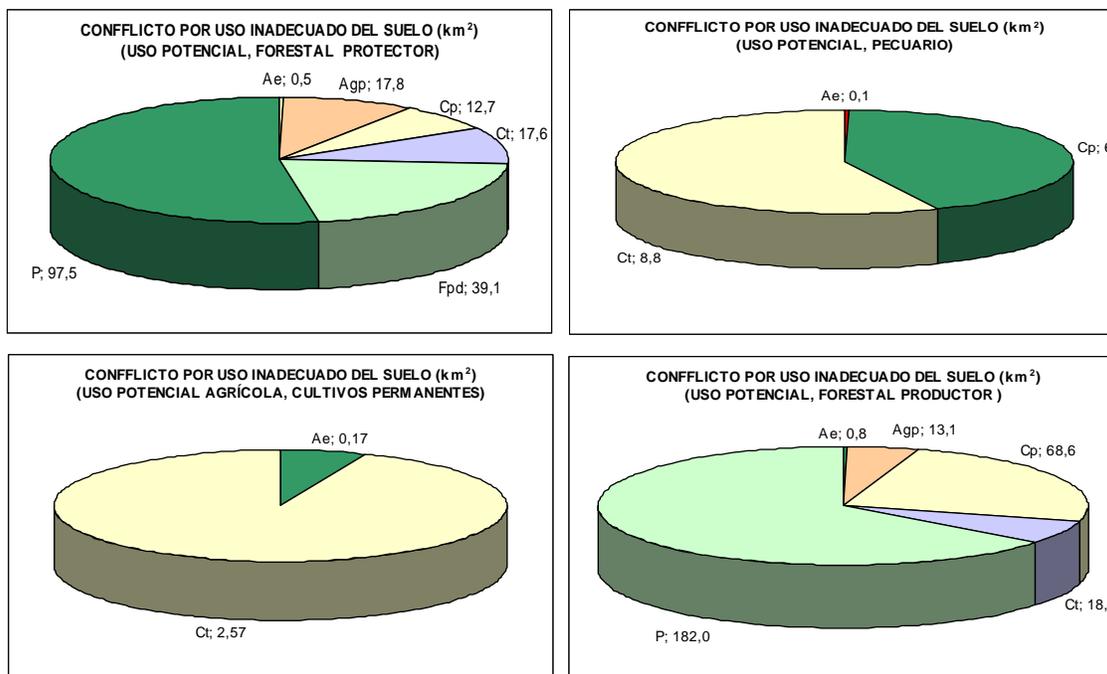


Figura A3.1. Conflicto por uso inadecuado del recurso suelo en la Cuenca del río Aburrá

A3.8.2 Conflicto por subutilización del recurso suelo

		USO ACTUAL (km ²)				
		Fp	Fpd	P	Pr	Su
USO POTENCIAL	AP	5.3	2.3	2.4	0.5	
	CP	15.5	3.0	35.2	2.5	1.1
	CT	1.4	0.8	1.5		0.1
	FPd	180.2			9.9	5.6
	FPt				1.3	5.2
	P	30.7	9.8		0.9	

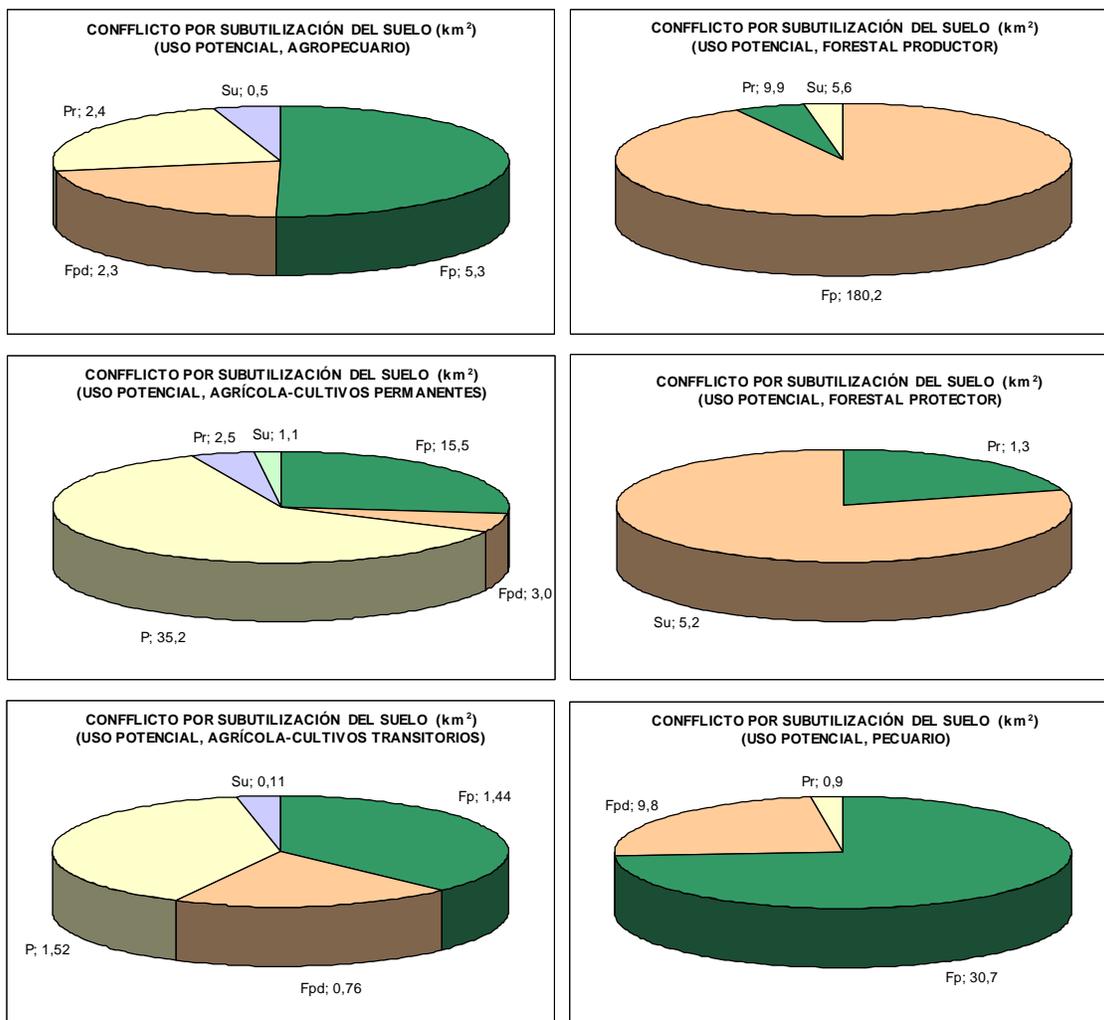


Figura A3.2. Conflicto por subutilización del recurso suelo en la Cuenca del río Aburrá

Nota:

Se recuerda que lo expuesto, anteriormente se debe manejar con cuidado dado que en la actualidad no se cuenta con una metodología apropiada para determinar conflictos por uso del suelo y especialmente la generación de mapas de uso potencial del suelo, teniendo presente el contexto ambiental actual.

El hecho de decir que el recurso suelo está subutilizado, no implica que allí se puedan dar usos de alta intensidad, por tanto se requiere de una mirada más integral desde la biología de la conservación, la sostenibilidad ambiental, entre otros conceptos claves para las demandas actuales, tanto de recursos como de bienes y servicios ambientales.

Otro aspecto a tener en cuenta es que esto es una aproximación a la realidad en la cuenca del río Aburrá, pues la mayoría de la información secundaria es poca y desactualizada y el trabajo de campo realizado dentro del proyecto, no abarcó la totalidad del área de la cuenca.

Por tanto, se aclara que es necesario adelantar proyectos que permitan un reconocimiento actual y detallado de las coberturas y usos del suelo rural.

A3.9 ABREVIATURAS DE LAS UNIDADES ECO-GEOMORFOLÓGICAS Y SU SIGNIFICADO

bmh-MB P:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Peldaño La Meseta
bmh-MB Ep:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Escarpe Principal
bmh-MB Vol:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Vertientes onduladas largas
bmh-PM Fa:	Bosque muy húmedo Premontano - Filos Altos
bmh-PM Vsd:	Bosque muy húmedo Premontano - Vertientes Suaves en Depósitos
bmh-PM Cm:	Bosque muy húmedo Premontano - Colinas Medias
bmh-PM Cb:	Bosque muy húmedo Premontano - Colinas Bajas
bmh-PM Ep:	Bosque muy húmedo Premontano - Escarpe Principal
bmh-PM Cr:	Bosque muy húmedo Premontano - Cerros
bmh-PM Ch:	Bosque muy húmedo Premontano - Cuchillas
bmh-PM Vol:	Bosque muy húmedo Premontano - Vertientes onduladas largas
bmh-PM Vp:	Bosque muy húmedo Premontano - Vertientes planas
bmh-PM Alp:	Bosque muy húmedo Premontano - Altiplano colinado
bmh-PM Cb:	Bosque muy húmedo Premontano - Colinas Bajas y vertientes colinadas
bmh-PM Fs:	Bosque muy húmedo Premontano - Filos de topes subredondeados amplios
bmh-PM Al:	Bosque muy húmedo Premontano - Aluvial
bmh-MB Fa:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Filos Altos
bmh-MB Ch:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Cuchillas
bmh-MB Alp:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Altiplano colinado
bmh-MB Alp:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Altiplano con colinas aisladas
bh-MB Fa:	Bosque húmedo Montano Bajo - Filos Altos
bh-MB Ep:	Bosque húmedo Montano Bajo - Escarpe Principal
bh-MB Cm:	Bosque húmedo Montano Bajo - Colinas Medias
bh-MB Cr:	Bosque húmedo Montano Bajo - Cerros
bh-MB Ca:	Bosque húmedo Montano Bajo - Colinas Altas
bh-MB Fm:	Bosque húmedo Montano Bajo - Filos Medios
bh-MB Es:	Bosque húmedo Montano Bajo - Escarpe Secundario
bh-MB Vsd:	Bosque húmedo Montano Bajo - Vertientes Suaves en Depósitos
bh-MB Vlcf:	Bosque húmedo Montano Bajo - Vertientes largas con fillos
bh-MB Spda:	Bosque húmedo Montano Bajo - Superficie plana en depósitos aluviales
bh-MB Vol:	Bosque húmedo Montano Bajo - Vertientes onduladas largas
bh-MB Cb:	Bosque húmedo Montano Bajo - Colinas Bajas
bh-PM Fa:	Bosque húmedo Premontano - Filos Altos

bh-PM Fb:	Bosque húmedo Premontano - Filos Bajos
bh-PM Vsd:	Bosque húmedo Premontano - Vertientes Suaves en Depósitos
bh-PM Cm:	Bosque húmedo Premontano - Colinas Medias
bh-PM Cb:	Bosque húmedo Premontano - Colinas Bajas
bh-PM Cr:	Bosque húmedo Premontano - Cerros
bh-PM Fm:	Bosque húmedo Premontano - Filos Medios
bh-PM Ch:	Bosque húmedo Premontano - Cuchillas
bh-PM Ca:	Bosque húmedo Premontano - Colinas Altas
bh-PM Cmb:	Bosque húmedo Premontano - Colinas Muy Bajas
bh-PM P:	Bosque húmedo Premontano - Peldaño La Meseta
bh-PM Es:	Bosque húmedo Premontano - Escarpe Secundario
bh-PM Al:	Bosque húmedo Premontano - Aluvial
bh-PM Cm-C:	Bosque húmedo Premontano - Colinas Medias y Altas
bh-PM T:	Bosque húmedo Premontano - Terrazas
bh-PM Vol:	Bosque húmedo Premontano - Vertientes onduladas largas
bh-MB Ch:	Bosque húmedo Montano Bajo - Cuchillas
bh-MB Fb:	Bosque húmedo Montano Bajo - Filos Bajos
bh-MB Alpc:	Bosque húmedo Montano Bajo - Altiplano colinado
bh-MB Alpc:	Bosque húmedo Montano Bajo - Altiplano con colinas aisladas
bh-PM Alpc:	Bosque húmedo Premontano - Altiplano colinado
bmh-MB Vsd:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Vertientes Suaves en Depósitos
bmh-MB Ca:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Colinas Altas
bmh-MB Cm:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Colinas Medias
bmh-MB Cr:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Cerros
bmh-MB Fb:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Filos Bajos
bmh-MB Vlc:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Vertientes largas con fillos
bp-M Vsd:	Bosque pluvial Montano - Vertientes Suaves en Depósitos
bp-M t:	Bosque pluvial Montano - Topes
bp-M Vlc:	Bosque pluvial Montano - Vertientes largas con fillos
bmh-M Vlc:	Bosque muy húmedo Montano - Vertientes largas con fillos
bmh-M Vsd:	Bosque muy húmedo Montano - Vertientes Suaves en Depósitos
bp-M Fa:	Bosque pluvial Montano - Filos Altos
bmh-MB Fm:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Filos Medios
bmh-MB Alp:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Altiplano (vereda El Plan)
bmh-MB Alp:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Altiplano colinado
bmh-PM Fm:	Bosque muy húmedo Premontano - Filos Medios
bmh-PM Ca:	Bosque muy húmedo Premontano - Colinas Altas
bmh-PM Ca:	Bosque muy húmedo Premontano - Colinas Altas
bmh-PM Fb:	Bosque muy húmedo Premontano - Filos Bajos
bmh-PM T:	Bosque muy húmedo Premontano - Terrazas

bmh-PM Cmb:	Bosque muy húmedo Premontano - Colinas Muy Bajas
bmh-MB Al:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Aluvial
bmh-MB Es:	Bosque muy húmedo Montano Bajo - Escarpe Secundario
bmh-M Ep:	Bosque muy húmedo Montano - Escarpe Principal
bp-M Ep:	Bosque pluvial Montano - Escarpe Principal