

2. SISTEMA FISICO BIOTICO

Caracteriza el aspecto físico del territorio, geología, suelos, uso actual, potencial y futuro del suelo rural; caracteriza los elementos formadores del paisaje, climatología, temperatura, agua, cobertura vegetal y todos los aspectos relacionados con los recursos naturales y el medio ambiente.

2.1 SUBSISTEMA FISICO

El Subsistema físico consta del estudio geológico y el estudio de suelos, para lo cual se ha realizado un análisis bibliográfico de los estudios geológicos anteriores adelantados en la zona, (Ingeominas, Corpochivor, U.P.T.C., Universidad Nacional), con el fin de concretar las condiciones del área correspondiente al municipio de Umbita. Estos datos se han corroborado mediante salidas de campo y se han ampliado con algunas conjeturas a cerca de variaciones estructurales observadas.

Una vez estimado el estado geológico del municipio, se ha procedido al examen geomorfológico partiendo del estudio de una serie de fotografías aéreas del IGAC, según los vuelos C-2524 Fotos No. 37, 38, 39, 40, 41, 77, 78 y 79 y C-2522 Fotos No. 262, 263, 264, 265, 266, 267 y 268 de 1.993, que han cubierto en su totalidad el área de Umbita. Este análisis ha dado como resultado la determinación de los modelamientos morfológicos atribuidos a la actuación de los factores tectónicos, meteóricos, climáticos y paleoclimáticos, evidenciados en las formas actuales del terreno y en las formaciones superficiales. La fotointerpretación ha sido apoyada por evidencias explícitas en las salidas de campo. La geomorfología ha sido la base para la comparación, distribución y evolución del paisaje.

Entendiendo que las rocas son potencialmente almacenes de agua, se ha efectuado el análisis cualitativo de zonas de interés hidrogeológico, ya que se consideran las unidades geológicas como unidades hidrogeológicas según su grado de permeabilidad, bien primaria (granulometría, textura y estructura), o bien secundaria (discontinuidades estructurales). A la vez se han identificado las zonas de recarga de los acuíferos, las que deben merecer una atención especial por parte de las autoridades ambientales. La aplicación de los anteriores resultados se ha dado en el esbozo de los planos de pendientes, geológico estructural (incluyendo un corte), geomorfológico, de caracterización hidrogeológica y en la formulación de las amenazas geológicas para el municipio de Umbita (todos elaborados a escala 1: 25.000). Los datos obtenidos se han procesado lógicamente para optimizar la valoración de la susceptibilidad a las amenazas geológicas de los diferentes lugares.

2.1.1 Geología

El hecho de encontrarse geológicamente situado el municipio de Umbita en la Cordillera Oriental, rodeado por un sistema de fallas de tipo compresivo y por estar conformado por sedimentos de origen continental y marino, con edades

que van desde el cretácico superior hasta el reciente, da origen a condiciones especiales de estructuras localmente algo complicadas, donde las rocas aflorantes (areniscas, lodolitas, arcillolitas, conglomerados, caliza y carbón) presentan variaciones laterales debidas a disposiciones en el ambiente de formación y a fuerzas compresivas y de tensión emanadas de la orogenia andina durante los últimos 22 millones de años, siguiendo un curso preferencial de esfuerzos regionales de N45°W (Véanse Mapa Geológico No. 6 y No. 7 columna estratigráfica generalizada).

2.1.1.1 Breve historia geológica¹

A finales de Coniaciano (Cretácico Superior) la parte central del área del Cuadrángulo K-12 Guateque se levantó constituyéndose en una barrera. Desde el Santoniano hasta el Maastrichtiano en la región occidental del K-12 se depositaron sedimentos de aguas poco profundas con influencias deltáicas correspondientes, al Grupo Guadalupe, mientras que en la región oriental se depositaron las arenisca y lutitas de ambiente deltáico pertenecientes al Grupo Palmichal.

A comienzos del Paleoceno (Terciario) se produjeron unos hundimientos modelándose una superficie irregular, en donde las áreas menos levantadas recibían aportes de tipo pantanoso a deltáico, sedimentos que corresponden a la Formación Guaduas. En el Paleoceno Superior las condiciones de las cuencas de la Sabana de Bogotá, Sogamoso y el Borde Llanero debieron ser muy similares, depositándose areniscas de tipo fluvial a deltáico, representadas en las Formaciones Cacho (Sabana de Bogotá), Socha Inferior (Sogamoso) y El Morro (Borde Llanero). A finales del Paleoceno y comienzos del Eoceno Inferior, estas tres cuencas debieron sufrir subsidencia, depositándose sedimentos de tipo pantanoso a cenagoso (Formaciones Bogotá, Socha Superior y Arcillas del Limbo, respectivamente).

En el Eoceno Medio, debido al relleno de las cuencas Terciarias, las condiciones de aportes cambiaron depositándose sedimentos de tipo fluvial y deltáico, correspondientes a la Formaciones Regadera, Picacho y Areniscas del Limbo.

A comienzos del Eoceno Superior hubo una nueva subsidencia que dio paso a una sedimentación marina representada por las Formaciones Usme para la Sabana de Bogotá, Concentración para Sogamoso y San Fernando para el Borde Llanero. Durante el Oligoceno Medio las cuencas de la Sabana de Bogotá y Sogamoso se levantaron quedando como parte continental, hasta el Pleistoceno Medio.

¹ ULLOA, Carlos y RODRIGUEZ, Erasmo. Op. Cit.

Durante el Plioceno Inferior o Medio, tuvo lugar la primera fase de la Orogenia Andina, la cual plegó, falló y levantó la actual Cordillera Oriental; este echo queda evidenciado en la Sabana de Bogotá por la Formación Tilatá (Plioceno Superior – Pleistoceno) no afectada tectónicamente y suprayaciendo formaciones plegadas. Durante el Cuaternario, debido a las glaciaciones entre otras causas, se depositaron aluviones y coluviones que cubrieron a cualquiera de las formaciones rocosas preexistentes.

2.1.1.2 Estratigrafía (mapa No. 7)

Se ha tenido en cuenta la nomenclatura de las unidades litoestratigráficas utilizada para el Altiplano Cundiboyacense y la Sabana de Bogotá, observándose aflorantes la Formación Chipaque, el Grupo Guadalupe y las Formaciones Guaduas, Socha Inferior, Socha Superior, Picacho y Concentración, así como algunos Depósitos Cuaternarios (Véanse mapa geológico No. 6 y columna estratigráfica generalizada).

❁ Formación Chipaque (Ksc)

El nombre Chipaque fue utilizado por Hubach, E. (1931) bajo la denominación de “Conjunto Chipaque”, para designar la parte alta del Grupo Villeta. Según su autor la parte más alta de este conjunto está dada por el nivel de Exogyra Squamata, que marca el límite Villeta – Guadalupe. Renzoni, G. (1962, p. 72) redefine la Formación Chipaque, considerando su techo hasta la base de la Arenisca Dura, incluyendo en esta forma la parte inferior del Guadalupe de Hubach.

La unidad está constituida por lutitas negras con intercalaciones esporádicas de calizas principalmente hacia la parte inferior alta; en la parte superior se presentan intercalaciones de areniscas cuarzosas, grises claras a oscuras, de grano fino, estratificadas en bancos que varían de 1 m a 3 m de espesor y un nivel de carbón; la unidad alcanza un espesor de 350 m. Sus características litológicas y paleontológicas indican un ambiente marino de aguas poco profundas y circulación restringida.

La Formación Chipaque ha sido considerada por Hubach, E. (1.957), Bürgl, H. (1.959), Etayo, F. (1.964) y McLaughlin, D. y Arce, M. (1.969) con un rango de edad que va desde el Cenomaniano Superior hasta el Coniaciano.

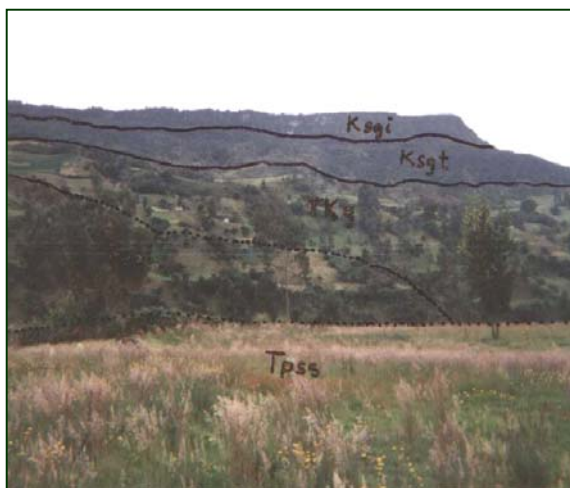
Aflora en las Veredas de Nueve Pilas, Pavas, Molinos y Altamizal, cerca del límite con los municipios de Nuevo Colón y Turmequé. Limita por el norte y por el sur con la Formación Guadalupe inferior (Ksgi). La Formación Chipaque (Ksc) está afectada por el anticlinal de Pavas que la recorre de sur a norte. Esta formación presenta en el municipio de Umbita una forma alargada y angosta en todo el trayecto, con una longitud de sur a norte de 8.69 kms y un ancho promedio de 0.88 kms con un área de 640 hectáreas.

✿ **Grupo Guadalupe**

El nombre del Grupo Guadalupe fue dado por Hubach, E. (1.957), quien lo dividió en un conjunto superior arenoso y uno inferior arcilloso, subdividiendo el conjunto superior en Arenisca Dura, Plaeners y Arenisca Tierna poniendo el límite Guadalupe – Villeta por encima de un nivel de calizas que denominó "Conjunto Chipaque". Julivert, M. (1.962) a partir de columnas estratigráficas levantadas en las regiones de Tabio, Chía y Bogotá – Choachí, estableció para el Grupo Guadalupe la siguiente nomenclatura: Arenisca Dura, Nivel de Plaeners, Arenisca de Labor, Nivel Lutítico y Arenisca Tierna. Este Grupo se depositó en un ambiente marino de aguas someras con influencias deltáicas. La unidad ha sido considerada con una edad que abarca desde el Santoniano hasta el Maastrichtiano, del período Cretácico Superior (Julivert, M. 1.968, 325)².

✿ **Grupo Guadalupe Inferior (Ksgi)**

Está constituida por las Formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Arenisca de Labor, con un espesor que varía entre 180 y 400 m. Esta asociación del Grupo Guadalupe en las tres Formaciones se ha hecho para facilitar la cartografía geológica, ya que, debido a variaciones laterales de facies y/o presiones tectónicas, el espesor de cada una de ellas se hace tan variable que quedan embebidas, a grosso modo, en una sola unidad; de tal manera que no se puede llevar a cartografía.



✗ **Formación Arenisca Dura**

Consta de areniscas cuarzosas, gris claro a blancuzco, estratificación laminar a gruesa, con intercalaciones de limolitas silíceas en capas de 0,05 a 0,50 m. Su espesor varía de 55 a 171 metros.

Foto No. 1: Rocas Cretácicas y Terciarias en los terrenos del sur-occidente del Municipio de Umbita.

Obsérvese en la parte superior, las rocas del Grupo Guadalupe Inferior (Ksgi) y las Formaciones Arenisca tierna (Ksgt), Guaduas (KTg), Socha Inferior (Tpsi) y Socha Superior (Tpss) en las Veredas Loma Gorda y Bosque.

✗ **Formación Plaeners)**

La Formación Plaeners muestra una alternancia de limolitas silíceas (liditas), y areniscas de grano fino, estatificadas en capas de pocos centímetros hasta de unos 5 m de espesor. Esta formación alcanza espesores que varía entre 90 y 180 m en las localidades de Tibaná – Turmequé y Tibaná – Chinavita respectivamente. En el área municipal de Umbita, muestra intercalaciones de

² ULLOA, Carlos y RODRIGUEZ, Erasmo. Boletín Geológico Ingeominas. Vol. XXII. No. 1. Geología del cuadrángulo K-12 Guateque. Bogotá, 1.979.

limolitas blancuzcas, bien compactas, fracturadas en forma prismática y limolitas silíceas amarillentas bastante duras, fracturadas y replegadas. Estos materiales rocosos son utilizados como agregados pétreos para carreteras. A la vez, se han presenciado manifestaciones de roca fosfórica bastante dura, de color pardo oscuro a gris, en láminas de unos 0,05 metros de espesor.

X Formación Arenisca de Labor

La Formación Arenisca de Labor está constituida por areniscas cuarzosas, de grano fino, compactas, de color gris a blancuzco amarillento, con intercalaciones delgadas de limolitas silíceas y lutitas negras. Su espesor varía de 44 a 50 metros.

Estas tres Formaciones aparecen en la parte noroccidental del municipio, atravesando parte de las Veredas Loma Gorda, Jupal, Rosal, Nueve Pilas, Molino, Pavas y Altamizal. Su edad va desde el Santoniano Superior hasta el Campaniano.

✿ Formación Arenisca Tierna (Ksgt)

Está constituida por areniscas cuarzosas, gris claro a blanco-amarillentas, de grano fino, compactas, estratificación delgada a gruesa (en algunos sitios oxidada dando apariencia rojiza), con intercalaciones delgadas de limolitas silíceas y lutitas negras. Su espesor varía de 100 a 120 m. Hubach (1.951) le dio una edad Campaniano – Maastrichtiano

Se encuentra distribuida en el municipio de Umbita hacia el noroeste atravesando las Veredas de Loma Gorda, Tásvita, Jupal, Rosal, Nueve Pilas, Chuscal, Molinos, Altamizal y Boquerón, y hacia el sur las Veredas La Palma y Sisa.

✿ Formación Guaduas (KTg)

Su nombre fue dado por Henttner A. (1.892) a una secuencia litológica que contiene mantos de carbón explotables, expuestos en la región de Guaduas (Cundinamarca) y que comprende todos los sedimentos que en la región de Bogotá están por encima del Grupo Guadalupe. Hubach, E. (1.957) restringió el sentido del Guaduas, quedando limitado en su parte inferior por el Guadalupe y en la superior por la Arenisca de El Cacho. Su localidad tipo la estableció entre los Boquerones de Lenguazaque y Guachetá.

Está constituida en la localidad de Umbita – Chinavita por 92 metros de arcillolitas grises oscuras a verdosas, con intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano fino; 24 metros de areniscas cuarzosas blancuzcas, de grano fino; 180 metros de arcillolitas grises y limolitas negras con concreciones arenosas de 0,05 a 0,1 metros de diámetro. En la parte media de este conjunto aparece un manto de carbón de 1,5 metros de espesor, lo mismo que intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano fino en capas de 0,05 a 1,0 metros de espesor; sobre este conjunto descansan 20 metros de areniscas

conglomeráticas y areniscas cuarzosas, blancuzcas, de grano medio a grueso; 130 metros de arcillolitas abigarradas con intercalaciones delgadas de areniscas cuarzosas de grano fino. Su espesor total es de 446 metros.

La Formación Guaduas es un clásico depósito de facies parálica, en lagunas y pantanos de gran extensión adyacentes a la línea de costa. Ha sido datada por Van der Hammen (1.957b, 88) como del Maastrichtiano Superior al Paleoceno Inferior con base en análisis palinológicos de los mantos de carbón.³ Aparece muy extendida en el área municipal de Umbita, hacia las Veredas Nueve Pilas, Loma Gorda, Jupal, Rosal, Chuscal, Centro, Bosque, Tambor Grande, Tambor Chiquito, Sisa, Sectores Tásvita, Gaunza y La Palma.

✿ **Formación Socha Inferior (Tpsi)**

Alvarado B. y Sarmiento R. (1.944) le dieron este nombre a un conjunto litológico de areniscas de grano medio hasta conglomeráticas, que aflora en la población de Socha Viejo (Boyacá). La unidad en la localidad de Pachavita – Chinavita – Tibaná está constituida por 45 metros de areniscas blanco amarillentas, grano grueso a conglomerático, con cantos subredondeados de cuarzo de tamaño grava; le suprayacen 45 metros de alternancia de areniscas conglomeráticas blancuzcas y arcillolitas abigarradas; el techo lo componen 90 m de areniscas cuarzosas blancuzcas amarillentas, de grano medio a grueso, con intercalaciones esporádicas de lentes conglomeráticos. Esta secuencia hace suponer que la formación se originó probablemente en facies de estuario, con episodios lagunares hacia la parte inferior. Su espesor total varía entre 100 y 175 metros.

Según Van der Hammen⁴ (1.955), ésta formación contiene polen fósil del Paleoceno Superior, por lo que se le asigna esa edad. De acuerdo con la asociación palinológica encontrada por Van der Hammen, el conjunto inferior de la Formación Socha Inferior se correlaciona con la mitad superior de la Formación Guaduas Superior y la Formación Arenisca de El Cacho, de la cuenca Bogotá – Tunja.



La Formación Socha Inferior también recibe el nombre de Areniscas de Socha y aflora en las Veredas Loma Gorda, Nueve Pilas, Bosque, Jupal, Rosal, Centro, Chuscal, Tambor Grande, Tambor Chiquito y Sisa; y sectores Tásvita, Los Puentes, Palo Caído y Gaunza.

Foto No. 2: Distribución General de las Rocas Terciarias. Se observan las Formaciones Socha Inferior (Tpsi) Socha Superior (Tps), Picacho (Tps) y Concentración (Toc), y el depósito de Coluvión (Qc) donde está el casco urbano de Umbita.

³ VAN DER HAMMEN y GARCIA C. Aplicación palinológica a la correlación de los mantos de carbón del yacimiento La Chapa. Acerías Paz de Río. (Boyacá). En Informe 1.087. Bogotá Servicio Geológico Nacional. 1.955.

⁴ VAN DER HAMMEN. Op. Cit. Pp. 91-93.

❁ **Formación Socha Superior (Tpss)**

El nombre ha sido dado por Alvarado B. y Sarmiento R.⁵ a una secuencia de estratos aflorantes al sur del pueblo de Socha Viejo (Boyacá). La Formación es predominantemente arcillosa y la componen tres partes. La superior de arcillolitas gris verdosas con manchas de color amarillo, lila y rojo, con ocasionales intercalaciones de bancos de arenisca blanca grisácea y amarillo, de grano medio a fino. La parte media, constituida litológicamente por arcillolitas grises habanas; en la parte inferior es altamente arenosa, dispuesta en capas de 0,04 a 0,05 metros. En la parte superior presenta dos bancos de arenisca blanca amarillenta, de grano medio a fino, con estratificación gradada, ondulitas y marcas de lluvia. En la carretera Pachavita – Tibaná el espesor medio de esta formación es de 400 metros. Su origen es predominantemente litoral, formada en lagunas litorales subsidentes. La edad, por su posición estratigráfica y según correlación palinológica, comprende todo el Paleoceno Superior. Es correlacionable con las Formaciones Bogotá y Arcillas del Limbo. También recibe el nombre de Arcillas de Socha, y aflora en las Veredas Bosque, Rosal, Centro, Tambor Grande y los sectores Sisa Medio, Los Puentes y Palo Caído,

❁ **Formación Picacho (Tep)**

El nombre fue dado por Alvarado B. y Sarmiento R.⁶ (1.944) para designar un conjunto de areniscas y conglomerados que afloran en la región de Paz de Río. Su localidad tipo ha sido establecida en el Cerro de Picacho, al norte de Betéitiva (Boyacá). En la localidad Chinavita – Umbita, la Formación Picacho está constituida por areniscas feldespáticas de grano medio a grueso, frecuentes intercalaciones de lentes conglomeráticos con cantos subredondeados a redondeados que alcanzan hasta 0.05 metros de diámetro, estratificación cruzada y gradada. En la parte media de esta unidad son perceptibles dos niveles arcillolíticos abigarrados con espesores variables entre 1 y 6 metros. Su espesor total alcanza los 220 metros.



Foto No. 3: Cresta Monoclinial conformada por el Cerro El castillejo en rocas de la Formación Picacho (Tep).

Van der Hammen establece una edad del Eoceno Inferior para ésta formación, que debió depositarse en un ambiente fluvial. Es correlacionable con la

⁵ ALBARADO B. y SARMIENTO R. Informe sobre los yacimientos de hierro, carbón y caliza de la región de Paz de Río (Boyacá). Servicio Geológico Nacional, informe No. 648. 1.944. Bogotá.

⁶ ALBARADO B. y SARMIENTO R. Op. Cit.

Formación Regadera de la Cuenca Bogotá – Tunja. Es fácil de encontrar en las Veredas Uvero y Centro, especialmente formando el cerro El Castillejo.

✿ **Formación Concentración (Toc)**

El nombre fue dado por Alvarado B. y Sarmiento R.⁷ (1.944) para representar un conjunto de arcillas y areniscas que descansan sobre la Formación Picacho. Su localidad tipo ha sido establecida a lo largo del Río Soápage, entre el Caserío de Concentración y el Puente del Uvo en la región de Paz de Río (Boyacá).

Está constituida por una alternancia de arcillolitas gris claro o rojizas y areniscas cuarzosas de grano medio a grueso; 30 metros de areniscas feldespáticas de grano medio a grueso con intercalaciones de lentes conglomeráticos; y 90 metros constituidos por una alternancia de arcillolitas, limolitas y areniscas arcillosas en estratos que varía de 0,1 a 2 metros de grosor. Presenta un espesor total de 650 a 700 metros, pero en el municipio de Umbita afloran aproximadamente 200 metros.

Se depositó en un ambiente lagunar continental a marino cenagoso. Van der Hammen le asigna una edad entre el Eoceno Medio y el Oligoceno. Únicamente se puede encontrar esta formación en la Vereda Uvero, al oriente del municipio de Umbita.

✿ **Depósitos Cuaternarios (Q)**

Corresponden a la acumulación de materiales poco consolidados, generalmente desordenados, aunque atendiendo al modo de transporte y sedimentación, algunos pueden estar estratificados. Hay que advertir que a lo largo de la mayoría de las laderas del municipio de Umbita aparece una gran cantidad de bloques de roca dura que alcanzan hasta 5 metros de diámetro, transportados por procesos glaciales y periglaciales, pero, debido al poco espesor de su acumulación, no son cartografiables a la escala de trabajo.

✿ **Depósitos de Coluvión (Qc)**

El coluvión es una acumulación de materiales rocosos, producto de la acción gravitacional sobre éstos, y corresponde a un depósito desordenado, bien de bloques, de clastos o de matriz, o bien de los tres juntos que ruedan por una ladera debido a su peso muerto no soportado, al superar las condiciones de fuerza cohesiva y fricción de las partículas. En general los trozos de roca pueden tener cualquier tamaño o forma y se depositan al pie de una ladera empinada. Dentro de este grupo se pueden citar los Depósitos de Talus, los Derrubios, los Flujos de Tierra, los Flujos de Suelo y otros flujos en los cuales el agua o el hielo no son el agente principal de transporte.

⁷ ALBARADO B. y SARMIENTO R. Op. Cit.

En general, este material es producto de la alteración in situ de la misma formación rocosa y posterior transporte por remoción en masa causada por efectos de gravedad ocurrida en épocas glaciales y postglaciales. Compuesto principalmente por fragmentos de diferentes tamaños de areniscas embebidas dentro de una matriz arcillo-limosa y/o limo-arcillosa.

El casco urbano de Umbita está fundado sobre uno de estos depósitos que alcanza hasta 50 metros de espesor; aparecen otros en las Veredas Chuscal y Nueve Pilas.

✿ Depósitos de Aluvión (Qal)

Las terrazas aluviales corresponden a acumulaciones detríticas en las márgenes de los ríos de mayor caudal acusando partes planas de fácil sedimentación, cubriendo las rocas y las estructuras del subsuelo; tienen mucho que ver con la acción de las glaciaciones, manifestándose en enormes crecidas de los cauces transportando grandes cantidades de materiales a altas velocidades, que son acumulados por pérdida de energía, y que posteriormente son erodados parcialmente, ya que su falta de consolidación los hace presa fácil de la erosión fluvial. Una pequeña terraza aluvial se puede observar en la desembocadura del Río Bosque al Río Garagoa, vía Umbita – Chinavita.

2.1.1 3 Tectonismo

En la región donde está ubicado el municipio de Umbita, los principales plegamientos siguen un rumbo NE, al igual que los fallamientos inversos más representativos, mostrando una dirección de esfuerzos tectónicos al NW, de común acuerdo con el choque de la Placa Suramericana con las Placas de Nazca y del Caribe, durante los últimos 22 millones de años (Mioceno – Reciente), permitiendo así el levantamiento de la Cordillera de los Andes (Orogenia Andina), y dependiendo de la cantidad de presión ejercida por el choque, la resultante de la acción de los esfuerzos tectónicos y la competencia de la roca para absorber dichos esfuerzos, se presentará en mayor o menor grado fracturamiento o trituración de los macizos rocosos, que en cierta forma, está condicionando la estabilidad de las laderas producto del modelamiento de las rocas por los agentes erosivos.

✿ Plegamientos

En general, las estructuras de plegamiento, Anticlinales y Sinclinales, siguen un rumbo NE, destacándose los siguientes:

- Sinclinal de Umbita: *estructura de tipo regional con dirección NE. El eje del sinclinal atraviesa las Veredas Bosque y Uvero en general; es una estructura*

regular no afectada por fallas regionales, sin embargo, según Naranjo y Flórez⁸ (1.995), el límite entre las Formaciones Socha Superior y Socha Inferior muestra replegamientos conformados por un anticlinal y un sinclinal tumbados (Vereda Bosque, Sector Llano Verde) debido justamente a la incompetencia y plasticidad de las arcillolitas de Socha Inferior que se desplazan sobre las areniscas competentes de Socha Superior. Téngase en cuenta que ésta complejidad tectónica local controla el deslizamiento de la Vereda Bosque, mostrando direcciones alternas de buzamiento de los estratos rocosos en el mismo sentido y en el sentido opuesto de la pendiente de la ladera.

Hacia profundidad las dos formaciones rocosas conservan la estructura sinclinal sin cambios tectónicos importantes. Afecta las formaciones Socha Superior (Tpss) en las veredas de Bosque y Tambor Grande, la formación Picacho en las veredas Centro y Uvero y la formación Concentración (Toc) en la vereda Uvero.

- **Anticlinal de Las Pavas:** estructura regional con dirección NE. Su eje pasa por la parte noroeste de del municipio de Umbita, afectando las rocas de las Formaciones Chipaque, Guadalupe Inferior y Arenisca Tierna. Atraviesa las Veredas Pavas, Molino y Nueve Pilas. Su flanco oriental es cortado por la Falla inversa de Tibaná.

- **Sinclinal de Nueve Pilas:** estructura local de dirección NE, ubicado en el bloque oriental de la Falla de Tibaná, cuyo núcleo lo conforman las rocas de la Formación Socha Inferior. Su eje atraviesa la Veredas Nueve Pilas y el sector Tásvita.

- **Anticlinal de Rosal:** estructura local de dirección NE, que afecta las rocas de la formación Arenisca Tierna y del Grupo Guadalupe. Su eje atraviesa las Veredas Loma Gorda, Jupal, Rosal y Chuscal, donde está cubierto por un depósito cuaternario.

- **Anticlinal de Caibo:** estructura de tipo local, con dirección NE, cuyo eje enfila a la Quebrada Caibo en la Vereda Tambor Chiquito y Sector La Palma. Su núcleo está conformado por las rocas de la Formación Guaduas, alcanzando buzamientos hasta de 40°.

- **Sinclinal de La Palma – Gaunza:** estructura local con dirección NE, cuyo núcleo está conformado por las rocas de la Formación Guaduas y que es la continuación tectónica del Anticlinal de Caibo hacia el oriente. Su eje atraviesa parte de los sectores Gaunza y La Palma.

⁸ NARANJO J.M. y FLÓREZ D.F. Estudio de Estabilidad Vereda Bosque Municipio de Umbita. U.P.T.C. Sogamoso – CORPOCHOVOR. 1.995. Pp. 17 – 19.

- **Sinclinal de Tásvita:** estructura local con dirección NE, con núcleo en las areniscas de la Formación Socha Inferior. Su eje atraviesa parte de las Veredas Loma Gorda y sector Tásvita. Está afectado en su flanco oriental por la culminación de la Falla de Tibaná.

⌘ **Fallamientos**

La falla es una rotura en las rocas a lo largo de la cual ha tenido lugar movimiento perceptible. Por lo general, asociados a una falla, se encuentran una serie de fracturamientos, que son los sitios de mayor debilidad de un macizo rocoso. Los fallamientos son muy importantes ya que muestran el comportamiento de los esfuerzos tectónicos, y a la vez, las elevadas magnitudes de estos esfuerzos para romper las masas de roca.

- **Falla de Tibaná:** falla inversa de orden regional, con dirección preferente N45°E y buzamiento medio de 60° al NW. Su salto vertical aproximadamente es de 200 m, montando las rocas del Grupo Guadalupe Inferior (Ksgi) sobre las de la Formación Arenisca Tierna (Ksgt). Su rumbo es paralelo al de las estructuras de plegamiento principales, por lo cual no trunca a ninguna de ellas. Conduce el cauce del Río Icabuco, a lo largo del cual es posible observar algunos escarpes de línea de falla. Atraviesa parte de las Veredas Boquerón, Altamizal, Chuscal y Nueve Pilas en donde está cubierta por la depositación de coluviones recientes.

- **Otros Fallamientos:** según el estudio de Naranjo y Flórez⁹ aparecen cinco fallamientos locales no cartografiados a 1:25.000, los cuales afectan el grado de buzamiento de los estratos de las Formaciones Terciarias en la Vereda Bosque. Una de las fallas se ubica hacia el límite con el sector Llano Verde, de dirección NE, muestra algunos escarpes de falla. Otra, sigue el curso del Río Bosque por un tramo antes de la desembocadura de la Quebrada Tásvita, con un buzamiento muy alto evidencia cambios litológicos a ambos lados del río. Las tres restantes controlan la estructura que conforma el cañón de la Quebrada Tásvita. Parece ser que estos fallamientos están controlando la estabilidad de ambas laderas del Río Bosque, especialmente desequilibradas en ese lugar.

2.1.2 Geomorfología (mapa No. 10)

La Geomorfología es el estudio científico de las formas de la tierra (geoformas) y de los paisajes. El término normalmente se aplica a la génesis y a la morfología dinámica (estructura cambiante y forma) de la tierra, pero también puede incluir la morfología del suelo oceánico y el análisis de terrenos extraterrestres. A veces comprendida en el campo de geografía física, la geomorfología realmente es el aspecto geológico del paisaje visible.

⁹ NARANJO J.M. y FLÓREZ D.F. Op. Cit. Pp. 18 – 21. Véase el Mapa Geológico Local de ese informe.

La geomorfología histórica confía en varios análisis cronológicos, especialmente aquéllos proporcionados por los estudios estratigráficos de los últimos 2 millones de años, conocidos como el Período Cuaternario. La cronología relativa normalmente puede ser obtenida por observación de relaciones estratigráficas, y los intervalos de tiempo involucrados se establecen entonces más precisamente mediante los métodos de datación, tales como archivos históricos, análisis del radiocarbono, número de anillos de los árboles (dendrocronología), y estudios del paleomagnetismo.

Aplicando tales métodos a los datos estratigráficos, una cronología cuantitativa de eventos es construida y permite calcular proporciones de cambio a largo plazo. Además, la geomorfología analiza procesos dinámicos contemporáneos que modelan el paisaje; los mecanismos involucrados –meteorización y erosión– combinan procesos que son en algunos aspectos destructivos y en otros constructivos. El macizo rocoso y el suelo proporcionan material pasivo y el régimen climático y la dinámica de la corteza terrestre proporcionan las variables activas principales.¹⁰

La identificación de las unidades geomorfológicas presentes en un área de trabajo contribuye al entendimiento de los problemas de estabilidad del terreno en general. Cada unidad presenta rasgos morfológicos particulares que la hacen susceptible a generar una serie de procesos morfodinámicos que la distinguen de las demás, mucho más cuanto que los agentes modeladores del paisaje siguen actuando lenta pero progresivamente, manifestándose a través de ciclos de degradación y acumulación. Las unidades geomorfológicas se han seleccionado de acuerdo con los rasgos genéticos del relieve¹¹.

2.1.2.1 Descripción de las Geoformas

Geomorfológicamente, las unidades de terreno dependen tanto de factores endógenos (constructores de corteza) como de factores exógenos (destructores de relieve) en constante disección. Como resultado de esta contraposición de fuerzas naturales pueden ahora registrarse una serie de geoformas diferentes todas en su génesis, dimensiones y distribución.

Las fuerzas endógenas crean las montañas a partir de petrogénesis y enviones tectónicos, mientras que las fuerzas exógenas, es decir, los agentes geomorfológicos, son las responsables de los procesos erosivos y los fenómenos de remoción en masa, afectando la superficie terrestre, degradándola o construyendo nuevos paisajes (ver mapa No.10).

¹⁰ "Geomorphology" Microsoft ® Encarta. Copyright © 1.993 Microsoft Corporation. Copyright © 1.993 Funk & Wagnall's Corporation. CD – ROM. Contributed by Rhodes W. Fairbridge M.A., Ph.D. Professor Emeritus of Geology, Columbia University, Assessor of Nature, Science and Scientific American.

¹¹ Los rasgos genéticos del relieve involucran tanto aspectos geológicos como fisiográficos. Los aspectos geológicos principales son la estructura y la litología; los fisiográficos clima actual, hidrología e indirectamente aspectos bióticos.

William Morris Davis¹², sostiene que las geoformas sufren un desarrollo a través de una sucesión predecible cíclica: la juventud, la madurez y la vejez.

★ **Formas de origen estructural**

- **Pendientes estructurales:**

son pendientes del terreno que siguen los planos de estratificación de las rocas duras fundamentalmente. Sus laderas son rectas o muy pocas veces irregulares según la variación de la disposición estructural de los estratos de roca. Observable en rocas del Grupo Guadalupe (eventualmente Formación Plaeners), Formación Guaduas medio, Formación Socha Inferior y Formación Picacho.



Foto No. 4: Pendientes Estructurales en rocas de la Formación Socha Inferior al sur de la Vereda Bosque.

- **Crestas Monoclinales y Espinazos Estructurales:** formas de origen estructural asociadas a fuertes pendientes y altos ángulos de buzamiento de la estratificación o estratificaciones invertidas. La cresta monoclinal resulta de la degradación o fallamiento de un anticlinal, cuyas laderas estructural y erosional (escarpe) tienden a ser regulares y escasamente disectadas debido a la uniformidad y dureza de las rocas que las conforman, mientras que el espinazo es un paisaje monoclinal constituido por estratos alternantes de diferente consistencia, dispuestos en la ladera estructural en un patrón escalonado de lascas triangulares o chevrones labrados por la escorrentía que hacen hasta la cumbre. El buzamiento de la ladera estructural es variable, en cambio el escarpe es abrupto e irregular por las cornisas que forman los estratos más consistentes. Los espinazos son notables en rocas de la Formación Arenisca Tierna y en el cañón que conforma la Quebrada Tásvita, mientras que la cresta monoclinal se observa fácilmente en el Cerro El Castillejo.

✧ **Formas de origen denudativo**

- **Abra:** truncamiento ortogonal de una cresta montañosa creado por acción

¹² American Geologist, en "Geomorphology" Microsoft ® Encarta. Op. Cit

del agua corriente encausada en torrentes, quebradas o ríos, que con el paso del tiempo evoluciona a un cañón.

- **Cañón:** garganta profunda creada por la acción erosiva de un torrente de agua. El mejor ejemplo de cañón está en la Quebrada Tásvita, en las Veredas Bosque y Loma Gorda.

- **Pared Rocosa, Escarpes y Frentes Estructurales:** son formas de origen denudativo, habitualmente en contrapendiente a la estratificación. Sus pendientes son fuertes, con laderas irregulares o rectas según exista erosión diferencial marcada o no. Se da en rocas del Grupo Guadalupe, Formación Guaduas Medio, Formación Socha Inferior y Formación Picacho.



Foto No. 5: Formas de origen denudativo. Pared rocosa en rocas de la Formación Socha Inferior (Tpsi), Cuchilla Pericos, Vereda Tambor Grande.

- **Talus / Cono de Escombros:** son depósitos de coluvión acumulados cerca de los sitios de quiebre de pendiente, causados por la caída de materiales rocosos de las partes altas de la montaña.

★ **Procesos de remoción en masa**

- **Reptación:** (del latín reptare igual a arrastrarse). Es un desplazamiento amplio, abierto, muy lento, casi imperceptible y superficial de partículas de suelo y detritos finos (en capas de algunos centímetros o decímetros de espesor), en el cual intervienen, además de la gravedad, varios factores difícilmente observables, como cambios de volumen de los materiales por variación de temperatura o humedad (hinchazón de ciertas arcillas), saltación de partículas por erosión pluvial, laboreo del suelo o acción biológica (Villota H, 1.991). La velocidad de desplazamiento disminuye con la profundidad, y ello

provoca una inflexión característica de los troncos de árboles, de los postes de luz, de las cercas, etc.(1)

- **Deslizamientos:** son fenómenos que están caracterizados por el movimiento relativo de masas debido a que las fuerzas de corte actuantes sobre éstas superan a las fuerzas resistentes de los materiales. Se presentan en cualquier tipo de material (suelo, roca, regolito o los tres). En un deslizamiento se pueden distinguir las siguientes partes: la corona o sitio donde se desprenden las masas; el cuerpo o masa desplazada formando zonas de acumulación; la pata o frente de avance; y por último, la superficie de falla que es el plano sobre el cual se desplazan las masas (Villota H, 1.991). De acuerdo con la superficie de falla se tienen dos tipos: deslizamiento planar y deslizamiento rotacional (2).

En un deslizamiento planar, los materiales consolidados o no, se deslizan muy rápido sobre un plano inclinado y lubricado, el cual puede corresponder a una ladera estructural de geoformas planas, o a un plano de falla, de esquistosidad o de exfoliación. Generalmente, cuando los materiales deslizados son mantos de meteorización forman depósitos abombados e irregulares en el fondo de la ladera más aún cuando el substrato está en estado líquido, formando un depósito caótico e irregular. Cuando los materiales deslizados corresponden a masas rocosas (con o sin un delgado manto de meteorización), estos se deforman menos en su parte central y la deformación máxima estará en la zona de despegue y en el frente de colisión (Villota H, 1.991). En todos los casos, queda en la parte superior de la ladera una cicatriz de despegue de forma semicircular o semirectangular, ligeramente deprimida, completamente desnuda de vegetación, también denominada circo de deslizamiento.(3)

Un deslizamiento rotacional es una forma más lenta y menos dramática de deslizamiento masivo que puede desarrollarse en unas semanas o unos pocos meses, y afecta comúnmente a materiales inconsolidados o mantos de meteorización con un substrato en estado plástico o líquido. La superficie de ruptura (y de deslizamiento) es cóncava hacia arriba o hacia abajo lo que permite diferenciarlo del deslizamiento planar. “Este fenómeno se inicia con la presencia de grietas en la superficie, a partir de las cuales se desarrolla simultáneamente un proceso desplazante hacia abajo con inclinación hacia atrás que generalmente es retrogresivo” (Villota Hugo, 1.991). Aunque es un movimiento más lento que un deslizamiento planar, igualmente puede ser muy destructivo (4).

¹ VILLOTA, Hugo. Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicas y Zonificación Física de las Tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Santafé de Bogotá D.C. 1.991.

2. Op Cit.

3. Op Cit

4. Op. Cit.

- **Terracetas y Patas de Vaca:** corresponden a fenómenos amplios de deformación laminar plástica, lenta, favorecida por discontinuidades litológicas, cuya secuencia determina a su vez discontinuidades en la permeabilidad del suelo. Ocurre en pendientes empinadas y muy empinadas (55-80% y mayores), por efecto combinado de la gravedad, agua del suelo y pisoteo del ganado, y afecta a materiales homogéneos poco plásticos que yacen sobre substratos arcillosos, plásticos. Se caracterizan por presentar por pequeños taludes que no muestran rupturas entre los peldaños. Cuando el proceso se agrava por sobrepastoreo, se producen frecuentes cizallamientos y los pequeños rellanos aparecen entonces separados por micro escarpes de alrededor de un metro de altura, constituyendo un micro relieve de terracetas. Ambas formas son frecuentes en laderas fuertes de montañas y colinas, con cobertura de pastos. En casos extremos pueden aparecer microdeslizamientos múltiples de tipo laminar (Villota H, 1.991). Las terracetas, como fenómeno individual, no son potencialmente destructivos por tratarse de un proceso lento; sin embargo, cuando se generan en laderas con pendientes fuertes se asocian a deslizamientos.

- **Flujo de Tierra:** El Flujo incluye varias formas de desplazamiento lento a rápido de materiales, cuesta abajo, por la acción conjugada de la gravedad y la saturación con agua, bien sea en estado plástico (solifluxión plástica; terracetas y patas de vaca; flujo terroso) o estado líquido (solifluxión líquida, coladas de barro). Los Flujos de tierra, según Skempton y Hutchinson, se refieren a movimientos moderados de materiales ablandados y meteorizados que se desarrollan en la pata de algunos deslizamientos. El flujo de tierra también se puede desarrollar independientemente y representa la transición entre un deslizamiento y un flujo de lodos, pues el rompimiento de la masa es menor y se mantiene la cobertura vegetal. Este movimiento puede ser muy rápido lo que facilita el transporte de bloques. Las fuertes lluvias facilitan la ocurrencia de este fenómeno pues pueden haber incrementos graduales de la presión de poros o la pérdida de la resistencia al cortante del suelo. El flujo de suelos está asociado a sectores afectados por deslizamientos y no es un proceso potencialmente destructivo como tal.

- **Erosión laminar:** se refiere a la remoción más o menos uniforme de una lámina delgada de suelo de una superficie inclinada, sin que se formen claramente canales de desagüe.



Foto No. 6 Erosión Laminar en frentes de roca, pequeños depósitos de talús, escarpes y comienzos de disección torrencial en las secuencias rocosas de la Formación Concentración (Toc), Vereda Uvero.

En la erosión laminar intervienen dos procesos erosivos fundamentales: el desprendimiento de partículas de suelo por la lluvia y el alejamiento de dichas partículas desde su emplazamiento primitivo por escurrimiento difuso¹.

★ **Formas de origen fluvial**

- **Cauce de río o quebrada:** es la línea curso seguido por el río desde su nacimiento hasta su desembocadura. Los arroyos que se conectan a éste a lo largo de su curso, forman el sistema del río. Las crestas convergentes que aportan agua al cauce, conforman la cubeta de desagüe del río.

- **Erosión fluvial lateral:** erosión causada por la curva externa del río, debido a que en este lugar la velocidad de flujo es mayor que en la parte interna de la curva, causando desprendimiento y arrastre del material ribereño.

- **Forma de los valles:** esta tiene que ver con el perfil transversal del cauce del río y sus riberas, que depende de la velocidad de flujo y del material rocoso que esté atravesando. Las formas de los valles son: en "V" labrados por cauces de montaña que horadan rocas duras; en media caña que son cauces de montaña que cruzan rocas poco resistentes a la erosión; y de fondo plano, tallado en regiones planas aptas para depositar materiales.

- **Terraza de Acumulación:** superficie plana que bordea un valle fluvial. Una terraza marca el nivel del suelo de un valle anterior. Geoforma correspondiente a una porción de espacio abierto, relativamente plana que tiene como eje a un curso de agua. Exteriorizando también uno o más niveles de terrazas de carácter deposicional o erosional.

La corriente de agua puede mostrar más de un patrón de cauce: rectilíneo, trezado, trezado-meándrico, meándrico, sin que exista un límite neto entre cada uno de ellos. Los conforman los Depósitos de Aluvión.

- **Lago Permanente:** cuerpo grande de agua fresca en el interior del continente, que no se seca en verano. La cubeta del lago ha sido formada por varios procesos geológicos como ajuste de las rocas estratificadas en los grandes plegamientos, desplazamiento de grandes masas de roca por fallas, y obstrucción de valles por derrumbamiento. Los lagos también se forman por glaciación; los glaciares tallan la cubeta horadando el lecho de roca descubierto y redistribuye el material suelto.

¹ VILLOTA, Hugo. Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicas y Zonificación Física de las Tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Santafé de Bogotá D.C. 1.991.

★ **Formas de origen Periglacial**

- **Bloques erráticos:** son aquellos bloques angulares arrancados de las partes altas de las montañas durante la última era glaciaria, por acción mecánica del hielo congelado en las grietas de las rocas. Éstos caen sobre la masa de hielo que, por aumentar su peso, se desprende formando un glaciar que los arrastra progresivamente ladera abajo, hasta que éste se funde convirtiéndose en agua corriente, dejando los bloques depositados en cualquier lugar de la cuesta en forma errática.

★ **Morfometría**

- **Línea de arista afilada:** dícese de la línea divisoria de aguas de las cuencas que son bastante aguadas debido al control estructural que poseen: Por un lado una pendiente estructural y por el otro un frente de roca o contrapendiente.

- **Crestas redondeadas y pedimentos:** en rocas de no muy alta resistencia a la denudación, las crestas se manifiestan redondeadas y las vertientes forman aplanamientos del substrato rocoso adquiriendo finalmente una topografía de glacis o pedimento (plano inclinado), con laderas rectas mayormente o irregulares según la densidad del drenaje. En general sus rangos de pendiente son suaves.

- **Terrenos ondulados:** provenientes de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o aplanamiento diferencial de montañas y colinas. Sus rangos de pendientes son muy irregulares. Generalmente se desarrollan en rocas de tipo arcilloso o desintegradas de las Formaciones Chipaque, Guaduas Inferior y Superior, Socha Superior y Concentración.

- **Laderas irregulares:** se originan en los suelos residuales, generando superficies suaves onduladas con pendientes moderadas y crestas redondeadas. Son más comunes en los Suelos Residuales del Cuaternario.

- **Laderas de acumulación:** corresponde a laderas agradacionales, es decir, formadas por acumulación de materiales inconsolidados heterogéneos en su estructura y su composición, mostrando crestas redondeadas y pendientes suaves algo irregulares. Aquí entran los depósitos Cuaternarios de Coluvión.

- **Valles de planicie:** geoforma correspondiente a una porción de espacio abierto relativamente plano que tiene como eje a un curso de agua. Muestra además uno a más niveles de terrazas de carácter deposicional o erosional. La corriente de agua puede mostrar más de un patrón de cauce: rectilíneo, trenzado, trenzado-meándrico, meándrico, sin que exista un límite neto entre cada uno de ellos. Los conforman los Depósitos de Aluvión.

2.1.2.2 Análisis de las pendientes (mapa No. 9)

Las pendientes de un sitio geográfico son el resultado de una serie de procesos geomorfológicos modeladores del paisaje. El Mapa de Pendientes, generado a partir de ciertos rangos de variación de éstas, deja visualizar la morfografía y el relieve, convirtiéndose en una herramienta útil para la clasificación de las unidades de terreno y para el desarrollo del mapa de amenazas geológicas, así como para la definición de los usos potenciales del suelo (ver mapa No. 9).

⌚ Pendientes entre 0 y 3%

Comprende zonas planas o casi planas, en donde no se observan procesos denudativos, y en donde se puede cultivar y construir sin problemas.

⌚ Pendientes entre 3 y 7%

Corresponde a zonas levemente proclives que pueden presentar cierto grado de erosión del suelo. En esta zona se puede cultivar sin problema y realizar construcciones sin mayores exigencias. Son transitables y laborables sin ninguna dificultad bajo condiciones secas.

⌚ Pendientes entre 7 y 12%

Corresponde a zonas onduladas y/o proclives en las cuales se pueden desarrollar movimientos de masa de diferentes clases pero de baja velocidad y procesos erosivos como erosión laminar y erosión difusa. Muestra condiciones similares al rango anterior pero con menos facilidades para la explotación agrícola.

⌚ Pendientes entre 12 y 25%

Corresponde a un terreno levemente empinado que puede presentar movimientos en masa de todos los tipos, especialmente soliflucción periglacial, reptación, erosión laminar y en surcos y ocasionalmente deslizamientos. Se deben tener muchas precauciones para el cultivo.

⌚ Pendientes entre 25 y 50%

Se trata de sectores moderadamente empinados en donde se pueden desarrollar procesos denudacionales intensivos de diferentes clases (cárcavas, surcos, reptación, deslizamientos, etc.). Es imposible cultivar sin terraceo y es difícil el acceso para tractores y otros vehículos; en ocasiones se limita al arado. Existe un peligro extremo de erosión del suelo.

⌚ Pendientes entre 50 y 75%

Corresponde a terrenos empinados en donde se encuentran afloramientos rocosos y se pueden desarrollar procesos denudacionales intensos. Es viable la plantación de bosques e impracticable la agricultura. Es imposible el tránsito de vehículos o tractores.

🕒 **Pendientes mayores al 75%**

Son terrenos muy empinados a extremadamente empinados en donde se observan afloramientos de roca y procesos denudacionales fuertes, especialmente desgaste de paredes y caída de bloques. El laboreo agrícola es imposible y la cobertura forestal limitada.

TABLA No. 1: VEGETACION CLASICA DE ACUERDO A LA PENDIENTE

RANGO PENDIENTE	VEGETACION Y CULTIVOS COMUNES
0 – 3% (0° - 2°)	Bosques, maíz, frijol, hortalizas, plátano, frutales, café, pastos, cacao; tractor.
3 – 7% (2° - 4°)	Bosques, maíz, frijol, hortalizas, plátano, frutales, café, pastos, cacao; arado.
7 – 12% (4° - 7°)	Bosques, maíz, frijol, hortalizas, plátano, frutales, café, pastos, cacao; arado.
12 – 25% (7° - 14°)	Bosques, café, pasto, cacao; Con arado y terrazas.
25 – 50% (14° - 27°)	Bosques, café, pasto de corte, pasto sin sobrepastoreo, arado muy limitado.
50 – 75% (27° - 37°)	Bosque productor y alguno frutales especialmente arbóreos.
Mayor a 75% (>37°)	Bosques protectores y/o nativos.

Fuente: Oscar Armando Bravo Niño, Sistema Físico E.O.T. Umbita, 1999.

2.1.2.3 Unidades geomorfológicas

A partir de los rasgos genéticos del relieve observables, se ha dividido el área de Umbita en diferentes unidades, de acuerdo con sus características morfométricas, morfogenéticas y morfodinámicas según se muestra en la Tabla No. 2 (véase mapa Geomorfológico No. 10) así:

*** Montañoso de control estructural con disección torrencial (Medt)**

El relieve montañoso de control estructural con disección torrencial muestra geoformas del tipo escarpadas y recias, siguiendo direcciones claras de estructuras geológicas de plegamiento y diaclasamiento. Presentan generalmente pendientes fuertes y materiales consolidados de roca dura. Además, en las partes bajas cerca de los cauces, las laderas se hacen menos empinadas y más irregulares con algunas rupturas de pendiente y fenómenos de remoción en masa asociados a materiales plásticos incompetentes y a la torrencialidad de los cauces de las quebradas.

Corresponden a las montañas cuyas alturas y formas se deben al plegamiento de las rocas, afectadas en grado variable por denudación, conformando un relieve de crestas afiladas paralelas separadas por depresiones igualmente paralelas, que se prolongan linealmente, siguiendo un rumbo rectilíneo o sinuoso, prácticamente sin ramificaciones laterales¹³. Es probable encontrar planicies en rocas de erosión en rocas lodolíticas y arcillolíticas, con bloques de roca transportados por glaciación, seguidas de laderas algo empinadas onduladas y disectadas, por coronar en rocas de tipo arenoso, según los ejes de las estructuras plegadas: Sinclinales y Anticlinales generalmente degradados.

En Umbita estas montañas, formadas por las rocas areniscas en la parte alta y arcillolíticas en la parte baja principalmente, del Grupo Guadalupe, Formaciones Guaduas. Se muestra en las Veredas Chuscal, Molino, Nueve Pilas, Boquerón, Pavas y Altamizal; en la cuenca del río Icabuco.

*** Colinado de Control Estructural Plegado (Cep)**

El relieve colinado de control estructural deja ver formas onduladas en los sitios de pendiente moderada y planicies en los de pendiente suave. Sus crestas son generalmente redondeadas e involucran materiales especialmente de tipo arcilloso y arenosos friables.

Abarca geoformas de Terrenos Ondulados y es muy probable encontrar procesos morfodinámicos de erosión concentrada. Esta unidad geomorfológica se da en rocas areniscas desmenuzables, arcillolitas y limolitas de las Formaciones Picacho y Concentración, comunes en la Vereda Uvero.

*** Denudacional residual y depositacional en laderas y valles (Drd)**

En las laderas se han encontrado una serie de geoformas relacionadas con denudación o acumulación según los agentes geomorfológicos actuantes; Los valles coluviales producidos por energía gravitatoria están enclavados a lo largo de las montañas y colinas; el material rocoso generado por los movimientos de masa generalmente están llenando estos valles. Por último el factor antrópico ha originado formas específicas reflejadas en rellenos y aplanamientos.

Esta unidad se encuentra en la parte sur del municipio, en la cuenca del río Bosque.

¹³ VILLOTA, Hugo. Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicas y Zonificación Física de las Tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Santafé de Bogotá D.C. 1991.

TABLA No. 2: DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

UNIDAD GEOM.	RASGO GENET. CLAVE	GEOFORMAS MAS COMUNES	MORFOMETRIA	PROCESOS MORFODINAMICOS
Medt	MONTAÑOSO DE CONTROL ESTRUCTURAL CON DISECCIÓN TORRENCIAL	ESCARPES Y FRENTE DE ROCA	Crestas agudas, pendientes rectas regulares > 70%, drenaje angular, valles en V.	Caidas de roca latentes y activas, erosión diferencial. Veredas Altamizal, Pavas y Nueve Pilas
		PENDIENTES ESTRUCTURALES	Crestas agudas, pendientes rectas variando según ángulo de buzamiento, drenaje subparalelo, valles en V y media caña.	Probablemente deslizamiento translacional y caídas de roca, erosión hídrica concentrada, erosión laminar. Veredas Pavas, Nueve Pilas y Altamizal.
		PENDIENTES IRREGULARES ONDULADAS	Crestas angulares o redondeadas, pendientes irregulares > 15%, drenaje dendrítico, valles en V y media caña.	Deslizamientos, reptaciones y flujos de lodo y tierras, erosión hídrica concentrada en surcos y cárcavas, erosión laminar. Veredas Molinos y Pavas
		LÍNEAS DE ARISTA AFILADA ESPINAZOS ESTRUCTURALES	Crestas agudas, escarpes y laderas estructurales. Pendientes > 70%, drenaje angular subparalelo, valles en V.	Caidas de roca, erosión hídrica concentrada, erosión laminar. Veredas Pavas y Nueve Pilas
		VALLES DE PLANICIE	Pendientes rectas de hasta 15%, valles de fondo plano.	Socavación lateral, terrazas de erosión y acumulación. Veredas Uvero y Juncal.
Cep	COLINADO DE CONTROL ESTRUCTURAL PLEGADO	TERRENOS ONDULADOS	Crestas angulares o redondeadas, pendientes irregulares > 15%, drenaje dendrítico, valles en V y media caña.	Probablemente deslizamientos y flujos de lodo y tierras, erosión hídrica concentrada en surcos y cárcavas, erosión laminar. Vereda Uvero.
Drd	DENUDACIONAL RESIDUAL Y DEPOSITACIONAL EN LADERAS Y VALLES	LADERAS IRREGULARES	Crestas redondeadas, pendientes irregulares pero homogéneas, hasta 40%, drenaje dendrítico a subdendrítico, valles en media caña.	Probablemente deslizamientos rotacionales y algunos flujos de materiales, erosión hídrica concentrada en surcos y cárcavas, erosión laminar. Vereda Rosal, Jupal, Bosque.
		LADERA DE ACUMULACIÓN	Crestas redondeadas, pendientes regulares, algunas veces rectas de hasta 70%, drenaje poco denso, valles en media caña.	Erosión en surcos y algunas veces cárcavas, erosión laminar, exiguos deslizamientos y flujos de materiales. Vereda Sisa Sector Juncal.

Fuente: Adaptado para el presente estudio, de Villota.

2.1.2.4 Procesos Morfodinámicos

Éstos tienen que ver con el ciclo erosivo, el cual empieza con el levantamiento del terreno; los ríos disectan las montañas modelando valles, colinas, escarpas, cuevas y otros sinnúmero de formas del relieve. Al final del ciclo los montes están desgastados y queda un plano nivelado: una penillanura. Las serranías y colinas del municipio de Umbita se encuentran en el estado de disección de montaña, buscando desgastarse para llegar a la fase final del ciclo lo que obviamente aún está lejos de suceder.

En los procesos geomorfológicos, la gravedad es el factor de energía esencialmente invariable; el segundo, es el flujo de energía proporcionado por la radiación solar al ciclo hidrológico que involucra evaporación de agua del océano, transporte atmosférico de agua, precipitación como lluvia o nieve, y un retorno al océano por varios procesos. Un tercer factor de energía es el flujo de calor del interior de la tierra. Aunque de una magnitud considerablemente menor que la energía solar, este flujo de calor es finalmente responsable de crear las estructuras geológicas como las fallas, pero las proporciones de cambio tienden a ser bastante bajas (normalmente menos de 1 mm por año). Localmente, se concentra el flujo de calor del interior en erupciones de magma (roca fundida), que produce una variedad de geformas volcánicas.

🔑 Meteorización y erosión

La meteorización es la fragmentación, desgaste y corrosión de las rocas de la superficie de la Tierra o cerca de ésta; La meteorización se da a menudo por la combinación de tres procesos: el proceso mecánico, como en el crecimiento de hielo o cristales de sal; el proceso químico, como en soluciones de ácido-agua que tienden a disolver minerales como calcita y feldespatos; y el proceso biológico, como el efecto de las raíces de las plantas que generan energía mecánica y química. La erosión es el dislocamiento, remoción, y transporte de material en solución o en forma de partículas. La energía para lograrlo es proporcionada por las gotas de lluvia, agua corriente, viento, olas, o simplemente la gravedad (como en un deslizamiento).

La erosión del suelo inducida por acción antrópica es un rasgo del presente y de los últimos milenios, porque el despeje de los terrenos de vegetación nativa o el apacentamiento excesivo de animales domésticos expone al suelo a la erosión intensa.

En los cinturones estructurales activos como en montañas juveniles que coincidan con los límites de placas tectónicas que recientemente chocaron o se hundieron, las proporciones de la erosión pueden ser enormes.

De todos los procesos que actúan en la superficie de la tierra, la lluvia y los ríos son los agentes erosivos más vigorosos. En contraste, aunque la acción de las olas en una costa rocosa es a menudo impresionante, la proporción de

retirada de la línea de marea baja generalmente es muy lenta. Las dunas de arena en el Sahara también son impresionantes, pero la arena es sólo una capa relativamente delgada; y las morrenas depositadas por glaciares continentales gigantes son igualmente un trozo superficial de tierras antiguas. En general, sin la interferencia humana, el paisaje es estable.

🔗 Fenómenos de remoción en masa

Los movimientos de remoción en masa son fenómenos causados por la acción de múltiples factores. Excluyendo los lahares, originados casi exclusivamente durante las erupciones volcánicas explosivas, los deslizamientos ocurren por agentes disparadores que actúan en zonas donde las condiciones de estabilidad son desfavorables. Además, en el caso de los deslizamientos interviene la actividad del hombre, tanto como agente estabilizador, como desestabilizador de los terrenos.

Por lo anterior, la previsión de la ocurrencia del fenómeno es, hoy por hoy, uno de los más difíciles problemas dentro de la prevención de amenazas naturales.

La mayor parte de los deslizamientos son fenómenos repetitivos que ocurren en terrenos coluviales removidos, o en depósitos sueltos de ladera, o en rocas fracturadas, donde las condiciones de estabilidad están sujetas a la acción de factores locales directos, como los agentes hidrológicos, los meteorológicos y las características litológicas del terreno, y de factores indirectos, como los sismos y el factor antrópico. Cualquiera de las causas, directas o indirectas, pueden desencadenar el movimiento en masa en un momento no definido.

El análisis histórico y prehistórico de los deslizamientos es necesario para conocer el tipo, las características morfológicas y la evolución del fenómeno, sin garantías de que el pronóstico de futuros movimientos sea correcto (Véase Mapa Geomorfológico No. 10). A continuación se describe la presencia de fenómenos de remoción en masa en el territorio de Umbita:

☞ **Deslizamiento de El Bosque:** movimiento complejo (deslizamiento compuesto) de las arcillolitas violáceas de la Formación Socha Superior. Afecta el suelo y la cobertura vegetal, así como algunas viviendas ubicadas en la parte alta que muestran cierto grado de agrietamiento en la estructura debido a fuerzas de tensión originadas por la inestabilidad de la ladera. Está ubicado en la Vereda Bosque donde localmente la tectónica es compleja mostrando inversión de estratos y algunos fallamientos¹, lo que conlleva a que exista un alto fracturamiento, de donde se deduce que la principal causa es el tectonismo y el factor detonante la saturación del material rocoso debido a la alta humedad climática allí reinante. La dirección del movimiento es Norte ± 15°.

¹ CF. Cap. 3 Geología – Tectonismo y NARANJO, J.M. y FLOREZ, D.F. Estudio de Estabilidad Vereda Bosque. Op. Cit.

Dice la gente que “el movimiento se originó hace unos 45 años y progresivamente se ha hecho más grande afectando gran parte de la ladera derecha del río Bosque”. No obstante, en la margen izquierda del mismo río se perciben con facilidad algunos lugares inestables que al parecer obedecen a las mismas causas del gran movimiento. Se han industrializado obras de control especialmente para canalización del agua pero por falta de mantenimiento, se encuentran taponadas.



Foto No. 7 Deslizamiento El Bosque. Inestabilidad de la margen derecha del Río El Bosque.

A no ser que se diseñe cierta cantidad de obras de control y monitoreo, se espera que el movimiento siga avanzando progresivamente, en especial durante las temporadas de lluvia cuando aumenta su velocidad, pero, en general el movimiento es bastante lento, ya que los materiales rocosos que lo componen son principalmente de tipo plástico bastante cohesivos.

☞ **Reptación de El Carmelito:** desplazamiento amplio, abierto, muy lento, casi imperceptible y superficial de partículas de suelo y detritos finos, en el cual intervienen, además de la gravedad, varios factores difícilmente observables, como cambios de volumen de los materiales por variación de temperatura o humedad (hinchazón de ciertas arcillas), saltación de partículas por erosión pluvial, laboreo del suelo o acción biológica (Villota H, 1.991).

Este movimiento de masa se encuentra en la Vereda Jupal, cerca de su escuela, en la margen izquierda del Río Bosque, afectando la ladera que va desde la carretera a la Escuela Jupal hasta el mismo río, en rocas plásticas arcillosas de la Formación Socha Superior, ondulando el terreno e inclinando los árboles. Dice la gente que el movimiento inició hace unos 15 años, pero es probable que se estuviera moviendo desde antes sin que fuese percibido por los moradores del lugar. Su control es bastante complicado ya que obedece a múltiple cantidad de variables y, sobre todo, a la acción antrópica, que tiende a ser bastante aleatoria para la previsión de eventos naturales.

☞ **Reptación El Tambor:** al igual que el anterior evento natural, éste obedece al arrastre lento del suelo hasta cierta profundidad ladera abajo, y es perceptible en ambas márgenes del río bosque, cerca de la Escuela de Tambor Grande, en las rocas arcillolíticas plásticas de la Formación Socha Superior. Su control también es bastante difícil, por las mismas razones objetadas en el movimiento de El Carmelito.

☞ **Reptación Caibo:** en la margen izquierda de la Quebrada Caibo, en la Vereda Tambor Chico, un desplazamiento amplio, muy lento y superficial del material arcilloso de la parte superior de la Formación Guaduas, con las mismas características y complejidad de los movimientos El Carmelito y El Tambor.

☞ **Deslizamiento de Raboemacho:** movimiento de masa de material rocoso de la Formación Guaduas en la parte baja de la Quebrada Raboemacho, cerca de la desembocadura al Río Garagoa. Sus causas principales son la saturación del material debido a la alta humedad, la elevada pendiente superior al 15% y la plasticidad de las arcillolitas de la parte superior de la mencionada formación. Está afectando el suelo y la cobertura vegetal, así como a parte de la vía a Juncal desde la troncal a Chinavita; el movimiento es lento debido justamente a las arcillolitas plásticas, pero, en épocas de intensa lluvia es probable que la rata de desplazamiento aumente considerablemente gracias al aumento en la presión de poros por la saturación del suelo y las fisuras de las rocas. El movimiento se puede controlar si se manejan correctamente las aguas con geodrenes y subdrenes y además si se diseñan algunos muros de contención.

☞ **Deslizamiento de La Arenera:** remoción de arenas “licuadas” de la Formación Picacho(Tep), a causa de acciones antrópicas en el talud. Está ubicado en la explotación minera cerca de confluencia del Río Bosque al Río Garagoa en la Vereda Uvero. La causa principal es la sobresaturación de las arenas por una acequia construida en la parte superior de la mina, conjugada con la explotación antitécnica de las arenas que disminuye las condiciones de estabilidad del talud. El agua de saturación minimiza las propiedades de resistencia de las arenas, consistentes en la fricción entre los granos y la cohesión de la matriz y cemento que los unen.



Foto No. 8 Deslizamiento causado por saturación de arenas, cerca de la confluencia del Río El Bosque en el Río Garagoa.

El movimiento es fácilmente controlable si se adecuan los taludes a partir de diseños de explotación técnica y dominando el flujo del agua que satura las arenas con tuberías o canales de desviación. El movimiento a afectado la vía Tibaná – Chinavita y a la mina dificultando la explotación.

☞ **Deslizamiento de La Recebera:** movimiento de masa de material rocoso

suelto, causado por saturación del talud en rocas de la Formación Plaeners del Grupo Guadalupe Inferior. Ubicado en la recepera del municipio, el movimiento afecta la vía Umbita – Villa Pinzón, y se ha generado por la colmatación de agua aportada por una cañada que escurre a través de la explotación minera. Siendo las rocas de esta formación unas lodolitas silíceas fracturadas prismáticamente, se hace muy fácil que el agua penetre por las fisuras y reduzca las propiedades de resistencia del material y de las discontinuidades estructurales (fricción y cohesión), que se desestabilizan gracias a que la explotación minera mal dirigida ha aminorado las condiciones de equilibrio natural de la ladera. El movimiento se puede controlar si se adecuan los taludes a partir de una explotación tecnificada y a la vez si se logra dominar la dirección de flujo de la cañada evitando la saturación del suelo.

☞ **Reptación del ITA:** movimiento de masa en un depósito de coluvión antiguo que está afectando los terrenos del Colegio Agrícola de Umbita. Es un movimiento progresivo causado por disminución de las condiciones de estabilidad de la ladera en las dos márgenes del Río Icabuco, seguramente por acción antrópica de explotación agropecuaria, a lo que se puede sumar la saturación del suelo por la infiltración de agua proveniente de los estanques excavados cerca del lugar. Debido a la heterogeneidad del material que compone el movimiento, se hace difícil predecir su comportamiento; sin embargo, es posible controlarlo con obras civiles de contención como canales periféricos de control de escorrentía, geodrenes y subdrenes y muros de concreto o de gaviones según las presiones laterales que se estén generando.

☞ **Deslizamientos de Altamizal:** pequeños movimiento de masa presentados en rocas del Grupo Guadalupe Inferior, a orillas del Río Icabuco en la Vereda Altamizal. Al parecer la causa es la saturación de los materiales rocosos, combinada con la pendiente elevada mayor del 15% y algunas actuaciones antrópicas de construcción civil y desarrollos agropecuarios.



Foto No. 9: Deslizamiento de Altamizal. Grieta causada por deslizamiento en la margen derecha del Río Icabuco, al norte del Municipio.

Son movimientos bastante lentos, sin embargo, es muy probable que su tasa de desplazamiento se incremente en épocas de elevadas precipitaciones. Son bastante controlables estos deslizamientos efectuando unas cuantas obras de

control de agua perimetral y algunos muros de contención diseñados para disminuir la velocidad de corrimiento.

☞ **Flujo de Tierra de Loma Gorda:** el flujo incluye varias formas de desplazamiento lento a rápido de materiales, cuesta abajo, por la acción conjugada de la gravedad y la saturación con agua. Éste se presenta en la Vereda Loma Gorda afectando las dos vías que van desde El Centro hasta esta Vereda, causado por la apertura de la vía superior que ha botado indiscriminadamente material ladera abajo afectando tanto el suelo como la cobertura vegetal y aumentando la probabilidad de desestabilización del talud.



Foto No. 10: Flujo de tierra visible entre la vía que conduce a la Vereda Loma Gorda.

☞ **Otros Movimientos:** existen en el municipio de Umbita algunos otros movimientos de materiales tanto de suelo como de roca debidos a la combinación casi aleatoria de diversas variables: Tipo de material, grado de saturación, presión de poros, tectonismo, estructura y composición, rango de pendientes, cantidad de precipitación y actividades antrópicas entre otras. Sin embargo, su tamaño no es suficientemente grande para ser cartografiado a escala de trabajo (1:25.000), que necesita mínimo 100 m en el terreno para obtener 4 mm en el plano. Estos movimientos de materiales son más perceptibles en las vías carretables que generalmente descomponen las condiciones de estabilidad natural de los taludes: la vía al Alto El Volador, la vía a la Escuela Loma Gorda, la vía a Tambor Chiquito y La Palma por mencionar algunas, son ejemplos de estos eventos naturales.

2.1.2.5 Morfometría de las Cuencas¹

Los parámetros morfométricos de una cuenca permiten establecer sus características geométricas, las cuales determinan la susceptibilidad que ésta tiene para presentar eventos de inundaciones. Existen dos tipos de inundaciones²: las inundaciones repentinas o Avenidas Torrenciales, que son

¹ ALVARADO, Sonia y BRAVO, Lily. Evaluación Geológica para la Elaboración del Mapa de Amenazas Geológicas del Municipio de Ventaquemada. U.P.T.C. Sogamoso. 1.999.

² RAGING PLANET. "Planeta Feroz – Inundaciones". © y Producido por Discovery Communications Inc, 1.998.

catastróficas y mortales; y las grandes y lentas inundaciones en las cuales los caminos se anegan, las cosechas se arruinan y el comercio se detiene.

Debido justamente a la topografía montañosa del municipio de Umbita, no es probable que se presenten las grandes y lentas inundaciones; al contrario, las avenidas torrenciales merecen una atención especial puesto que son muchos los cauces que riegan al municipio y la mayoría de ellos muestran evidencias de antiguas crecidas impetuosas según los depósitos de materiales rocosos observables en sus riberas. La división de las cuencas del municipio de Umbita se muestra en la tabla No. 3 y los parámetros morfométricos determinados para todas las cuencas del municipio están descritos en la tabla No. 4.

Según la Ley de Playfair (1.802), “cada río consiste en un tronco principal alimentado por una serie de ramas cada una de las cuales discurre por un valle proporcionado a su tamaño y todos ellos juntos forma un sistema de valles conectados unos a otros y con un ajuste tan perfecto de sus declives que ninguno de ellos se une al valle principal a un nivel demasiado alto ni demasiado bajo, hecho que sería completamente improbable si cada uno de estos valles no fuese el producto del trabajo de excavación de los ríos que corren por él”¹.

📍 Área de la Cuenca

El área de la cuenca se ha obtenido de acuerdo al promedio de las mediciones realizadas con el Planímetro. La cuenca está limitada por las divisorias de aguas hasta la desembocadura del río o quebrada. El área se da en Km².

📍 Perímetro de la Cuenca

Longitud medida en el contorno de la cuenca, es decir por las divisorias de aguas que la limitan, y está dada en Km.

📍 Elongación de la Cuenca

Está definida por una serie de parámetros que determinan la forma, alargamiento y geometría de la cuenca, y son:

¹ Revista Cartográfica N° 60. Julio – Diciembre de 1.991. Instituto Panamericano de Geografía e Historia.

TABLA No. 3: DIVISIÓN DE LAS CUENCAS - MUNICIPIO DE UMBITA

GRAN CUENCA	CUENCA	SUB-CUENCA	MICROCUENCA		ÁREA (Km ²)	% DE AREA		
<i>Río Meta</i>	<i>Río Upía</i>	<i>Río Guavio</i>	<i>Río Garagoa</i>	<i>Río Bosque</i>	<i>Quebrada Caibo</i>	11,06*	7,4 %	
					<i>Quebrada Colorada</i>	13,93*	9,4 %	
					<i>Quebrada Tásvita</i>	11,41*	7,70 %	
						55,01	37,12%	
					<i>Río Icabuco</i>	42,21	28,62%	
					<i>Quebrada Suaneca</i>	3,94	2,66%	
						<i>Quebrada Los Confines</i>	6,02	4,06%
						<i>Quebrada Raboemacho</i>	4,39	2,96%

Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial, Umbita 1999.

* Área incluida en la microcuenca del Río Bosque

– **Longitud de la corriente principal (Lb).** Medida planimétrica del cauce principal en Km.

– **Razón de elongación (Re).** Relaciona el diámetro de un círculo de área (A) igual a la de la cuenca y la longitud de la cuenca (Lb).

$$Re = \frac{D}{Lb}$$

$$\text{Donde: } D = 2 \times \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$Re > 1$: Cuenca Redonda

$Re = 1$: Cuenca Semirredonda

$Re < 1$: Cuenca Alargada

– **Factor de forma (Rf).** Esta variable evalúa la elongación de la cuenca de drenaje.

$$Rf = \frac{A}{Lb^2}$$

$Rf > 0,8$: Cuenca Circular

$Rf = 0,8$: Cuenca Semicircular

$Rf < 0,8$: Cuenca Ovalada

– **Amplitud de la cuenca (W).** Es la relación entre la superficie de la cuenca con la longitud de la misma. Este factor permite conocer la escorrentía

superficial y en qué grado o proporción se concentran las lluvias en un determinado punto de la cuenca.

$$W = \frac{A}{Lb}$$

$W = 1$: Tiempo de concentración de escorrentía muy rápido

$W < 1$: Tiempo de concentración de escorrentía crítico.

$W > 1$: Tiempo de concentración de escorrentía normal a lento.

– **Coficiente de compacidad (C).** Esta variable compara el perímetro de la cuenca con la longitud o perímetro asociado. Permite conocer la forma de la cuenca.

$$C = \frac{P}{2 \times \sqrt{\frac{A}{\pi}}}$$

$C = 1$: Cuenca de forma compacta redonda.

$C = 1,20$: Cuenca semicompacta semioxal redonda

$C = 1,50$: Cuenca semicompacta oblonga

$C > 1$: Cuenca semicompacta rectángulo – oblonga

– **Coficiente de redondez (K).** Relaciona la longitud de la cuenca, con el área de la misma. Permite conocer la forma de la cuenca

$$K = \frac{Lb^2}{4A}$$

$K = 1$: Redonda

$K > 1$: Semirredonda

$K < 1$: Irregular

– **Ancho mayor de la cuenca (l).** Medida planimétrica en Km del ancho de la cuenca tomada como la mayor distancia ortogonal a la dirección preferente de la corriente principal.

– **Índice de alargamiento (Ia).** Relaciona entre la longitud de la corriente principal de la cuenca (Lb) y su ancho mayor (l).

$$Ia = \frac{Lb}{l}$$

– **Índice de homogeneidad (Ih).** Es la relación entre el área de la cuenca (A) y el área de un rectángulo (Az) obtenida por el producto de la longitud de la corriente principal (Lb) y el ancho mayor (l). Permite definir su torrencialidad.

$$Ih = \frac{A}{Az} = \frac{A}{Lb \times l}$$

$I_h = 1$: Cuenca Cuadrada
 $I_h \neq 1$: Cuenca Rectangular

① **Razón de Relieve (Re)**

Parámetro topográfico que busca la diferencia (en Km) entre el punto más alto (H_m) y el punto más bajo (H_n) de la cuenca. La razón de relieve es inversamente proporcional a la pérdida de sedimento.

① **Densidad de drenaje (Dd)**

Es la relación que existe entre la longitud acumulada de todas las corrientes (L_d) y el área (A) de la cuenca

$$Dd = \frac{L_d}{A}$$

$Dd < 1,5 \text{ km/km}^2$:	Baja
$1,5 < Dd < 3,0 \text{ km/km}^2$:	Media
$Dd > 3,0 \text{ km/km}^2$:	Alta

Frecuencia de corrientes (F): Indica el número de corrientes (N_c) que existen por unidad de área

$$F = \frac{N_c}{A}$$

① **Tiempo de concentración (Tc)**

Es el tiempo en horas que gasta una gota de agua en recorrer desde el sitio más lejano de la cuenca hasta la desembocadura del cauce principal.

$$T_c = 0,0663 \times \left(\frac{L_b}{\sqrt{A}} \right)^{0,07} \quad \text{[Horas]}$$

① **Pendiente media de la corriente (Ic)**

Este parámetro determina cuántos metros desciende el cauce por kilómetro.

$$I_c = \frac{H_m - H_n}{L_b} \times 100\%$$

TABLA No. 4: PARAMETROS MORFOMÉTRICOS DE LAS PRINCIPALES CUENCAS DE UMBITA

Parámetro	Ecuación	MICROCUENCA							
		Río Bosque	Río Icabuco	Qda. Caibo	Qda. Colorada	Qda. Tásvita	Qda. Suaneca	Qda. Los Confines	Qda. Raboemacho
Área de la cuenca (Km ²)	A	89,890	45,360	11,06	13,93	11,41	3,94	6,02	4,39
Perímetro de la cuenca (Km)	P	43,160	30,250	18,300	20,000	16,000	12,750	12,130	8,880
Long. de la corriente principal (Km)	Lb	14,880	13,500	8,750	7,800	5,250	4,500	5,880	3,380
Diámetro (Km)	$D = 2 \times \sqrt{A/\pi}$	10,698	7,600	3,536	4,242	3,736	3,024	2,578	1,977
Razón de Elongación	$Re = D/Lb$	0,719	0,563	0,404	0,544	0,712	0,672	0,438	0,585
Factor de Forma	$Rf = A/Lb^2$	0,406	0,249	0,128	0,232	0,398	0,355	0,151	0,269
Amplitud de la Cuenca (Km)	$W = A/Lb$	6,041	3,360	1,122	1,812	2,088	1,596	0,888	0,908
Coefficiente de Compacidad	$C = P/D$	4,034	3,980	5,175	4,715	4,283	4,217	4,705	4,491
Coefficiente de Redondez	$K = Lb^2/4A$	0,616	1,004	1,949	1,076	0,629	0,705	1,656	0,930
Cota Máxima de la Cuenca (Km)	Hm	3,400	3,150	3,400	3,200	3,400	2,950	3,000	2,950
Cota Mínima de la Cuenca (Km)	Hn	1,850	2,100	2,100	2,050	2,500	1,900	1,900	1,800
Diferencia de Altura (Km)	$Hc = Hm - Hn$	1,550	1,050	1,300	1,150	0,900	1,050	1,100	1,150
Razón de Relieve	$Rr = (Hm - Hn)/Lb$	0,104	0,078	0,149	0,147	0,171	0,233	0,187	0,340
Long. acumulada de las ctes. Km	Ld	134,61	63,500	20,000	27,250	17,375	11,500	8,750	4,005
Densidad de Drenaje (Km/Km ²)	$Dd = Ld/A$	1,498	1,400	2,037	1,929	1,585	1,602	1,676	1,305
Número de Corrientes	Nc	79	39	11	19	12	10	6	2
Frecuencia de Corrientes (Cauces/Km ²)	$F = Nc/A$	0,879	0,860	1,120	1,345	1,095	1,393	1,149	0,651
Tiempo de Concentración (Horas)	$Tc = 0,0663 \times \left(\frac{Lb}{\sqrt{A}}\right)^{0,07}$	0,094	0,113	0,146	0,116	0,095	0,099	0,137	0,110
Pendiente media de Corriente (%)	$Ic = (Hm - Hn)/Lb$	10,417	7,778	14,857	14,744	17,143	23,333	18,707	34,024
Ancho mayor de la Cuenca (Km)	l	11,250	5,250	1,875	2,750	3,375	2,350	1,300	1,250
Índice de Alargamiento	$Ia = Lb/l$	1,323	2,571	4,667	2,836	1,556	1,915	4,523	2,704
Índice de Homogeneidad	$Ih = A/(Lb \times l)$	0,537	0,640	0,599	0,659	0,619	0,679	0,683	0,727

Fuente: Datos Esquema de Ordenamiento Territorial, Umbita 1999.

2.1.2.6 Análisis para la susceptibilidad de avenidas torrenciales

Los torrentes o cursos de agua de montaña, rápidos e irregulares, de escasa longitud, más o menos secos entre las violentas y bruscas crecidas, son los cauces más peligrosos en relación con las avenidas torrenciales.

En geomorfología, las lluvias torrenciales son responsables de los procesos catastróficos que modelan las formas del terreno, pero generalmente la acción de fuertes tormentas es menor que la acción prolongada de lluvias de menor intensidad pero más frecuentes. Por consiguiente, en los estudios de prevención es necesario conocer la magnitud y la frecuencia de un rango completo de lluvias en la región. Durante los aguaceros se genera la escorrentía sobre las laderas de las montañas. Una lluvia de 50 mm, por ejemplo, que cae en una cuenca de 2,5 km² puede suministrar a las corrientes unos 100.000 m³ de agua en cerca de dos horas. Esta gran cantidad de agua se distribuye en el sistema hidrológico y, si la capacidad de los cauces es superada, el agua se vierte sobre los valles causando una inundación¹.

Aquí se han evaluado las principales subcuencas y microcuencas del municipio de Umbita con los siguientes resultados (Véanse mapa de Hidrografía No.11, Cobertura y uso del suelo No 18 y mapa de amenazas rurales No. 14):

☉ Microcuenca del Río Bosque

Es una cuenca alargada ($Re < 1$), semirredonda ($K < 1$), ovalada ($Rf < 0,8$), semicompacta rectángulo-oblonga ($C > 1$), con tiempo de concentración de la escorrentía crítica ($W > 1$) siendo variable a cada punto de la cuenca, pero con un valor máximo de 0,095 horas (0 hr. 5 min. 42 seg).

El cauce principal tiene una pendiente máxima promedio de 10,4%. En general, la cuenca tiene una densidad de drenaje baja a media, determinándose así una limitada eficiencia de descarga. Ya que el índice de homogeneidad $I_h < 1$, la cuenca se considera rectangular y, por consiguiente, su torrencialidad es de baja a media.

Por ser alargada, ovalada, semicompacta rectángulo-oblonga, semirredonda y rectangular, la cuenca muestra poca probabilidad de sufrir eventos de inundaciones y/o torrencialidad. La depositación es equivalente al socavamiento, y debido a su razón de relieve (0,104) la cuenca tiene baja pérdida de sedimentos. Sin embargo, el tiempo de concentración de la cuenca es crítico por lo que, en caso de un evento de gran precipitación de corta duración, se pueden presentar crecida o avenidas torrenciales.

¹ REYES, Ítalo. Seminario-Taller... Op. Cit. Capítulo 7: Pronóstico de Inundaciones.

☉ **Microcuenca del Río Icabuco**

Esta es una cuenca alargada ($Re < 1$), redonda ($K = 1$), ovalada ($Rf < 0,8$), semicompacta rectángulo-oblonga ($C > 1$), con tiempo de concentración de la escorrentía crítico ($W > 1$), con un valor máximo de 0,113 horas (0 hr. 6 min. 46,8 seg). El cauce principal tiene una pendiente máxima promedio de 7,8%. En general, la cuenca tiene una densidad de drenaje media, con adecuada eficiencia de descarga. Con un índice de homogeneidad $Ih < 1$, la cuenca se considera rectangular y, por consiguiente, su torrencialidad es de baja a media.

Esta cuenca es similar a la del Río Bosque, pero es más redondeada, por lo que tiende a ser más susceptible a presentar eventos de inundaciones o avenidas torrenciales al presentarse gran precipitación de corta duración, evidenciado en el tiempo de concentración crítico.

☉ **Microcuenca de la Quebrada Caibo**

Cuenca alargada ($Re < 1$), irregular ($K > 1$), ovalada ($Rf < 0,8$), semicompacta rectángulo-oblonga ($C > 1$), con tiempo de concentración de la escorrentía crítico ($W > 1$) de valor máximo de 0,146 horas (0 hr. 8 min. 45,6 seg). El cauce principal tiene una pendiente máxima promedio de 14,8%. En general, la cuenca tiene una densidad de drenaje media a alta, con buena eficiencia de descarga. Con un índice de homogeneidad $Ih < 1$, la cuenca se considera rectangular con una torrencialidad de baja a media.

Sus parámetros morfométricos indican una menor susceptibilidad a eventos de avenidas torrenciales que las subcuencas de los ríos Bosque e Icabuco, ya que ésta es más alargada e irregular que aquellas, aunque su densidad de drenaje es mayor, parámetro que puede incidir en el caudal o acrecentamiento de la efectividad de descarga en caso de lluvias torrenciales de poca duración.

☉ **Microcuenca de la Quebrada Colorada**

Los parámetros morfométricos indican que es una cuenca alargada ($Re < 1$), irregular ($K > 1$), ovalada ($Rf < 0,8$), semicompacta rectángulo-oblonga ($C > 1$), con tiempo de concentración de la escorrentía crítico ($W > 1$), mostrando un valor máximo de 0,116 horas (0 hr. 6 min. 57,6 seg). El cauce principal tiene una pendiente máxima promedio de 14,7%. En general, la cuenca tiene una densidad de drenaje baja a media, con apropiada eficiencia de descarga. Con un índice de homogeneidad $Ih < 1$, la cuenca se considera rectangular y su torrencialidad es de baja a media.

Su comportamiento es similar al de la microcuenca de la Quebrada Caibo; aunque es menos alargada, es igualmente susceptible en bajo grado a eventos tempestivos de avenidas torrenciales.

☉ **Microcuenca de la Quebrada Tásvita**

Es una cuenca alargada ($Re < 1$), semirredonda ($K < 1$), ovalada ($Rf < 0,8$), semicompacta rectángulo-oblonga ($C > 1$), con tiempo de concentración de la escorrentía crítico ($W > 1$), mostrando un valor máximo de 0,095 horas (0 hr. 5 min. 42 seg). El cauce principal tiene una pendiente máxima promedio de 17,1%. En general, la cuenca tiene una densidad de drenaje media a alta, con buena eficiencia de descarga. Con un índice de homogeneidad $Ih < 1$, la cuenca se considera rectangular y su torrencialidad es media.

Aunque esta microcuenca es alargada, es susceptible en grado medio a presentar avenidas torrenciales, ya que es semirredonda y cuenta con una pendiente media elevada, que conjugada con un tiempo de concentración de la escorrentía crítico, durante una precipitación elevada de corta duración daría lugar sin duda alguna a inundaciones repentinas. Esto se refleja en el desarrollado socavamiento observable en las Veredas el Bosque – Tásvita, que prácticamente conforma un cañón, acarreando un alto volumen de material hacia las partes bajas.

☉ **Microcuenca de la Quebrada Suaneca**

Es una cuenca alargada ($Re < 1$), semirredonda ($K < 1$), ovalada ($Rf < 0,8$), semicompacta rectángulo-oblonga ($C > 1$), con tiempo de concentración de la escorrentía crítico ($W > 1$), mostrando un valor máximo de 0,099 horas (0 hr. 5 min. 56,4 seg). El cauce principal tiene una pendiente máxima promedio de 23,3%. En general, la cuenca tiene una densidad de drenaje media a alta, con buena eficiencia de descarga. Con un índice de homogeneidad $Ih < 1$, la cuenca se considera rectangular y su torrencialidad es media.

Esta microcuenca tiene un comportamiento similar al de la Quebrada Tásvita, especialmente en lo referente a las inundaciones repentinas causadas por precipitaciones altas en poco tiempo.

☉ **Microcuenca de la Quebrada Confines**

Es una cuenca alargada ($Re < 1$), irregular ($K > 1$), ovalada ($Rf < 0,8$), semicompacta rectángulo-oblonga ($C > 1$), con tiempo de concentración de la escorrentía normal a lento ($W < 1$), mostrando un valor máximo de 0,137 horas (0 hr. 8 min. 13,2 seg). El cauce principal tiene una pendiente máxima promedio de 18,7%. En general, la cuenca tiene una densidad de drenaje media, con adecuada eficiencia de descarga. Con un índice de homogeneidad $Ih < 1$, la cuenca se considera rectangular y su torrencialidad es baja.

Esta microcuenca muestra una amenaza baja por avenidas torrenciales, ya que es bastante alargada e irregular y el tiempo de concentración de la escorrentía es lento, además que los otros parámetros analizados así lo ratifican.

☉ **Microcuenca de la Quebrada Raboemacho**

Es una cuenca alargada ($Re < 1$), semirredonda ($K < 1$), ovalada ($Rf < 0,8$), semicompacta rectángulo-oblonga ($C > 1$), con tiempo de concentración de la escorrentía normal a lento ($W < 1$), mostrando un valor máximo de 0,110 horas (0 hr. 6 min. 36 seg). El cauce principal tiene una pendiente máxima promedio de 34%. En general, la cuenca tiene una densidad de drenaje baja a media, con adecuada eficiencia de descarga. Con un índice de homogeneidad $Ih < 1$, la cuenca se considera rectangular y su torrencialidad es baja.

La susceptibilidad a inundaciones repentinas de esta cuenca es baja debido a que es semirredonda y manifiesta un tiempo de concentración de la escorrentía lento, lo que permite disipar con facilidad una precipitación abundante de corta duración. Los demás parámetros morfométricos son similares a los de la Subcuenca del Río Icabuco.

2.1.2.7 Estado actual de las microcuencas (ver mapa No 11 Microcuencas y Cobertura y uso del suelo actual No 18)

A continuación se presenta el estado de cada una de las partes de las microcuencas donde se describe por sectores lo correspondiente a las partes alta media y baja.

En la leyenda del mapa número 11 se presenta una caracterización general de las microcuencas donde se expresan fundamentalmente su extensión en kilómetros cuadrados, porcentaje de área con relación al total del municipio y los caudales expresados en litros /segundo. Este último se tiene a manera de información ya que estos valores corresponden a aforos puntuales tomados el 25 de septiembre de 2.002.

TABLA No. 5 ESTADO ACTUAL DE LAS MICROCUENCAS

NOMBRE DE LA MICROCUENCA	PARTE ALTA	PARTE MEDIA	PARTE BAJA
1. Río el Bosque	Vegetación natural	Pastizales y cultivos y zonas degradadas	Pastizales y cultivos
2. Río Icabuco	Vegetación natural y pastos	Pastos y cultivos	Erosión, pastos y cultivos
3. Queb. El Caibo	Vegetación natural, pastos y cultivos	Cultivos, papa y pastos	Suelo utilizado en cultivos
4. Q. Colorada	Vegetación natural	Pastizales y cultivos	Erosión, suelos cultivados
5. Q. Tásvita	Mayoría en	Cultivos y	Pérdida de

NOMBRE DE LA MICROCUENCA	PARTE ALTA	PARTE MEDIA	PARTE BAJA
	<i>vegetación natural</i>	<i>vegetación natural</i>	<i>vegetación natural</i>
6. Q. Suaneca	<i>Charrascales y pastos naturales</i>	<i>Afloramientos rocosos y pastos</i>	<i>Pastos y cultivos</i>
7. Q. los Confines	<i>Bosques y rastrojos</i>	<i>Pastos y cultivos</i>	<i>Pastos, cultivos y minería.</i>
8. Q. Raboemacho	<i>Pastos, rastrojos y zonas degradadas</i>	<i>Pastos</i>	<i>Pastos</i>

Fuente: OT Umbita, 2.002

En general las microcuencas del municipio de Umbita, presentan en su parte alta buena conservación tanto en su zona de recarga como en los nacimientos. Sin embargo, en las partes medias y bajas presentan la mayoría problemas en la estabilidad de los terrenos, causada por erosión, movimientos en masa, fallas geológicas o actividades antrópicas como la ganadería extensiva, los cultivos comerciales de papa, la extracción de recursos asociados al bosque, la minería y los procesos de desecación de humedales que a la vez influyen sobre la afectación de la pérdida de la diversidad biológica. La contaminación proviene principalmente del abuso de agroquímicos y la tala del bosque protector en terrenos con alta pendiente y en las áreas de ribera.

Se presenta en forma frecuente el descuido en el manejo de los pesticidas, de tal manera que se contaminan las fuentes de agua; la extacción permanente de leña y los procesos de caza y tala fomentados por clubes de tiro y caza de municipios vecinos, se convierten en un problema de magnitudes no cuantificadas.

Los propietarios de predios aledaños a fuentes hídricas, lo desplazan por mangueras y la depositan en los terrenos, sin el debido manejo de tal manera que se generan sobresaturaciones detonantes de los procesos de remoción en masa que acarrearán los consecuentes daños a la población y su infraestructura.

En la actualidad no existen datos estadísticos sobre caudales de los ríos y quebradas, de tal manera que el personal de la Umata realizó aforos en varios sitios de los principales recursos hídricos el día 30 de Septiembre de 2.002 obteniendo las siguientes mediciones:

- *Río el Bosque: 2599 litros/segundo. Presenta un área de 55.01 kms²*
- *Río Icabuco: 888 litros/segundo. Presenta un área de 42.41 kms²*
- *Quebrada El Caibo: 712 litros/segundo. Tiene un área de 11.06 kms²*
- *Quebrada la Colorada: 512 litros/segundo. Area de 13.93 kms²*
- *Quebrada Tásvita: 522 litros/segundo. Area de 11.41 kms²*
- *Quebrada Suaneca: área de 3.94 kms²*
- *Quebrada los Confines: área de 6.02 kms²*

- Quebrada Raboemacho: área de 4.39 kms²

El total de litros registrados por segundo es de 5.233,5.

Se realizaron aforos de la quebrada Nueve pilas perteneciente a la microcuenca del río Icabuco con un caudal de 98 litros/segundo y de la quebrada el Barsal de la microcuenca del río el Bosque con 355 litros/segundo.

Sin embargo es necesario hacer énfasis en que el municipio de Umbita no cuenta con una información actual sobre la oferta hídrica de su territorio debido a que se carece de series estadísticas que midan los caudales a través del tiempo. Sin embargo estos estimativos nos muestran unos volúmenes

2.1.3 Hidrogeología

Esta es una clasificación cualitativa de las rocas según la capacidad para contener agua y para permitir el flujo a través de ellas (Véase Mapa Hidrogeológico No. 8).

2.1.3.1 Acuíferos

Son rocas permeables que almacenan el agua en intersticios intercomunicados, a través de los cuales el agua se mueve bajo condiciones naturales de campo. Se localizan en todas las veredas de Umbita (ver mapa No. 8)

El tamaño de los poros así como el volumen total de éstos dentro de una formación rocosa es variable, dependiendo del tipo de material principalmente. Materiales gruesos como la arena, tienen grandes espacios abiertos por donde el agua se mueve fácilmente, si están saturados se constituyen en acuíferos, rocas almacenadoras o depósitos de agua subterránea. Los acuíferos se dividen en:

☉ Acuíferos Confinados

Son aquellos en los cuales el agua subterránea se halla confinada bajo presión en medio de rocas impermeables. Debido a la presión a que se encuentra el agua en un pozo, se eleva por encima de la parte superior del acuífero (nivel piezométrico en Pozos Artesianos).

☉ Acuíferos Libres

Se presentan cuando la superficie del agua subterránea está en contacto con la atmósfera a través de la zona de aireación o zona no saturada.

☉ Acuíferos Semiconfinados

Son acuíferos que presentan una capa semipermeable en la parte superior y que se encuentran completamente saturados de agua.

Según la geología levantada para el municipio de Umbita se han clasificado dentro del grupo de los Acuíferos las siguientes formaciones:

- Depósitos de Coluvión (Qc) y de Aluvión (Qal), constituidos por gravas y arenas no consolidadas, caracterizadas por su alta porosidad y permeabilidad propicios para la acumulación y flujo del agua.*
- Formación Picacho (Tep) con areniscas feldespáticas de grano medio a grueso, frecuentes intercalaciones de lentes conglomeráticos con cristales de cuarzo subredondeados a redondeados, estratificación cruzada y gradada, muestra buena posibilidad de servir como acuífero, mucho más cuanto que evidencia algunas discontinuidades estructurales que aumentan su porosidad (porosidad secundaria).*
- Formación Socha Inferior (Tpsi) que muestra areniscas de grano fino a grueso, localmente conglomeráticas, con pequeñas intercalaciones de limolitas y arcillolitas la convierten en un buen acuífero mucho más si se tiene en cuenta la permeabilidad secundaria causada por el fracturamiento por tectonismo.*
- Grupo Guadalupe (Ksg) que por estar compuesto por areniscas cuarzosas de grano fino, compactas, estratificación delgada a gruesa, con intercalaciones delgadas de limolitas silíceas y lutitas negras y por presentar fracturas y diaclasas como consecuencia de la orogenia andina, se clasifica como un acuífero con porosidad secundaria.*

2.1.3.2 Acuitardos

Son rocas semipermeables que a pesar de contener grandes cantidades de agua, la transmiten muy lentamente. Se localizan en las Veredas de Uvero, parte alta de Nueve Pilas, Altamizal y Molino y en la parte media de Pavas.

Como acuitardos se han clasificado las siguientes formaciones rocosas:

- Formación Concentración (Toc) compuesta por arcillolitas y limolitas con intercalaciones de areniscas; en la parte basal, localmente una capa de hierro oolítico de poco espesor, permitiendo la acumulación de agua subterránea, pero su movimiento es extremadamente limitado por las rocas lutíticas.*
- Formación Chipaque (Ksc) compuesta por lutitas negras con intercalaciones esporádicas de calizas y areniscas, lo que la hace especial para contener agua, pero impide que ésta circule libremente a través de todas las rocas, clasificándose así como acuitardo.*

2.1.3.3 Acuicierre

Son rocas impermeables que aunque pueden contener grandes cantidades de agua no permiten el paso de ella con facilidad a través de sus poros o intersticios. Se localiza en todas las veredas e excepción de Pavas, Altamizal y Boquerón. Como acuicierres se han clasificado las siguientes formaciones rocosas:

- *Formación Socha Superior (Tpss) compuesta por arcillolitas abigarradas con intercalaciones de areniscas de poco espesor, se constituye en acuicierre a pesar de los niveles arenosos que posee.*
- *Formación Guaduas (TKg) compuesta por arcillolitas y limolitas abigarradas con intercalaciones de areniscas; en las partes inferior y media, frecuentes mantos de carbón. Debido a su alto contenido de rocas lutíticas de tipo plástico se clasifica como un acuicierre, pero cabe anotar que algunos niveles arenosos y algunos mantos de carbón pueden servir como acuíferos confinados.*

De acuerdo con la caracterización hidrogeológica cualitativa de Umbita, los principales acuíferos están constituidos por depósitos de coluvión y de aluvión, y por las rocas del Grupo Guadalupe y la Formaciones Socha Inferior y Picacho. El agua en las formaciones geológicas se mueve siguiendo el control estructural desde las zonas de recarga en dirección del buzamiento, atendiendo a la porosidad primaria y/o secundaria, hasta ciertos puntos en donde la topografía corta la napa, convirtiéndose en un sitio de baja presión, especialmente hacia las entradas de los valles, transformándose entonces en manantiales o nacimientos de agua, que muchas veces alimentan a los cauces superficiales de la red hidrográfica municipal.

Las principales zonas de recarga de los acuíferos están en los frentes estructurales resultantes de la erosión prolongada de las crestas de los anticlinales como se aprecia en el mapa geomorfológico No. 10 y en el municipio de Umbita son las siguientes: Peña Alto, El Volador, Cuchilla Pan de Azúcar (Vereda La Palma), Cuchilla Los Cristales, Cuchilla Juncal, Loma Coque, Cuchilla los Pericos, Pico Azul, Cuchilla El Tablón, Loma Pan de Azúcar (Vereda El Rosal), El Castillejo, Peña Uvero, Loma Peña Negra, Alto Las Arenas, Alto La Cruz, Alto Carrizal y El Boquerón. Así mismo, la infiltración en terrenos superficiales atravesando la zona de aireación y llegando a la zona de saturación, permite recargar los acuíferos libres poco profundos, que aparecen principalmente en los Depósitos de Coluvión de la Veredas El Centro, Chuscal, Boquerón y Nueve Pilas.

Por porosidad secundaria, es muy probable que el trazado de la Falla de Tibaná sirva de zona de interacción entre el agua subterránea y el agua

superficial del Río Icabuco, ya que esta falla conduce a este río en su paso por el municipio de Umbita.

La Quebrada Agua Caliente en la Vereda Sisa, está siendo abastecida por un manantial termal, que corresponde a aguas subterráneas asociadas a discontinuidades estructurales (porosidad secundaria) a través de las cuales el agua lluvia se infiltra, fluye hacia abajo por gravedad y por acción del gradiente geotérmico se calienta y vuelve a la superficie gracias a la diferencia de densidad y presión que suministra el aumento de la temperatura.

☛ Usos del Agua Subterránea

Los principales usos que se da al agua son los domésticos, agrícolas e industriales; al hablar de agua municipal se involucran las tres clases de usos; con base en ello, la calidad del agua debe ser lo más alta posible según las disposiciones de la Organización Mundial de la Salud O.M.S. y el Decreto 2105 para el agua potable, como se muestra en la tabla siguiente:

TABLA No. 6: DISPOSICIONES DE LA O.M.S. Y EL DECRETO 2105 A CERCA DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

PARÁMETROS	O.M.S. PERMISIBLE ppm	DECRETO 2105 ppm
Turbidez NTU	25	5
Color verdadero	50	15
Alcalinidad	200	--
Cloruros	600	250
Dureza mg/l CaCO ₃	500	150
Hierro	1,0	0,3
Magnesio	15	36
Sulfatos	400	250
Manganeso	0,5	0,1
P.H.	8,5	9,0
Nitratos	--	--
Nitritos	--	--

Fuente: Decreto 21015 O..M.S..

- **Aguas para el riego:** para el uso de aguas subterráneas en riego debe tenerse en cuenta la concentración de calcio y magnesio para mantener una buena laborabilidad y permeabilidad del suelo.
- **Aguas para uso doméstico:** para uso doméstico se debe realizar una prueba bacteriológica en donde se muestra la calidad del agua para consumo humano, así como la contaminación con minerales tóxicos.
- **Aguas para uso industrial:** en general es conveniente que tanto la dureza como el hierro sean bajos, aunque dependiendo de la utilidad se

requiere un estudio especial.

2.1.4 Evaluación de Amenazas Naturales (mapas No. 13 y 14)

Para la mayoría de los autores, la amenaza es la posibilidad o probabilidad de que ocurra en un área determinada, un fenómeno natural o antrópico potencialmente dañino, durante un período de tiempo específico. La mayoría de los eventos o de los fenómenos ocurren por causas naturales pero otros ocurren por los impactos de la actividad humana.

Se entiende como Amenaza Geológica, la probabilidad de ocurrencia de un evento natural potencialmente destructor, dentro de un período determinado de tiempo en un lugar geográfico específico. Teniendo en cuenta que las amenazas geológicas implican cambios sorpresivos en el medio ambiente y que pueden afectar la estabilidad de una población, es necesario incluir este concepto dentro de los procesos de planificación del uso de la tierra, estableciendo para tal fin una zonificación y clasificación de las amenazas en alta, media y baja de acuerdo al efecto que éstas causen.

En disquisiciones de ingeniería ambiental aparecen tres términos necesariamente diferenciables: evaluación de amenazas, evaluación de vulnerabilidad y evaluación de riesgos.

- Evaluación de Amenazas Geológicas: es una valoración de la ubicación, la severidad y la posibilidad y/o probabilidad de que ocurra un evento natural dentro de un periodo de tiempo determinado.

- Evaluación de Vulnerabilidad: es una estimación de los daños que puedan ser causados por un evento natural de cierta severidad, incluyendo daños a la construcción, daños personales e interrupción de las actividades económicas y del funcionamiento normal de las comunidades.

- Evaluación del Riesgo: es una estimación de la probabilidad de las pérdidas tanto económicas como de vidas, dado un evento natural.

El origen de los fenómenos naturales que constituyen amenazas geológicas para el hombre y sus actividades, corresponde a los diferentes procesos y manifestaciones de la geodinámica terrestre, tanto interna como externa. Diversos autores clasifican las amenazas naturales en endógenas y exógenas, así:

2.1.4.1 Amenazas naturales de geodinámica endógena

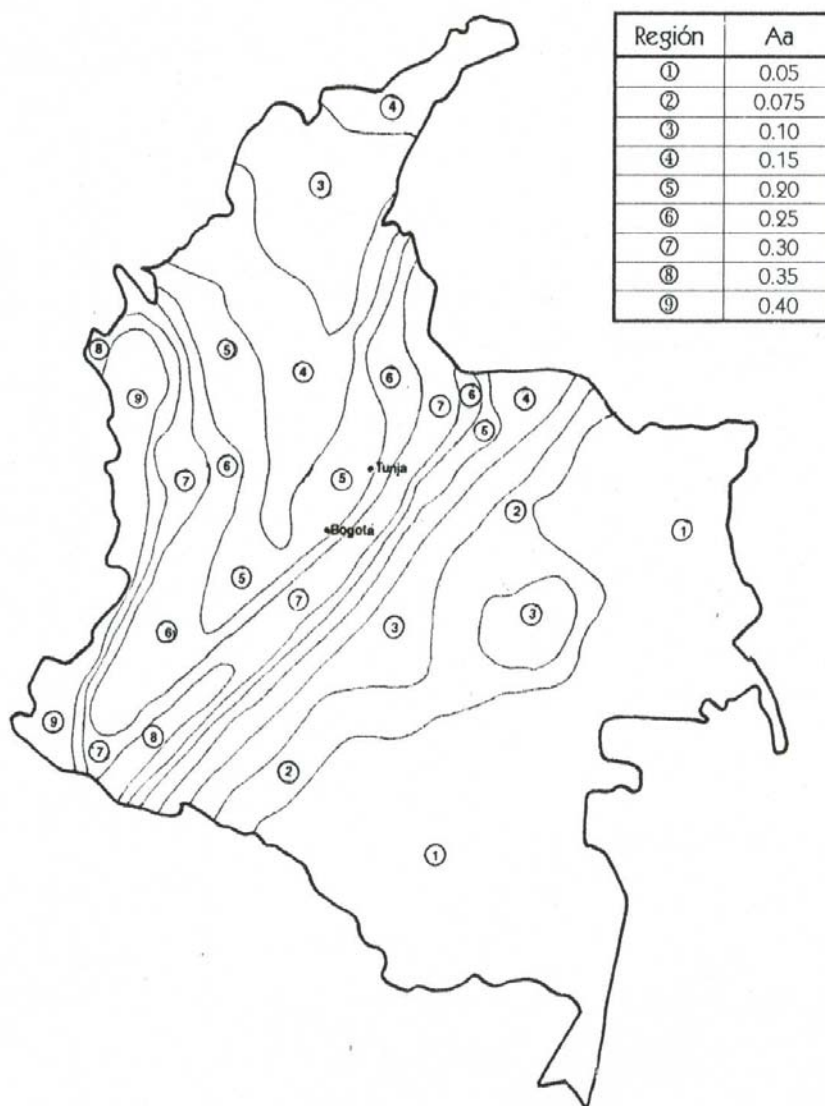
Debido a que el municipio de Umbita se encuentra alejado de los centros volcánicos del país, especialmente concentrados en la Cordillera Central, la amenaza natural endógena más importante es aquella generada por la

Actividad Sísmica y corresponde a zonas o áreas que pueden ser afectadas por sismos (temblores o terremotos), de acuerdo con la velocidad de la propagación de las ondas sísmicas en los terrenos del lugar.

Los efectos nefastos de los terremotos asociados a las zonas afectadas por actividad sísmica están marcados por la destrucción de cualquier estructura ubicada cerca al epicentro del evento telúrico; la separación de las rocas a lo largo de las zonas de debilidad (fallamientos); la generación de deslizamientos como consecuencia de la onda sísmica especialmente en materiales poco consolidados ubicados en sectores con alto gradiente topográfico, al igual que desplomes de roca en sectores escarpados afectados por discontinuidades originadas en eventos tectónicos anteriores; la licuefacción de materiales no consolidados (especialmente arenas); la subsidencia o depresión de superficies generada por la consolidación rápida de los depósitos recientes.

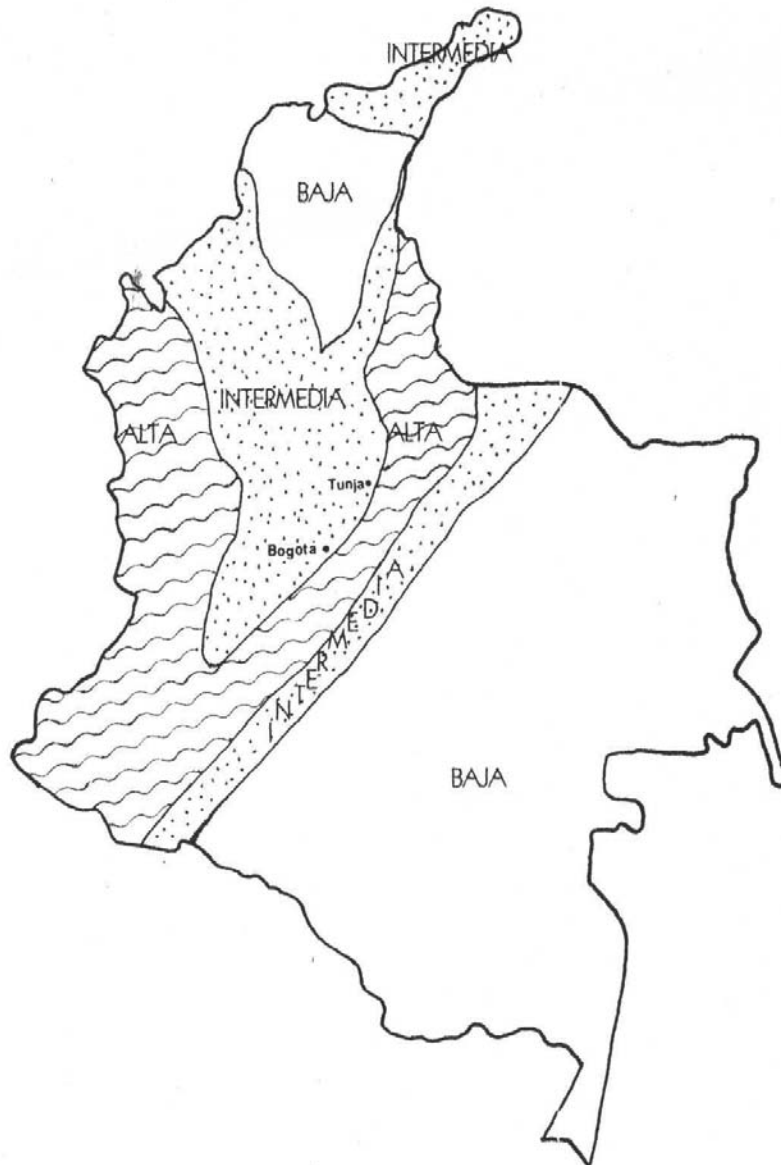
Para el análisis de las Amenazas Sísmicas del Municipio de Umbita, se ha tenido como principal elemento el valor de aceleración pico efectiva horizontal $A_a = 0,25$ (ver Figura 2), que lo clasifica como AMENAZA SÍSMICA INTERMEDIA – ALTA, según el Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia (Figura 3), diseñado a partir de la información obtenida por la Red Sísmológica Nacional de Ingeominas. Se puede afirmar, entonces, que la causa de los temblores y terremotos en el Departamento de Boyacá obedece al sistema de fallas del pie de monte llanero de dirección NE. Estas fallas son de tipo inverso, lo que podría estar generando actualmente grandes presiones internas por lo que se habrían de considerar como potencialmente activas, redundando en una alta amenaza por temblores de Tierra.

FIGURA No. 1: MAPA DE ACELERACION PICO EFECTIVA HORIZONTAL DE DISEÑO A_a , EXPRESADA COMO FACTOR DE LA ACELERACION DE LA GRAVEDAD $g= 9,86m/s^2$



Fuente: INGEOMINAS

FIGURA No. 2: MAPA DE ZONIFICACIÓN SISMICA DE COLOMBIA
Editado por Ingeominas



Fuente: INGEOMINAS

Adicionalmente, se presenta una recopilación histórica de los sismos ocurridos desde El Siglo XV hasta la actualidad, tratando de establecer el epicentro y el grado de afectación del municipio según lo indica la siguiente tabla.

TABLA No. 7: RECOPIACION DE LOS PRINCIPALES SISMIOS OCURRIDOS DESDE EL SIGLO XV, QUE PUDIERON TENER INFLUENCIA EN EL MUNICIPIO DE UMBITA

FECHA			INTENSIDAD (Triple Escala)	EPICENTRO		CIUDADES AFECTADAS	HORA DE ORIGEN		
Año	Día	Mes		Coordenadas	Municipio		Horas	Minutos	Segundos
1625	-	-	II	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1643	23	Abril	II	73.0W-5.5N	Pesca (BOY)	Pesca y Siachoque	20	30	-
1687	9	Marzo	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá y ciudades de la Sabana	-	-	-
1743	13	Abril	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	20	-	-
1743	15	Junio	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	14	-	-
1743	18	Octubre	III	73.8W-4.5N	Fómeque (CUND)	Fómeque, Bogotá, Chia, Cota	10	45	-
1743	6	Noviem	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1744	23	Marzo	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	24	0	-
1785	12	Julio	III	73.8W-4.7N	La Calera (CUND)	La Calera, Bogotá, Engativá, Cajicá, Soacha, Cota, Facatativá, Fontibón, Chia, Tunja, Honda, Mariquita, Popayán.	7	45	-
1798	17	Abril	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá (desde Guaviare a Río Negro)	17	56	-
1799	7	Julio	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	19	15	-
1799	7	Agosto	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	2	45	-
1806	12	Julio	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	22	30	-
1807	17	Febrero	II	71.7W-6.5N	Tame (ARAUCA)	Tame	12	0	-
1809	7	Enero	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1809	15	Enero	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1812	23	Abril	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1814	14	Julio	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1814	14	Noviemb	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1814	18	Noviemb	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	23	15	-
1814	19	Noviemb	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá, Popayán	24	-	-
1826	17	Junio	III	73.9W-4.8N	La Calera (CUND)	Desde Popayán hasta el norte de Boyacá, Ramiriquí	22	40	-
1826	17	Junio	III	73.9W-4.8N	La Calera (CUND)	Desde Popayán hasta el norte de Boyacá, Bogotá, Engativá, Cáqueza, Tunja, Sotaquirá, Umbita, Ramiriquí.	23	45	-
1826	15	Julio	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	20	-	-
1827	30	Abril	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	22	-	-
1827	8	Mayo	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá y ciudades al Oriente de esta ciudad.	19	30	-
1828	27	Septiemb	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	22	15	-
1828	27	Octubre	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	22	15	-
1835	30	Octubre	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	3	30	-
1836	3	Febrero	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	22	15	-
1840	11	Diciemb	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	1	15	-
1842	28	Enero	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	4	45	-
1851	8	Octubre	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	7	30	-
1851	16	Octubre	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	16	-	-
1855	4	Febrero	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	11	30	-
1855	24	Junio	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	15	30	-
1855	8	Julio	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	5	30	-
1868	31	Diciemb	I	73.2W-6.5N	Socorro (SANT)	Socorro	-	-	-
1869	1	Enero	I	73.2W-6.5N	Socorro (SANT)	Socorro	-	-	-
1870	4	Abril	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá (debido al Volcán del Puracé)	21	50	-
1870	4	Junio	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	15	-	-
1870	1	Agosto	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1871	4-6	Marzo	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1872	17	Diciemb	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	4	20	-
1873		Mayo-Junio	I	72.5W-6.3N	La Uvita (BOY)	La Uvita, Soatá	-	-	-
1873	1	Noviemb	I	72.8W-6.6N	San José (SANT)	San José	23	55	-
1875	28	Mayo	I	73.8W-5.7N	Chiquinquirá (BOY)	Chiquinquirá	1	0	-

FECHA			INTENSIDAD (Triple Escala)	EPICENTRO		CIUDADES AFECTADAS	HORA DE ORIGEN		
Año	Día	Mes		Coordenadas	Municipio		Horas	Minutos	Segundos
1877	18	Noviemb	I	73.2W-6.7N	Barichara (SANT)	Socorro, San Gil, Zapatoca y Barichara	2	5	-
1887	20	Julio	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	8	5	-
1900	18	Septiemb	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1900	11	Diciemb	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1903	7	Agosto	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	20	10	-
1906	11	Julio	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	-	-	-
1906	14	Julio	I	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	5	27	-
1917	29	Agosto	II	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá	22	24	10
1917	31	Agosto	III	74.0W-4.6N	Bogotá	Bogotá, Ubaté, Soacha, Cáqueza	6	36	29
1923	22	Diciemb	III	73.2W-5.2N	Miraflores (BOY)	Miraflores, Gachalá, Gachetá, Ubalá, Medina y Bogotá	4	55	35
1928	1	Noviemb	II	71.5W-5.5N	La Trinidad (BOY)	La Trinidad y poblaciones aledañas	11	8	18
1948	6	Agosto	I	74.5W-5.5N	Caparrapí (CUND)	Caparrapí y alrededores	4	56	0
1953	7	Julio	I	73.5W-5.0N	Manta (CUND)	Manta y poblaciones aledañas	22	26	40
1954	9	Marzo	I	72.5W-6.5N	El Espino (BOY)	El Espino y alrededores	14	39	2
1955	21	Mayo	I	72.9W-5.9N	Sta. Rosa de Viterbo	Santa Rosa de Viterbo	5	43	40
1955	10	Junio	I	74.2W-6.0N	Pte. Nacional (SANT)	Puente Nacional	19	31	32
1955	30	Junio	I	72.7W-6.5N	Capitanejo (SANT)	Capitanejo	14	8	54
1957	21	Abril	II	72.0W-7.0N	Güicán (BOY)	Güicán	16	12	26
1957	22	Abril	I	72.0W-7.0N	Güicán (BOY)	Güicán	8	43	14
1958	3	Marzo	II	73.5W-6.0N	Güepsa (SANT)	Güepsa y municipios aledaños	12	13	14
1958	2	Abril	I	73.5W-6.8N	Umpalá (SANT)	Umpalá y alrededores	21	8	29
1958	3	Junio	I	73.1W-6.8N	Los Santos (SANT)	Los Santos y poblaciones aledañas	1	36	42
1958	14	Agosto	I	73.9W-6.8N	Infantas (SANT)	Infantas y alrededores	20	21	0
1958	4	Noviemb	I	74.5W-5.3N	Caparrapí (CUND)	Caparrapí y alrededores	3	26	16
1958	4	Noviemb	I	73.1W-6.8N	Los Santos (SANT)	Los Santos y municipios vecinos	4	16	48
1959	5	Abril	I	73.0W-6.6N	Curití (SANT)	Curití y poblaciones aledañas	14	28	11
1962	30	Julio	I	73.0W-6.6N	Curití (SANT)	Curití y municipios cercanos	13	57	51
1962	24	Octubre	I	74.3W-5.9N	Florián (SANT)	Florián y alrededores	6	43	46
1963	3	Mayo	I	73.8W-4.7N	La Calera (CUND)	La Calera y alrededores	23	41	13
1963	3	Junio	II	72.9W-5.3N	Chámeza (BOY)	Chámeza y poblaciones cercanas	6	31	49

Fuente. Historia de los Terremotos en Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

2.1.4.2 Amenazas Naturales de Geodinámica Exógena

Éstas tienen que ver con los procesos morfodinámicos descritos anteriormente, que se refieren a las zonas o áreas que están siendo o pueden ser afectadas por movimientos de remoción en masa y procesos de erosión acelerada o zonas susceptibles a presentar estos procesos. Así mismo, se incluye como amenaza exógena la probabilidad de ocurrencia de avenidas torrenciales según la morfometría de las principales cuencas.

2.1.4.3 Zonificación de Amenazas Geológicas

La Zonificación de Amenazas Geológicas es el resultado del análisis combinatorio de diferentes mapas básicos, según una metodología específica, dando en producto el Mapa de Amenazas Geológicas zona rural (No. 14).

Se ha empleado un Sistema Cualitativo de Evaluación de Estabilidad a Escala Intermedia, que considera que los fenómenos de inestabilidad ocurren bajo

una combinación específica de condiciones (parámetros), lo que implica el conocimiento de los factores intrínsecos tales como: material, litología, drenaje y cobertura del suelo; y extrínsecos como: lluvia, sismos y erosión antrópica. Estos parámetros están plasmados en los siguientes mapas:

- Litología → Mapa Geológico (No. 8)
- Relieve → Mapa de Pendientes (No. 9)
- Densidad de drenaje → Mapa Hidrográfico o de Cuencas (No.11)
- Cobertura Vegetal → Mapa de Cobertura y Uso Actual (No. 18)
- Erosión → Mapa Geomorfológico (No. 10)
- Lluvias → Mapa Zonas de Vida e Isoyetas (No. 12)
- Sismos → Coeficiente de Aceleración Pico Efectiva $A_a = 0,25$ para Umbita

A partir de la litología analizada se encuentra que las formaciones con mayor susceptibilidad de generar problemas de remoción en masa son los materiales arcillosos poco competentes, con coberturas vegetales de raíces poco profundas y altas pendientes, sumados a los movimientos sísmicos y a la acción antrópica. Por el contrario, materiales rocosos competentes (areniscas cuarzosas, calizas o conglomerados con escasa o nula meteorización) generalmente forman laderas con pendientes elevadas (en frentes estructurales) o pendientes rectas homogéneas (en pendientes estructurales) que tienden a ser muy estables y según el tipo de cobertura vegetal, generan o no procesos erosivos como: erosión laminar, erosión en surcos, erosión en cárcavas, erosión en hondonadas.

En general, los fenómenos de remoción en masa (FRM) se generan comúnmente cuando la presión de poros de los materiales rocosos en las laderas aumenta tanto que sobrepasa la resistencia al cortante. El agua es el factor que más comúnmente está asociado con las fallas de los taludes en zonas tropicales debido a que la mayoría de los deslizamientos ocurren después de lluvias fuertes o durante períodos lluviosos y el control de aguas superficiales es uno de los sistemas más efectivos para la estabilización de deslizamientos. Generalmente, las áreas de mayor precipitación anual presentan mayores problemas de estabilidad de laderas, acuíferos colgados con mayores caudales de flujo subterráneo y materiales más meteorizados¹.

Como amenazas geológicas se han involucrado también las avenidas torrenciales, que se inician generalmente como deslizamientos; pueden movilizar volúmenes insospechables de escombros y recorren grandes distancias a velocidades sumamente altas. Las grandes avalanchas de escombros no siempre fueron reconocidas como amenaza natural hasta

¹ SUÁREZ D, Jaime. Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Capítulo 7: Lluvias, Presión de Poros y Sus Efectos. 1.998.

1.980, cuando en la erupción del Monte Santa Helena una masa de 2,5 a 2,8 km³ se desplazó 25 km abajo en 10 minutos².

Mediante la comparación de los mapas anteriormente mencionados se ha podido establecer las Clases de Ladera descritas en la Tabla No. 7, y agrupadas en tres tipos de Amenaza Geológica: Alta, Media y Baja.

TABLA No. 8: CLASIFICACIÓN DE ESTABILIDAD DE UNIDADES DE TERRENO

CLASES DE LADERA	CARACTERISTICAS	TIPO DE AMENAZA	LUGAR
I	Laderas que no presentan evidencia de desequilibrio y se consideran estables a través del análisis comparativo con otras pendientes.	BAJA	Nueve Pilas, Chuscal, Tásvita.
II	Laderas que no presentan evidencias de deslizamiento, o que son muy tenues, pero pueden desarrollar procesos de erosión y deslizamientos en el futuro.	BAJA	Pavas, Altamisal, Uvero.
III	Laderas con herencias morfodinámicas de deslizamientos, que no han sufrido movimiento en el tiempo histórico conocido. Las formas de erosión no se conservan. Se identifican los depósitos de los deslizamientos.	MEDIA	Rosal, Uvero.
IV	Laderas con evidencias de deslizamientos y procesos de inestabilidad anteriores, en donde se pueden desarrollar deslizamientos nuevos o reactivar los antiguos sin regularidad. Las formas de erosión son evidentes aún. Inestabilidad asociada a máximos períodos lluviosos.	MEDIA	Molino, Sisas.
V	Laderas que presentan deslizamientos nuevos o reactivación de deslizamientos antiguos, los procesos de inestabilidad no son regulares y se asocian a eventos periódicos.	ALTA	Chuscal
VI	Laderas con deslizamientos activos, el material se presenta en continuo movimiento. Los deslizamientos son recientes, bien definidos, de alta densidad. Los procesos de inestabilidad pueden ser continuos o asociados a períodos lluviosos.	ALTA	Tambor Grande, El Bosque.

Fuente: Ramírez, F. (1.998)

Se han considerado además como amenazas naturales las heladas y los incendios forestales. Las heladas son un fenómeno meteorológico que consiste en la congelación del rocío producida por el frío, generalmente desarrolladas por encima de los 2.600 m.s.n.m., que arruina los cultivos y produce pérdidas económicas incontables. El rocío helado se condensa del vapor de agua en el aire caluroso; particularmente la condensación se forma durante las noches

² REYES, Ítalo. Seminario-Taller... Op. Cit. Capítulo 7: Pronóstico de Inundaciones

frescas en estaciones del año calurosas. La atmósfera a una temperatura dada puede contener sólo una cierta cantidad de vapor de agua. Esta cantidad aumenta con las elevaciones de temperatura y disminuye con las caídas de temperatura. En la tarde, después de un día caluroso, el aire que se satura con vapor se enfría y baja la temperatura hasta una saturación total. Cuando el aire se enfría más allá de la temperatura de saturación, el vapor de agua de exceso se condensa en cualquier superficie, como una hoja de césped o un cultivo. La temperatura a la que el rocío empieza a formarse es conocida como el punto de rocío. Si el punto del rocío está debajo de la temperatura de congelación del agua, la escarcha se forma¹.

Los incendios forestales son el resultado de la combinación rápida de oxígeno (o en algunos casos el cloro gaseoso) con materiales vegetales, especialmente maderables, produciendo luz y calor. La luz se da en forma de llama que está compuesta por partículas resplandecientes del material ardiente y ciertos productos gaseosos. Las condiciones necesarias para la existencia del fuego son: la presencia de una sustancia combustible, una temperatura suficiente para causar combustión (llamada temperatura de ignición), y la presencia de bastante oxígeno (normalmente suministrado por el aire) o cloro para permitir que la rápida combustión continúe. En Umbita, los materiales combustibles principales para un incendio forestal son los bosques naturales, la vegetación de páramo y los charrascales.

2.1.5 Análisis de Vulnerabilidad

Es una estimación de los daños que puedan ser causados por un evento natural de cierta severidad, incluyendo daños a la construcción, daños personales e interrupción de las actividades económicas y del funcionamiento normal de las comunidades. La siguiente tabla ilustra la afectación de los principales eventos naturales registrados en el Municipio de Umbita.

TABLA No. 9: VULNERABILIDAD DE ELEMENTOS FÍSICOS A EVENTOS NATURALES

EVENTO NATURAL	ELEMENTOS AFECTADOS
Deslizamiento Bosque	El Ubicado en la Vereda Bosque, afecta 30 Ha con cobertura de pastos naturales; 1.500 m del cauce del Río Bosque; algunas viviendas ubicadas en la parte alta de la margen derecha del Río Bosque, debido a que éste es un movimiento remontante.
Reptación El Carmelito	Ubicado en la Vereda Jupal, afecta 32 Ha en pastos naturales, maíz y papa; 600 m del cauce del Río Bosque; algunas viviendas.
Reptación El Tambor	Ubicado cerca de la Escuela de Tambor Grande, afecta 34 Has. en

¹ "Dew," Microsoft (R) Encarta. Copyright (c) 1.993 Microsoft Corporation. Copyright (c) 1.993 Funk & Wagnall's Corporation

<i>EVENTO NATURAL</i>	<i>ELEMENTOS AFECTADOS</i>
	<i>pastos naturales y cultivos misceláneos; algunas viviendas y posiblemente la Escuela Tambor Grande si el movimiento sigue remontando ladera arriba.</i>
<i>Reptación Caibo</i>	<i>Ubicado en la Vereda Tambor Chico, en la margen izquierda de la Quebrada Caibo, afecta 7 Ha en pastos y cultivos misceláneos; 600 m del cauce de la Quebrada Caibo.</i>
<i>Deslizamiento Raboemacho</i>	<i>Ubicado en Juncal, afecta 6 Ha de pastos naturales; 100 m de la vía Juncal – Central Tibaná Chinavita; 450 m del cauce de la Quebrada Raboemacho.</i>
<i>Deslizamiento de La Arenera</i>	<i>Ubicado cerca de la confluencia del Río Bosque al Río Garagoa en la Vereda Uvero, afecta 3 Ha de terreno dedicado a explotación minera; 250 m de la vía Tibaná – Chinavita; y la explotación y producción de arena.</i>
<i>Deslizamiento de La Recebera</i>	<i>Ubicado en la recebera del municipio, afecta 1,5 Ha de pastos naturales y explotación minera; 250 m de la vía Umbita – Villa Pinzón; y la explotación y producción de recebo.</i>
<i>Reptación del ITA</i>	<i>Ubicado cerca del Colegio Agropecuario de Umbita, afecta 9 Ha de cultivos misceláneos y pastos naturales; y las instalaciones físicas del colegio.</i>
<i>Deslizamiento de Altamizal</i>	<i>Ubicado en la Vereda Altamizal, cerca del Río Icabuco, afecta 4 Ha de pastos naturales; algunas viviendas.</i>
<i>Flujo de Tierras de Loma Gorda</i>	<i>Ubicado la Vereda Loma Gorda, afecta 3 Ha en pastos naturales; 80 m de las dos vías que van desde El Centro hasta esta Vereda</i>
<i>Heladas</i>	<i>Afecta principalmente los cultivos de papa en la Vereda La Palma y los cultivos misceláneos, de curuba, de maíz y de papa de los alrededores del Río Icabuco.</i>
<i>Incendios Forestales</i>	<i>Afecta principalmente los bosques naturales, la vegetación de páramo y los charrascales en las veredas La Palma, Bosque, Sisa, Loma Gorda, Tásvita, Nueve Pilas, Molinos y al Cerro El Castillojo.</i>

Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial, Umbita 1999.

← Lugares Críticos por Inestabilidad en la Zona Urbana

Estos lugares tienen que ver con el grado de estabilidad que pueden alcanzar las construcciones civiles al verse involucradas en un fenómeno natural bien sea de remoción en masa, de inundación o sísmico. Generalmente los fenómenos de remoción en masa dentro de un casco urbano tienen como causa principal la intervención antrópica de las laderas con cortes para vías, explanaciones, filtración de acueductos y alcantarillados, etc.

- Muro de Contención Transversal 4°, Manzana 19: Hecho en concreto y bloques de roca (piedra murriada) que soporta el talud norte de la vía, con una

altura de 2 m. El material que conforma el talud corresponde a un depósito de coluvión de matriz arenoarcillosa y algunos bloques angulares de tamaño variable matriz soportados que, según la posición del nivel freático fluctuante de acuerdo a las condiciones atmosféricas, pueden generarse empujes laterales por el aumento de la presión de poros y si este empuje superara la resistencia a la tracción del muro, eventualmente se deslizaría el material obstruyendo la vía e inadecuando la morfología de la ladera, además de ocasionar agrietamiento a algunas construcciones ubicadas en la parte alta por deformación de la superficie del terreno.

- **Infiltración:** en la transversal 4° hacia el costado norte en la Manzana 19, cerca de los predios 8 y 9 una infiltración de aguas que aparentan ser del alcantarillado, provocando posibles lavados de material por debajo del pavimento recién puesto en la transversal, originando tubificación y deformación de la superficie del terreno.

- **Escurrimiento del suelo:** en la Manzana 34 un escurrimiento del suelo causado por la deforestación, las elevadas pendientes y el sobrepastoreo, que aparentemente está causando el agrietamiento de la casa ubicada en la parte alta del Predio 4. Es fácil observar en esta ladera la presencia de bloque erráticos que están sobre el depósito de coluvión, provenientes de las partes altas, especialmente del Cerro El Castillejo, arrancados y transportados por glaciación.

- **Invasión de ronda:** las construcciones realizadas en los siguientes lugares están invadiendo la ronda del cauce de agua de régimen temporal: en la Manzana 19 en Predio 10, Transversal 4°; en la carrera 6°, Manzana 20 Predio 3 y Manzana 21 Predio 19 (Matadero Municipal). Invadir la ronda de un cauce torrencial de montaña genera un alto riesgo para las construcciones civiles ya que los materiales acarreados por las crecidas súbitas de las aguas son bastante heterogéneos y se comportan como "molinos de bolas" que rebasan cualquier obstáculo a su paso, destruyéndolo e involucrándolo en su masa.

- **Muro de contención manzana 26:** al igual que el de la Transversal 4°, este muro se ha construido para contener un relleno hecho para nivelar el Predio 24 de la Manzana 26 frente al Puesto de Salud, adecuado como parque infantil. Tiene una altura de 3 m, perfectamente vertical, que podría sufrir efectos de empuje lateral por presión de poros del material de relleno. En caso de falla se afectarían las viviendas ubicadas en los predios 8 y 24 de esta Manzana.

- **Caída de bloques calle 5°:** por la Calle 5° entre las Carreras 6° y 7° en el costado oriental, Manzana 10 Predio 11, un escarpe que alcanza 2 m de altura muestra caída de bloques de más de 1 m de diámetro de material arenoso probablemente provenientes del Cerro El Castillejo (Formación Picacho, Tep). El talud es casi vertical conformado por materiales arenosos que hacen parte del depósito de coluvión sobre el cual está asentado el casco urbano del municipio

de Umbita. Los bloques están obstruyendo parte de la vía cuya pendiente alcanza 23%. Este problema se puede controlar fácilmente adecuando el talud según un ángulo de reposo (calculado para el tipo de material que lo conforma) y recubriéndolo bien con césped o con concreto.

- **Alta pendiente de vía vehicular:** en la calle 6°. entre carreras 6° y 7°, existe una pendiente de 47% que ha originado problemas de taponamiento y ruptura del alcantarillado.

- **Caída de bloques:** cerca de la Carrera 7° en el talud este, Manzana 5 Predios 1 y 15, caída de bloques angulares a subangulares de arenisca cuarzosa conglomerática (provenientes al parecer del Cerro El Castillejo, Formación Picacho Tep) de más de 1 m de diámetro.

El talud está conformado por estos mismos bloques embebidos en una matriz de arena fina. Por meteorización de la matriz (lavado de las arenas) los bloques se caen ocupando media calzada (2,5 m desde el borde). La altura del talud alcanza los 4,5 m y afecta la casa de don Laurentino Amaya que ahora muestra algún agrietamiento. La Remoción se puede controlar adecuando el talud según ángulo para reposo de los materiales, y recubriéndolo con césped o con concreto como se observa exactamente al frente en el talud oeste perteneciente al predio del Colegio Municipal de Umbita.

- **Explotación ocasional de arena:** cerca del Cementerio Municipal existe una explotación artesanal de arena, de modo ocasional, creando taludes que alcanzan los 3 m de altura, verticales, en areniscas friables de fácil erodación, que podrían afectar la estabilidad de la torre de TELECOM fundida en la parte alta de esta ladera a unos 4 m del escarpe.

El peso de la torre y la altura y el ángulo del talud son condiciones adversas para la estabilidad del lugar; debe adecuarse la ladera y recubrirse con césped o con concreto para asegurar que no se disminuya la resistencia a la tracción del material rocoso.

- **Agrietamiento de Viviendas:** existen cuatro viviendas con agrietamientos a lo largo de la carrera 7°; las construcciones ubicadas en la Manzana 9 Predio 1, Manzana 4 Predio 1 (propiedad de Don José Antonio Díaz Mendoza), Manzana 8 Predio 4 (propiedad de Herederos de Don Saúl Romero) y Manzana 29 Predio 12 muestran grietas abiertas originadas, según dicción popular, a partir del sismo de enero de 1.995 de 5,2 en Escala Richter. Recuérdese que para el municipio de Umbita la aceleración pico efectiva horizontal $A_a = 0,25$ que lo clasifica como AMENAZA SÍSMICA INTERMEDIA – ALTA, según el Mapa de Zonas de Riesgo Sísmico en Colombia.

TABLA No. 10: LUGARES CRÍTICOS POR INESTABILIDAD EN LA ZONA URBANA

FENÓMENO	CAUSA PROBABLE	EFECTO PERCEPTIBLE
a) Muro de Contención Transversal 4°, Manzana 19	Posible fallamiento por aumento de presión de poros que genera empujes laterales	Taponamiento de la Transversal 4° e inadecuada morfología de la ladera
b) Infiltración	Fuga del acueducto y/o el alcantarillado que van enterrados por la Transversal 4°	Lavado de los materiales de la subrasante, erosión hídrica subsuperficial, deformación de la superficie.
c) Escurrimiento del Suelo	Reptación del suelo de la Manzana 34 por deforestación y sobrepastoreo	Formación de terracetas y agrietamiento de la construcción ubicada en el Predio 4
d) Invasión de Ronda	Planeación deficiente de la construcción	Alto riesgo de las construcciones civiles por avenidas torrenciales del cauce
e) Muro de Contención Manzana 26	Posible fallamiento por aumento de presión de poros que genera empujes laterales del material de relleno	Pone en riesgo las construcciones ubicadas en los Predios 8 y 24 de la Manzana 26 que pueden llegar a ser demolidas por falla del muro
f) Caída de Bloques Calle 5°	Excavación para el trazado de la Calle 5° entre Carreras 6° y 7°	Caída de bloques de roca que invaden cierta parte de la calzada
g) Calle 6°	Excavación para el trazado de la Calle 6° entre Carreras 6° y 7°	Caída de bloques de roca que obstruyen la mitad de la calzada, inestabilidad del talud y agrietamiento de construcción
h) Explotación Ocasional de Arena	Obtención de material para construcción	Taludes inadecuados que podrían desestabilizarse por el peso otorgado por la torre de TELECOM
i) Agrietamiento de Viviendas	Sismo de enero de 1.995 de magnitud 5,2 en Escala Richter	Grietas abiertas en las construcciones desde unos pocos milímetros hasta unos cuantos centímetros.

Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial, Umbita 1999.

👉 **Consideraciones Generales**

- *Los sitios inestables en el área urbana muestran un fenómeno particular: el agrietamiento de construcciones se presenta a lo largo de la Carrera 7°, situación que aún no ha sido objeto de estudio por parte de las autoridades para determinar las causas que los generan y definir si se trata de problemas de inestabilidad del suelo y el subsuelo de la construcción, las condiciones de construcción, el diseño de la cimentación y/o los materiales utilizados. El municipio carece de normas para construcciones sismorresistentes.*
- *Los fenómenos de remoción en masa constituyen restricciones al uso del territorio ya que son fenómenos naturales que por su origen y magnitud pueden escapar al control del hombre y generar desastres, no obstante que sus efectos pueden mitigarse.*
- *Uno de los principales problemas de las vías colombianas, como derrumbes, pérdida de la bancada, hundimientos, son causados por la presencia de agua y la geometría de los taludes. Para contrarrestar esto, el ICP ha desarrollado el ECO-STAB-1, que es una emulsión asfáltica, que una vez aplicada, proporciona un recubrimiento impermeable y gracias a su composición química permite que las semillas incorporadas en ella germinen y se conviertan en una solución a los problemas de inestabilidad de los taludes por erosión. Esta tecnología no es aplicada para este tipo de problemas en el territorio de Umbita, quizá porque no existe un estudio completo que determine y ubique las causas que generan este tipo de fallas.*
- *Las aguas subterráneas, como fluido, se mueven a través de un medio poroso permeable, donde pueden llegar a ser almacenadas convirtiéndose así en una reserva incomparable para solucionar problemas de sequías, desecaciones de manantiales, contaminación, etc. En el Mapa Hidrogeológico diseñado para el municipio de Umbita dentro de este estudio, se muestran las rocas que pueden servir como acuíferos potenciales para la producción de agua subterránea. No existen estudios detallados que permitan determinar cada uno de estos lugares específicos, incluyendo sondeos eléctricos verticales, trazadores, pruebas de bombeo y cálculo de direcciones de flujo y líneas equipotenciales con el fin de obtener el modelo hidrogeológico y así aprovechar de manera sostenible este increíble recurso.*

2.1.6 Geología Económica

La minería en el municipio de Umbita es de tipo rudimentario con proyección a ser tecnificada en los próximos años, introduciendo alternativas de mercado, mejoramiento de los sistemas de explotación e infraestructura de transporte; enmarcada por las explotaciones a cielo abierto y en menor cantidad bajo tierra; observándose 27 lugares de explotación de los cuales 8 poseen algún tipo de permiso para la realización de trabajos mineros y solo 3 poseen Plan de manejo Ambiental.

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó un censo y ubicación de las principales explotaciones en todo el municipio, determinándose 5 tipos de productos explotados: arena, arcilla, carbón, recebo y yeso; este último un producto de buena calidad pero que en la actualidad no se explota.

✘ Arenas y Arcillas

Ubicadas en las veredas Centro Abajo y Uvero con explotaciones Rudimentarias de Minería a Cielo Abierto, generan entre uno a cuatro empleos por cada cantera no constantes es decir en Jornales. De las cuales poseen Licencia de Explotación otorgada por la Secretaria de Minas y Energía de Boyacá los siguientes: Joselín Huertas, Herederos de Francisco Valero, Margarita Sánchez, Pastor Romero, Miguel A. Amaya, Eliecer Ramírez y Gerardo Torres; con planes de Manejo Ambiental Aprobado por la Corporación Autónoma Regional de Chivor, CORPOCHIVOR: Pastor Romero, Eliecer Ramírez y Gerardo Torres.

Los productos son utilizados para la construcción de obras civiles a nivel local y exportados hacia otros municipios como Chinavita, Tibaná Garagoa y ciudades circunvecinas con el mismo fin.

✘ Carbón

Son explotaciones bajo tierra, según estudios realizados se ha determinado una gran reserva carbonífera, ubicada principalmente en la Sisa sector Juncal, clasificándolo como carbón térmico; sin embargo, para realizar una buena explotación se deben buscar alternativas de mercado, mejoramiento de la infraestructura vial y legalización de la explotación.

Las explotaciones actuales son de propiedad de Leoncio Hernández quien posee un contrato de explotación aunque en la actualidad la mina se encuentra inactiva; y Elías Amaya quien no posee ningún permiso para realizar la explotación minera, sin embargo provee empleo a tres (3) personas y la producción se utiliza en el procesamiento de ladrillo y el uso doméstico a nivel local y en municipios circunvecinos.

✘ Recebo

Son explotaciones a cielo abierto esporádicas y ubicadas en las veredas Rosal, Jupal, Pavas, Boquerón y Chuscal, las cuales se determinaron como explotaciones de interés social, cuyo producto se extrae ocasionalmente y es utilizado para el mantenimiento vial del municipio. En la actualidad ninguna explotación posee licencia.

✘ Yeso

Este mineral se encuentra ubicado en la finca de Campo Elías Sierra y alrededores determinándose como de difícil explotación.

Se logró determinar que la minería se desarrolla básicamente en las veredas Centro y Uvero es decir el corredor vial Umbita - Sisa y Sisa límites con Tibaná, con explotaciones esporádicas en otras veredas del municipio.

2.2 ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos es una adaptación del documento elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, denominado Estudio General de Suelos del Municipio de Umbita y Municipios de Cundinamarca, a escala 1:100.000. Para el presente estudio se realiza una correlación de campo y una adaptación de las unidades de suelos a las pendientes que corresponden según la escala 1:25.000; lo cual lleva a cometer algunas imprecisiones, sin embargo se aproxima a la realidad, aspecto que no supe un estudio semidetallado de suelos. Con lo anterior se observa que el municipio no cuenta con información confiable relacionada con la oferta edáfica dado que la fuente solo proporciona información general de este aspecto y por otro lado la Unidad encargada de realizar de actualizar los estudios no cuenta con los registros de análisis de suelos.

Es importante resaltar que los agricultores no están acostumbrados a realizar análisis de sus fincas y para su planificación, solo utiliza las recomendaciones de los vendedores de agroinsumos, por lo cual no se tiene la certeza que se esté dado un manejo apropiado a los suelos productivos y colateralmente se fomenta la destrucción de los ecosistemas, fomentando el arrastre del suelo hacia el embalse de Chivor.

A continuación se presenta la información correspondiente al documento elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, que hace una descripción de las asociaciones y cuyos soportes edafológicos se encuentra en el anexo número 1.

2.2.1 Unidades de Suelos (mapa No. 16)

En el municipio se encontraron las siguientes Asociaciones de suelos:

📍 Asociación EL COMUN (EC)

Los suelos de esta asociación se encuentran distribuidos al suroccidente de Umbita en las veredas de Molino, Nueve Pilas, Chuscal, Rosal, Jupal, Loma Gorda, Tambor Grande, Tambor Chiquito, Parte de Sisa y Uvero. Es la unidad que presenta mayor área en el municipio.

El clima es frío húmedo, con nubes frecuentes; el material geológico está constituido por Shale gris, intercalado con arenisca, recubiertos con materiales piroclásticos. El relieve y las pendientes son muy variadas, el drenaje natural es bueno; se observan movimientos en masa.

La vegetación natural ha sido destruida en parte, sin embargo aún quedan algunos relictos de bosque. Los suelos hoy están cultivados en papa, maíz, arveja y frutales, donde se destacan cultivos de curuba tecnificada.

La Asociación está integrada por los Conjuntos El Común (Typic Dystrandept) 40%, Quebradas (Typic Humitropept) en 30%, Jabonera (Andic humitropept) 15% y Siguinoque (Ustic Dystropept) 15%.

La unidad se subdividió por pendiente y relieve en las siguientes fases:

ECbc Suelos ondulados y fuertemente ondulados, con pendientes entre 3 – 7 y 7 – 12%, localizado en las veredas de Chuscal, Molinos, Nueve Pilas y Uvero.

ECde Fuertemente ondulado a fuertemente quebrado, con pendientes entre 12 – 50%. Se localiza en las Veredas de Uvero, Sisa en los sectores Juncal, Sisa Medio, Sisa Arriba y La Palma.

ECcd Fuertemente ondulado a fuertemente quebrado, con pendientes entre 7 – 12 – 25%, localizada en las Veredas de Rosal, Centro, Uvero, Tambor Grande, El Bosque y Loma Gorda en el sector Los Puentes.

ECef El Común escarpado, con pendientes de 50 – 75%. Se localiza en la Vereda Uvero.

Características Físico Químicas de los Conjuntos: Son suelos moderadamente profundos, bien drenados, con influencia de cenizas volcánicas en su desarrollo; textura media sobre moderadamente fina a gruesa, el color del horizonte superior es pardo oscuro, los horizontes subyacentes son de color pardo amarillento y pardo amarillento oscuro, con manchas litocrómicas pardo amarillentas.

La capacidad catiónica de cambio es muy alta; mediana la saturación de bases y altas las bases totales; el carbón orgánico es muy alto en el primer horizonte y muy bajo en los últimos, reacción ligeramente ácida a ácida; reacción positiva al fluoruro de sodio.

👉 Conjunto Quebradas (Typic Humitropept)

Suelos desarrollados a partir de arcillas, moderadamente profundos de texturas finas a moderadamente finas, moderadamente estructurados. De acuerdo con el análisis de suelos presentado en el anexo 1, el epipedón es de color pardo oscuro y el segundo horizonte es de color rojizo oscuro, el tercero pardo y el cuarto es pardo oscuro. Suelos con capacidad catiónica de cambio alta, reacción muy ácida, bases totales regular a alta y saturación muy baja.

☞ **Conjunto Jabonera (Andic Humitropept)**

Son suelos de relieve quebrado y fuertemente quebrados, bien a excesivamente drenados. Se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas alteradas, depositadas sobre areniscas, son profundos de texturas moderadamente finas y moderadamente gruesas; colores pardo muy oscuro en el primer horizonte y pardo amarillento a pardo oscuro en el segundo y tercer horizonte. La capacidad catiónica de cambio es muy alta en todos los horizontes; las bases totales altas en el primer horizonte y bajas en los subyacentes, mediana la saturación de bases, muy alto el contenido de carbono en todos los horizontes; reacción ligeramente ácida a ácida.

☞ **Conjunto Siguineque (Ustic Dystropept)**

Los suelos de este conjunto se encuentran en relieve y pendiente diversas, en las partes medias y bajas de la unidad. Son profundos y bien drenados, desarrollados sobre lutitas y limolitas, con intercalaciones esporádicas de areniscas y capas de calizas y carbón; presentan textura media, moderadamente fina y fina; colores pardo a pardo oscuro en los dos primeros horizontes; el tercer horizonte es también de color pardo oscuro pero con manchas litocrómicas pardo amarillentas, rojo amarillentas y gris muy oscuras que recubren las estructuras. La capacidad de intercambio catiónico es alta, mediana a alta saturación total; medianas las bases totales; bajo y muy bajo el contenido de carbón orgánico; reacción muy fuerte ácida (pH 4.6 a 4.9; ver anexo No 1). No presenta materia orgánica suficiente y son semimineralizados.

☞ **Asociación JABONERA (JA)**

En el municipio se presentan en alturas comprendidas entre 2.650 y 2.900 metros sobre el nivel del mar, en las veredas de Loma Gorda, Jupal, Nueve Pilas, Molino y Pavas. Actualmente se encuentran algunos relictos de vegetación de páramo, Bosques naturales, rastrojos, cultivos de papa y pastos naturales. Son suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas depositadas sobre areniscas y arcillas. El relieve es ligeramente quebrado hasta muy escarpado. Son suelos excesivamente drenados. La vegetación está representada en tunos, encenillos, viravira, mora, y guardarrocíos, también se encuentran salvios y algunos frailejones.

La Asociación está conformada por los conjuntos jabonera (Andic Humitropept) en 30%, Quebradas (Typic humitropept) en 25%, El Común (Typic Dystrandep) en 25%, el Gacal (Andic Dystropept) en 10% y Rosal (Lithic Humitropept) en 10%.

La unidad se subdividió por relieve y pendientes en la siguiente fase:

JAd *Fuertemente ondulado a quebrado con pendientes entre 12 – 50%. Se localiza en la Vereda Pavas.*

JAef Jabonera escarpado, con pendientes de 25-75%.: Aunque en el estudio de suelos del IGAC se registran estas pendientes por ser de carácter regional, es necesario aclarar que representadas las pendientes en escala 1:25.000 a partir del Sistema de Información geográfica ILWIS, se registraron áreas con pendientes entre 0-3, 3-7, 7-12, 12-25 y 25-50%, siendo de 12-50% la más representativa. Se localiza en las Veredas Pavas y Altamizal.

Jaf Fuertemente escarpado, con pendientes superiores al 50%, se localiza en las Veredas de Pavas y Altamizal.

Características Físico Químicas de la Asociación Jabonera: los conjuntos Jabonera, Quebradas y El Común están descritos en la Asociación El Común. El Conjunto Rosal se encuentra descrito en la Asociación Rosal.

👉 Conjunto GACAL (Andic Dystropept)

Estos suelos están localizados en relieve quebrado y fuertemente quebrado. El material geológico está constituido por areniscas recubiertas por material con influencia de cenizas volcánicas. Son suelos moderadamente profundos; bien a excesivamente drenados; de textura gruesa, y moderadamente gruesa, color negro y gris muy oscuro en el primero y segundo horizonte y pardo amarillento claro con manchas pardo amarillentas, rojo amarillentas y blancuzcas en el tercero.

La capacidad catiónica de cambio muy alta en la superficie y muy baja en las capas inferiores; bases totales y saturación total bajas a muy bajas; alto contenido de carbón orgánico en los horizontes superficiales muy bajo en el último; reacción fuertemente ácida (pH 5.0 a 5.4).

👉 Consociación QUEBRADAS (RO)

Los suelos de esta consociación se encuentran localizados al sur del municipio en las veredas de Sisa, Tambor Chiquito y Tambor Grande. En pequeñas áreas también se encuentra en las veredas de Loma Gorda y Bosque. Las alturas están entre los 2.400 y los 3.200 metros sobre el nivel mar. Actualmente en estos suelos se encuentra vegetación de páramo y bosques naturales en las partes más altas, en las partes intermedias se encuentran pastos naturales, rastrojos, algunos cultivos de papa pastos naturales enmalezados.

El relieve presenta varias pendientes predominando entre 12 y 50% y mayores. Los suelos son moderadamente profundos a superficiales, limitados por arcillas y materiales heterométricos, presentan erosión ligera y afloramientos rocosos en algunas áreas.

Conforman la unidad los conjuntos Quebradas (Typic Huitropept), en 80%, Chingacio (Typic Tropudalf) en 15% y rocas en 5%.

La Consociación presenta las siguientes fases por pendiente:

- ROef Quebradas fuertemente quebrado a escarpado con pendientes de 25-50-75%. Sin embargo existen pequeñas áreas con pendientes menores. Se localiza en la Vereda Sisa, sector Sisa Medio.

- ROf Quebradas escarpado, con pendientes de 50-75% y mayores. Se localiza en las Veredas Loma Gorda en el Sector Los Puentes, Uvero y Altamizal.

Conjunto Quebradas (Typic Humitropept)

Suelos desarrollados a partir de arcillas, moderadamente profundos de texturas finas a moderadamente finas, moderadamente estructurados. De acuerdo con el análisis de suelos presentado en el anexo 1, el epipedón es de color pardo oscuro y el segundo horizonte es de color rojizo oscuro, el tercero pardo y el cuarto es pardo oscuro. Suelos con capacidad catiónica de cambio alta, reacción muy ácida, bases totales regular a alta y saturación muy baja.

Asociación CHIVOR (CH)

Esta unidad se encuentra localizada en las veredas de Uvero y Altamizal en las partes más bajas sobre los 2.000 y 2.400 m.s.n.m, así mismo en las veredas Bosque y Loma Gorda entre los 2.600 a 3.000 metros sobre el nivel del mar. Actualmente se encuentran pastos naturales, rastrojos, afloramientos rocosos y pequeños cultivos en la parte baja y bosques naturales, pastos y cultivos de papa en la parte alta.

Las lutitas y esquistos son los materiales sobre los cuales se han originado estos suelos. La unidad presenta relieve quebrado a muy escarpado aunque se encuentran también algunos sectores ondulados. La erosión es ligera a severa. Están constituidos por los conjuntos Chivor (Oxic Dystropept) en 60% y Buenavista (Lithic Humitropept) en 40%.

La unidad se subdividió por pendiente y relieve en las siguientes fases:

- CHde Quebrado a fuertemente quebrado con pendientes de 12-25-50%. Se localiza en las Veredas Uvero y Bosque.

- CHef Fuertemente quebrado a escarpado con pendientes de 25-50-75%. Se localiza en la Vereda Uvero.

Propiedades Físicas y Químicas de los Conjuntos (ver anexo 1)

Conjunto CHIVOR (Oxic Dystropept)

Suelos profundos, bien drenados, ligeramente erosionados, de textura fina y moderadamente estructurados. Los colores son pardo amarillento en el

epipedón y pardo amarillento claro en los horizontes subyacentes. Presentan reacción ácida en el epipedón y muy ácida en los demás horizontes; contenidos de aluminio alto, el cual es tóxico para la mayoría de las plantas; la capacidad catiónica de cambio es mediana en el epipedón, baja en los horizontes subyacentes; las bases totales son bajas y la saturación total mediana.

👉 **Conjunto BUENAVISTA (Lithic Humitropept)**

Suelos superficiales, de texturas medias, moderada a severamente erosionados, bien drenados, permeabilidad media, regular a buena retención de humedad, moderadamente estructurados. El horizonte Ah tiene un espesor de 26 cms aproximadamente, es de color pardo grisáceo muy oscuro y textura franco arcillo-arenosa gravillosa. A los 26 cm aparece la roca. Suelos de reacción muy ácida, contenido de aluminio alto, capacidad catiónica de cambio alta, bases totales bajas, saturación total de bases baja, saturaciones de calcio y magnesio bajas; contenido de fósforo bajo y alto contenido de carbono orgánico.

👉 **Asociación SIGUINEQUE (SI)**

Se encuentra en la parte norte del municipio de Umbita en las veredas de Altamizal, Boquerón, Pavas, parte norte de Molinos y parte norte de la Vereda Chuscal. Todas las veredas se localizan en la microcuenca del Río Icabuco. Las alturas en la que se presentan están entre 2.400 y 2.800 m.s.n.m. con relieve ondulado, muy ondulado, quebrado y fuertemente quebrado, con pendientes diversas, el clima es relativamente húmedo.

Son suelos constituidos por lutitas, limolitas con intercalación de arenisca, caliza y carbón, con influencia de materiales piroclásticos en las capas superiores de las partes más altas. Son profundos y bien drenados. La vegetación natural está constituida por especies de Bosque Alto Andino como : salvio, tuno, encenillo, chilco, mora, chite y guardarrocío. El uso actual del suelo es de cultivos limpios (papa, arveja, maíz), frutales (curuba, pera, lulo) y pastos para ganadería.

La Asociación está formada por los Conjuntos Siguineque con 30%, Chinata 30%, Joyágua 30%, pueden presentarse inclusiones de un 10% de otros suelos.

En Umbita se encuentran las siguientes fases:

SIcd Siguineque con pendientes entre 7 – 25%. Se localiza en las Veredas Altamizal y Pavas.

SIcd1 Siguineque con pendientes entre 7 – 25% y erosión ligera. Se localiza en la Vereda Boquerón.

SIde Siguineque con pendientes entre 12 – 50%. Se localiza en las Veredas de Molino y Pavas.

Clasificación Físico Química de los Conjuntos (ver anexo 1)

Conjunto Siguineque (Ustic Dystropept)

Son suelos profundos y bien drenados, desarrollados entre lutitas y limolitas con interacciones esporádicas de areniscas y capas de calizas y carbón, con textura media, moderadamente fina, color pardo a pardo oscuro en los dos primeros horizontes, el tercero es pardo oscuro con manchas litocrómicas pardo amarillentas, rojo amarillentas y cubriendo las estructuras gris muy oscuro; descansa sobre un horizonte de color pardo fuerte, gris claro y gris oscuro.

La capacidad de intercambio catiónico es alta; mediana a alta la saturación total; medianas las bases totales; bajo y muy bajo e contenido de carbón orgánico; reacción muy fuerte ácida (PH 4.6 as 4.9)

Conjunto CHINATA (Tropeptic Dystrandept)

Se encuentra ubicado en las partes más altas de la unidad. Presenta marcada influencia de materiales piroclásticos en el desarrollo de las capas más superficiales que descansan sobre lutitas y limolitas, con intercalaciones de areniscas y ocasionalmente capas de calizas.

Son suelos profundos, bien drenados; textura media y moderadamente fina en el primero y segundo horizonte y fina en los inferiores; de la superficie hacia la profundidad presenta en el primer horizonte un color pardo oscuro o gris muy oscuro o negro. En el segundo horizonte negro o pardo oscuro, en el tercero pardo amarillento con pardo fuerte y en el último pardo fuerte, pardo claro y rojo amarillento.

La capacidad de intercambio catiónico es alta; saturación total o mediana en los tres primeros horizontes y alta en el último; baja en las bases totales en los dos primeros horizontes y mediana en los dos últimos; el contenido de carbón orgánico es muy alto en las dos primeras capas y muy bajo en las dos últimas; reacción muy fuerte a fuertemente ácida (PH 4.4 – 5.2).

Conjunto JOYAGUA (Typic Humitropept)

Comprende suelos profundos, bien drenados, desarrollados a partir de lutitas con intercalaciones de arenisca y calizas, con pendientes diversas. Textura fina de color pardo oscuro y gris muy oscuro en los dos primeros horizontes; pardo oscuro con pequeñas manchas litocrómicas, pardo fuerte en el tercer horizonte. En el último, pardo fuerte, rojo amarillento, gris pardusco, y pardo con puntos rojizos.

La capacidad de intercambio catiónico es alta; alta la saturación total, bases totales altas en la capa superficial y mediana en los subyacentes; el contenido de carbón orgánico es alto a medio en los tres primeros horizontes y muy bajo en el último; reacción muy fuertemente ácida (PH 4.5 – 4.9).

2.2.2 Clasificación Agrológica (mapa No. 17)

Para clasificar agrológicamente los suelos de Umbita de acuerdo a su capacidad de uso se seguirán las normas dadas por el Manual No. 210 del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos. Las clases de suelos se agrupan en: clase, subclase.

Las clases son ocho y se designan con números romanos del I al VIII. En la clase I se incluyen los suelos que tienen pocas limitaciones, el mayor número de usos y el menor riesgo al deterioro cuando se usan. En las otras clases, los suelos tienen limitaciones progresivamente mayores hasta llegar a la clase VIII.

Las subclases indican limitaciones importantes dentro de la clase. A este nivel se conocen cuatro limitaciones que se designan así: e para erosión, h para humedad, s para limitaciones en la zona radicular o problemas de profundidad, y c para clima.

☛ CLASE III

Incluye la fase ECb y se localiza en las veredas de Chuscal, Nueve Pilas y Molinos. Son suelos de relieve ligeramente ondulado y ondulado con pendientes entre 0 – 3, 3-7, y 7-12%. Se encuentran altitudes entre 2600 y 2850 msnm. en clima frío con precipitación pluvial alta. Los suelos son profundos, moderadamente profundos, con marcada influencia de materiales piroclásticos en su desarrollo; presentan buena permeabilidad y son bien drenados; la reacción es muy ácida y la fertilidad es baja.

Son aptos y están utilizados con cultivos de frutales (curuba, pera, durazno), papa, arveja, pastos y bosques pequeños. Los rendimientos pueden aumentar si se aplican técnicas de conservación y mejoramiento del suelo, se adopta agricultura orgánica, se trazan los surcos en curvas a nivel, utilizando buenas semillas, rotación de cultivos y mantenimiento del ecosistema en equilibrio. El riego a utilizar debe ser por micro aspersión o preferiblemente por goteo para evitar la erosión del suelo.

Si se utilizan áreas en ganadería se pueden mejorar con pastos que se adapten a las condiciones climáticas, se prepare el suelo y se haga un buen manejo de aguas.

CLASE IV

Estos suelos tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas y requieren un manejo muy cuidadoso.

- **Subclase IV:** se encuentran en esta subclase las siguientes unidades cartográficas:

ECbc
ECcd

Se localizan en las veredas de Uvero, Centro, Rosal, Jupal, Tambor Grande, Bosque, Sisa y Loma Gorda en el sector Los Puentes. Son suelos profundos a superficiales, con pendientes planas y onduladas. La fertilidad es moderada a baja. Se pueden explotar en agricultura semimecanizada o tecnificada utilizándose en hortalizas, frutales, cultivos semestrales y ganadería semiestabulada.

- **Subclase IVse:** Se encuentran en esta subclase las siguientes unidades cartográficas:

Asociación Chivor Chde
Sociación Siguineque SIcd1
Asociación SIde1
Asociación SIde

Esta subclase se encuentra en las Veredas de Uvero, Boquerón, Pavas, Lomagorda, Altamizal y parte de Molinos. Son suelos profundos a superficiales con pendientes entre 7 – 25 – 50% con erosión ligera. Algunos sectores presentan movimientos en masa. La fertilidad es baja a moderada. Pueden explotarse en agricultura manual y pastos; estas labores se pueden hacer cuando el suelo muestre un buen contenido de humedad para evitar compactación. En los terrenos menos pendientes es factible el cultivo de hortalizas, arracacha, frijol y tomate. Actualmente se sobre utiliza el suelo con maquinaria agrícola pesada y sobre uso de agroquímicos, así mismo se realizan las siembras sin tener en cuenta las curvas de nivel y sin respetar la cobertura vegetal.

CLASE VI

Suelos que tienen limitaciones que los hace generalmente inadecuados para los cultivos y restringen su uso principalmente a pastos y bosques.

Subclase VIse: Pertenece a esta Subclase la unidad cartográfica ECde y JAde, presenta limitaciones por profundidad y se encuentra en las veredas de Pavas, Uvero, Sisa, Tambor Grande, parte de la Vereda Bosque, Rosal, Jupal, Nueve Pilas, Altamizal y Loma Gorda. Actualmente se encuentra cubierta de pastos y algunos cultivos de frutales y papa. Se recomienda incorporar

abonos orgánicos al suelo, sembrar en curvas a nivel, incorporar residuos de las cosechas y evitar las quemadas y talas. Estos suelos son aptos para cultivos de frutas con cobertura vegetal permanente, labranza mínima, pastos y bosques. La falta de rotación de praderas y la tala de cobertura vegetal en terrenos pendientes genera erosión en los suelos.

✧ **CLASE VII**

Suelos con limitaciones muy severas que las hace inadecuadas para los cultivos; su uso se restringe a pastoreo, lotes de árboles o vida silvestre. Sin embargo, dentro de esta categoría existen pequeñas áreas con mejores aptitudes que la general.

Subclase VIIse: *pertenecen a esta subclase las siguientes unidades cartográficas:*

*Asociación Chivor CHef
Asociación Jabonera JAef y JAf*

La subclase se encuentra en las Veredas de Molinos, Pavas, Altamizal, Boquerón y Uvero. El uso actual es vegetación de páramo, bosque natural, pastos naturales y papa.

Son suelos profundos a superficiales, con pendientes del 25 – 50% y mayores, erosión ligera a moderada, fertilidad baja; estos suelos presentan capacidad para ser utilizados en bosques. Algunas áreas de menor pendiente y grado de erosión se pueden utilizar en pastos.

✧ **CLASE VIII**

Son suelos con limitaciones que indican que su uso es restringido para cultivos y deben ser usados solamente para recreación, vida silvestre o abastecimiento de aguas. En zona, que ocupa buena parte del municipio, se encuentran sectores con mejor capacidad de uso que el presentado en forma general, los cuales están siendo ocupados con vegetación de páramo, bosques y pastos naturales, afloramientos rocosos y algunos cultivos de papa y frutales, especialmente en las partes altas; y caña miel en las partes bajas. En alturas de 2400 a 3000 m.s.n.m. se encuentran charrascales con vegetación de páramo.

Esta clase se encuentra en las veredas del sur oriente del municipio: Sisa, Tambor Chiquito, Uvero, Chuscal, Jupal, Tambor Grande, Bosque, Altamizal y Loma Gorda. Pertenecen a esta Clase las siguientes unidades cartográficas:

*Asociación El Común ECef
Asociación Quebradas ROef y ROf
Misceláneo Rocosos MR*

2.2.3 Erosión Potencial

En el municipio de Umbita se encuentra erosión potencial en el 14% del territorio en sus niveles ligera y severa (ver ítem fenómenos de remoción en masa y mapa No. 16).

La mayoría del área se encuentra sin erosión aparente, sin embargo en las áreas donde se presenta se debe al manejo inadecuado de la cobertura vegetal y a los cultivos que no respetan las curvas de nivel ni la recuperación permanente del suelo. Las quemas se dan frecuentemente, acabando con la posibilidad de mejorar capa orgánica:

La erosión ligera se presenta en el 7% del área de Umbita sobre la vereda Boquerón, hoy dedicada principalmente a cultivos diversos como frutales, arveja, maíz y pastos naturales.

La erosión severa se encuentra solamente en el 8% del área municipal en sitios con afloramientos rocosos en la parte sur de las veredas de loma Gorda, Bosque, Tambor Grande y Sisa. Hoy principalmente se utiliza el suelo en vegetación de páramo y bosques naturales.

La existencia de erosión severa y ligera limita el desarrollo de cultivos agrícolas y en gran parte también el desarrollo de pastos para la ganadería. En las áreas de erosión ligera es importante el buen manejo de los suelos, la reposición de la capa vegetal, los cultivos en curvas de nivel y la construcción de barreras vivas con pastos. En los terrenos muy pendientes es importante mantener la cobertura vegetal natural y en las partes con menores pendientes se debe reforestar con especies protectoras-productoras. Los cultivos perennes como es el caso de los frutales también favorecen la preservación del suelo, siempre que se favorezca entre ellos alguna cobertura vegetal mínima.

En general es importante iniciar un programa ambicioso para recuperar la capa vegetal en los terrenos con pendientes inferiores al 50% y recuperar la cobertura vegetal en los terrenos que superen esta pendiente.

2.2.4 Uso actual del suelo

El uso actual de suelo permite tener un conocimiento aproximado de la oferta productiva del municipio, fundamentada en la explotación del recurso suelo (ver mapa No. 18).

Para la elaboración del mapa de Uso y Cobertura del municipio se utilizaron fotografías aéreas de 1993. En primera instancia se realizó una fotointerpretación que permitió delimitar áreas pecuarias, agrícolas, forestales y algunas minas, diferenciando en la zona agrícola varios patrones de uso sin establecer su contenido. Posteriormente se efectuó una etapa de

reconocimiento en campo durante la cual se definieron los diferentes usos y coberturas, comprobando los usos y definiendo el contenido de cada unidad deslindada.

Se definieron cuatro unidades cartográficas que definen los tipos de cobertura existente en el municipio así:

- Cobertura vegetal: incluye las áreas que se encuentran con bosques nativos, rastrojos, praderas, cultivos, misceláneos (1,2,3),
- Cobertura Construida: incluye la zona urbana, las áreas de infraestructura y emplazamientos arquitectónicos y las vías rurales.
- Cobertura Hídrica: incluye los cuerpos de agua, las rondas y causes de quebradas principalmente.
- Cobertura degradada: hace referencia a los procesos de remoción en masa, áreas afectadas por distintos tipos de erosión y los misceláneos erosionados.

Las unidades delimitadas y definidas durante la etapa de campo se describen a continuación:

☞ **ZU: Zona Urbana del municipio.** Presenta un área de 50 has.

☞ **Zona Construida:** Corresponde a las vías existentes en el municipio que ocupan un área de 48.3 hectáreas.

- **Cñ Consociación Caña Mielera:** se encuentra en la parte baja de la cuenca del Río Icabuco, Veredas Altamizal y Boquerón, así como en la parte baja de las veredas Uvero y Sisa. La caña se siembra en manojos individuales y no a chorrillo, no se riega y tampoco se fertiliza normalmente. La capa representa el 80% de la unidad, el 20% restante corresponde a pequeñas parcelas de yuca, maíz, pastos. El área es de 37.32 hectáreas y su uso es agrícola tradicional.

- **Cñ – Mz Complejo Caña Mielera – Maíz:** se encuentra deslindado en la parte baja de las veredas Uvero y Sisa y en pequeñas parcelas de la cuenca baja del Río Icabuco. El 50% de la unidad corresponde al cultivo de caña, el 40% al de maíz y el 10% a parcelas de pasto y de cultivos de yuca, arveja, frijol sembrados en forma tradicional aún en pendientes fuertes. El área es de 37.9 has. Su uso es agrícola tradicional.

- **Mz Consociación Maíz:** se encuentra distribuida por todas las veredas del municipio, aún en forma de pequeñas parcelas que no siempre pueden representarse cartográficamente de modo individual. En las unidades representadas en el mapa con este símbolo el maíz es el 80%, el 20% restante corresponde a pastos, cultivos de yuca y frutales de hoja caduca principalmente. El área es de 119.7 hectáreas. Uso agrícola tradicional.

- **Mz –Pa Complejo Maíz – Papa:** el 50% de la unidad está representada por maíz, el 40% por papa y el 10% corresponde a pastos. Esta unidad se encuentra en altitudes superiores a 2.600 metros de las Veredas Tambor Grande, Jupal, Loma Gorda, Molino, Centro y Chuscal. Las siembras se hacen en el esquema tradicional y sin prácticas de conservación tendientes al control de erosión, salvo la papa que a veces presenta los surcos en el sentido transversal de la pendiente. Es frecuente observar arveja asociada a papa, frijol y maíz. El área es de 156.87 hectáreas. Su uso es agrícola tradicional.

- **Pa Consociación Papa:** el 80% de la unidad está representado por el cultivo de papa y el otro 20% por cultivos de maíz, frutales de hoja caduca y pastos. Esta unidad se localiza entre los 2.700 y 3.400 metros sobre el nivel del mar, en las Veredas Sisa, Tambor Chiquito, Tambor Grande, El Bosque, Loma Gorda, Jupal, Rosal, Chuscal, Pilas y Molino. Es frecuente que se le asocie el cultivo de arveja. El área es de 427.3 has. Su uso es agrícola tradicional.

- **Cu Consociación Curuba:** el 60% de esta unidad corresponde al cultivo de la curuba con buena tecnología, el 30% son frutales de hoja caduca y el 10% restante corresponde a cultivos de maíz, frijol o huertas caseras heterogéneas. La zona de mayor ocurrencia del cultivo de curuba es la parte media de la cuenca del Río Icabuco, al norte y al sur de la vereda Tambor Grande. El área es de 87.18 has. Uso agrícola tecnificada.

- **Pn – Mz Complejo Praderas Naturales – Maíz:** el 60% de esta unidad corresponde a praderas naturales, 30% a maíz y 10% a pequeñas parcelas de papa, frutales, arveja y frijol. Este complejo se encuentra en las Veredas Chuscal y Boquerón. Las praderas están formadas por pastos como poa, falsa poa y kikuyo e inmersas en ellas se encuentran pequeñas parcelas de maíz. El área es de 124.7 has. Uso agropecuario.

- **Pn – Pa Complejo Praderas Naturales – Papa:** en este complejo el 60% del área está representada por las praderas y el 40% por cultivos de papa. Esta unidad se encuentra en las Veredas Bosque, Tambor Grande, Pilas y Molino. Dentro de las praderas suelen observarse pequeñas parcelas de rastrojos o bosques. El área es de 263.02 has. Uso agropecuario.

- **M1 Misceláneo 1:** formado por pequeñas parcelas de caña, maíz, papa, arveja, calabaza, ahuyama en proporciones similares destinadas a satisfacer las necesidades del consumo doméstico. La unidad se encuentra por debajo de los 2.700 metros de altitud en un clima frío subhúmedo a seco. En algunas fincas se observan líneas de pasto Micay utilizado como barrera viva para proteger bordes de taludes de caminos o carretables. Se encuentra en las Veredas Uvero, Sisa, Altamizal y Boquerón. El área es de 25.12 has. Uso agrícola tradicional.

- **M2 Misceláneo 2:** *constituido por cultivos de maíz (35%), papa (30%), praderas naturales (25%) y el 10% restante representado por pequeñas parcelas de arveja, rastrojos y bosques naturales. Esta unidad está deslindada en las Veredas Uvero, Sisa, Molino, Pilas, Chuscal, Rosal, Jupal, Loma Gorda, Tambor Grande y Tambor Chiquito. Como en las demás unidades, donde aparece el cultivo de papa también aparece la arveja asociada a la papa con cierta frecuencia. El área es de 557.8 has. Uso agropecuario.*

- **M3 Misceláneo 3:** *formado por parcelas mezcladas de papa (25%), maíz (25%), curuba (15%), praderas naturales (20%) y el 15% restante representado por pequeños huertos de peros, ciruelos y duraznos junto con parcelas de arveja, mora, tomate de árbol o feijoa. La zona donde predomina esta unidad es la parte media de la cuenca del Río Icabuco donde la curuba a veces aparece cultivada en hileras entre las líneas de frutales como peros y ciruelos. El área es de 716.1 has. Uso agropecuario.*

- **Pn. Consociación Praderas Naturales:** *Es predominante en el municipio y se encuentra distribuida por todas las veredas. En las zonas de clima medio seco incluye pequeñas parcelas con pasto de corte (principalmente Imperial) o enmalezadas (helecho, uvo, moro, chite, tobo). En las zonas altas cultivan avena ocasionalmente para suministrarla como pasto de corte en la alimentación del ganado multipropósito. Los pastos que forman las praderas son Yaraguá, poa, falsa poa, kikuyo. El 80% de esta unidad está representada por praderas y el 20% restante corresponde a rastrojos, bosques naturales, bosques cultivados de maíz, caña, papa, yuca, curuba, pasto imperial o avena. La ganadería es de tipo extensivo o de libre pastoreo con baja carga, sin embargo, se observan muchas áreas sobrepastoreadas. El área actual es de 6.579.22 has. Uso ganadería extensiva.*

- **PnE Consociación Praderas Naturales Enmalezadas:** *en estas áreas aproximadamente el 40% de las praderas se encuentran cubiertas de hierbas o arbustos (malezas) debido a un bajo nivel de mantenimiento. Las principales malezas observadas son chite, moro, helechos, angelito, laurel, salvio, chusque. El área es de 532.2 has. Uso ganadería extensiva y protección.*

- **MR Consociación Escarpes Rocosos:** *el 90% de esta consociación está representado por afloramientos rocosos y el 10% restante corresponde a pequeñas áreas cubiertas de pastos o pajas, rastrojos o parcelas de bosques cultivados (pino, eucalipto). Los escarpes son taludes verticales que carecen de suelo y por ello, de potencial agropecuario o forestal. El área es de 189.3 has. Uso protector.*

- **M Consociación Minas:** *corresponde a pequeños sectores donde se explota la piedra arenisca para extraer arena para construcción y están*

localizadas al borde de la carretera en las Veredas de Uvero y Sisa. También se observan pequeñas zonas de explotación minera en la Vereda Centro, por la vía a Chinavita. Presenta un área de 26.25 hectáreas. Uso construcción y combustible.

- **Bn. Consociación Bosque Natural:** los bosques representan el 85% de la unidad e incluyen el 15% en pastos, rastrojos o pequeñas parcelas cultivadas principalmente por papa, maíz o arveja. Generalmente ocupan zonas altas de fuerte pendiente al sur, límites con Pachavita y la Capilla, al occidente límites con el Departamento de Cundinamarca y el municipio de Turmequé que representan valiosas zonas de recarga para las cuencas de los Ríos Bosque e Icabuco. Tiene un área de 1.584,05 hectáreas. Uso protección.

- **Bn – Pn. Complejo Bosque Natural y Praderas Naturales:** el bosque y la pradera representan el 50% y 40% de la unidad respectivamente, el restante 10% corresponde a pequeñas parcelas de papa. El sector donde más abunda este complejo es la parte alta de la Vereda Molino. El bosque observado es de tipo secundario con especies como encenillo, laurel, salvio, uvo, moro, helechos, chusque, mano de oso, gague, siete cueros, angelito. Las praderas están constituidas por pastos como poa, falsa poa, carretón y kikuyo. Presenta un área de 122.1 hectáreas. Uso protección y ganadería extensiva.

- **Bc. Consociación Bosque Cultivado:** los bosques de pino y eucalipto representan el 90% de esta unidad y se plantan con fines comerciales. En algunos sectores han sido quemados recientemente. El 10% son pastos o matorrales. Generalmente se localizan en zonas de fuertes pendientes y suelo de poco espesor, lo cual limita las posibilidades y condiciones de cosecha. Esta consociación se encuentra en las Veredas Uvero y Molino. En menor extensión se encuentran plantaciones de acacia y aliso (principalmente en cercas). Tiene un área de 22.16 hectáreas. Uso maderero comercial.

- **Ra. Consociación Rastrojo:** el 90% del área así identificada representa vegetación natural regenerada con alturas mayores a un metro, donde los árboles son escasos. El 10% corresponde a parcelas de bosques naturales y pastos. La unidad se encuentra en las veredas Uvero, Sisa, Tambor Grande, Pilas y Jupal. Tiene un área de 440.94 has. Uso protector

- **Ch. Consociación Charrascal:** la unidad está formada por una mezcla de vegetación de arbustos y hierbas con especies de páramo que han descendido hasta alturas próximas a los 2.400 m.s.n.m. Se delimitó en las Veredas Uvero y Centro. Tiene un área 230.5 has. Uso protector.

- **VP. Consociación Vegetación de Páramo (100%):** se encuentra por encima de los 3.000 metros de altitud, en las Veredas de Sisa, Tambor Grande, Bosque, Loma Gorda, Jupal y Pilas. Tiene un área de 951.6 has. Uso protector.

- **Hu. Humedal:** Se compone de un pantano, localizado en la Vereda El Rosal, las lagunas Agua Blanca y Negra . Tiene un área de 13.3 hectáreas. Uso ambiental protector.

- **RM. Remoción en masa.** Son áreas que hoy están siendo utilizadas para pastos (79.9 has), cultivos (21.3%), y rastrojos (4.8) en los cuales se presenta erosión laminar y difusa y remoción en masa. Presenta un área de 1.476.9 hectáreas. Usos agropecuarios y protección actual. Es indispensable tener en cuenta que las zonas degradadas establecidas en el mapa número 11 hacen referencia a los aspectos más notorios o evidenciables dentro del territorio. Sin embargo es importante considerar que el municipio en su mayor parte presenta problemas por el mal manejo que se ha dado a las zonas productivas que paulatinamente van perdiendo sus atributos productivos, direccionándose en un futuro a zonas improductivas.

No hay conocimiento de las áreas afectadas por estos procesos y tampoco hay un programa a partir del municipio que precisen la magnitud de este problema el cual solo se refleja en la productividad real obtenida a partir de los años.

Además de los cultivos ya descritos existen otros que forman parte importante en la economía familiar de los Umbitanos y entre ellos se citan: tomate de árbol, mora, granadilla, papayuela, cebolla junca, haba, uchuva, yerbas aromáticas, feijoa, arracacha, durazno.

En el sector agropecuario hay acceso a la tecnología pero una mala aplicación de la misma ya que no se realiza en forma adecuada la fertilización de los cultivos y menos el control químico de plagas y enfermedades. Los empaques de los productos utilizados en la fertilización y control de insectos o enfermedades que atacan los cultivos se abandonan aún cerca de las fuentes de agua.

Los costos altos de los insumos limitan su utilización y por ello existen cultivos como la caña, el maíz y los pastos de corte que no se fertilizan.

Al observar el mapa de uso y cobertura (No. 18) es fácil concluir que Umbita es un municipio esencialmente pecuario y en segunda instancia es la agricultura la base de la economía. La mayor parte de sus productos se comercian en Bogotá, principalmente curuba, peras, ciruelas, papa y ganado. En la ganadería no se observa buena tecnología y tampoco selección de razas que permitan lograr buenos rendimientos con fines específicos (leche, carne). La principal actividad pecuaria es la producción de leche con miras a la industria casera del queso.

La extracción de los productos es relativamente fácil ya que existen numerosas vías que comunican con la cabecera municipal y las ciudades de Santafé de

Bogotá y Tunja, lo que hace pensar en una fácil comercialización para los productos.

2.2.5 Uso Potencial

El uso potencial se define a partir de las variables de pendiente del terreno, profundidad del suelo y erosión potencial, el cruce de estas variables determina la potencialidad del suelo (ver mapa No. 19). Para el caso de Umbita se encontraron las siguientes características:

Pendientes de Terreno: Se encontraron unidades cartográficas con pendientes de 0-3, 3-7, 7-12%, 12-25, 25-50 y más de 50% (ver mapa de pendientes)

Erosión: en el área se encontraron suelos sin erosión identificados en el mapa con el color verde en un porcentaje del 10% del total del área, con erosión ligera en un porcentaje del 38%, con erosión moderada en un 45% y con erosión severa en un 7% del total.

Profundidad del suelo: en el municipio se encontraron suelos profundos en un 65% del área total, suelos medianamente profundos en un 20% y suelos superficiales en un 15% del área.

También se encontraron limitaciones por clima a partir de la cota de los 2.900 metros sobre el nivel del mar para el desarrollo de cultivos.

Otra consideración a tener en cuenta es que debido a la escasa existencia del bosque natural y vegetación de páramo, donde se encuentran relictos localizados de esta cobertura se tomarán como de uso potencial protector.

Los suelos con problemas de estabilidad y afectados por remoción en masa se afectarán con fines de protección y estabilización. Así mismo las zonas de recarga de acuíferos y zonas de infiltración se afectan como suelos de protección. Los nacimientos de quebradas y ríos presentan un potencial protector en un radio de 50 metros a la redonda. Las riberas de los causes presentan potencial protector.

Combinando los anteriores características obtenemos las siguientes unidades de uso potencial:

2.2.5.1 Tierras Cultivables

☛ C2- Agricultura semimecanizada

Esta unidad presenta pendientes de 0-3 en una proporción mínima, 3-7 y 7-12% con suelos profundos, erosión ligera y sin erosión, en ellas se pueden

desarrollar cultivos de hortalizas, frijol, papa, arveja hierbas aromáticas y medicinales, frutales de clima frío. La mayoría de los suelos pueden mecanizarse siempre que el contenido de la humedad del suelo sea adecuado al momento de hacer la labranza. Se deben rotar los cultivos, cuando se dedican a cultivos transitorios, se debe adicionar materia orgánica para mejorar la permeabilidad, evitar la compactación y aumentar el contenido de nitrógeno y carbón al suelo, corregir la acidez a través de encalamientos sucesivos y aplicar fertilizantes adecuados sin dañar sus microorganismos vivos. Tiene un área de 1.169.87 hectáreas que actualmente se utilizan en cultivos misceláneos como papa, frutales y maíz y se localizan en las veredas de Chuscal, Nueve Pilas y Molino.

📍 C3 - Agricultura Manual

Esta unidad presenta pendientes entre 12 – 25% sin erosión, suelos profundos y moderadamente profundos. En esta área se pueden desarrollar cultivos de frutales, mora, caña, maíz, procurando su cultivo en curvas a nivel, construyendo barreras vivas, manteniendo cobertura vegetal en las áreas más pendientes, evitando las quemas y utilizando fertilizantes altos en fósforo y nitrógeno. Aunque se pueden mecanizar las partes menos pendientes, se recomienda cultivar manualmente, hacer rotación de cultivos con leguminosas y pastos. La limpieza de los frutales debe hacerse por medio de plateos para no dejar desnudo el suelo, Deben integrarse los residuos de las cosechas al suelo. Tiene un área de 2.063.11 has. Se localiza en las veredas de Uvero, Centro, Rosal, Loma Gorda, Tásvita y Sisa.

📍 C3/P - Agropastoril 1

Esta unidad presenta pendientes de 7 - 12 – 25% con erosión ligera, suelos profundos y moderadamente profundos. Se pueden desarrollar cultivos de frutales, maíz y cultivos semestrales, utilizando sistemas de labranza mínima y manteniendo la cobertura vegetal permanente; así mismo cultivar en curvas a nivel construyendo barreras vivas, evitando las quemas y mejorando los suelos aplicando fertilizantes altos en fósforo y nitrógeno. Se pueden utilizar algunas áreas para pastos de corte. Tiene un área de 1.798.5 has. Se encuentra en las veredas de Uvero, Altamizal, Pavas, Boquerón, Bosque y Loma Gorda.

📍 C4/P Agropastoril 2.

Tierras para cultivos restringidos y pastos en suelos de relieve quebrado a escarpado, con suelos ácidos susceptibles a la erosión.

Los suelos son aptos para cultivos densos como la caña mielera en las riberas del río Garagoa y frutales de hoja caduca en los climas más fríos, los cuales deberían sembrarse en franjas de contorno y en pastos de pradera y corte, así como evitar las quemas, adicionar residuos de cosechas y mantener los terrenos pendientes con cobertura vegetal nativa. En linderos de fincas es necesario dejar cercas vivas para permitir el hábitat y desplazamiento de

fauna nativa. Presenta un área de 6.191.3 has. Se encuentra en todas las veredas.

2.2.5.2 Tierras Forestales

F3: Bosques Protectores

Se localizan especialmente en zonas con limitaciones de clima, zonas de subpáramo y páramo, con pendientes superiores al 50%, son zonas de recarga de acuíferos e infiltración sobre las líneas divisorias de las cuencas, en zonas de nacimientos de quebradas, ríos y humedales. El bosque es nativo y la forma de recuperación es a través de la regeneración natural o restauración natural integral ecológica (suelo, flora, fauna).

Este tipo de bosque sólo puede ser aprovechado como fuente de semillas, en educación ambiental o investigación, no puede ser quemado ni talado. Presenta un área de 3.513.05 has. Se encuentra en las veredas de Sisa, Tambor Grande, Tambor Chiquito, Loma Gorda, Molinos, Chuscal, Uvero, Nueve Pilas y Bosque

HC: Tierras de protección histórica y cultural

Estas son zonas donde se localizan reliquias culturales como es el caso del sitio “Nueve Pilas” catalogado como observatorio astronómico Muisca, localizado en la Vereda del mismo nombre. Este sitio debe adquirirse en un radio de 50 metros mínimo y destinarse a su recuperación y adecuación con fines didácticos y turísticos. Presenta un área de 1 hectárea.

T: Zonas aptas para proyectos turísticos y ecoturísticos

Corresponde a las áreas que por su valor paisajístico o natural pueden ser utilizadas para el sano esparcimiento, en caminatas de observación, contemplación o camping. Aunque no están delimitadas, estas zonas son de uso restringido y obedecen a un plan de manejo sostenible; para lo cual se pueden utilizar algunas zonas de bosque protector y de pastos, entre las que se encuentran: cerro de Castillejo, laguna Agua Blanca o Palo Caído, laguna encantada de Peña Negra, páramos de Guanachas o Castillejo y Los Cristales.

M: Minería

Son áreas con potencial para ser explotado como material para la construcción (arena, recebo, yeso), para el mantenimiento vial, para combustible (carbón), para artesanías y productos de construcción (arcilla). La explotación obedecerá a un plan de manejo sostenible aprobado por CORPOCHIVOR y a una licencia de explotación otorgada por la Secretaría de Minas de Boyacá. Presenta un área de 173,28 has. Se encuentra en las veredas de Sisa, Uvero, Centro, Pavas, Boquerón y Chuscal.

U: Zona Urbana

Constituida por los terrenos aptos para uso residencial densificado, comercio, institucional, religioso y recreativo localizado en el actual perímetro urbano y en la zona de expansión que se pueda determinar. El área actual es de 50 hectáreas.

2.2.6 Conflictos por uso del suelo

Los conflictos por uso de suelos resultan de la comparación entre el uso potencial con el uso actual, de tal manera que surgen las siguientes unidades (ver mapa No 22):

- Suelos en Equilibrio de Uso(E): cuando el uso potencial concuerda con el uso que actualmente se le está dando al suelo. La oferta del suelo es igual a la demanda de la actividad. Sin embargo el equilibrio no es absoluto por cuanto ocasionalmente se presenta explotación del recurso bosque.
- Suelos en Subuso (Su): cuando se podría sacar un mejor provecho del suelo y sin embargo se usa actualmente en actividades que exigen menores condiciones de suelo a las presentadas. La oferta del suelo es mayor a la demanda de la actividad.
- Suelos en Conflicto Bajo (CB): Se presenta cuando las actividades actuales deterioran ligeramente el suelo y otros recursos naturales por exigencias mayores a las características presentadas.
- Suelos en Conflicto medio (CM): Se presenta cuando las actividades actuales deterioran moderadamente el suelo y recursos naturales conexos. La demanda de la actividad es mayor que la oferta del suelo
- Suelos en Conflicto Alto (CA): Se presenta cuando la demanda del cultivo o la actividad es muy alta con respecto a la oferta del suelo siendo muy alto el deterioro del suelo y de los recursos naturales.

El mapa de conflicto por uso del suelo es parte fundamental para el análisis de tendencias, la planificación en cuencas hidrográficas y la definición de estrategias para la elaboración de proyectos. En dicho mapa las unidades se identifican por símbolos en forma de quebrado, en donde el numerador representa el uso actual del suelo y el denominador el uso potencial. Se utilizan los mismos símbolos del uso actual de suelo (ver mapa 18) y uso potencial (ver mapa 19).

2.2.6.1 Zonas en equilibrio

Los sectores donde hay correspondencia entre la oferta productiva del suelo y el uso que el hombre hace de él, representa un apenas aceptable porcentaje en

el municipio. Forman parte de estas zonas las áreas de páramo aún no colonizadas para procesos productivos.

Las unidades que representan equilibrio son:

$$\frac{BN}{F3} \quad \frac{Ch}{F3} \quad \frac{Mr}{F3} \quad \frac{Cu}{C2} \quad \frac{M1}{C2} \quad \frac{M2}{C2}$$

$$\frac{M3}{C2}$$

El área que actualmente se encuentra en equilibrio es de 6.211 hectáreas y corresponde al 41.76%. y se encuentran en las veredas de Altamizal, Pavas, Molinos, Nueve Pilas, Chuscal y en la parte sur del municipio en límites de la Capilla y Pachavita.

2.2.6.2 Zonas en subuso

Están representadas por áreas con potencial agrícola relativamente alto, basadas en condiciones topográficas y edáficas que se utilizan para ganadería extensiva.

El área de suelos subutilizados es de 5.905 hectáreas y corresponde al 39.7%. y se localizan en las veredas de Rosal, Centro, Bosque, Tambor Chiquito, Tambor Grande, Sisa y Uvero.

Las unidad en subuso es:

$$\frac{Bc}{F3} \quad \frac{Bn}{F3} \quad \frac{Pn}{F3} \quad \frac{Pn.E}{C2} \quad \frac{Bn}{C2} \quad \frac{Bn-Pn}{C2} \quad \frac{Pn}{C3} \quad \frac{Pn-E}{C3} \quad \frac{Pn-E}{C4/p}$$

$$\frac{Pn}{C3/p} \quad \frac{Pn}{C4-P}$$

2.2.6.3 Zonas en Conflicto

El esquema de clasificación utilizado presenta cuatro grados de conflicto, según el nivel de degradación que cada uso no adecuado genere. Las causas del conflicto pueden basarse en muy baja protección de la cobertura vegetal actual (cultivo, pasto) al suelo y a la ausencia de prácticas de cultivo y manejo con fines conservacionistas. A continuación se presentan los diferentes grados o niveles de conflicto:

Zonas en Conflicto Alto

Las unidades incluidas en el conflicto muy alto son:

$\frac{M1}{F3}$ $\frac{M2}{F3}$ $\frac{M3}{F3}$ $\frac{Pn}{F3}$ $\frac{Cu}{F3}$ $\frac{Cñ}{F3}$

$\frac{Pa}{F3}$ $\frac{Mz}{F3}$ $\frac{Pa-Mz}{F3}$ $\frac{Mi}{F3}$

El área presente con conflicto alto en Umbita es de 1.350 hectáreas y corresponde al 9% del total de área. Se localiza en las veredas de Sisa (sectores Juncal, Sisa Arriba), Uvero, Tambor Grande, Tambor Chiquito, la parte norte de Uvero y Altamizal.

Zonas en Conflicto Medio

El conflicto medio se representa en las siguientes unidades:

$\frac{Ra}{F3}$ $\frac{Bc}{F3}$ $\frac{Bn-Pn}{F3}$ $\frac{Pa}{C3/P}$ $\frac{Mz-Pa}{C4/p}$

El conflicto medio posee un área de 684 hectáreas y corresponde al 4.6% del total del área del municipio. Se localiza en las veredas de Rosal, Nueve Pilas, Tambor Chiquito y Tambor Grande, Jupal y Loma Gorda.

Zonas en Conflicto Bajo

A este grado de conflicto corresponden las unidades:

$\frac{Pa}{C4/p}$ $\frac{Mz Pa}{C4/p}$ $\frac{M1}{C4/p}$

El área que actualmente se encuentra en conflicto bajo es de 665.9 hectáreas y corresponde al 4.47% del total del área. Se localiza en las veredas de Tambor Grande, Molino, Sisa (sector Juncal).