

El subsistema físico comprende el estudio de las rocas, las amenazas y la vulnerabilidad así como el estudio de los suelos del territorio.

2. SUBSISTEMA FISICO

2.1 GEOLOGIA

La zona de estudio se localiza en el cuadrángulo K-12, INGEOMINAS, en el cual, geológicamente afloran rocas de edades correspondientes desde el Devónico, para el Grupo Farallones hasta el Cretácico Superior para las demás formaciones, periodo durante el cual la cuenca deposicional, experimentó sucesivos levantamientos y hundimientos que permitieron la depositación de los sedimentos marinos en aguas poco profundas y deltáicas que representan las Formaciones Lutitas de Macanal, Areniscas de la Juntas, pertenecientes al Grupo Cáqueza; y las Formaciones Fómeque, Une y Chipaque.

2.1.1 Estratigrafía

Dentro del área de estudio, afloran rocas del Grupo Farallones, las Formaciones Lutitas de Macanal, Areniscas de las Juntas, Fómeque y algunos depósitos Cuaternarios recientes.

2.1.1.1 Devónico - Carbonífero

- **Grupo Farallones (Cdf):** Serie de limolitas, arcillolitas, areniscas y conglomerados expuestos en los Farallones de Medina (Segovia, A. 1963)¹.

Este grupo en su localidad tipo, Cañón

¹ *Ibid.*

del Río Bata (según A. Segovia), está constituido por 110 m. (conjunto A) de areniscas cuarzosas, de grano fino a grueso, con guijos de cuarzo hasta de 1 cm.; 180 m (conjunto B) de limolitas y arcillolitas grises oscuras con dos niveles fosilíferos; 850 m. (conjunto C) de cuarzoarenitas y argilitas grises, verdes y violetas; su techo lo constituyen 1.090 m (conjunto D) de argilitas, cuarzoarenitas, y conglomerados con intercalaciones de caliza. (C. Ulloa, E. Rodríguez)².

Debido a que buena parte del cañón del Río Batá constituye ahora el embalse La Esmeralda, es difícil observar la columna descrita anteriormente, sin embargo estas rocas se pueden apreciar hacia el sector Sur, en las veredas Agua Blanca Chiquita, (Macanal) y Choma (Campohermoso); constituyendo el eje de un anticlinal en la Cuchilla Guaneque, presenta areniscas, limolitas y lutitas con tonalidades gris oscura en la parte inferior; limolitas, cuarzoarenitas, areniscas, calizas y conglomerados varicoloreados en la parte media y superior.

2.1.1.2 Cretácico Inferior

↔ **Formación Lutitas del Macanal (Kilm)**

Corresponde a la unidad media del Grupo Cáqueza (C. Ulloa, E. Rodríguez)³, y designa un conjunto monótono de lutitas negras con esporádicas intercalaciones de calizas, areniscas y bolsones de yeso;

² *Ibid.*

³ *Ibid.*

depositadas en un ambiente marino de aguas someras en una cuenca cerrada; su localidad tipo se localiza en el cañón del río Batá, entre las quebradas El Volador y La Esmeralda.

La Formación Lutitas del Macanal, aflora en la zona siguiendo una amplia franja de dirección Noreste, y muestra algunos plegamientos locales cuyos ejes coinciden con esta dirección. La dirección preferencial de buzamiento es al noroeste buzando de 20° a 55°.

⇨ **Formación Areniscas de las Juntas (Kiaj)**

Unidad superior del Grupo Cáqueza que denomina dos niveles arenosos separados por un nivel lutítico. Fue depositada en un ambiente transicional probablemente deltáico, su localidad tipo se ubica entre las cuchillas El Volador y El Dátil (carretera Guateque - Macanal).

Se observan en su parte inferior, areniscas cuarzosas grises amarillentas, de grano fino, friable, con pequeñas intercalaciones de lutitas negras de estratificación cruzada. Su parte media, se caracteriza por la presencia de lutitas negras, micáceas con intercalaciones de areniscas arcillosas con nódulos arenosos. Y hacia la parte superior presenta un paquete de arenisca cuarzosa, dura de grano fino con intercalaciones de lutitas carbonosas, seguido de uno de lutitas micáceas que infrayace a un paquete de arenisca cuarzosa, dura de grano fino que presenta estratificación delgada. Finalmente hacia el tope se encuentran lutitas negras micáceas intercaladas con areniscas cuarzosas de color blanco y grano fino. (Ulloa, E. Rodríguez, 1975)⁴.

⁴ *Ibid.*

En el municipio de Macanal, esta Formación aflora hacia el Norte, siguiendo una franja de rumbo noreste, en las veredas Perdiguiz Chiquito, Tibacota, La Mesa, Volador Grande, Pantanos, Vereda Media Estancia y sector Sur de la vereda El Dátil, presenta buzamientos hacia el noroeste entre 28° y 45°.

⇨ **Formación Fόμεque (Kif)**

Serie de lutitas negras, calizas y arenisca y algunos esquistos priritosos (Hubach, 1957)⁵. Por sus características litológicas y paleontológicas, indica un ambiente deposicional marino de aguas someras y circulación restringida.

Esta formación se constituye de lutitas grises oscuras a negras, interestratificadas con margas, limolitas grises y lentejones de calizas, grises oscuras intercaladas frecuentemente con areniscas cuarzosas, micáceas, de grano fino con estratificación delgada. En la zona de estudio, aflora hacia la parte norte, en una franja de dirección Noreste, en las veredas El Dátil y Perdiguiz Grande, correspondiendo al flanco derecho de un anticlinal local, su buzamiento es al noroeste entre 25° y 40°.

2.1.1.3 Cuaternario

🌐 **Depósitos Cuaternarios**

Son depósitos de tipo Coluvial principalmente; se encuentra uno claramente definido en la vereda Pertiguiz Grande, constituido por grandes bloques angulares de 50 cm hasta 1.5 m de diámetro o mayores que provienen de formaciones duras y empinadas.

⁵ *Ibid.*

Otro tipo de depósito muy común son los Depósitos Torrenciales, producto de los movimientos en masa y de la acción hídrica. Estos depósitos se observan en varios sectores del municipio, pero debido a su extensión, no son cartografiables a la escala de trabajo. Se considera la posibilidad de que los depósitos de este tipo que se encuentran en las partes topográficamente más altas correspondan a depósitos de antiguas morrenas laterales, que se han modificado continuamente a través de su historia geológica, ya que presentan una matriz con alto contenido de material orgánico y los bloques de gran tamaño muestran superficies muy pulidas y aristas angulares que indican poco transporte.

2.1.2 Estructuras

La zona de estudio se localiza estructuralmente en el Anticlinal de los Farallones, el cual ocupa la zona central del cuadrángulo K-12. Se caracteriza por ser una región de gran complejidad estructural, con numerosas fallas de tipo inverso. El principal rasgo estructural de esta zona lo constituye el flanco oriental del Anticlinal de los Farallones, el cual está afectado por el sistema de fallas de Santa María, compuesto por las fallas de Tesalia, Lengupá y Santa María, todas de tipo inverso ángulo alto y buzamiento hacia el Oeste y desplazamientos verticales de gran magnitud.

2.1.2.1 Principales elementos tectónicos locales.

☞ Pliegues

Se encuentran estructuras estrechas, muy locales que permiten determinar la dinámica compresional de la zona. Los ejes de estas estructuras tienen dirección

Noreste y se encuentran al Sureste del Municipio de Macanal, en las veredas La Vega, Quebrada Negra, Los Naranjos. Se observa también una pequeña estructura sinclinal seguida de una anticlinal en las veredas El Limón y Media Estancia, cuyos ejes tienen dirección Norte-Sur.

☞ Fallas

La Falla La Esmeralda, de tipo normal, que se prolonga en dirección Sur Oeste, pone en contacto rocas de edad Precretácicas (CDf) con rocas Cretáceas (kilm) en el sector de las Veredas La Vega y Agua Blanca Chiquita, esta falla de tipo normal muestra el labio oeste levantado y dirección N30°E.

La Falla de Santa María, inversa, de gran ángulo y buzamiento hacia el oeste; atraviesa el municipio de Campohermoso, siguiendo una dirección noreste, afectando las rocas que constituyen el flanco oriental del Anticlinorio de los Farallones.

2.1.3 Hidrogeología

El agua, como elemento constituyente del sistema natural, cumple un papel muy importante dentro de los procesos de evolución del mismo. La Hidrogeología, explica la dinámica de este elemento en relación con los diferentes tipos de rocas de la corteza terrestre dentro del contexto del ciclo hidrológico, que contempla procesos como: precipitación, escorrentía, evapotranspiración, infiltración y cambio de almacenamiento.

Al precipitarse el agua a la superficie terrestre en forma de lluvia, una parte de esta viaja sobre la misma (agua superficial) y otra se infiltra hacia el interior del suelo, en las rocas de la

corteza (agua subterránea), formando acuíferos o almacenes que pueden ser aprovechados por el hombre. La calidad de estos almacenes de agua depende de factores como: la porosidad y la permeabilidad de las rocas; y dependiendo del uso para el cual se requieran es importante analizar su composición química, dureza, contenido de material orgánico, etc. (que miden la calidad o grado de potabilidad) de los acuíferos.

2.1.3.1 Caracterización Hidrogeológica de las Formaciones

Para la obtención de una clasificación de las rocas aflorantes en la zona de estudio, se tomo un criterio cualitativo, basado en el análisis de la litología y el grado de fracturamiento de las rocas (permeabilidad secundaria), observado en campo; asignando tres grados de permeabilidad relativa de menor a mayor así:

□ Permeabilidad baja

- **Formación Lutitas de Macanal:** Formación impermeable debido a su composición esencialmente de lutitas y aunque con intercalaciones de areniscas y calizas, se considera como acuífero por recibir agua y no dejarla pasar.

- **Formación Fómeque:** Conformada esencialmente por lutitas negras y limolitas muestra un carácter impermeable; sin embargo, presenta intercalaciones de areniscas masivas las que debido a su fracturamiento constituyen un acuífero local.

□ Permeabilidad media

- **Grupo Farallones.** Constituida limolitas, lutitas, areniscas y algunas calizas ; por el fracturamiento de las areniscas y disolución de las calizas se considera de permeabilidad media.

- **Formación Areniscas de las Juntas.** Conformada por areniscas macizas con algunas intercalaciones de lutitas y limolitas que presentan fracturamiento, lo cual permite asignarle una permeabilidad media.

□ Permeabilidad alta

- **Cuaternario Aluvial.** Depósitos constituidos por cantos redondeados y sobredondeados, guijarros y gravas que se encuentran dentro de una matriz arenosa con algo de arcilla. Estos depósitos, permiten fácilmente el paso y almacenamiento de agua. Se pueden considerar como acuíferos.

2.1.3.2 Influencia del Agua en la Formación Laderas

El agua es un factor fundamental en la formación de rocas sedimentarias y de suelo. Debido a su efecto dinámico en procesos geomorfológicos de erosión, transporte y depositación de materiales se hace responsable de las condiciones topográficas y morfométricas actuales. Por esta razón, es importante identificar los mecanismos que permiten que este factor altere el comportamiento geomecánico de los materiales.

Zona 1. Gradiente hidráulico moderado a bajo, en el interfluvio el agua se esparce con lentitud, al empinarse el talud va entrando el flujo superficial y subterráneo generalizado. Este comportamiento es característico en zonas con pendientes suaves u onduladas.

Zona 2. Gradiente hidráulico alto. El agua infiltrada va fluyendo desde las partes altas, se incrementan las presiones de percolación, el agua superficial adquiere mayor velocidad y forma incisiones y entalladuras (erosión leve), las pendientes son moderadas.

Zona 3. Gradiente hidráulico bajo. La circulación del agua subterránea depende del nivel freático, las corrientes de agua pueden erodar o sedimentar en crecientes dependiendo del poder de arrastre y de la estabilidad de la ladera superior.

2.1.4 Geomorfología

Este numeral analiza los cambios físicos en el sistema natural, teniendo como base las formas del relieve (morfometría), los procesos formadores o transformadores del paisaje o del relieve a través del tiempo (morfodinámica) y la relación de los diferentes agentes del medio con los distintos tipos rocas que en él se encuentran (morfogénesis).

Se identificó y analizó cada uno de los procesos que modeladores del relieve, ubicándolos e interrelacionándolos con los factores propios de los sistemas natural y antrópico y georreferenciándolos en el Mapa Geomorfológico.

2.1.4.1 Topografía

La zona de estudio presenta una topografía suavemente ondulada en la mayor parte de su extensión, aunque en algunos sectores se observa una topografía escarpada, la cual está determinada por la litología. Las mayores elevaciones corresponden a las Cuchillas El Volador, El Sauche, Guaneque y la Loma El Arzobispo, alcanzando cotas

hasta 2600 m.s.n.m.

Las zonas más bajas coinciden con el cauce del río Garagoa, presentando cotas de 1600 m.s.n.m. y que actualmente, se encuentra inundadas casi en su totalidad por el Embalse La Esmeralda.

Los diferentes grados de pendiente del terreno, son un factor que controla en cierta medida los fenómenos morfodinámicos presentes, como se aprecia en el mapa de pendientes, el cual se realizó tomando los rangos establecidos por Van Zuidam⁶.

- **Zona de pendiente suave.** La cual presenta inclinaciones entre los 0-10° corresponde a sectores de depósitos cuaternarios, llanuras aluviales y terrazas de acumulación. (amarillo)

- **Zona de pendiente moderada.** Corresponde a laderas con inclinaciones entre los 10°-30°, en esta zona son frecuentes los depósitos de ladera. (naranja). Estas zonas son utilizadas generalmente para la ganadería.

- **Zonas de pendiente fuerte.** Corresponde a laderas con inclinaciones de 30°- 45°. A este rango de pendiente pertenecen las formaciones duras como Areniscas de las Juntas cuyo carácter se observa fácilmente en el terreno por una topografía abrupta y escarpada. también las zonas que se encuentran dentro de este rango se localizan en sectores afectados directamente por estructuras de falla; (rojo). Estas zonas presentan mayor vulnerabilidad a la inestabilidad, ya que agentes como el agua actúan más efectivamente; además poseen poco

⁶ Primer Simposio de SIG, 1988

espesor en su capa vegetal.

- Zonas de pendiente muy fuerte.

Escarpes con pendientes mayores de 50°, están determinados generalmente por el lineamiento tectónico - estructural de la zona, o en algunos casos por las modificaciones causadas por los procesos morfológicos; (Violeta).

2.1.4.2 Drenaje

Las características del drenaje se refieren a la facilidad que posee un talud para drenarse en caso de saturación. Dependen de las propiedades hidráulicas de los materiales constituyentes de la topografía y de la naturaleza de las formaciones geológicas circundantes.

El patrón de drenaje en los sectores donde afloran las formaciones constituidas por rocas duras como areniscas, y caliza, predominantemente presentan un drenaje dendrítico a subparalelo como las Formaciones Fómeque, Areniscas de la Juntas y Grupo farallones, mientras que para los sectores donde aflora la Formación Lutitas del Macanal, se aprecia un drenaje dendrítico. En las zonas donde se observan fallas y diaclasas, el drenaje se hace angular.

2.1.4.3 Procesos Morfodinámicos

Dentro de los procesos morfodinámicos más comunes encontrados están: los procesos degradacionales (erosión), que son los que contribuyen al desgaste de la capa superficial del terreno; y los procesos agradacionales, (Depósitos de Avalancha), que son los que se encargan de modificar el relieve mediante el transporte y deposición de materiales.

Dentro de las geoformas deposicionales como resultado de algunos de los anteriores procesos están:

- Abanicos aluviales
- Avalanchas
- Depósitos aluviales y coluviales
- Terrazas aluviales
- Cicatrices de deslizamientos

2.1.4.4 Geoformas Relacionadas con la Litología y Tectónica de la Zona

También se encuentran las formas de tipo estructural que son debidas a la dinámica interna de la corteza terrestre (Laderas estructurales, escarpes de falla, etc).

- Laderas estructurales
- Escarpes estructurales
- Espinazos o Hogbacks
- Laderas onduladas y rectas
- Quiebres de pendiente mayor o menor
- Divisoria de aguas agudas u onduladas

2.1.4.5 Caracterización Geomorfológica del Municipio

Para lograr determinar las unidades geomorfológicas, se tuvo en cuenta la composición de las rocas, la pendiente del terreno y los fenómenos morfodinámicos.

★ Unidad de Control Estructural

En esta unidad las pendientes son mayores de 30°, se caracterizan por presentar interfluvios agudos, con fuertes cambios de pendiente generados por fallamiento o cambio en la litología, también presenta planos estructurales bien definidos como en algunos sectores a lo largo del río Tunjita.

El fenómeno de reptación, asociado a esta unidad geomorfológica, es generado por la saturación de materiales arcillosos y lutíticos se puede observar en los sectores de: Perdiguiz, El Dátil, Volador, San Pedro de Muceño, los Naranjos y Macanal

Centro. Otros fenómenos asociados, como erosión en surcos, lateral y cárcavamientos ocurren en formaciones blandas que son fácilmente alteradas por el agua.

En esta unidad hay una amplia cobertura vegetal y los procesos denudativos son acentuados por factores antrópicos tales como la tala de árboles, quemas, el empleo de métodos agrícolas inadecuados y las explotaciones de yeso que son llevadas a cabo sin ninguna técnica, lavando el suelo y generando hundimientos y movimientos en masa.

★ **Unidad Depositional**

Corresponde a zonas de inclinación 30°. A esta unidad pertenecen los depósitos aluviales de las márgenes los ríos, los depósitos de ladera; en ellos se generan algunos escurrimientos y algunos movimientos en masa recientes, también se observa en esta unidad derrubios verticales ubicados en la base de los escarpes

2.1.5 Amenazas Geológicas

Teniendo como base la propuesta metodológica en los estudios Geológico-ambientales de Salazar G. Juan Pablo, se partió de la combinación de los mapas temáticos superpuestos de manera lógica y georreferenciada a fin de obtener los mapas sintéticos de Amenazas, Riesgo y Aptitud para uso del suelo.

- ☉ **Zona estable I** : Zonas con pocos o ningún proceso morfodinámico
- ☉ **Zona medianamente estable II**: Areas en las que se presentan fenómenos de erosión y deslizamientos menores o estabilizados. Se incluyen aquellas áreas con cierto grado de

inestabilidad, consideradas como potencialmente inestables.

- ☉ **Zona Inestable III** : Sectores que presentan gran número de procesos morfodinámicos (deslizamientos, cárcavas, flujos torrenciales).

Del cruce de los mapas de Uso Actual del suelo y del Mapa de pendientes se obtiene la información de erodabilidad potencial, con la cual se pueden encontrar zonas con grados de diferente susceptibilidad ante los agentes erosivos así:

- Vegetación Inapropiada (Vi) corresponde a cultivos mal ubicados o sin técnicas adecuadas.
- Vegetación apropiada (Va): Cultivos apropiados o con técnicas adecuadas
- Vegetación Nativa (Vn): Bosques naturales y zonas con rastrojos y arbustos.
- Urbanizaciones e Industrias mal ubicadas (Um): Construcciones, industrias, minas sin obras de control adecuado o en zonas muy pendientes; asentamientos subnormales vías y presas con problemas geológicos y geotécnicos.
- Urbanizaciones e Industrias bien ubicadas (Ub): Se refiere a las construcciones e industrias con técnicas y obras de control adecuado en zonas planas hasta inclinadas.

Con la información espacializada de la estabilidad preliminar y la erodabilidad potencial se realiza una matriz de

combinación 1, donde se presentan cinco categorías así :

- 0 : Peligrosidad Mínima
- 1 : Peligrosidad Baja
- 2 : Peligrosidad Media
- 3 : Peligrosidad Alta
- 4 : Peligrosidad Muy Alta

De la observación directa en el campo, de las condiciones geotécnicas (resistencia, fracturamiento, tectónica) de las rocas aflorantes, se obtuvo la información del estado geotécnico del Municipio así:

- Zonas Susceptibles (Zs) : Zonas donde la pendiente es crítica en relación con las características geotécnicas del terreno.
- Zona de Media Susceptibilidad (Zms): Areas donde la pendiente representa el límite máximo de estabilidad al combinarse con la propiedad geotécnica analizada.
- Zonas de Baja Susceptibilidad (Zsb): Areas relativamente planas sin incidencia importante en las variables geotécnicas.

Y de la clasificación hidrológica de las formaciones y teniendo en cuenta el grado de saturación observada en campo:

- Saturada Ds
- Insaturada Is
- Sobresaturada Sr

Con esta información espacializada se obtuvo la matriz de combinación 2, para la cual se determinaron los cinco rangos de la matriz 1 así:

	Zs	Zms	Sb
Ds	4	3	2
Is	4	1	0
Ss	4	4	3

Combinando la matriz 1 y la matriz 2 se produce la matriz de amenazas Geológicas, con sus rangos :

	0	1	2	3	4
0	Ab	Ab	Ab	Am	Am
1	Ab	Ab	Am	Am	Am
2	Ab	Am	Am	Am	Aa
3	Am	Am	Am	Aa	Aa
4	Am	Am	Aa	Aa	Aa

Donde : Aa : Amenaza Alta
Am : Amenaza Media
Ab : Amenaza Baja

2.1.5.1 Algunos Factores de Amenaza

En el Municipio de Macanal los factores más comunes de amenazas son los movimientos en masa y la erosión causada por el agua.

↙ Movimientos en Masa

Se denomina movimiento en masa a desplazamientos de materiales de la corteza, los cuales por acción de la gravedad se ajustan a su medio físico. Los movimientos en masa obedecen a esfuerzos de corte debido a la gravedad y otros factores como la meteorización, propiedades físicas de los materiales, estructura geológica, agua subterránea, perturbaciones sísmicas, esfuerzos in situ y factores antrópicos.

↙ Erosión

Es originada por factores como el agua, viento, glaciales, clima, drenaje. La erosión bajo condiciones naturales estables en zonas montañosas o colinadas

es lenta y permite la formación de suelos en constante rejuvenecimiento; si los factores actúan más rápidamente que este proceso de formación de suelos se genera el deterioro de los mismos; esta puede ser fluvial, en surcos y cárcavas.

✍ **Inundaciones**

Los fenómenos de inundaciones ocurren por el sobre flujo de agua, el cual es recurrente en un área determinada, el sobre flujo supera las márgenes del río o quebrada desbordándose a áreas no limitadas afectando cultivos y habitantes.

✍ **Sismicidad**

La ocurrencia de un sismo, se debe a la liberación de energía potencial de deformación acumulada que trae como resultado la transmisión de ondas sísmicas a través del terreno. Estas ondas producen aceleraciones rápidas y generan cargas dinámicas que frecuentemente debilitan el terreno. Los sismos se constituyen en el factor detonante de muchos movimientos en masa; su acción es compleja: produciendo un incremento en el esfuerzo cortante que se desarrolla en el contorno del talud (estímulo externo) y decrecimiento rápido de la relación de vacíos del material, permitiendo que se desarrollen elevadas presiones de poros (estímulo interno). Como resultado de estos estímulos, se da la rápida reducción en la fricción de los materiales.

Los factores geológicos que tienen mayor importancia en el análisis son:

- La magnitud de la aceleración en la ladera.
- Duración de la aceleración sísmica.
- Resistencia dinámica de los materiales afectados.

El Instituto Geográfico de los Andes, con

base en el registro de todos los sismos ocurridos en Colombia, ha elaborado el mapa de riesgo sísmico de Colombia. También se pueden observar las condiciones sísmicas de la zona de estudio, en el mapa de riesgo sísmico de Boyacá.

Para las condiciones presentes en la zona, de actividad tectónica, el riesgo sísmico está catalogado como alto, según el mapa presentado en el código colombiano de construcciones sismorresistentes, con un coeficiente de aceleración pico (Aa) esperada igual a 0.25. Según la clase del material, este código distingue tres tipos:

Perfil de suelo S1. conformado por cualquiera de los siguientes tipos de suelos:

- Roca de cualquier característica cristalina que tiene una velocidad de onda cortante mayor o igual a 750 m/s.
- Perfiles conformados por suelos duros con un espesor menor de 60 m. compuestos por depósitos estables de arenas, gravas o arcillas duras.

Perfil del suelo S2. Perfil cuya distancia entre la roca y la superficie es mayor de 60 m., depósitos estables de arcillas duras o suelos no cohesivos.

Perfil de suelo S3. Perfil cuya distancia entre la roca y la superficie excede los 100 m. de depósitos cuya dureza varía entre mediana y blanda con o sin estratos intercalados de arena u otros suelos no cohesivos.

En conclusión, el área estudiada corresponde a la zona de riesgo sísmico alto.

2.1.6 Riesgos Geológicos

Dentro del análisis del componente físico para el Esquema de Ordenamiento Territorial de Macanal, se requiere del absoluto conocimiento del origen, comportamiento y las variables de cualquier fenómeno geológico.

Esto conlleva a precisar las diferentes alternativas y acciones que se puedan tomar en caso de la eventualidad de desastres naturales; así se trazan con anticipación los planes de prevención y contingencia que contribuyen a la disminución o erradicación de las pérdidas humanas y materiales de obras civiles, cultivos y daños al medio ambiente, reflejándose esto en la estabilidad del sector productivo del Municipio.

La Ley 9/89 establece que todo Municipio debe presentar un mapa de riesgos y un Plan de Desarrollo Físico. Este mapa resulta del análisis de amenazas geológicas y del grado de vulnerabilidad de las obras. La vulnerabilidad se obtuvo con base en la información primaria, ya que su valor depende de las características de las estructuras civiles, importancia de las obras, vida y bienes sujeta a la amenaza, sin embargo, se obtuvo con ayuda de la comunidad y de la alcaldía, el conocimiento georreferenciado de las diferentes obras existentes en el municipio.

2.1.7 Identificación de Amenazas

Las amenazas geológicas contempladas abarcan fenómenos como deslizamientos, caída de rocas, reptaciones, flujos, y erosión.

2.1.7.1 Amenazas por Movimientos en Masa

Los movimientos en masa obedecen a esfuerzos de corte debidos a la gravedad y otros factores como las propiedades físicas de los materiales, la meteorización, la estructura geológicas, el agua subterránea, las perturbaciones sísmicas, los esfuerzos in situ y factores antrópicos. Según el proceso de inestabilidad, geología y velocidad del movimiento se agrupan:

✦ **Movimientos Superficiales o Lentos**

Dentro de este grupo de movimientos se pueden citar: La reptación, soliflucción, terracetos y huellas de ganado.

🌐 **Reptación (creep).** La reptación es un movimiento lento que se presenta en materiales de suelo y detritos finos, sobre pendientes relativamente fuertes y convexas o rectas, este tipo de movimiento en superficie no genera formas específicas sin embargo puede evidenciarse por la deformación en el perfil del suelo o roca, la separación del suelo en el contacto de grandes bloques, la inclinación de árboles, postes, cercas y el corrimiento de líneas férreas.

En el área de estudio este fenómeno se presenta en amplios sectores; de las veredas Tibacota, Volador, Pantanos, Macanal centro, Quebrada Negra .

🌐 **Soliflucción.** Este fenómeno ocurre en laderas algo empinadas (25 a 50%) en materiales bastante plásticos como arcillas o arcillolitas. Generalmente en la zona donde se genera este fenómeno las masas del suelo se deforman por la presión ejercida por bloques, árboles, edificaciones u otras construcciones. Se presenta soliflucción en el sector de El Dátil,

Perdiguiz y en varios cursos de quebradas menores del municipio.

🌐 **Flujo de detritos.** Se consideran a materiales de grano grueso desprovistos de vegetación y se acentúa especialmente en época invernal. Este fenómeno se genera sobre márgenes de las quebradas y zonas de falla. En el municipio de Macanal, se observa sobre la márgenes de la represa.

⚡ **Movimientos Masivos Profundos Rápidos**

Este tipo de movimientos se caracterizan por ser rápidos, violentos en grandes volúmenes de material meteorizado, bloques y masas de roca fresca. Los materiales se desprenden sobre una superficie de falla definida y hay una separación definida entre la masa en movimiento y la que permanece en su sitio.

👉 **Deslizamientos.** Estos fenómenos tienen lugar cuando un nivel subsuperficial traspasa el límite de plasticidad o de liquidez en cuyo caso la masa suprayacente (consolidada o suelto) se desliza sobre este nivel o plano lubricado. Existen dos subgrupos de deslizamientos: Tipo A. En estos la masa en movimiento no se deforma mayormente y Tipo B: La masa se deforma bastante e involucra muchas unidades pequeñas. Este tipo de movimiento esta acompañado por otros fenómenos como flujos.

Un claro ejemplo son los deslizamientos que se observan en las márgenes del embalse la Esmeralda. Otra referencia que se tiene de estos fenómenos en la zona de estudio, es el Mapa de Amenaza por deslizamiento del departamento de Boyacá, que indica como la zona de estudio se ubica en un sector de amenaza muy alta - alta y al municipio de Macanal debido a

sus condiciones geológicas y geotécnicas particulares, debe ser atendido con prioridad uno⁷.

👉 **Caídas.** Este tipo de fenómeno se refiere al desprendimiento, desplome y derrumbe de roca o suelo. Las caídas son un tipo de movimiento rápido a extremadamente rápido que puede estar precedido o no por movimientos menores. La masa que se desprende no presenta interacción con otras unidades, la caída de materiales ocurre con ausencia de superficies de falla. Los fragmentos ruedan y se rompen durante el proceso.

Los desprendimientos se generan en pendientes mayores de 30°, generalmente hay pérdida de soporte lateral que generan grietas de tracción detrás del escarpe rocoso donde casi siempre se presenta un alto grado de fracturamiento, produciendo la separación completa de la masa y originando la caída de materiales, ejemplo en la vía Macanal- Las Juntas.

2.1.7.2 Amenaza por Erosión

Los fenómenos de erosión son originados por factores como: Agua, viento, glaciares, clima, drenaje. Se tienen diversos tipos de erosión:

🌊 **Erosión Fluvial**

Es un fenómeno que se genera por efecto del cauce de un río. Cuando este socava las orillas externas del cauce y arrastra materiales lo cual le quita soporte a taludes que se encuentran en la orilla. Este fenómeno se observa en las márgenes de

⁷ VALENTINO, María Teresa, *Mapa de amenaza por deslizamiento del Departamento de Boyacá, Colombia. memorias VI Congreso Colombiano de Geología. Medellín. 1993. p. 963 - 964*

casi todas las quebradas de la zona de estudio.

Erosión en Surcos

Ocurre a lo largo de pequeños canales formados por alguna concentración de la escorrentía, ocurre en suelos poco permeables o con pendientes empinadas cuando la intensidad y duración de los aguaceros es alta, en cuyo caso los canales difusos que pueden presentarse en superficie, se unen formando un canal mayor a través del cual se transportan partículas hasta el pie de la montaña.

Este fenómeno es muy común en la zona de estudio en las laderas de la mayoría de quebradas generalmente donde no hay vegetación.

Erosión en Cárcavas

Esta es una erosión en surcos muy avanzada, que clisecta profundamente el suelo. Común en el municipio de Macanal.

2.1.8 Mapas Temáticos

Mapas Temáticos de Primer Orden


- **Mapa Geológico.** Del mapa geológico se define la susceptibilidad geológica o la predisposición que presentan ciertas rocas o formaciones litológicas a registrar movimientos en masa. Como las formaciones constituidas por lutitas, limolitas o arcillolitas que son muy susceptibles a ser meteorizadas, los depósitos cuaternarios (coluviones, aluviones, glaciares y talus) son altamente susceptibles a movimientos en masa a razón que muchos de ellos fueron deslizamientos que ocurrieron en el pasado y que actualmente han alcanzado el equilibrio.


- **Mapa Geomorfodinámico.** Contiene todas las características morfográficas,

morfofodinámicas y morfohidrológicas obteniendo unidades geomorfológicas (unidades de terreno), haciendo énfasis en la morfogénesis y morfofodinámica. De este mapa se analizan, definen y ubican los procesos que modelan el relieve.

- **Mapa de Pendientes.** Este mapa da una idea general de morfografía y el relieve de la zona de estudio. Para este caso en particular, se sectorizó el terreno en tres rangos de pendiente de acuerdo a la clasificación de Verstappen y Van Zuidam I.T.C (1989)⁸.

- **Mapa de Uso Actual del Suelo.** El uso del suelo es un factor fundamental para determinar que tan susceptibles son las laderas y taludes ante fenómenos morfofodinámicos. Se tuvieron en cuenta los mapas elaborados por el IGAC (1990 - 1994). y los datos obtenidos de la fotointerpretación y observación directa.

 **Mapas Temáticos de Segundo Orden**
Son el resultado de la superposición los mapas temáticos de primer orden de una manera adecuada

 **Mapa preliminar de estabilidad.**
Resulta de la superposición del mapa geológico y geomorfológico, dando como resultado un bosquejo general del comportamiento dinámico ante los agentes externos; definiendo las siguientes zonas.

- **Zonas inestables (ZI).** Resultan de sectores con litología muy susceptible a procesos erosivos y de manera particular se presentan gran número de procesos

⁸ *I Simposio internacional sobre sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG) para el estudio de riesgos naturales. Op. Cit.*

morfodinámicos (deslizamientos, reptación, carcavamiento).

- **Zonas medianamente estables y potencialmente inestables (ZmE).**

Sectores con litología que presentan algo de susceptibilidad a procesos morfodinámicos como erosión laminar, deslizamientos menores o estabilizados.

- **Zonas estables (ZE).** Sectores con litología resistente a los procesos morfodinámicos los cuales presentan fenómenos erosivos muy bajos a nulos.

☞ **Mapa de estabilidad potencial.** Se obtiene de la superposición del mapa de uso actual del suelo con el mapa de isopendientes. Muestran zonas y áreas con grados de susceptibilidad a procesos erosivos se obtienen tres zonas.

- **Uso muy inapropiado (UmI).**

Sectores con pendientes mayores al 30% utilizados para cultivos limpios y pastoreo intenso. Los cuales presentan un alto grado de susceptibilidad a procesos erosivos intensos.

- **Uso inadecuado (UI).** Areas con pendientes entre 10-30% utilizados para cultivos limpios sobrepastoreo, presentando algún grado de susceptibilidad a procesos erosivos.

- **Uso adecuado (UA).** Sectores con diferentes grados de pendientes los cuales se utilizan de una manera racional, bosques naturales, cultivos técnicos, bosques protectores, la susceptibilidad a la erosión es baja a nula.

☞ **Mapa preliminar de amenazas geológicas.** Una vez obtenidos los mapas sintéticos de segundo orden:

"Preliminar de estabilidad" y el de "estabilidad potencial" se superponen y combinan en una matriz, obteniéndose el "mapa preliminar de amenazas geológicas".

Se obtiene así la siguiente clasificación:

- **Amenaza baja (Ab).** Sectores que no presentan problemas de inestabilidad o inundaciones, pero que por el tipo de material, la acción antrópica y el efecto de los agentes erosivos puede ser susceptible de ella.

A estos sectores corresponden las partes altas de la vereda Quebrada Negra, La Vega, Aguablanca Chiquita, Museño y la parte norte del municipio en las veredas: El Volador y Peña Blanca.

- **Amenaza media (Am).** En los sectores caracterizados como de amenaza media se presentan procesos morfodinámicos sobre litología susceptible o muy susceptible a estos; con pendientes entre 10–30° y mayores de 30°. También se observa un uso generalmente inadecuado del suelo.

La mayor parte de la extensión del municipio se ubica dentro de este rango: las veredas Peña Blanca, Volador, Alto de las Lajas, Perdiguiz, El Guavio, Pantanos, El Dátil y sectores de la vereda Quebrada Negra.

- **Amenaza alta (Aa).** En estos sectores los fenómenos de deslizamientos, reptación, erosión hídrica y carcavamiento se presentan con mucha frecuencia y son acentuados en época de invierno; además la litología blanda y las pendientes mayores de 30° junto con el uso muy inadecuado del suelo hacen que se presente mayor susceptibilidad a los procesos

degenerativos del mismo provocando movimientos en masa, avalanchas e inundaciones. Aumentando el riesgo para las estructuras civiles, vida y bienes sujetos a la amenaza.

Los lugares donde se hacen más críticos los fenómenos de remoción en masa y procesos erosivos corresponden a: La Cabecera Municipal, las veredas Media Estancia, La Vega, La Loma El Peñón, Tibacota, la vía Macanal - Santa María y los sectores más próximos al embalse de la vereda Quebrada Negra.

2.1.9 Mapa Preliminar de Amenazas

2.1.9.1 Amenaza Alta

La cabecera municipal se encuentra dentro del rango de amenaza alta según el Mapa preliminar de amenazas geológicas lo cual significa que se debe desarrollar un estudio más detallado para llegar a determinar el Mapa de riesgos geológicos, haciendo un inventario de las obras, vidas y bienes sujetos a la amenaza, para plantear el desarrollo físico del municipio.

Las veredas Pantanos, Volador, La Vega y El Limón también se encuentran dentro de la zona de amenaza alta. es importante informar a los habitantes de estos sectores para que estén prevenidos en caso de activarse alguno de los fenómenos geológicos de remoción en masa y adelantar campañas de arborización, uso adecuado del suelo y programas educativos para prevenir y mitigar los efectos erosivos que en esta zona son agentes detonantes de la inestabilidad de laderas.

2.1.9.2 Zonas de Amenaza por Movimientos en Masa

Localización. Coinciden básicamente con las zonas determinadas como de amenaza alta en el Mapa preliminar de amenazas geológicas y en sectores de amenaza media en donde la fuerte acción hídrica se ha encargado de activar movimientos en masa como en el caso de la Quebrada Negra, Quebrada Tibacota y los sectores límites del embalse.

Características Geológicas. Presentan una litología susceptible y muy susceptible a los procesos morfodinámicos especialmente las Formaciones: Lutitas de Macanal, Fómeque y Depósitos de ladera.

Características Geomorfológicas.

Las pendientes desde 30° y mayores de 50° presenta procesos erosivos intensos, reptación, movimientos en masa controlados por las condiciones estructurales presentes.

Uso del Suelo. Generalmente es inapropiado para las condiciones existentes (áreas de cultivos limpios, pastos, cultivos semilimpios y usos misceláneos).

Drenaje. Presenta un tipo de drenaje subparalelo con densidad media a alta, lo que indica una permeabilidad media de las rocas.

Amenaza Geológica. Ocasionada por deslizamientos activos, que generalmente presentan flujos de detritos en la pata del talud, ocasionando amenaza de taponamiento de algunas vías y represamiento de quebradas.

Factor Detonante. Se considera como patrón de factor detonante: la susceptibilidad de las rocas a los procesos de erosión, el alto régimen de precipitación y condiciones estructurales.

2.1.9.3 Zonas de Amenaza por Inundaciones

Localización. En zonas de pendientes suave a moderada, donde las quebradas vierten sus aguas a los cauces principales, se presentan en la desembocadura de la Quebrada Esmeralda y algunos sectores de quebradas menores como Colombia, Tibacota, Perdiguiz y Quebrada Negra. También son frecuentes en los sectores planos del límite del embalse.

Características Geomorfológicas. Las pendientes desde 0° hasta 30° presenta procesos erosivos intensos, reptación, controlados por las condiciones de laderas.

Uso del Suelo. Generalmente es inapropiado para las condiciones existentes, pues no existen barreras vivas que permitan retener este tipo de fenómenos.

Drenaje. Presenta un tipo de drenaje subparalelo con densidad media a alta, indica una permeabilidad media de las rocas.

Amenaza Geológica. Presentan flujos de lodos y en algunos casos torrenciales provocando amenaza de represamiento de quebradas y daños de obras existentes, como en la quebrada Perdiguiz el puente que fue arrasado por la corriente, al igual que en La Quebrada Blanca (Campohermoso) los estribos del puente en construcción.

Factor detonante. El alto régimen de lluvias, la topografía suave y el mal uso del suelo.

Amenazas Urbanas: En el casco urbano existen amenazas por inundación proveniente de la quebrada Manantial que afecta a predios y viviendas de las manzanas 1,8,3 y 7. Así mismo existe amenaza por remoción en masa, debido a la naturaleza poco consolidada de los materiales, a las altas pendientes y a la debilidad estructural de las construcciones que afecta principalmente a las manzanas 13,5 y 17. El municipio se encuentra localizado en zona de amenaza alta por sismicidad, que aunado a problemas de las estructuras de las viviendas, puede traer consecuencias negativas a los pobladores.

GEOLOGIA MINERA

En Macanal existen manifestaciones de yeso, en las veredas Peña Blanca y Quebrada Negra en la Formación Lutitas de Macanal. Existen manifestaciones de esmeraldas en la formación Lutitas de Macanal en la Vereda Peña Blanca cerca de la Quebrada las Jotas. Existen materiales para el afirmado de carreteras (limolitas silíceas), localizado en la vereda Volador. Actualmente no se cuenta con cálculo de reservas de los minerales y aunque en algunas épocas ya se han explotado algunas minas hoy no se cuentan con licencias ambientales y en algunos casos si con licencias de exploración y explotación.

ZONAS CRITICAS DE AMENAZA

Existen varias zonas con fenómenos de remoción en masa localizados en la cuenca de la quebrada Negra, en predios cercanos a la quebrada la Melga, en la vereda Media Estancia, así mismo en la Quebrada Potreros y en la vía Macanal-Chivor las Juntas. En el sitio Palo

Arañado existe una mina de esmeraldas que afecta la estabilidad de los terrenos. Así mismo existen varios puentes que se han caído y ocasionan problemas a los predios vecinos.

En la vereda Tibacota se encuentra un amplio sector afectado por deslizamientos, lo mismo que en la vereda Volador desde el túnel del Tunjita hasta el Platanal.

La quebrada los Curos está afectando la vía carretable. Cerca del túnel el Infiernito existe caída de rocas. En la vereda Peña Blanca existen varios deslizamientos que afectan predios de los vecinos y afecta la quebrada Honda. En Agua Blanca Chiquita también existen deslizamientos, lo mismo que en sector el Hoyo donde se observan fenómenos de reptación.

2.2 SUELOS

2.2.1 Estudio General de Suelos

El Municipio de Macanal presenta suelos localizados en los siguientes climas:

2.2.1.1 Clima Premontano Tropical Húmedo

- **Asociación Chivor (CH).** Localizado en vertientes largas rectilíneas entre 400 y 800 metros de desnivel, conformado por los conjuntos Chivor (Oxic Dystropept) 40%, de las zonas quebradas; Buenavista (Lithic humitropept) 30% de las áreas escarpadas; Macanalito (Oxic Distropept) 20%, de las áreas onduladas y 10% de otros suelos.

En Macanal se encuentra en las veredas Quebrada Negra, El Guavio, Media Estancia, Los Naranjos, La Vega, El Centro, Agua Blanca Chiquita, Agua Blanca Grande y El Hoyo. Estas veredas se localizan entre 1.200 y 2.400 m.s.n.m. La unidad presenta las siguientes fases por pendiente y erosión:

CHd1 Relieve ondulado a quebrado, con pendientes de 12-25 y 25 a 50% y erosión ligera.

CHef2 Relieve quebrado a escarpado, con pendientes de 25 a 50% y mayores, erosión moderada.

CHf2 relieve escarpado, con pendientes mayores de 50% y erosión moderada.

CHf3 Relieve escarpado, con pendientes mayores de 50% y erosión severa.

- **Conjunto Chivor.** Presenta suelos moderadamente profundos, bien

drenados, moderadamente erosionados, de texturas medias a finas, permeabilidad media a lenta, buena retención de humedad y moderadamente estructurados. Los colores son pardo grisáceo muy oscuro en el epipedón, pardo a pardo oscuro en el segundo horizonte, amarillo pardusco en el tercero y amarillo en el último horizonte.

- **Conjunto Buenavista.** Presenta suelos superficiales, de texturas medias, moderada a severamente erosionados, permeabilidad media, regular a buena retención de humedad, moderadamente estructurados, alto contenido de carbono orgánico, y color pardo grisáceo muy oscuro. Suelos con reacción muy ácida, contenido de aluminio alto, capacidad catiónica de cambio alto, bases totales bajas, saturación total de bases baja, saturación de calcio y magnesio bajas y contenido de fósforo bajo.

- **Conjunto Macanalito.** Se compone de suelos profundos, bien drenados, de texturas finas y moderadamente finas, ligeramente erosionados, de permeabilidad lenta y con buena retención de humedad. Los colores son pardo a pardo oscuro en el epipedón y pardo amarillento en los horizontes subyacentes. Las características químicas de estos suelos son: reacción muy ácida, contenido de aluminio alto en el epipedón, capacidad catiónica de cambio mediana en el epipedón y baja en los demás horizontes, bases totales muy bajas, saturación total baja en el epipedón y en el segundo horizonte y mediana en los dos últimos horizontes, saturaciones muy bajas de calcio magnesio y potasio y contenido de fósforo muy bajo

▪ **Asociación Crucero (CR).**

Localizada en las partes inferiores de vertientes rectilíneas, cóncavas o irregulares entre 400 y 700 metros de desnivel. Se encuentra a una altura entre 1.500 y 2.000 metros sobre el nivel del mar, en las veredas de Volador Chiquito, Muceñito y san Pedro Muceño. Presenta relieve ondulado a escarpado con erosión ligera a severa. Los materiales que originaron estos suelos son lutitas y areniscas. La unidad se conforma de los conjuntos Crucero (Typic Distropept) 40%, de las áreas onduladas e inclinadas; Datil (Lithic Dystropept) 30%, de las áreas escarpadas; Almeida (Oxic dystropept) 20%, de las áreas onduladas y 10% de otros suelos.

La vegetación está representada por las siguientes especies: sangregao, pomarroso, guamo, lanzo, hoyuelo, helecho, cucharo, y sietecueros. Los suelos están asociados con ganadería y pequeños cultivos de maíz, tomate, plátano y yuca. Presenta las siguientes fases por pendiente y erosión:

CRcd relieve ligeramente ondulado a ondulado, con pendientes de 7-12% y 12-25%

CRd1 relieve ondulado, con pendientes de 12 a 25% y erosión ligera

CRef2 relieve quebrado a escarpado, con pendientes de 25-50 y mayores y erosión moderada.

CRF3 Relieve escarpado, con pendientes mayores de 50% y erosión severa.

La unidad se compone de los siguientes conjuntos:

- **Conjunto Crucero (Typic Dystropept):** Son suelos profundos, bien drenados, de texturas finas, con permeabilidad lenta y con buena retención de humedad, ligera a moderadamente erosionados y bien a moderadamente estructurados. Los colores son pardo amarillento en el epipedón y tercer horizonte y pardo a pardo oscuro en el segundo. Sus características químicas son: reacción ácida en el primero y último horizonte y muy ácida en el segundo horizonte, contenido de aluminio alto, capacidad catiónica de cambio mediana y bases totales bajas, saturación total de bases mediana en el epipedón y segundo horizonte y baja en el último, saturaciones de calcio y potasio regulares, de magnesio muy baja y muy bajo el contenido de fósforo.

- **Conjunto El Dátil (Lithic Dystropept):** Son suelos superficiales, de texturas finas, con permeabilidad lenta, con buena retención de humedad, excesivamente drenados, moderada a severamente erosionados y moderadamente estructurados. Los colores son pardo a pardo oscuro en todo el perfil. La reacción es muy ácida y el contenido de aluminio muy alto y puede incidir en la asimilación de los nutrientes por las plantas; la capacidad catiónica e cambio es mediana y está relacionada con el contenido de materia orgánica; las bases totales son bajas y la saturación total es mediana en el epipedón y baja en el horizonte subyacente; las saturaciones de calcio y magnesio son bajas, el contenido de fósforo es bajo.

- **Conjunto Almeida (Oxic Dystropept):** Son suelos profundos, desarrollados a partir de lutitas no calcáreas, bien

drenados, de texturas finas, moderadamente permeables, con buena retención de humedad y ligeramente erosionados. Los colores son pardo a pardo oscuro en el epipedón, pardo amarillento oscuro, pardo amarillento y amarillo pardusco en el segundo, tercero y cuarto horizonte respectivamente. Las características químicas del suelo son: reacción muy ácida, contenido de aluminio alto que incide desfavorablemente en la asimilación de nutrientes por las plantas; capacidad catiónica de cambio mediana, en el epipedón, en el segundo y último horizonte y baja en el tercero; bases totales muy bajas, saturación de calcio y magnesio bajas y contenido de fósforo muy bajo. Los movimientos en masa son los principales eventos erosivos.

▪ **Asociación Macanal (MC).** Se encuentran entre los 1.000 y 1.600 metros sobre el nivel del mar en las veredas de El Limón, Media Estancia, Los Naranjos, y pequeñas áreas de la Vega, Vijagual y Volador Grande. Esta constituida por los conjuntos Macanal (Typic Dystropept) 45%, de las áreas onduladas a quebradas, Garagoa (Aquic Dystropept) 30%, de las áreas planas a ligeramente onduladas; y la Colorada (Typic Dystropept) 25% de las áreas inclinadas a ligeramente onduladas. El uso principal es ganadería extensiva y pequeñas parcelas de subsistencia en cultivos de yuca, maíz y plátano. Se encontraron las siguientes fases por pendiente y erosión:

MCcd1p Relieve ligeramente ondulado a ondulado con pendientes de 7-12 y de 12-25%, erosión ligera y pedregosidad superficial.

Mcef2 relieve quebrado a escarpado con pendientes de 25-50 y mayores y erosión moderada.

☞ **Propiedades Físicas y Químicas de las Unidades**

🌐 **Conjunto Macanal (Typic Dystropept):** Son suelos moderadamente profundos, de texturas moderadamente finas, de permeabilidad lenta, con buena retención de humedad, pobres en materia orgánica, moderadamente estructurados, bien drenados y moderadamente erosionados, la profundidad de terreno está limitada por cantos y cascajos que se presentan generalmente a los 60 cm. Las características químicas de estos suelos son: capacidad de intercambio muy alta en el epipedón, alta en el segundo horizonte, y baja en los demás; bajo en bases totales, saturación mediana, la relación calcio magnesio es menor de uno y la cantidad de aluminio presente en todos los horizontes es tóxica para algunas plantas; reacción muy ácida, contenido de fósforo muy bajo, y el de potasio normal a bajo.

🌐 **Conjunto Garagoa (Aquic Dystropept).** Son suelos superficiales, pobremente drenados, de texturas finas, con permeabilidad lenta y con buena retención de humedad. Suelos con capacidad de intercambio alta a mediana; reacción ácida; contenido de aluminio alto en los dos primeros horizontes que puede ser tóxico para algunas plantas; bases totales regulares, saturaciones de calcio alta, de magnesio baja y de potasio regular; contenidos de fósforo y materia orgánica bajos.

🌐 **Conjunto La Colorada (Typic Dystropept).** Los suelos de este conjunto son superficiales a moderadamente profundos, de texturas moderadamente finas, con permeabilidad lenta, con regular a buena retención de humedad, bien drenados, moderadamente estructurados y ligeramente erosionados. Los colores son pardo oscuro en el epipedón, amarillo rojizo, rojo amarillento y gris en los horizontes subyacentes. La capacidad catiónica de cambio es mediana y está relacionada con el contenido de materia orgánica, la reacción es muy ácida y ácida, el contenido de aluminio es muy alto y ocasiona problemas de asimilabilidad de los nutrientes en las plantas; las bases totales son bajas a muy bajas; las saturaciones de calcio y potasio son muy bajas y la de magnesio regular a baja, contenido de fósforo muy bajo. Es necesario el encalamiento para corregir la acidez y la aplicación de fertilizantes altos en fósforo y potasio.

2.2.1.2 **Clima Premontano Tropical Húmedo a Subhúmedo**

▪ **Asociación Rucha (RU).** Localizada en la parte inferior de la vertiente, entre 300 y 400 metros de desnivel, a una altura de 1.500 a 2.000 metros sobre el nivel del mar. Esta asociación se encuentra en las veredas de Perdiguiz Grande, Tibacota, El Datil, Pantanos, Volador Grande y La Mesa. Las características principales son relieve inclinado, con sectores pequeños quebrados a escarpados y erosión ligera a severa. Los materiales que originaron los suelos son lutitas y calizas. Se compone de los siguientes conjuntos Rucha (Arquidolic Vertic Hapludalf) 35%, de las áreas inclinadas, Somondoco (lythic Tropudoll) 30%, de las áreas escarpadas,

Carrizal (Typic dystropept) 10% de las áreas quebradas, Hormigas (Ustic Dystropept) 15% de las áreas quebradas y Sabanetas (Typic Dystropept) 10% de las áreas onduladas.

El uso principal son cultivos pequeños y potreros de ganadería extensiva. La unidad tiene las siguientes fases por pendiente y erosión:

Ruc Relieve inclinado con pendientes de 7-12%

RUcd Relieve ligeramente ondulado a ondulado, con pendientes de 7-12 y 12-25%

RUcd1 Relieve ligeramente ondulado a ondulado, con pendientes de 7-12 y 12-25% y erosión ligera.

RUde1 Relieve ondulado a quebrado, con pendientes de 12-25 y 25-50% y erosión moderada.

RUde2 Relieve ondulado a quebrado, con pendientes de 12-25 y 25-50% erosión moderada.

RUef2 Relieve quebrado a escarpado, con pendientes de 25-50% y mayores y erosión moderada.

RUf2 relieve escarpado con pendientes superiores al 50% y erosión moderada
Asociación Valle Grande (VG)


RUf3 Relieve escarpado, con pendientes de 50% y erosión severa.

Características Físico Químicas

Conjunto Rucha. Suelos

desarrollados a partir de lutitas, profundos, bien drenados con texturas finas a medias, predominando las texturas finas; moderada a bien estructurados, con permeabilidad lenta, con buena retención de humedad y ligeramente erosionados. Los colores son pardo oscuro en el epipedón y en el segundo horizonte y rojo en los demás.

Las características químicas de estos suelos son: Reacción ligeramente ácida en el epipedón y en el segundo horizonte, muy ácido en el tercero y cuarto, y ácida en el quinto y sexto. El contenido de aluminio es alto a partir de los 40 centímetros y puede incidir en la asimilabilidad de los nutrientes para las plantas de raíces profundas. La capacidad catiónica de cambio es mediana, las bases totales son altas en el epipedón y medias en el resto del perfil; saturación total de bases muy alta a alta, la saturación de calcio alta a muy alta; la saturación de magnesio es alta en el epipedón y segundo horizonte, baja en el tercero y cuarto horizonte y regular a alto en los demás horizontes; el contenido de fósforo es muy bajo y la saturación de potasio es regular a baja.

 **Conjunto Somondoco (Lithic Tropudoll).** Son suelos superficiales, derivados de areniscas calcáreas con texturas medias, bien a excesivamente drenados, con permeabilidad media con regular retención de humedad, con erosión moderada a severa y moderadamente estructurados. Los colores son gris muy oscuro en el epipedón y en el horizonte subyacente y pardo rojizo oscuro en el resto del perfil.

Suelos ligeramente ácidos con capacidad catiónica de cambio muy alta en el

epipedón y alta en el segundo horizonte, con bases totales altas y muy altas, con saturación total muy alta, con saturaciones de calcio y magnesio muy altas y de potasio baja. El contenido de fósforo es muy bajo.

🌐 Conjunto Hormigas (Ustic Dystropept). Los suelos de este conjunto se han formado a partir de lutitas, son profundos, excesivamente drenados, con permeabilidad lenta, con buena retención de humedad, de texturas medias a finas y moderadamente erosionados. Los colores son pardo en el epipedón, gris rojizo oscuro y rojo oscuro en los demás horizontes.

Las características químicas de estos suelos son: Reacción alcalina en el epipedón y disminuye hasta muy ácida en los horizontes profundos, capacidad catiónica de cambio alta en el epipedón y mediana en los demás horizontes subyacentes y está relacionada con el porcentaje de materia orgánica, bases totales altas en el epipedón y bajas en los horizontes subyacentes, saturaciones de calcio muy alta, de magnesio baja y contenido de fósforo muy bajo.

🌐 Conjunto Carrizal (Typic Dystropept). Suelos profundos, desarrollados a partir de lutitas, texturas finas, bien drenados, permeabilidad lenta, buena retención de humedad, ligeramente erosionados, moderadamente estructurados. Los colores son pardo amarillento oscuro, en el epipedón, pardo rojizo en el segundo y rojo amarillento en el tercero y cuarto horizontes.

Las características químicas son: Reacción muy ácida, contenido de aluminio alto, capacidad catiónica de

cambio mediana; bases totales bajas; saturación total mediana; saturación de calcio regular en los dos primeros horizontes y bajas en los demás; magnesio bajo, potasio alto en el epipedón y regular en los demás horizontes y contenido de fósforo muy bajo.

▪ **Asociación Valle Grande (VG).** Se encuentra en las veredas el Dátil y Volador, en la zona de clima medio y a una altitud aproximada de 1.400 a 2.000 metros. Las características principales de esta unidad son relieve inclinado con sectores ondulados a quebrados, erosión ligera a moderadas y pedregosidad superficial, que limita la mecanización en agricultura. Los materiales que han originado estos suelos son arcillas. El clima es medio con precipitación suficiente durante la mayoría de los meses del año.

La unidad está formada por los conjuntos Valle Grande (Typic Cromudert) 40%, de las áreas inclinadas; Naranjal (Vertic Eutropept) 15%, de relieve inclinado; Tenua (Aeric Tropaquept) 15%; Bohórquez 25% (Vertic Tropaquept) de las áreas onduladas y 5% de inclusión, (Garagoa Aquic Dystropept).

La vegetación está representada por las siguientes especies: Sangregao, mangle, campo, cedro, alcaparra, lanzo, cafetero, guayabo, toronjo, cañabrava, guadua, cámbulo. El uso actual consiste en cultivos de caña de azúcar, maíz, plátano, fríjol, arveja y café. La unidad presenta la siguiente fase por pendiente, erosión y pedregosidad:

VGcd1: Relieve ligeramente ondulado a ondulado, con pendientes de 7-12 y 12-25%, erosión ligera.

☞ **Características Físico Químicas de los Suelos**

🌐 **Conjunto Valle Grande (Typic Chromudert).** Las características químicas de este suelo son: reacción casi neutra, capacidad catiónica de cambio muy alta en el epipedón y alta en los demás horizontes, bases totales muy altas, saturación total muy alta, saturación de potasio regular y contenido de fósforo bajo.

🌐 **Conjunto Naranjal (Vertic Eutropept).** Son suelos profundos, moderadamente bien drenados, de texturas finas con permeabilidad lenta, con buena retención de humedad y bajos en contenido de carbón orgánico con excepción el epipedón. Los colores son pardo grisáceo muy oscuro, en el epipedón, pardo a pardo oscuro en el segundo horizonte y pardo amarillento en los demás.

Suelos con reacción casi neutra; capacidad catiónica de cambio alta en los dos primeros horizontes y mediana en los demás; bases totales altas, saturación total alta a muy alta, saturación de calcio muy alta y de magnesio regular a alta, contenido de fósforo muy bajo, saturación de potasio alta en los dos primeros horizontes y regular en los demás.

🌐 **Conjunto Tencua (Aeric Tropaquept).** Los suelos de este conjunto se han formado a partir de arcillas transportadas. Son suelos moderadamente profundos, de texturas finas, con permeabilidad lenta, con buena

retención de humedad y moderadamente estructurados e imperfectamente drenados. Los colores son pardo grisáceo muy oscuro, en el epipedón, pardo a pardo oscuro, en el segundo horizonte, pardo amarillento en el tercero, gris azulado oscuro, en el cuarto y gris en el último.

Las características químicas son: reacción muy ácida en el epipedón, ácida en el segundo horizonte, ligeramente ácida en el tercero y último y casi neutro en el cuarto; capacidad catiónica de cambio muy alta en el epipedón y mediana en los demás horizontes y está relacionada con el contenido de materia orgánica, bases totales muy altas en el epipedón y alta en los demás horizontes y está relacionada con el contenido de materia orgánica, bases totales muy altas en el epipedón y alta en los demás horizontes, saturación de calcio muy alta, de magnesio alta, de potasio regular, fósforo muy bajo.

🌐 **Conjunto Bohórquez (Vertic Tropaquept).** Suelos superficiales, imperfectamente drenados, ligera a moderadamente erosionados, con permeabilidad lenta, con buena retención de humedad; los colores son pardo grisáceo muy oscuro en el epipedón pardo a pardo oscuro en el segundo, gris oliva oscuro en el tercero y gris oliva en el último horizonte. Estos suelos se han desarrollado a partir de arcillas.

Suelos con reacción ácida en el epipedón, ligeramente ácida en el segundo y tercero y casi neutro en el último horizonte, capacidad catiónica de cambio alta en el primero y segundo horizonte y mediana en los demás; bases totales altas, saturación de calcio muy alta, de

magnesio alta y de potasio normal, el fósforo asimilable en estos suelos es bajo.

▪ **Asociación Peña Blanca (PB).** Se encuentra distribuida principalmente en el municipio de Macanal, a una altitud de 2.000 a 2.500 metros en un relieve quebrado a escarpado y con erosión ligera a moderada.

El clima es frío con dos estaciones, una seca de cuatro meses y otra húmeda con buena distribución de lluvias. El contraste fisiográfico es relativamente alto y tiene límites claros con las asociaciones Chivor y Rosal. La asociación está constituida por los conjuntos Peña Blanca (Typic Humitropept) 50%, de las áreas quebradas; Quebrada Honda (Lithic Humitropept) 40% de las áreas escarpadas y el 10% de otros suelos.

Las especies vegetales más importantes son: sietecueros, cucharo, guasguin, guardarrocío, lanzo, helecho, manchador, yarumo, mora, uvo, tobo y laurel. El uso actual es en pastos yaraguá y kikuyo. La asociación tiene una extensión de 4.005 hectáreas. La variación de pendiente y erosión permitieron las separaciones de las siguientes fases:

PBcd1 : Relieve ligeramente ondulado, con pendientes de 7 – 12 y 12 – 25% y erosión ligera.

PBde1 : Relieve ondulado a quebrado, con pendientes de 12 – 25 y 25 – 50% y erosión ligera.

PBef1 : Relieve quebrado a escarpado, con pendientes de 25 – 50% y mayores y erosión ligera.

PBef2 : Relieve quebrado a escarpado, con pendientes de 25 – 50% y mayores y erosión moderada.

- **Conjunto Peña Blanca (Typic Humitropept).** Suelos profundos, derivados de lutitas, bien a excesivamente drenados, de texturas medias a moderadamente finas, con permeabilidad media, con regular a buena retención de humedad, moderadamente erosionados y moderada a débilmente estructurados. Los colores son gris muy oscuro en el epipedón, pardo grisáceo muy oscuro en el segundo horizonte, pardo amarillento en el tercero, pardo a pardo oscuro en el cuarto, pardo oliva claro y oliva en el quinto y sexto respectivamente.

La capacidad catiónica de cambio es muy alta en el epipedón, alta en el segundo horizonte y mediana en los demás y está relacionada con el contenido de materia orgánica, la reacción es muy ácida y ácida y el contenido de aluminio es alto, las bases totales son pobres a muy pobres, la saturación total mediana en el epipedón y baja en los demás horizontes, la relación calcio magnesio es menor de uno y puede ocasionar problemas en el desarrollo de las plantas y el contenido de fósforo es muy bajo; la saturación de magnesio es regular en el primer horizonte y pobre en los demás, la de calcio muy pobre y la de potasio regular en el epipedón y pobre en los demás horizontes.

- **Conjunto Quebrada Honda (Lithic Humitropept).** Suelos derivados de lutitas, muy superficiales, de texturas medias, con permeabilidad media, con regular retención de humedad, excesivamente drenados, moderada a severamente erosionados y moderadamente estructurados. El

contenido de materia orgánica es muy alto. El color es negro y tiene un 75% de gravilla.

Suelos con reacción muy ácida; contenido de aluminio alto, capacidad catiónica de cambio alta, bases totales pobres, saturación total mediana, relación calcio / magnesio a normal; contenido de fósforo muy bajo, saturaciones de magnesio y potasio regulares. Las características anteriores determinan un bajo potencial agrícola de estas áreas.

Vertientes irregulares con desnivel variable de 200 a 500 metros. En esta unidad la pendiente varía mucho y se encuentra recortando los estratos geológicos. El principal proceso actual es esencialmente un escurrimiento difuso.

▪ **Asociación Rosal (RS).** Los suelos de esta unidad se distribuyen principalmente en los municipios de Macanal, Almeida, Garagoa y Chinavita, a una altitud de 2.000 a 2.800 metros aproximadamente. Los materiales predominantes son lutitas y areniscas. Presenta un paisaje de relieve quebrado a ligeramente ondulado, con erosión ligera a severa y pedregosidad superficial en algunos sectores.

El clima es frío con una estación seca no mayor de cuatro meses y con buena distribución de lluvias durante la estación húmeda. El contraste fisiográfico es relativamente alto y los límites son claros con las asociaciones Quebradas, Peña Blanca, Rucha, Crucero y Chivor y abrupto con la asociación Macanal.

Constituyen la asociación los conjuntos Rosal (Lithic Humitropept) 35%, de las áreas escarpadas; Sauche (Typic

Dystropept) 30% de las áreas onduladas, San Martín (Aquic Oxic Dyustropept) 20%, de las áreas ligeramente onduladas y Tencua (Aeric Trophaept) 15%.

Las especies vegetales más importantes son: chilco, zarza, sietecueros, chusque, cucharo, chontaduro, guasguín, viravira, hobo y guardarrocío. El uso actual consiste en cultivos de maíz y pastos. La asociación tiene una extensión de 24.990 hectáreas. La variación de pendientes, erosión y pedregosidad permitieron establecer las siguientes fases:

RScd1 : Relieve ligeramente ondulado a ondulado, con pendientes de 7-12 y 12-25%.

RSde1 : Relieve ondulado a quebrado, con pendientes de 12-25 y 25-50% y erosión ligera.

RSef1 : Relieve quebrado a escarpado, con pendientes de 25-50% y mayores y erosión ligera.

RSf3 : Relieve escarpado, con pendientes mayores de 50% y erosión severa.

- **Conjunto Rosal (Lithic Humitropept).** Suelos superficiales, derivados de areniscas, excesivamente drenados, ligeros a severamente erosionados, con permeabilidad rápida, con regular a mala retención de humedad, débil a moderadamente estructurados y con alto contenido de materia orgánica. Los colores son negro en el epipedón y pardo a pardo oscuro en el horizonte subyacente.

La capacidad de cambio es muy alta en el epipedón y mediana en el segundo

horizonte, la reacción es muy ácida, las bases totales son bajas, saturación total mediana a baja y la relación calcio/magnesio es anormal; la saturación de magnesio es regular a pobre y la de calcio pobre. El contenido de fósforo es bajo a regular.

- Conjunto Sauche (Typic Dystropept).

Suelos desarrollados a partir de areniscas, moderadamente profundos, de texturas finas con permeabilidad media, con buena retención de humedad, débil a moderadamente estructurados, ligeramente erosionados y moderada a imperfectamente drenados. Los colores son pardo grisáceo muy oscuro en el epipedón, gris pardusco claro en el segundo horizonte, gris oscuro en el tercero y gris claro en los tres últimos. Algunos horizontes presentan manchas pardo amarillentas.

Suelos con capacidad catiónica de cambio mediana en el epipedón, gris y baja en los horizontes subyacentes, reacción muy ácida, contenido de aluminio alto creando problemas en la asimilabilidad de los nutrientes por las plantas, bases totales bajas, saturación total baja y saturaciones de calcio y magnesio bajas. El contenido de fósforo y potasio es pobre. Estos suelos deben ser encalados y se les debe aplicar fertilizantes altos en fósforo y potasio.

- Conjunto San Martín (Aquic Oxic Dystropept).

Suelos profundos, imperfectamente drenados, de texturas finas a moderadamente finas, con permeabilidad lenta, con buena retención de humedad ligeramente erosionados y moderadamente estructurados. Los materiales de origen son arcillas y lutitas.

Los colores son gris oscuro en el epipedón, pardo amarillento oscuro en el segundo horizonte, pardo amarillento en el tercero y cuarto, gris a gris claro en el quinto y gris claro en el último, presenta manchas a través de casi todo el perfil.

Suelos con capacidad catiónica de cambio muy alta en el epipedón y baja en los demás horizontes subyacentes y está relacionada con el contenido de materia orgánica; reacción muy ácida, contenido de aluminio alto e incide en la asimilabilidad de los nutrientes por las plantas; las bases totales bajas a muy bajas, saturación total mediana a baja; saturaciones de calcio regulares en el epipedón y muy pobres en los demás horizontes; la relación calcio magnesio es anormal en el segundo, tercero y último horizontes y el contenido de fósforo es muy pobre.

Para estos suelos es necesario el encalamiento y la aplicación de fertilizantes altos en fósforo. El conjunto Tencua se halla descrito en la asociación Valle Grande.

Alternancia de vertientes opuestas, cortas, con desnivel de 200 a 400 metros. La pendiente varía mucho de una vertiente a otra y los movimientos en masa localizados son los principales fenómenos que ocurren en estas unidades.

▪ **Asociación Quebradas (QB).** Se encuentra distribuida principalmente en los municipios de Garagoa, Chinavita y Macanal, a una altitud de 2000 a 2.800 metros en un relieve ondulado a quebrado y con erosión ligera. Los materiales predominantes son lutitas mezcladas con calizas y areniscas que a veces afloran.

El clima es frío, con una estación seca no mayor de cuatro meses y con buena distribución de lluvias durante la estación húmeda. El contraste fisiográfico es medio a alto y tiene límites claros con las asociaciones Rucha, Rondón, Peña Blanca y Rosal y abrupto con la asociación Valle Grande.

La asociación está constituida por los conjuntos Quebradas (Typic Humitropept) 35%, de las áreas quebradas; San Eduardo (Typic Tropaquept) 20%, de las áreas ligeramente onduladas a inclinadas; Tenza (Lithic Humitropept) 20% de las áreas escarpadas y Cardozo (Typic Himitropept) 15%, de los planos inclinados; además tiene 10% de inclusiones de la asociación Rosal.

La vegetación está representada por las siguientes especies: cucharo, lanzo, caregato, manchador, yarumo, sietecueros, toronjo, mora, helecho, amarillo, chizo, tuno, guasguín, gague, salvio, laurel, arrayán, higuierón y guamo. El uso consiste en pastos, cultivos de papa y arveja. La extensión aproximada de esta asociación es de 20.855 hectáreas.

Teniendo en cuenta sus características de pendientes, erosión y pedregosidad se separaron las siguientes fases:

QBc : Relieve ligeramente ondulado, con pendientes de 7 – 12%

QBdel: Relieve ondulado a quebrado, con pendientes de 12-25 y 25-50% y erosión ligera.

QBefl : Relieve quebrado a escarpado, con pendientes de 25-50% y mayores y erosión ligera.

- **Conjunto quebradas (Typic Humitropept).** Suelos desarrollados a partir de lutitas, muy profundos, de texturas medias a moderadamente finas, con permeabilidad media con regular a buena retención de humedad y moderadamente estructurados. Los colores son negro el epipedón, pardo muy oscuro en el segundo horizonte, pardo grisáceo muy oscuro y pardo amarillento en el tercero, pardo amarillento y amarillo pardusco en el cuarto y quinto.

Suelos con capacidad catiónica de cambio muy alta en el epipedón alta en el segundo y tercer horizonte y mediana en los dos últimos, capacidad que está relacionada con el contenido de materia orgánica; reacción muy ácida, contenido de aluminio alto, bases totales muy bajas a bajas, saturación muy baja, contenidos de calcio, magnesio, potasio pobres y de fósforo muy pobre. Estos suelos deben encalarse y aplicar fertilizantes altos en fósforo y potasio.

- **Conjunto San Eduardo (Typic Tropaquept).** Suelos moderadamente profundos, derivados de lutitas, de texturas medias a finas, moderadamente bien drenados, con permeabilidad lenta y con retención de humedad buena. Los colores son pardo oscuro en el epipedón, gris oliva claro en el segundo y tercer horizonte y pardo amarillento en el último, se observan manchas a través del perfil.

Suelos con capacidad catiónica de cambio muy alta en el epipedón y mediana a alta en los demás horizontes, reacción muy ácida, contenido de aluminio alto, bases totales y saturación total bajas a muy bajas, saturaciones de calcio y magnesio

muy pobres, de potasio pobre a muy pobre y de fósforo pobre.

- **Conjunto Tenza (Lithic Humitropept).** Suelos superficiales, derivados de lutitas, bien drenados, de texturas medias a finas con permeabilidad media, con regular retención de humedad, con contenido de materia orgánica alta y moderadamente estructurados. Los colores son negros en el epipedón y gris muy oscuro en el horizonte subyacente.

Suelos con capacidad catiónica muy alta en el epipedón y alta en el horizonte subyacente; reacción muy ácida, aluminio alto, bases totales pobres, saturación total muy baja, saturaciones de calcio muy pobres, de magnesio pobre, de potasio regular a pobre y de fósforo muy pobre. Es necesario el encalamiento y aplicación de fertilizantes altos en fósforo.

- **Conjunto Cardozo (Typic Humitropept).** Suelos derivados de arcillas, moderadamente profundos, texturas moderadamente finas a finas con permeabilidad lenta, con buena retención de humedad, moderada a débilmente estructurados, y moderadamente erosionados.

Los colores son pardo oscuro en el epipedón, pardo amarillento en el segundo y tercer horizonte y amarillo pardusco en el último, se encuentran manchas a través del perfil.

Las características químicas son: Capacidad catiónica de cambio muy alta en el epipedón, alta en el segundo horizonte y mediana en los demás horizontes subyacentes, reacción muy ácida, contenido de aluminio alto, saturación total mediana en el epipedón y

baja en los horizontes subyacentes, saturaciones de calcio y magnesio regulares en el epipedón y pobres en los demás horizontes y contenido de fósforo muy pobre.

Vertientes largas irregulares con desnivel entre 500 y 800 metros. El proceso actual lo constituyen movimientos en masa localizados.

▪ **Asociación Represa (RE).** Se encuentra entre los 1.200 y los 1.700 metros sobre el nivel del mar. En Macanal cubre la parte sur oriental de la vereda Agua Blanca Chiquita. Clima caliente a medio con abundante precipitación durante el año, relieve quebrado a escarpado y erosión ligera. Esta conformada por los conjuntos Represa (Typic Humitropept) 60%, las áreas quebradas; Gaque (Lithic Tropept) 35%; de las áreas escarpadas y 5% de otros suelos. La unidad presenta la siguiente fase por pendiente y erosión:

REefl Relieve quebrado a escarpado, con pendientes de 25-50% y mayores y erosión ligera.

☉ Características Físico Químicas

☉ **Conjunto Represa (Typic Humitropept).** Los suelos de este conjunto son moderadamente profundos, bien drenados, con texturas medias, permeabilidad moderada, regular retención de humedad y ligeramente erosionados. Los colores son gris muy oscuro en el epipedón, pardo grisáceo muy oscuro en el segundo y pardo amarillento en el último horizonte. Las características químicas de estos suelos son reacción muy ácida, contenido de aluminio muy alta, capacidad de cambio

catiónico muy alta en el epipedón y alta en los demás horizontes, bases totales muy bajas, saturación total muy baja; contenidos de fósforo, calcio y magnesio y potasio muy bajos.

🌐 Conjunto Gaque (Lithic

Troporthent). Suelos muy superficiales, derivados de areniscas, muy permeables, de regular a baja retención de humedad, ligeramente erosionados y bien a excesivamente drenados. El color es negro, las texturas gruesas, presentan además, alto contenido de materia orgánica. La reacción es ligeramente ácida, muy alta capacidad catiónica de cambio, altas bases totales, contenido de calcio muy alto, de magnesio muy alto y de fósforo bajo.

2.2.2 Clasificación Agrológica

Las clases de suelos se agrupan en tres niveles: clase, subclase y unidad de capacidad. 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.

Las unidades de capacidad son grupos de suelos tan parecidos que pueden dedicarse a los mismos usos y requieren manejos

similares. En este documento solo se llega hasta clase y subclase.

⇨ CLASE III

Subclase IIIse

Pertencen a esta subclase las siguientes unidades cartográficas:

Asociación Quebradas: QBc, QBcd, QBcd1

Asociación Rucha: RUc, RUcd

Asociación Valle Grande VGcd1

Esta subclase se encuentra en las veredas de El Datil, La Mesa, Tibacota, Perdiguiz, y predios localizados cerca de la margen derecha de la quebrada Honda. Son suelos profundos a moderadamente profundos de fertilidad moderada a baja con pendientes de 3 a 25%, la erosión se presenta en algunas unidades en grado ligero en las demás no hay erosión. La mayoría de estos suelos puede mecanizarse siempre y cuando el contenido de humedad sea adecuado. Para cultivos no permanentes estos suelos requieren de un buen sistema de rotación, ojalá con praderas. La adición de materia orgánica es conveniente para mejorar la permeabilidad, evitar la compactación y aumentar el contenido de nitrógeno y carbón al suelo.

⇨ CLASE IV

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

Subclase IVse

Se encuentran en esta subclase las siguientes unidades cartográficas:

Asociación Chivor Chde1
 Asociación Crucero CRcd, CRd1
 Asociación Macanal MCcd1
 Asociación Peña Blanca PBcd1
 Asociación Quebradas Qbde1
 Asociación Rosal RScd, RScd1
 Asociación Rucha RUcd1 y RUde2

Esta subclase se encuentra en las veredas de Quebrada Negra, El Hoyo, La Mesa, Pantanos, y San Pedro Muceño, Volador. Son suelos profundos a superficiales, con pendientes hasta del 50%, con erosión ligera a moderada. Algunos sectores presentan movimientos en masa. La fertilidad es baja a moderada. Pueden explotarse en agricultura semiintensiva hasta el 12% de pendiente, estas labores se pueden hacer cuando el suelos muestre un buen contenido de humedad para evitar compactación. En forma manual se puede tener agricultura hasta 50% de pendiente prefiriendo los cultivos permanentes como frutales y caña. En los terrenos menos pendientes se puede cultivar hortalizas, arracacha, fríjol y tomate pero es necesario realizar practicas muy especiales de manejo como siembras en curvas de nivel, aplicación de abonos orgánicos e incorporación al suelo de residuos de cosechas. Se recomienda evitar las quemas y aplicar fertilizantes altos en fósforo y nitrógeno.

⇨ CLASE VI

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

Subclase VIse

Pertenecen a esta subclase las siguientes unidades cartográficas:

Asociación Macanal MCcd1p
 Asociación Rosal RSde1

Se encuentran en las veredas de San Pedro Muceño, Volador Chiquito, Media Estancia, Quebrada Negra, La Vega, Vijagual, y Centro. Son suelos profundos a superficiales, en la mayoría de estos suelos se observa pedregosidad superficial, presentan pendientes hasta del 50%. Estos suelos son aptos para pastos y bosques, se recomienda la rotación de praderas y evitar las quemas, las áreas de relieve más quebrado debe revegetalizarse con bosques productores protectores o con bosques protectores.

⇨ CLASE VII

Suelos con limitaciones muy severas que las hacen inadecuadas para los cultivos; su uso se restringe al pastoreo, lotes de árboles o vida silvestre.

Subclase VIIse

En esta subclase se encuentran las siguientes unidades cartográficas:

Asociación Chivor CHef2
 Asociación Peña Blanca PBef2
 Asociación Crucero CRef2
 Asociación Macanal MCef2
 Asociación Rucha Ruef2

La subclase se encuentra en las veredas de Agua Blanca Grande y Chiquita, Muceñito, Perdiguiz, El Datil, Tibacota, Pantanos, El Limón, Guavio, Quebrada Negra, La Vega, Peña Blanca y Centro.

Son suelos profundos a superficiales, con pendientes de 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 menor grado de erosión pueden servir para pastos.

⇨ CLASE VIII

Son suelos con limitaciones que indican que su uso para cultivos está excesivamente restringido y solo deben ser usados para recreación, vida silvestre o abastecimiento de aguas. La utilización con fines agrícolas es casi nulo. Presentan afloramientos de roca y piedra superficial. Las pendientes que predominan son las de 50% y mayores. Los suelos presentan grietas profundas y amplias y la erosión va desde moderada a severa.

Pertencen a esta clase las siguientes unidades cartográficas:

Asociación Chivor CHF2, CHF3
Asociación Rosal RSF3
Asociación Rucha RUF3

Esta clase se encuentra en las veredas Vijagual, Perdiguiz, El Datil , y Volador Grande.

2.3 EROSION POTENCIAL

En el municipio de Macanal se encuentra erosión potencial en el 90% del territorio en sus diferentes niveles: ligera, moderada y severa.

Las áreas sin erosión se encuentran en las veredas de la Mesa y Tibacota y al Norte de la Vereda Perdiguiz Grande en un área de 12 Km². La erosión ligera se presenta en el 38% del área de Macanal, principalmente en las veredas del norte y occidente del municipio con 45 kilómetros cuadrados. Las áreas con erosión moderada representan el 45% y prácticamente se encuentran en las

veredas de centro y sur del municipio con una superficie de 54 km².

La erosión severa se encuentra solamente en el 7% del área municipal en sitios con afloramientos rocosos en las veredas de Pantanos y Volador en la Cuchilla denominada El Volador.

2.4 USO ACTUAL DEL SUELO

Para la elaboración del mapa de usos de suelo se utilizó una cobertura de fotografías aéreas de la última década y de escalas relativamente pequeñas. Para iniciar el trabajo de levantamiento de la información se realizó fotointerpretación que no surtió buenos resultados debido a que las fotografías tenían más de cinco años de haber sido tomadas, por tanto se hizo reconocimiento de campo.

Durante el reconocimiento de campo se fueron dibujando las diferentes unidades de uso sobre las fotografías y posteriormente se transfirieron y dibujaron sobre un mapa base. Las unidades encontradas se describen a continuación:

⇨ Bn – Bosques Naturales.

En esta unidad se encuentran incluidas pequeñas zonas con pastos dedicadas a la ganadería, pequeñas áreas con rastrojos y ocasionalmente pequeñas parcelas cultivadas. El bosque cubre el 90% del área y el 10% restante corresponde a praderas, rastrojos y áreas cultivadas en esta unidad y no diferenciadas por su tamaño muy pequeño. El bosque está formado por especies como manchador, lanzo, guarumo, helechos, uvo, guamo, chizo, sangregao, encenillo, gague, siete cueros y mangle. En los sectores más cálidos se observan especies como

guadua, nacedero, cucharo, ceiba, guamo. Esta unidad ocupa superficies importantes en la parte alta de las veredas Muceño, Peña Blanca, Agua Blanca, La Vega, Centro, La Mesa, Pertiguiz Grande, Naranjos, Quebrada Negra y Guavio.

⇨ **Ra – Rastrojos**

Corresponden a áreas donde se taló el bosque y posteriormente se han dejado para que los árboles vuelvan a crecer. Incluyen pequeños sectores con bosques y praderas y algunas parcelas cultivadas con maíz lulo, frijol, caña yuca y tomate de árbol. Los rastrojos cubren el 80% de la unidad. La unidad de rastrojos es importante en las veredas Muceño, Agua Blanca, la Vega, Centro, La Mesa, Limón, Naranjos, Quebrada Negra y Guavio.

⇨ **Bc – Bosques Cultivados**

Corresponden a las zonas donde se han plantado bosques principalmente de pinos, que cubren casi el 100% de la unidad. En algunos casos ocupan zonas de fuertes pendientes donde mantenerse bosques naturales con fines proteccionistas. Las áreas más importantes se encuentran en las veredas del Datil, Volador, Centro y Vijagual.

⇨ **Pn – Pastos Naturales**

Son las zonas de pastos dedicadas a la ganadería extensiva. Los principales pastos son el yaraguá y brachiaria. El 80% del área corresponde a las praderas y el 20% restante está representado por pequeñas parcelas de bosques, rastrojos, cultivos y pastos de corte (imperial o King grass). Las razas de ganado predominantes son el cebú, y cruces con otras razas. Es la unidad que ocupa mayor área en el municipio de macanal y se

encuentra distribuida por todas las veredas del municipio.

⇨ **PnE – Praderas Naturales Enmalezadas**

Aproximadamente el 40% del área de estas praderas se encuentra cubierta por malezas, principalmente helechos y algunas hierbas. Ocupa superficies importantes de las veredas Naranjos, Quebrada Negra, El datil, Pantanos, Agua Blanca, Muceño y la Vega.

⇨ **Bn – Pn. Complejo de Bosques Naturales y Praderas Naturales**

Los bosques y praderas se encuentran en proporciones equivalentes. Esta unidad se identificó en las veredas Peña Blanca, Quebrada Negra y Guavio.

⇨ **MR – Consociación Afloramientos Rocosos**

Ocupa sectores de escarpes verticales en las veredas Volador y la Vega. Se caracterizan por el predominio de afloramientos de rocas aunque ocasionalmente se observa pasto o arbustos en algunos sitios.

⇨ **M1 – Complejo de Cultivos**

Corresponde a cultivos de frijol (30%), yuca (20%), y caña (20%), con pequeñas parcelas de pastos que representa el 30% de la unidad. Este sistema de uso se encuentra identificado en la vereda Agua Blanca.

⇨ **M2 - Complejo de Cultivos**

Está representado por cultivos de mora (30%), caña (30%), yuca (30%), y el 10% área de pastos. Esta unidad se encuentra especialmente en la vereda Centro sobre el área transicional clima medio a clima frío. En muchos casos se

encuentra como huerta casera incluyendo árboles de cítricos y plátano o parcelas pequeñas de fríjol.

⇨ **M3 – Complejo de Cultivos**

En esta unidad se encuentra una gama amplia de cultivos en parcelas pequeñas. Los cultivos más importantes son caña, yuca, hortalizas (tomate, pepino, habichuela) y plátano en proporciones iguales que representan el 70% de la unidad, el 30% restante corresponde a cultivos cítricos, café, cacao, papaya, maíz, fríjol y pasto de corte. Esta unidad es importante en las veredas de Datil, Pantanos, naranjos y Limón.

⇨ **Fr – Consociación Fríjol**

El cultivo de fríjol representa el 90% de esta unidad y el 10% corresponde a pastos, yuca o maíz. Esta unidad se identificó en las veredas Vijagual y Quebrada Negra, pero en pequeñas parcelas se distribuye por todas las veredas.

⇨ **Fr – Mz. Complejo Fríjol – Maíz**

Estos cultivos a veces se encuentran asociados y otros independientes formando parte de pequeñas huertas caseras. Se encuentra en las veredas Agua Blanca, Naranjos y Guavio.

⇨ **Fr – Yu. Complejo Frijol – Yuca**

Esta unidad se delimitó en la vereda Muceño pero se observa frecuentemente en pequeñas huertas caseras mezcladas con otras plantas cultivadas (chime o bore, frutales, plátano).

⇨ **Cñ. Consociación Cultivo de Caña**

El cultivo se utiliza para la elaboración de miel y panela, representa el 80% de esta unidad y el 20% corresponde a parcelas de plátano, yuca, cítricos y hortalizas.

Esta unidad se identificó en las veredas Centro y Volador. Como cultivo individual se observa en parcelas muy pequeñas que se incluyen en las zonas de pastos naturales de casi todas las veredas.

⇨ **Cñ – Mz. Complejo Caña – Maíz**

El 40% de la unidad es Caña, el 30% maíz y el 30% restante está representado por parcelas de pastos, plátano, hortalizas, cítricos y pastos de corte. La unidad se deslindó en las veredas Tibacota, Volador y Vijagual.

⇨ **Lu. Consociación Lulo**

El lulo se cultiva en pequeñas parcelas en las Veredas de Muceño, Agua Blanca, Centro y Guavio; únicamente en esta última vereda fue posible representar la unidad cartográficamente.

⇨ **Mz – Fr. Complejo Maíz – Frutales**

Generalmente se encuentran en parcelas aledañas formando unidades similares a huertas caseras muy pequeñas y por ello únicamente en la vereda Vijagual fue posible encontrar una unidad de tamaño suficiente para representarla en el mapa.

⇨ **Mz – Yu. Complejo Maíz – Yuca**

A pesar de ser cultivos comunes en el municipio, sólo en la Vereda Pantanos existe una unidad de tamaño suficiente para representar en el mapa. Generalmente se encuentran en parcelas independientes pero a nivel de huertas caseras, se observan en líneas intercaladas.

⇨ **Yu. Consociación Yuca**

Pese a ser la yuca un cultivo común en la zona de clima medio, no se presenta en áreas de tamaño significativo. Esta unidad sólo se identificó en la Vereda Agua Blanca, pero normalmente se

encuentra formando parte de las huertas caseras de clima medio.

⇨ **CC. Consociación Café**

La única unidad delimitada se encuentra en la Vereda Naranjos, pero en pequeñas parcelas se encuentra en las veredas El Dátil, Limón y Naranjos. El cultivo se encuentra en regular estado y, según opinión de los agricultores, es afectado por heladas debidas a la influencia de la represa. Además, se quejan de la falta de asistencia técnica ya que la Federación de Cafeteros no ha vuelto a prestar sus servicios en el municipio.

Además de los cultivos representados en el mapa en el municipio se cultivan en pequeñas parcelas tomate de árbol, bore o marangol, guayaba, mora, papaya, cacao, arracacha, guadua, mango. En las huertas caseras se cultivan plantas aromáticas como yerbabuena, cidrón, toronjil, limonaria. En algunos sectores se observa fique. Adicionalmente se cosechan los frutos del guamo y el pomarroso.

Es fácil concluir que Macanal es un municipio ganadero con buenas opciones forestales, dadas las condiciones climáticas predominantes.

3. 5 USO POTENCIAL

El uso potencial se define a partir de las variables pendiente del terreno, profundidad del suelo y erosión potencial, el cruce de estas variables determina la potencialidad del suelo. Para el caso de Macanal se encontraron las siguientes características:

Pendientes de Terreno: Se encontraron unidades cartográficas con pendientes

de 7-12% identificadas con la letra (c), entre 7 y 25% identificadas con las letras (cd), entre 12-50% identificadas con la letra (de), entre 25% y más de 50% identificadas con las letras (ef) y mas del 50% de pendiente identificadas con la letra (f).

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 15% del área total, suelos medianamente profundos en un 16% y suelos superficiales en un 70% del área.

Observando la clasificación agrológica se encontraron suelos clase IIIse, suelos IVse, suelos VIse, suelos VIIse y suelos VIII. Combinando los anteriores características obtenemos las siguientes unidades de uso potencial:

🌐 Tierras cultivables

C2- Agricultura semimecanizada. Esta unidad presenta pendientes de 7-12 y de 12-25%, suelos profundos, erosión ligera y sin erosión y clasificación agrológica III, en ellas se pueden desarrollar cultivos de hortalizas, fríjol, yuca, papa, arveja hierbas aromáticas y medicinales, frutales de clima medio y frio. La mayoría de los suelos pueden mecanizarse siempre que el contenido de la humedad del suelo sea adecuado. Se deben rotar los cultivos, cuando se dedican a 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. A pesar de que son mecanizables es importante sembrar en curvas de nivel, preferir los cultivos permanentes, de no ser así establecer barreras vivas para disminuir la escorrentía. El área es de 652 hectáreas.

C3: Agricultura Manual con tecnología apropiada. Esta unidad presenta pendientes de 12-50%, erosión ligera, suelos profundos y moderadamente profundos. En esta área se pueden desarrollar cultivos de frutales, mora, caña, plátano, café, maíz, procurando cultivar en curvas de nivel, construyendo barreras vivas, y manteniendo en cobertura vegetal las áreas más pendientes, evitar las quemas y aplicar 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 moras, frutales, café o similares debe hacerse por medio de plateos para no dejar desnudo el suelo. Siempre deben integrarse los residuos de las cosechas al suelo. El área es de 1.020 hectáreas.

C4-P: Tierras cultivables de relieve quebrado a escarpado, con suelos ácidos susceptibles a la erosión. Los suelos son aptos para los cultivos densos como la caña panelera y pastos de corte, café y cítricos en los climas templados y frutales de hoja caduca en los climas más fríos, los cuales deben sembrarse en fajas de contorno. También pueden utilizarse para pastos.

El uso con cultivos limpios como maíz y arveja no debe hacerse por la pendiente y

la erosividad del suelo; sin embargo si se hacen debe hacerse fajas alternas controlando el agua de escorrentía con acequias o canales construidos en las partes superiores de las fajas de maíz y en la parte inferior incluir fajas de caña o pastos. Debe evitarse las quemas, adicionar los residuos orgánicos de las cosechas al suelo, realizar plateos y mantener los terrenos más pendientes con cobertura vegetal nativa. El área es de 3.260 hectáreas

Tierras para Pastos

P: Corresponden con zonas de relieve variado con pendientes desde 0 a 50% y mayores, suelos superficiales y moderadamente profundos, erosión ligera y moderada, limitados además por altos contenidos de aluminio intercambiable. Es conveniente hacer rotación, mejorar los pastos, evitar el sobrepastoreo, encalarlos y fertilizarlos periódicamente con abonos ricos en nitrógeno. Debe evitarse la quema de residuos orgánicos. Los suelos con pendientes escarpadas deben ser mantenidos en vegetación nativa. El área es de 4.400 hectáreas.

Tierras Forestales

F2: Bosque Protector-Productor: Son áreas de fuertes pendientes donde es necesario mantener cobertura arbórea para el control de la erosión. Estos bosques deben ser en su mayoría de especies nativas, sin embargo también se pueden sembrar especies maderables siempre que no sean zonas de interés hídrico como zonas de recarga, nacederos o zonas de riberas. Estos bosques pueden ser aprovechados a través de entresacas que no perjudiquen la cobertura vegetal del suelo. El área es de 80 hectáreas.

F2-P Uso Silvopastoril: Zonas De pendientes complejas predominantemente mayores de 25% en suelos superficiales y erosionables. La complejidad de pendientes permite tener pequeños sectores con pastos en una zona prioritariamente de vocación forestal dando como resultado una explotación de tipo silvo-pastoril adecuada a las condiciones climáticas y topográficas. La zona de bosques debe estar necesariamente con especies nativas y en menor proporción especies maderables exóticas. Estas pueden ser aprovechadas mediante un manejo sostenible.

F3 Bosques Protectores: Estos se localizan necesariamente en terrenos con pendientes superiores al 50%, en zonas de recarga de acuíferos, en zonas de infiltración localizadas sobre líneas divisorias de las cuencas llamadas comunmente las crestas de las montañas, en zonas de nacimientos de quebradas y en las riberas de quebradas, río y embalse. El bosque es nativo y la forma de recuperación es a través de regeneración natural o restauración integral ecológica (suelos, flora, fauna)

Este tipo de bosque solo puede ser aprovechado como fuente de semillas, educación ambiental, o investigación, no puede ser talado ni quemado. El área es de 9800 hectáreas.

T: Tierras aptas para proyectos turísticos: Corresponden a las áreas ocupadas por el actual embalse de la esmeralda y los terrenos aledaños que poseen pendientes menores al 50% y por lo tanto son aprovechables en la construcción de infraestructura turística (Restaurantes, paradores, sitios de camping, embarcaderos y parques de recreación). Los proyectos turísticos deberán respetar un margen de protección del embalse de por lo menos 20 metros, no arrojar aguas residuales ni residuos sólidos, proteger la vegetación nativa y mantener la estética del lugar, No construir en zonas de alta, media o baja amenaza por remoción en masa o inundación. El área es de 620 hectáreas.

M: Minería. Es una zona donde existe la posibilidad de desarrollar explotaciones de recursos tales como yeso, esmeraldas, material de construcción y recebo para el mantenimiento de las vías.