



***IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA
TÍPICOS UBICADOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO LA
MONTAÑITA, DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ.***

MARIA CRISTINA CEDIEL MAYORGA

***UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICO QUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANGA
2015***

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA
TÍPICOS UBICADOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO LA
MONTAÑITA, DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ**

MARIA CRISTINA CEDIEL MAYORGA

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Geóloga**

Director

**JUAN DIEGO COLEGIAL GUTIERREZ
DOCTOR EN GEOLOGIA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO QUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANGA
2015**

DEDICATORIA

A DIOS Y A MI FAMILIA

Dedico el éxito y la satisfacción de esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos

Este trabajo de tesis de grado está dedicado a mi Creador esa fuerza superior en quien creo, ese ser que es omnipotente, quien me regala cada amanecer me da la fe, el entendimiento, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar, Gracias por darme la vida a través de mis queridos PADRES María Eugenia Mayorga y Gerardo Cediel quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de mí una persona con valores para poder desenvolverme como Mujer, Gracias por ser mis padres, por todo su esfuerzo, apoyo y por la confianza que depositan en mí.

A mi ESPOSO, Lenin Ferney que ha estado a mi lado brindándome sus conocimientos, confianza, apoyo incondicional, escucha, alegría, ánimo para seguir adelante. ¡Gracias!

A los que nunca dudaron que lograría este triunfo mis HERMANOS Iván Gerardo y German Antonio, German Danilo gracias por creer en mí.

A mi Bendición de Dios. MI ADORADO HIJO Lenin Tomás, Mi Triunfo es tuyo ¡te amo!

Expreso de todo corazón mis más sinceros agradecimientos a todos mis maestros no solo de la carrera sino de toda mi vida, quienes me brindaron su colaboración, sus conocimientos, a cada uno de ellos gracias.

Juan Diego Colegial Director e investigador, gracias por su calidez humana, sus grandes conocimientos y sus Valiosos aportes académicos los cuales orientaron mi proceso de investigación.

A todas aquellas personas especiales que me han brindado amistad, ánimo, apoyo y compañía en mi vida en especial a las Hermanas Misioneras Madre Laura, Hermanas de la Anunciación Caquetá, Gracias por formar parte de mí.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	19
1. OBJETIVOS.....	21
1.1 OBJETIVOS GENERALES	21
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
2.1. JUSTIFICACION	23
2.2. ALCANCES	24
2.3. LOCALIZACIÓN.....	25
2.4. METODOLOGÍA	26
3. MARCO TEORICO	5
3.1 PARAMETROS PARA EL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO DE INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA	7
3.2. TIPOS DE MOVIMIENTOS EN MASA	22
4. ANTECEDENTES.....	32
5. MARCO GEOLÓGICO.....	33
5.1. UNIDADES LITOLÓGICAS.....	34
5.1.1. Migmatitas de Florencia (PRmfl)	35
5.1.2. Formación pepino (E2E3PE).....	36
5.1.3. Grupo Orito (E2N1or)	38
5.1.4. Terrazas medias y bajas (QT2)	39
5.1.5. Depósitos Aluviales del Cuaternario (Q2al)	40

5.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	40
5.2.1. Sistema de fallas de San Pedro	42
5.2.2. Falla Paujil	43
5.3 CARACTERISTICAS CLIMATOLÓGICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	44
5.4. GEOMORFOLOGÍA DEL MUNICIPIO LA MONTAÑITA	46
5.5. CARACTERIZACION DE MOVIMIENTOS.....	65
5.6 EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA	85
6. CONCLUSIONES	87
7. RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFÍA.....	89
ANEXOS.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zona de trabajo Municipio de la Montañita.	26
Figura 2. " Sistema de Información de movimientos en masa (SIMMA)".4	28
Figura 3. Mapa Conceptual de la Metodología.	4
Figura 4. "Esquema modificado de jerarquización geomorfológica propuesto para INGEOMINAS". 7	7
Figura 5. Dimensiones de un deslizamiento. 8	15
Figura 6. Tipos de represamiento según Costa y Schuster (1988). ⁹	18
Figura 7. a) Esquema de la caída de rocas (b) Corominas y Yague (1997) denominan a este Movimiento "colapso". ¹¹	24
Figura 8. a) Vuelco de Rocas b) Vuelco Flexural. (De Freitas y Waters, 1973 en Varnes, 1976). ¹²	25
Figura 9. Tipo de deslizamiento según material.	26
Figura 10. Noviembre del 2007, p 9 y 11. a) Fotografía de deslizamiento en cuña. Cerro Partido, Lima, Perú; b) Deslizamiento planar según los planos de estratificación de capas de areniscas y lutitas, Estado Falcón, Venezuela (Fotografía D. Salcedo).	27
Figura 11. Deslizamiento Rotacional, Cerro Mizhquiyacu, Ecuador, 1993.	28
Figura 12. Casos de propagación lateral; a) y b) Propagación lateral en bloques, c) Propagación lateral en tierra.	29
Figura 13. Flujo de lodo, Cerro Yantajirca, Yanahuanca, Pasco, Perú (Fotografía L. Fídel).	30
Figura 14. Reptación de suelos. a) Esquema, b) Ladera en reptación, esquistos cloríticos meteorizados (Grupo Cajamarca) entre la carretera Ibagué – Armenia (esquina superior izquierda) y la quebrada Perales (esquina inferior derecha), Sector Cajamarca-La Línea, Tolima, Colombia.	31
Figura 15. Mapa Geológico de la Montañita.	35

Figura 16. Mapa de Fallas de la Montañita Plancha 414.....	42
Figura 17. Mapa Geomorfológico de la Montañita Plancha 414.	46
Figura 18. Escarpe de erosion, ubicado en la Vereda Morros. Año 2014.	50
Figura 19. Escarpe de erosion menor, Vereda Agua Bonita. Año 2014.....	51
Figura 20. Loma Denudada, Vereda Villa Rica el Salao Alto. Año 2014.....	52
Figura 21. Ladera Erosiva Ubicada en la Vereda Villa Rica el Carmen Alto. Año 2014.....	54
Figura 22. Lomeríos Muy Disectados, Ubicado en la Vereda Agua Bonita. Año 2014.....	55
Figura 23. Lomeríos Poco Disectados, Vereda Morros, año 2014.	56
Figura 24. Montículo y Ondulaciones Denudacionales, Vereda Agaitas. Año 2014.....	57
Figura 25. Superficie de erosion o aplanamiento. Año 2014	58
Figura 26. Barra Compuesta.	59
Figura 27. Cauce Aluvial.	59
Figura 28. Cono de Deyección.....	60
Figura 29. Laguna.....	60
Figura 30. Planicie Aluvial Confinada cuyos usos principales en la ganadería no se presenta procesos morfodinámicos sobre esta geoforma....	61
Figura 31. Plano o Llanura de Inundación, se aprecia el plano de inundación de la planicie fpi el cual corresponde e a la dinámica hídrica del rio Orteguaza localizado en sus riveras cubierto en su mayoría por pastos. Presenta morfología baja y plana.	62
Figura 32. Prominencia topográfica de morfología alomada, denominada lomo de falla, asociada al trazo de la falla doncello. Vereda jordan alto.	65
Figura 33. Proceso morfodinámico, se encuentra sobre el Grupo Orito (E3N1or), lodolitas arenosas, los suelos presentan Reptación, Vereda Acacias, Hacienda la Casona. Municipio La Montañita. ...	67

- Figura 34. Movimiento en masa correspondiente a reptación de suelos. Proceso morfodinámico, se encuentra sobre el grupo orito, E3N1or, casco urbano del municipio, finca el judío. La Montañita. Departamento Caquetá. 68
- Figura 35. Proceso morfodinámico flujo de detritos, se encuentra sobre el grupo orito, arenas de grano fino, lodolitas y limolitas. Vereda El quebradon Alto, Municipio La Montañita, Finca la Soledad casa del señor Javier. 69
- Figura 36. Movimiento en masa correspondiente a reptación de suelos en un área utilizada para el desarrollo de actividades económicas como la ganadería. Localizada en la Zona Noroccidental de la Inspección de Policía el Santuario, Municipio de la Montañita. Departamento Caquetá. 70
- Figura 37. Deslizamiento traslacional de tierra, Localizado en el casco Urbano del Municipio La Montañita Superficie erosiva suavemente ondulada de paisaje colinado. Vereda anayasito. Departamento Caquetá. .. 71
- Figura 38. Proceso morfodinámico de tipo deslizamiento traslacional y flujo de 73
- Figura 39. Proceso morfodinámico flujo de detritos, se encuentra sobre el grupo orito, arenas, de grano fino, lodolitas y limolitas. Vereda El quebradón Alto Municipio La Montañita. Finca la Unión. Departamento Caquetá. 74
- Figura 40. Proceso morfodinámico de tipo caída y flujo de material detrítico color amarillo rojizo, producto de la meteorización física (oxidación) de las areniscas de la Formación Pepino. Vereda Morros. Municipio de la Montañita. Departamento Caquetá. 75
- Figura 41. Proceso morfodinámico de tipo reptación, constituido por areniscas de grano fino color rojizo producto de la oxidación, intercalado con lodolitas grises pertenecientes a la formación orito. Municipio La

Montañita con el Paujil. Vereda la niña del Carmen. Hacienda el Vergel. Departamento Caquetá.....	76
Figura 42. Proceso morfodinámico de tipo caída y flujo de tierra, color rojizo, Formación migmatita de Florencia (PRmfl). Vereda la sonora, municipio la Montañita. Departamento Caquetá.....	78
Figura 43. Zonas definidas para la sectorización del Municipio La Montañita, plancha 414 Doncello, en cuanto a la caracterización de los movimientos en masa encontrados.....	76
Figura 44. Zonas demarcadas a las cuales no se pudo tener acceso abarcan un área aproximada de 300km ² . Municipio La Montañita, plancha 414.....	81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Catalogo histórico reportado por el servicio geológico colombiano en la base de datos del SIMMA.	29
Tabla 2. Formato modificado para inventario de movimientos en masa vs 2021(parte frontal).....	31
Tabla 3. Formato modificado para inventario de movimientos en masa vs 2021(parte posterior).....	32
Tabla 4. Formato para la recolección de datos geomorfológicos. (Frontal).....	33
Tabla 5. Formato para la recolección de datos geomorfológicos. (Posterior).....	2
Tabla 6. Clasificación tomada de Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas (2007). Según Cruden y Varnes (1996)	23
Tabla 5. Precipitaciones mensuales de año 2015.....	45
Tabla 5. Precipitaciones mensuales de año 2014.....	45
Tabla 7. Porcentaje que ocupa cada una de los ambientes y unidades geomorfológicas encontradas en el Municipio de La Montañita.....	47

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su tipo o mecanismo.....	81
Grafica 2. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su formación geológica.....	82
Grafica 3. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según sus causas del movimiento.....	83
Grafica 4. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su tipo de erosión.	84
Grafica 5. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su Grado de la erosión.	84

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. MAPA DE ESTACIONES Y RECORRIDOS DE CAMPO DE LA PLANCHA 414 DONCELLO, MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ ESCALA 1:100.000	CD
ANEXO B. MAPA GEOLÓGICO DE LA PLANCHA 414 DONCELLO, MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ, ESCALA 1:100.000	CD
ANEXO C. FORMATO SIMMA 1	CD
ANEXO D. FORMATO SIMMA 2	CD
ANEXO E. FORMATO SIMMA 3.....	CD
ANEXO F. FORMATO SIMMA 4.....	CD
ANEXO G. FORMATO SIMMA 5	CD
ANEXO H. FORMATO SIMMA 6	CD
ANEXO I. FORMATO SIMMA 7	CD
ANEXO J. FORMATO SIMMA 8	CD
ANEXO K. FORMATO SIMMA 9.....	CD
ANEXO L. FORMATO SIMMA 10	CD

RESUMEN

TITULO:

Identificación y Caracterización de los movimientos en masa típicos ubicados en el municipio La Montañita, departamento del Caquetá*.

AUTOR:

Maria Cristina Cediél Mayorga**

PALABRAS CLAVE:

Movimientos en Masa, Geomorfología, amenaza relativa, morfogénesis.

Descripción

En este documento presentado como Trabajo de Grado definido en la modalidad de pasantía de investigación, se desarrollan los parámetros que definen las características geomorfológicas de la zona de estudio, ubicadas en la plancha 414-Doncello para el Municipio de La Montañita Departamento del Caquetá.

La geomorfología aplicada es una herramienta para la evaluación y proyección del comportamiento del terreno que está enfocada hacia la clasificación del relieve para lograr la agrupación de los materiales naturales (roca y suelos). Para el área de estudio se identificaron unidades morfogenéticas denudacionales, estructurales, fluviales a partir de formas del terreno las cuales es el resultado de eventos sucesivos en el tiempo; también causas y procesos que dieron origen al paisaje. En el municipio de La Montañita el relieve es modelado por factores endógenos cerca del 15% como levantamiento de la cordillera, el área restante, localizada en el piedemonte; la cual presenta fuertes procesos exógenos de erosión y meteorización que definen zonas de lomeríos tallando unidades denudacionales, surcado por densas redes hídricas las cuales se representan por unidades geomorfológicas fluviales. Las unidades geomorfológicas se definen según el glosario de Unidades y Subunidades Geomorfológicas del SGC (2012).

Uno de los insumos para la elaboración del Mapa de Movimientos en Masa es el Mapa Geomorfológico Analítico. En esta memoria técnica explicativa de escala 1:100.000, se desarrollan los parámetros que definen las características morfogenéticas de las unidades geomorfológicas de la Plancha 414 El Doncello, departamento del Caquetá, para esto, se aplica la metodología de Generación de Mapas geomorfológicos escala 1:100.000 del SGC (Leiva et al., 2012) que tiene en cuenta los atributos de morfometría, morfogénesis y morfodinámica.

*Trabajo de grado

**Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Juan Diego Colegial, Doctor en Geología-

ABSTRACT

TITLE:

Identification and Characterization of the typical mass movements on the municipality of La Montañita in Caquetá Department.

AUTHOR:

Maria Cristina Cediél Mayorga**

Keywords:

Mass Movements, Geomorphology, relative wizard, morphogenesis.

Description

This document, which is introduced as a Thesis Project and is defined into the Investigation internship modality, shows the parameters that defined the geomorphologic characteristics of the study zone, localized in grill 414-Doncello for the Municipality of La Montañita in Caquetá Department.

The applied geomorphology is a tool for the ground behave evaluation and projection, this tool is focused toward relief classification to achieve the classification into different groups of natural materials (ground and rock). For the study area were identified denudational, structural and fluvial morphogenetic unities, which are the result of successive events in the time, causes and processes that gave shape to the landscape. In La Montañita the relief was shaped in about 15% of its area for endogenic processes, such as the rise of the Cordillera, the rest of the area, located into the foothill of the Cordillera presents strong erosion and weathering by exogenic processes which define the denudational unities crossed by a dense hydric network that is represented by geomorphologic fluvial unities. All the geomorphological unities are defined by the Geomorphological Unities and Sub-unities Glossary SGC (2012).

One of the inputs to make a map by mass movements is the analitic geomorphology map. In this technical explanatory report made at a 1:100.000 scale, are developed the defining parameters of the morphogenetic characteristics of the geomorphological units of the board 414 Doncello department of Caquetá. To do so, it is applied the methodology of generation of geomorphology maps at scale 1:100 000 according to SGC (Leiva et al., 2012) which takes in to account the attributes of morphometry, morphogenesis and morphodynamics.

* Work degree

** Faculty of Engineering Physicochemical . School of Geology . Director: Juan Diego College , Doctor of geology-

INTRODUCCIÓN

La identificación y caracterización de los diferentes tipos de movimientos en masa en un territorio, resulta ser un insumo de gran importancia en la identificación tanto de la susceptibilidad del terreno como en el conocimiento de la amenaza de este tipo de fenómenos y el nivel de incidencia en la sociedad (daños en la infraestructura y la propiedad, afectación económica y social, pérdida de vidas). La geomorfología es el estudio del relieve y la relación con los procesos geológicos involucrados en su origen, esta considera los procesos tanto endógenos como exógenos que han dado lugar a las diferentes geoformas lo que se conoce como morfogénesis, la descripción de los principales elementos geométricos y cuantitativos del paisaje terrestre se conoce como morfometría, de esta forma se tienen presentes procesos de denudación como factor determinante para el comportamiento de los materiales frente a procesos morfodinámicos.

“Todos los elementos móviles determinados por las fuerzas de cambio, capaces de obtener, transportar y depositar los productos provenientes de la meteorización y de la sedimentación, se conocen como agentes morfodinámicos, siendo los más importantes; la escorrentía del agua lluvia, las olas, corrientes costeras y de mareas; los glaciares y el viento. A estos factores de cambio se pueden agregar los animales y el hombre. Estos agentes son los responsables directos de la mayoría de los procesos geomorfológicos exógenos que afectan la superficie terrestre, ya sea degradándola o bien construyendo nuevos paisajes¹”.

¹ LEIVA, O., MOYA, H., TREJOS., G., CARVAJAL, J., 2012. Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. SGC, Pág.25. Bogotá.

“La caracterización morfodinámica permite identificar y definir la evolución de los procesos denudativos que corresponde a erosión y movimientos en masa que han ocurrido en un área determinada”.²

El desarrollo de temporadas invernales más intensas en gran parte del país, ha afectado de manera considerable la inestabilidad del terreno, sumado al uso inadecuado del suelo lo cual genera reptación, caída, flujos, deslizamientos, etc., de diferentes tipos de material como roca, detritos y tierra. Estos aspectos han sido definidos en un solo término que se conoce como movimientos en masa, que ponen en riesgo a las poblaciones en términos de vidas humanas y pérdidas materiales en gran dimensión. El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera debajo de una masa de roca, de detritos o de tierra por efectos de la gravedad.

El Servicio Geológico Colombiano lleva a cabo en las escuelas de geología del país, incluyendo la Universidad Industrial de Santander, un proyecto de cartografía geomorfológica para la zonificación de amenazas, con criterios de rentabilidad social y económica para aportar conocimientos en beneficio del desarrollo sostenible del país.

Actualmente en el país no existe una cartografía geomorfológica integrada a escala 1:100.000, que a pesar de ser regional, aporta información importante para identificar sectores susceptibles a movimientos en masa ante detonantes de lluvia o sismo.

² LEIVA, O., MOYA, H., TREJOS., G., CARVAJAL, J., 2012. Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. SGC, Pág.25. Bogotá.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVOS GENERALES

Realizar un análisis detallado de las principales características de los movimientos en masa encontrados en el municipio de La Montañita como punto de partida en la gestión de riesgo dentro del Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar en forma preliminar zonas con inestabilidad y propensión a desarrollar movimientos en masa con ayuda de la Fotointerpretación.
- ✓ Inventariar, clasificar y caracterizar movimientos en masa a partir de los formatos del Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA), en el municipio de La Montañita.
- ✓ Estimación del grado de actividad de los movimientos inventariados en campo y de las formaciones geológicas de la zona, estableciendo la potencialidad de generar futuros movimientos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colombia es un país con una geología muy compleja, entre otros factores, es de considerar que se presenten innumerables desastres naturales generados por procesos de movimientos en masa los cuales generan importantes deslizamientos que agravan las consecuencias, con daños considerables en infraestructura (acueductos, vías); estos daños generados por procesos de movimientos en masa se pueden evitar, siempre y cuando se cuente con sistemas de alerta temprana y adicionalmente se mantengan planes de mitigación, con el fin de evitar grandes daños al ecosistema circundante y prevenir la pérdida de vidas humanas. Por tal motivo las instituciones de planeación y gobierno buscan prevenir, evitar y disminuir al máximo los efectos secundarios que estos procesos puedan generar.

Los movimientos en masa son el producto de la interacción de factores intrínsecos del terreno predispuestos a una situación de inestabilidad y factores extrínsecos o desencadenantes que son los responsables de la detonación de los procesos de movimientos en masa. Esto, junto a la vulnerabilidad que se define como la exposición socio– económica de un área o lugar determinado (debido a que no solo son los daños en infraestructuras, bienes o servicios, también son daños psicológicos, pérdida de empleos y de vidas humanas) generan el factor riesgo.

En el área de interés, los estudios sobre procesos de movimientos en masa y estudios geomorfológicos son escasos y algunas veces no hay información histórica de procesos morfodinámicos que actuaron en la zona. Debido a esto y teniendo en cuenta la importancia, se procede a caracterizar esta zona desde el punto de vista geológico, geomorfológico y a estimar el grado de actividad de

los movimientos inventariados en campo y de las formaciones geológicas de la zona, estableciendo la potencialidad de generar futuros movimientos.

2.1. JUSTIFICACION

Como un proyecto a nivel nacional, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) lleva a cabo en conjunto con las universidades que cuentan con el programa de geología e ingeniería geológica, una zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa en escala 1:100.000, con sus respectivas memorias. En el caso de la UIS, la Escuela de Geología ha firmado el Convenio 041/13 con el Servicio Geológico Colombiano, para realizar este proyecto en 15 planchas en el denominado “Bloque 14” divididas así en los siguientes departamentos: Norte de Santander (planchas 122,111B), Arauca (planchas 138,154,123), Meta (planchas 324,325,347), Caquetá (Planchas 346,368,391,414,413,431), Putumayo (449).

Con el presente trabajo de grado se busca dar el primer paso en un proceso de estudio de identificación y caracterización de los movimientos en masa típicos ubicados en la zona rural del Municipio de La Montañita, Departamento Caquetá.

Se procede a caracterizar el área que cubre el Municipio mediante el inventario y clasificación de los fenómenos morfodinámicos por medio del formato modificado para el inventario de movimientos en masa en su versión 2012, suministrado por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) El inventario de movimientos en masa es un elemento base de los estudios de amenazas naturales con el cual se compara y establece las condiciones bajo las cuales ocurren, se analizan los contextos geológicos, climáticos y antrópicos, además de identificar en forma preliminar zonas con mayor susceptibilidad a desarrollar

movimientos en masa, especialmente bajo condiciones externas como lluvias fuertes o sismos.

La información generada en este informe será de soporte para la planeación de futuros proyectos de infraestructura y desarrollo regional; Junto con el levantamiento y registro de movimientos en masa orientado a enriquecer la base de datos a nivel nacional (SIMMA), contribuirá para el seguimiento y monitoreo de los movimientos en masa que tienen repercusión social y de infraestructura.

2.2. ALCANCES

Este documento hace parte del análisis necesario para la generación del mapa Geomorfológico Aplicado a movimientos en masa escala 1:100.000 de la Plancha 414, en el cual se describen las unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio a partir de los ambientes definidos previamente. La cartografía geomorfológica realizada aporta información sobre los procesos naturales que han dado lugar al paisaje actual y los que siguen modelando el terreno actualmente. Para esto se ha contextualizado el origen de dichas unidades en un marco geológico, cuya dinámica y evolución en la mayoría de los casos se expresa en la morfología de la superficie. Las variables geológicas que influyen en la evolución de las geoformas de igual manera contribuyen en la estabilidad de las mismas, ya que estas encierran la composición del material expuesto y el comportamiento cinemático que lo está afectando.

Cuando se definen los atributos morfogenéticos del área de trabajo, como se hizo en el presente estudio, no solo permite hacer una reconstrucción de la historia evolutiva de las unidades geomorfológicas, sino que provee al

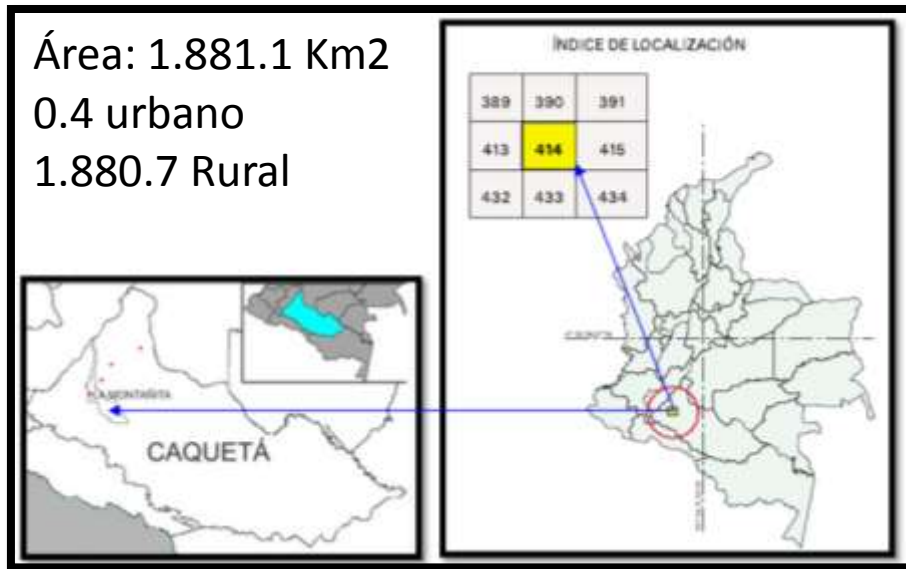
investigador de los argumentos necesarios para sustentar el comportamiento futuro de las geoformas actuales. Además de los procesos endógenos descritos básicamente por la geología de la zona, se incluyen de igual manera los procesos exógenos definidos como los ambientes de formación de las geoformas identificadas en el terreno, lo cual se complementa con el modelado del relieve ya que éste genera la gradación o degradación de las unidades geomorfológicas, y por tanto la inestabilidad del material involucrado. Con el atributo morfodinámico determinado se busca recopilar las geoformas integrándolas con la distribución espacial de los movimientos en masa identificados en el inventario.

2.3. LOCALIZACIÓN

La cabecera municipal del municipio se localiza aproximadamente a 27km al Sureste de Florencia, desde donde se llega por vía terrestre en un trayecto que se recorre en 40 minutos. Se encuentra localizada al sur – oriente de Colombia, entre las coordenadas: Latitud: 1° 28' 53" N y Longitud: 75° 26' 23" W con respecto al meridiano de Greenwich. Altitud de la cabecera municipal: 237 metros sobre el nivel del mar.

El Municipio de La Montañita limita por el Norte y el Oriente con los Municipios de El Paujil y Cartagena del Chaira; por el Sur con el Municipio de Solano, por el occidente con los Municipios de Milán y Florencia y en el extremo Noroccidental con el Departamento del Huila. (CALDERÓN, 2007). El área de estudio está comprendida dentro de la plancha 414, Departamento del Caquetá del instituto Geográfico Agustín Codazzi, es a escala 1:100.000. La zona de trabajo se encuentra dentro del polígono definido por las siguientes coordenadas, con Datum MAGNA SIRGAS origen Central.

Figura 1. Zona de trabajo Municipio de la Montañita.



Fuente. Localización del área de estudio del presente proyecto, (Pancha 414) en el departamento de Caquetá.³

2.4. METODOLOGÍA

El desarrollo de este proyecto de investigación consta de varias fases: compilación y análisis de información preliminar, trabajo de campo, interpretación de resultados y presentación final del estudio realizado plasmado en este informe.

FASE I: COMPILACION Y ANALISIS DE INFORMACION

La recolección de datos preliminar es la etapa inicial donde se busca información respecto al tema general del proyecto en las respectivas zonas de

³ <https://sites.google.com/site/cejosehilarilopez/>

estudio. Se acude a diferentes fuentes, principalmente electrónicas, para obtener antecedentes sobre las características geológicas, descripción y análisis de unidades geomorfológicas y amenazas geológicas (erosión y movimientos en masa), de estudios previos realizados en los sitios de interés e interpretación de los diferentes insumos.

Para la variable morfodinámica, que trata de los movimientos en masa que se encuentran activos o que se pueden reactivar en el futuro. La base de datos SIMMA del Servicio Geológico Colombiano Figura 2, es la principal fuente para la obtención de información no restringida. Los movimientos encontrados en dicha base de datos se tienen en cuenta para no ser re inventariados, puesto que, ya están registrados en dicha base. La tabla 1 muestra el registro de deslizamientos que sucedieron desde el año 1999 hasta 2012; se destaca el municipio, latitud, longitud código de registro y sitio. De igual modo se investigaron otros posibles movimientos, interpretados por medio de la fotointerpretación.

Figura 2. " Sistema de Información de movimientos en masa (SIMMA)".⁴



Fuente: <http://zafiro.ingominas.gov.co/simma/>.

⁴ <http://zafiro.sgc.gov.co/simma/default.aspx>

Tabla 1. Catalogo histórico reportado por el servicio geológico colombiano en la base de datos del SIMMA.⁵

CODIGO SIMMA	EVENTO	REPORTE	DILIGENC	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	SITIO
17083	06/02/1999 0:00	06/02/1999 0:00	12/08/2011 0:00	Caqueta	LA MONTAÑITA	1,4812285	-75,436414	AVIOLANCHA RIO HACHA Y QUEBRADA LA PERDIZ, AFECTADOS 10 BARRIOS. REPORTE TELEFONICO PRELIMINAR. GIRO DE \$12.000.000 PARA ATENCION DE LA EMERGENCIA, VIAJE DEL DIRECTOR A LA ZONA. UNICEF REALIZO UNA DONACION DE CARGAS Y MATAIS.
7790	06/02/1999 0:00	06/02/1999 0:00	06/02/1999 0:00	Caqueta	LA MONTAÑITA	*	*	*
17084	21/06/2004 0:00	21/06/2004 0:00	12/08/2011 0:00	Caqueta	LA MONTAÑITA	1,4815173	-75,436232	BARRIO BRISAS BAJAS. REPORTE DE DEFENSA CIVIL.
7791	21/06/2004 0:00	21/06/2004 0:00	21/06/2004 0:00	Caqueta	LA MONTAÑITA	*	*	*
17085	21/06/2004 0:00	21/06/2004 0:00	12/08/2011 0:00	Caqueta	LA MONTAÑITA	1,48592	-75,439683	Cpto. Norcasia, Vda. Villa Rica
6345	21/06/2004 0:00	21/06/2004 0:00	21/06/2004 0:00	Caqueta	LA MONTAÑITA	*	*	Cpto. Norcasia, Vda. Villa Rica
25982	19/10/2012 0:00	19/10/2012 0:00	04/11/2012 0:00	Caqueta	LA MONTAÑITA	1,4736111	-75,385556	

Fuente: <http://zafiro.ingegominas.gov.co/simma/>.

FASE II: TRABAJO DE CAMPO.

En esta fase se realiza el inventario de movimientos en masa presentes en la zona de estudio, teniendo en cuenta las pautas suministradas en la fase anterior. Se realiza campañas para la recolección de datos de inventario de movimientos en masa, se llevara a cabo dos campañas para la realización de inventario SIMMA y Geomorfología (morfogénesis) para la plancha 414 Doncello en el departamento del Caquetá.

⁵ <http://zafiro.sgc.gov.co/simma/default.aspx>

En esta zona se efectúa un inventario de movimientos en masa el cual en primer lugar consiste de un análisis en donde se busca definir las unidades geomorfológicas presentes en la zona, para la respectiva interpretación.

Se comprobó, identificó, describió y caracterizó los posibles movimientos obtenidos en la Fase I y otros que se reconocieron en el recorrido de la zona de estudio, con la ejecución del trabajo de campo. Fueron registrados en el “Formato Modificado para Inventario de Movimientos en Masa Versión 2012” Ver Figuras 4 y 5.

La descripción de los movimientos en masa se consigna en un formato generado por el SGC llamado, Formato Modificado para Inventario de Movimientos en Masa 2012 y la descripción geomorfológica es citada en otro formato realizado por la UIS denominado, Tabla de Recolección de Datos de Morfometría para Cartografía Geomorfológica, versión 2013. Ver Figuras 6 y 7.

Tabla 5. Formato para la recolección de datos geomorfológicos. (Posterior).

Tipo de Suelo		Tipo de Erosión		Espaciamiento de Canales (m)		Notas	Fotos
Aluvial		Laminar		(1 - 5)			
Lagunar		Gulcos		(5 - 15)			
Deflato		Barrancos		(15 - 50)			
Éolico		Cárcavas		(50 - 150)			
Glacial		Sotavación		(150 - 500)			
Volcánico		Tierras Malas		(> 500)			
Residual		Terrazas		Intensidad de Erosión			
Coloria		Éolica				Suave	
Fujo de Lodo		Gravar		Moderada			
Talus		Carstica		Severa			
Bloques		Marma					
Conos de Dejección							
Otro: _____							

Diagramas	
Planta	Perfil
Observaciones:	Observaciones:

Fuente: UIS (2013)

FASE III RESULTADOS, INTERPRETACION E INFORME FINAL.

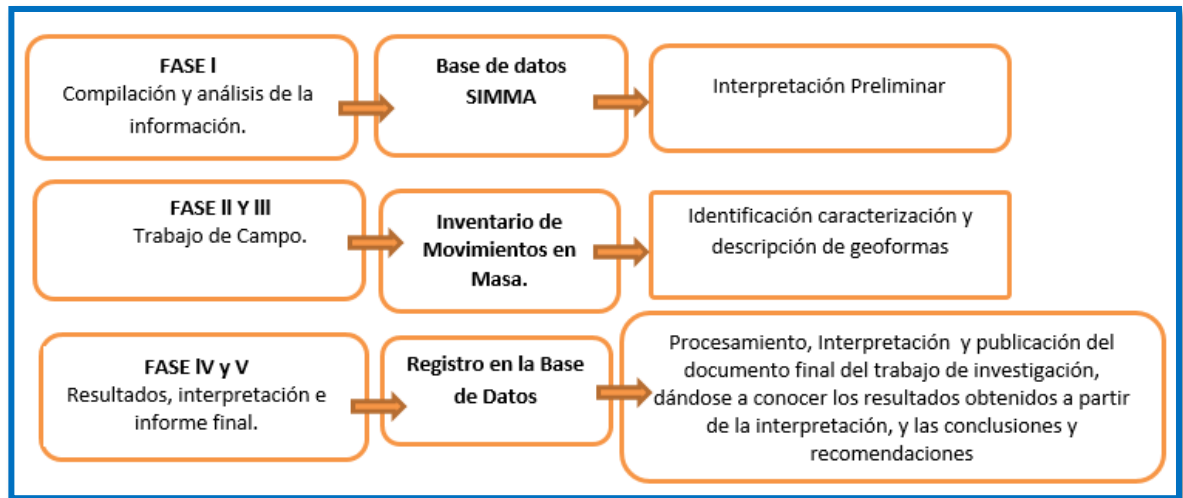
La interpretación y discusión de resultados consiste principalmente en analizar relacionar las unidades geomorfológicas con los tipos de movimientos en masa encontrados en las zonas de interés. Se procede a registrar la información obtenida en campo en el aplicativo del Servicio Geológico Colombiano (SGC); Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA). Para acceder a dicha base es necesario estar registrado con un usuario.

De igual manera se obtiene el mapa final geomorfológico a escala 1:100.000, para cada una de las respectivas planchas que comprenden la zona de estudio.

La etapa final se basa en registrar toda la metodología empleada durante el desarrollo del proyecto, los resultados, su análisis e interpretación y las conclusiones respectivas. Para tal fin, se elabora el documento final en formato digital, y se lleva a cabo una revisión minuciosa de la ortografía y coherencia del mismo para finalmente publicarlo y sustentarlo.

A continuación un mapa conceptual que muestra gráficamente la metodología descrita anteriormente.

Figura 3. Mapa Conceptual de la Metodología.



Fuente: Maria Cristina Cediél Mayorga. 2014.

3. MARCO TEORICO

La geomorfología se orienta en el estudio del relieve y su relación con los materiales y procesos geológicos involucrados en su origen. La geomorfología considera los procesos tanto endógenos como exógenos que han dado lugar a las diferentes geoformas (morfogénesis), la descripción de los principales elementos geométricos y cuantitativos del paisaje terrestre (morfología); así como, tiene en cuenta los procesos de denudación como factor determinante para el comportamiento de los materiales frente procesos geodinámicos externos (morfodinámica).

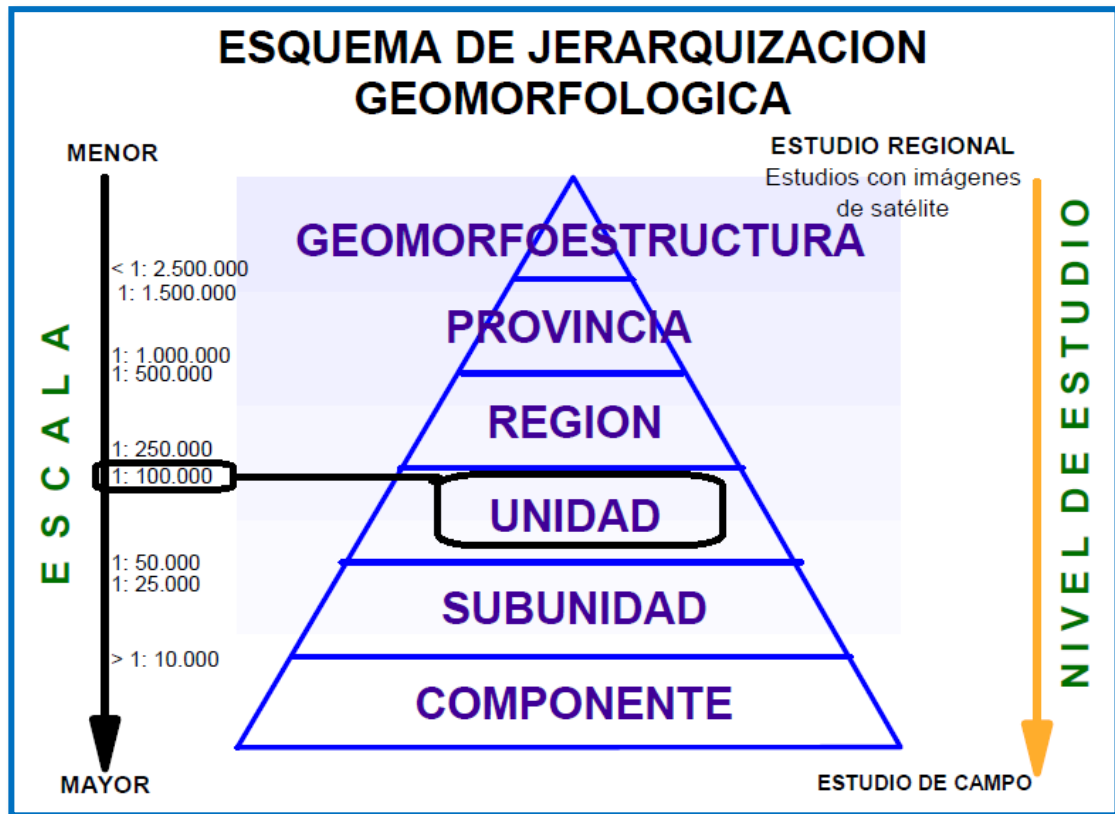
*“Todos los elementos móviles determinados por las fuerzas de cambio, capaces de obtener, transportar y depositar los productos provenientes de la meteorización y de la sedimentación, se conocen como agentes morfodinámicos. Estos agentes son los responsables directos de la mayoría de los procesos geomorfológicos exógenos que afectan la superficie terrestre, ya sea degradándola o bien construyendo nuevos paisajes”.*⁶

Para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto se siguieron determinados parámetros para la obtención de información que conllevaron a la generación del mapa geomorfológico a escala 1:100.000. Para tal fin, en el presente informe se siguieron los lineamientos presentes en el: “Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa, escala 1:100000. Versión 3, 2012” y la “Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza, escala 1:100.000, 2012”, documentos de referencia provistos por el Servicio Geológico Colombiano (SGC).

⁶ LEIVA, O., MOYA, H., TREJOS., G., CARVAJAL, J., 2012. Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. SGC, Pág.25. Bogotá.

Carvajal, 2008 en Leiva et al (2012), plantea enfocar el análisis geomorfológico de un sitio o lugar, siguiendo un proceso analítico del terreno desde un punto de vista regional hasta llegar a uno local. Para tal efecto desarrolla una propuesta de jerarquización geomorfológica ver Figura 8, en la cual relaciona las escalas de trabajo con las jerarquías geomorfológicas, donde la base regional está fundamentada en la génesis geológica de las geoformas y los ambientes morfogenéticos, y el detalle basado en los ambientes morfogenéticos, expresión morfológica, litología y procesos morfodinámicos

Figura 4. “Esquema modificado de jerarquización geomorfológica propuesto para INGEOMINAS”.⁷



Fuente: Esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para Ingeominas (Carvajal, 2008).

Algunos apartes fueron tomados como guía para el presente trabajo y contienen la metodología del diligenciamiento del formato modificado para el inventario de movimientos en masa. Se anexan conceptos claves para el entendimiento.

3.1 PARAMETROS PARA EL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO DE INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA

⁷ Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. Bogotá d. c, febrero de 2012. Pág. 13.

A continuación se define de forma general el contenido del formato si las estas definiciones se tomaron del documento PMA; GCA, 2007.

Encabezado

Aparte del título del formulario, en el encabezado se solicita la siguiente información:

Nombre del encuestador: Nombre (s) de la persona (s) que recopila los datos. En campo.

Fecha: Corresponde a la fecha en que se diligencia el formulario.

Institución: Se escribe el nombre de la Institución que va a administrar los datos recopilados.

Código del evento: Este corresponde a un campo que servirá como Número de Identificación del evento dentro de la base de datos sobre movimientos en masa. Puede utilizarse para una codificación particular de la institución usuaria de la base de datos, por ejemplo UIS–Est-001.

Localización geográfica y documental del evento

Este campo busca tener la localización general y detallada del lugar de ocurrencia del evento, desde un punto de vista geográfico y de documentos en donde éste se pueda localizar. Para ello, el formulario solicita información en los siguientes cuatro aspectos:

División política

Se debe completar la información del nombre del Departamento, continuando con las divisiones políticas menores hasta la más pequeña indicada como localidad, la cual puede corresponder a un Municipio, barrio en el caso de una ciudad o de una vereda en el caso de una zona rural.

Coordenadas

Sitio: En este campo se debe indicar el sitio del movimiento en masa al cual corresponden las coordenadas solicitadas. Por ejemplo: Corona, Cabeza, Pie. Las coordenadas del sitio deben darse en términos de grados, minutos y segundos (o,','") indicando el tipo de proyección geográfica empleada. Sin embargo, ya que en ciertos países se utilizan coordenadas planas con orígenes arbitrarios, se ha dejado la opción Norte y Este. En estos casos debe indicarse el origen arbitrario.

Referentes geográficos

En el espacio en blanco se debe indicar algún accidente geográfico cercano o del mismo lugar de ocurrencia del evento, que permita localizar el movimiento con respecto a él. Para ello se pueden utilizar por ejemplo, la distancia a un cruce de ríos o el abscisado de una vía.

Documentación

La información solicitada en este caso, corresponde a mapas, planchas y fotografías aéreas en donde se pueda localizar el evento.

Actividad del movimiento

Fechas de ocurrencia Este campo permite registrar la historia de ocurrencia del movimiento, bien sea para el caso de un movimiento único en el tiempo o para eventos de reactivación o de recurrencia del mismo tipo de movimiento en el mismo sitio. En el campo Primer Movimiento se debe registrar la fecha conocida (o estimada) del primer movimiento y continuar hasta la fecha más reciente para el caso de reactivaciones o de eventos recurrentes. La fecha a registrar debe ser la más precisa que se logre conocer en términos del día (DD), mes (MM) o año (AA), siendo lo ideal los tres datos. En el caso de movimientos antiguos o relictos, donde ni siquiera es posible establecer el año de ocurrencia, se debe procurar dar un estimativo de la edad del mismo en términos de años o de rango de años. Los siguientes campos de Actividad corresponden al Estado, Estilo y Distribución del

movimiento. El sentido de estos términos corresponde al dado por Cruden y Varnes (1996) y su significado se puede consultar en el Glosario de Términos Relacionados con Movimientos en Masa.

Litología y estratigrafía

Descripción

En el campo disponible se debe hacer una breve descripción de la litología y estratigrafía del área que conforma la ladera sobre la que ocurrió el movimiento. Ésta debe incluir al menos la siguiente información: Origen de la roca (sedimentaria, ígnea, metamórfica), edad, Formación, descripción litológica y estratigráfica.

Estructura, Orientación y Espaciamiento

En las líneas correspondientes se debe escribir el tipo de estructura (plano de discontinuidad o de debilidad) que caracterizan la ladera. Entre ellos están, por ejemplo, los planos estratigráficos, las diaclasas, los planos de foliación y los planos de falla. Al frente de cada estructura se debe escribir la orientación de la misma en términos de dirección de buzamiento (DB) y buzamiento (BZ). Igualmente, para cada estructura se debe señalar con una X el rango de espaciamiento de los planos que la constituyen, de acuerdo con los valores en metros dados en la tabla.

Clasificación del movimiento

Se estima que la información solicitada bajo este tema, más aquella de otros temas del formulario, puede ser suficiente para clasificar el tipo de movimiento en masa de acuerdo con alguno de los varios sistemas de clasificación propuestos por diferentes autores. De manera que antes de darle nombre al movimiento, de acuerdo con la clasificación que se escoja, es recomendable que el encuestador analice cuidadosamente toda la información del formulario. Es decir que, aunque

la clasificación ocupe este puesto dentro del formulario, el espacio correspondiente a la Clasificación del Movimiento, se complete al final, una vez se hayan completado todos los demás espacios con la información disponible y se haya realizado el esquema del movimiento junto con las fotos del mismo.

Tipo de movimiento

En este espacio se propone una lista de siete (7) tipos de movimientos con dos opciones para marcar en cada uno, ya que usualmente un evento de movimiento en masa suele involucrar más de un tipo de mecanismo. En las casillas bajo el número 1, se debe indicar el primer tipo de movimiento que ocurrió y en las que están bajo el número 2, el movimiento que siguió a éste. Así, por ejemplo, el caso de una caída seguida por un flujo se marcaría de la siguiente manera:

1	2	
X		Caida
		Volcamiento
		Deslizamiento rotacional
		Deslizamiento traslacional
		Propagación lateral
	X	Reptación
		Flujo

Material

Para la caracterización y clasificación del material se solicita información sobre el tipo, humedad, plasticidad y origen del mismo. Para el tipo de material se presentan dos alternativas que el encuestador debe completar de acuerdo con la información disponible. La primera está dada en términos de Roca, Detritos y Tierra de acuerdo con la propuesta de Varnes (1978). La otra aplicaría únicamente para suelos para ingeniería y se solicita la información necesaria para su clasificación de acuerdo al Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (USCS).

En ambos casos se presenta un par de casillas a la izquierda y otras dos a la derecha. Las primeras bajo los números 1 y 2 tienen un significado similar al del tipo de movimiento, esto es 1 para el material involucrado en el primer movimiento pero antes de que éste ocurriera y 2 para el material involucrado en el segundo movimiento si éste se llegó a presentar.

En las casillas de la derecha se debe indicar igualmente el porcentaje de cada material antes del movimiento (%1) y después de que éste ocurrió (%2). A manera de ejemplo, para el caso de una caída de roca, seguida por un flujo de detritos y tierra, los campos se indicarían como sigue:

1	2
X	
	X
	X

Roca
Detritos
Tierra

%1	%2
100	
	80
	20

De igual manera se procedería para las casillas bajo el título Suelos para Ingeniería. Se debe tener en cuenta que la suma total de porcentajes de las columnas %1 o %2 debe necesariamente ser igual a 100% en cada una. La humedad del material hace referencia a la masa total de material involucrado en el movimiento, pero únicamente aplicaría para aquella parte que corresponde a los suelos para ingeniería. Tal como se muestra en el formulario, la humedad está subdividida en cinco categorías, de las cuales el encuestador debe elegir una para el primer movimiento (1) y otra para el segundo (2). A menos que se tengan datos de ensayos de humedad en laboratorio, la elección del grado cualitativo de humedad se debe estimar sobre la base de observaciones de campo y/o en lo que se pueda inferir a partir de testimonios y documentación disponible.

La **plasticidad** igualmente, debe estimarse a partir de observaciones o pruebas sencillas de campo, a menos que se tengan valores cuantitativos de ensayos de

laboratorio. Esta apreciación es válida únicamente para los suelos denominados “finos”, es decir aquellos con partículas menores 0.074 mm (limos y arcillas). La estimación cualitativa de la plasticidad se puede realizar a partir de la composición del material.

Debe indicarse el **Origen del suelo** donde ocurrió la falla, en caso de que se tengan suelos de diferentes orígenes. Este aspecto debería indicarse gráficamente en el esquema del movimiento. En el caso de suelos sedimentarios, indicar el tipo de depósito (aluvial, lacustre, marino, eólico, glacial, etc.).

Velocidad

Indicar la velocidad estimada de acuerdo con los valores dados. El rango de velocidades empleadas en esta sección corresponde a las velocidades típicas para cada rango, propuestas por Cruden y Varnes (1996).

Clasificación del movimiento

Como se mencionó anteriormente, este campo debería llenarse una vez se haya completado toda la demás información del formulario. En Sistema de Clasificación se escribe el nombre del sistema.

Morfometría

Este tema se divide en el formulario en cuatro grandes aspectos:

General

Se refiere a las características geométricas generales de la ladera una vez ocurrida la falla. La dirección del movimiento y el azimut del talud deben seguir la misma convención establecida para la dirección de buzamiento de las estructuras.

Dimensiones

La definición de las dimensiones lineales del movimiento se menciona a continuación:

Ancho de la masa desplazada W_d (width of the displaced mass): Ancho máximo de la masa desplazada que se mide en dirección perpendicular a la longitud L_d de la Figura 10

Ancho de la superficie de falla w_r (width of the surface ruptura): Ancho máximo entre los flancos de un deslizamiento, medido en sentido perpendicular a la línea L_r de la Figura 10.

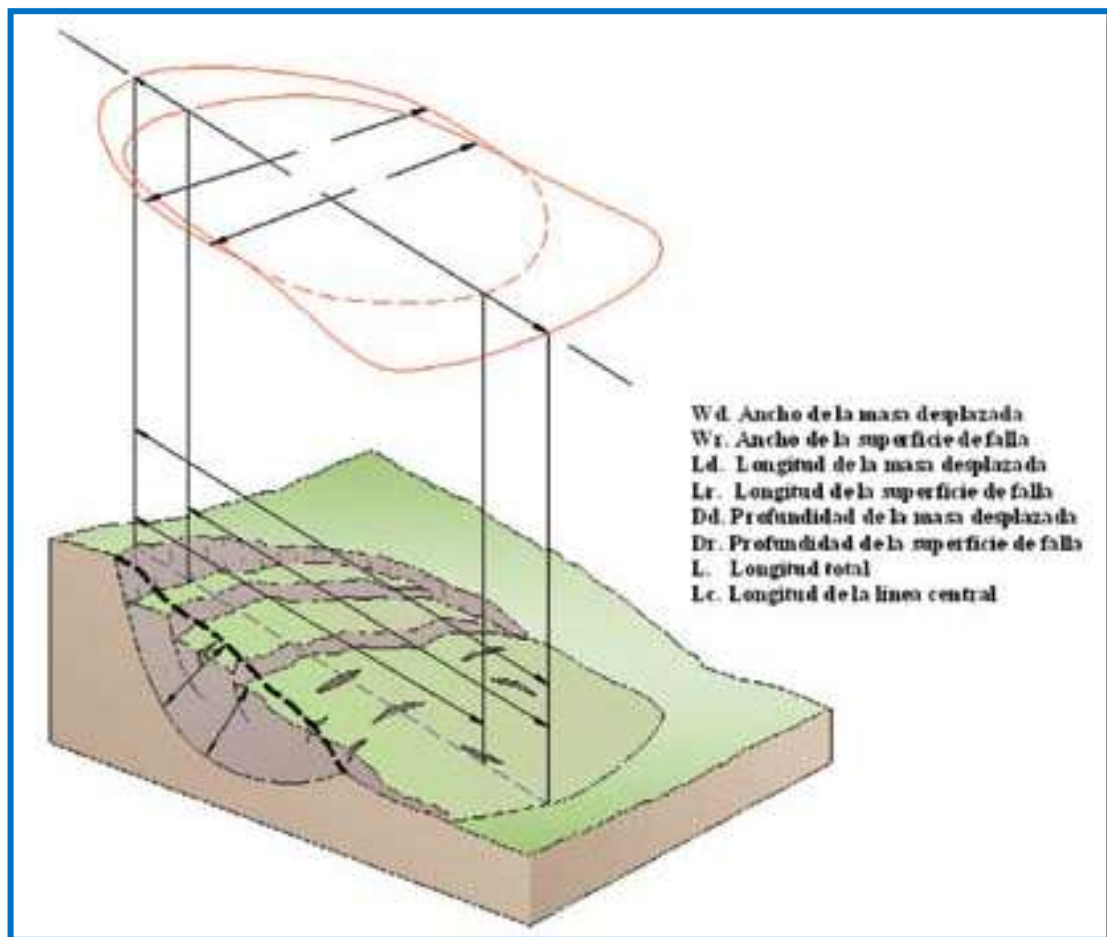
Longitud de la masa desplazada l_d (length of displaced mass): Distancia mínima desde la punta a la cima (Cruden y Varnes, 1996)

Longitud de la superficie de falla (length of surface of rupture): Distancia mínima desde el pie de la superficie de falla a la corona (Cruden y Varnes, 1996).

Longitud de la línea central (length of centre line): Distancia desde la corona a la punta del deslizamiento medida a lo largo de puntos localizados sobre la superficie original del terreno y equidistantes de las márgenes laterales de la superficie de falla y del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

Longitud total (total length): Distancia mínima desde la punta del deslizamiento a la corona (Cruden y Varnes, 1996).

Figura 5. Dimensiones de un deslizamiento.⁸



Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería. Publicación Geológica Multinacional No. 4, 2007. Pág. 123.

Deformación del terreno

Este aspecto aplicaría únicamente para movimientos tipo deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales, propagación lateral, reptación y deformaciones gravitacionales profundas. Para estos casos, la deformación se

⁸ SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA PUBLICACIÓN GEOLÓGICA MULTINACIONAL No. 4, 2007. Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. Pág. 123.

refiere a los cambios de forma del terreno afectado por el movimiento que se pueden apreciar en superficie. En el formulario se sugieren dos tipos de deformación: Ondulación y Escalonamiento, pero bien puede darse otro tipo, caso en el cual se debe escribir el nombre enseguida de estos dos. La calificación del grado de severidad de cualquiera de los casos que se escoja tiene tres niveles:

Leve: Cuando la deformación es apenas perceptible a simple vista o al caminar.

Media: Cuando la deformación es evidente con ondulaciones o escalonamientos apreciables al caminar. Árboles, cercas y postes inclinados, estructuras afectadas por agrietamientos o inclinaciones.

Severa: Cuando el terreno se encuentra fuertemente afectado por múltiples desniveles, formando en ocasiones grandes bloques separados por grietas y escarpes secundarios. Cualquier estructura sobre este terreno está severamente afectada o destruida.

Geoforma

Este campo debe completarse con el nombre de la geoforma que mejor represente el lugar en donde se originó el movimiento, de acuerdo con los estándares de la Geomorfología.

Causas del Movimiento

El formulario presenta un extenso listado de las posibles causas del movimiento. Ya que varias de ellas pueden actuar bien como Condicionante o como Detonante del movimiento, se requiere indicar en los cuadros correspondientes todas aquellas que correspondan según el caso. En algunas como la meteorización, el sismo o las lluvias, se requiere la información adicional que se indica al frente de ellas.

Cobertura y uso del suelo

En este caso se debe indicar el tipo de cobertura y tipo de uso en el cuadro a la izquierda del nombre y el porcentaje de esa cobertura en el cuadro al frente del mismo. Se han dejado espacios con cuadros adicionales para otros tipos.

Documentos de referencia

Para este tema se debe completar la información sobre los documentos consultados para completar el formulario, o que el encuestador determine que es de interés. En Autores se debe seguir la convención: PRIMER APELLIDO, SEGUNDO APELLIDO O INICIAL (para el caso de los autores hispanos), NOMBRE O INICIALES.

Efectos Secundarios

Represamiento: este aspecto se refiere a represamientos de cursos de agua. Para este tipo de efecto se requieren cuatro tipos de información:

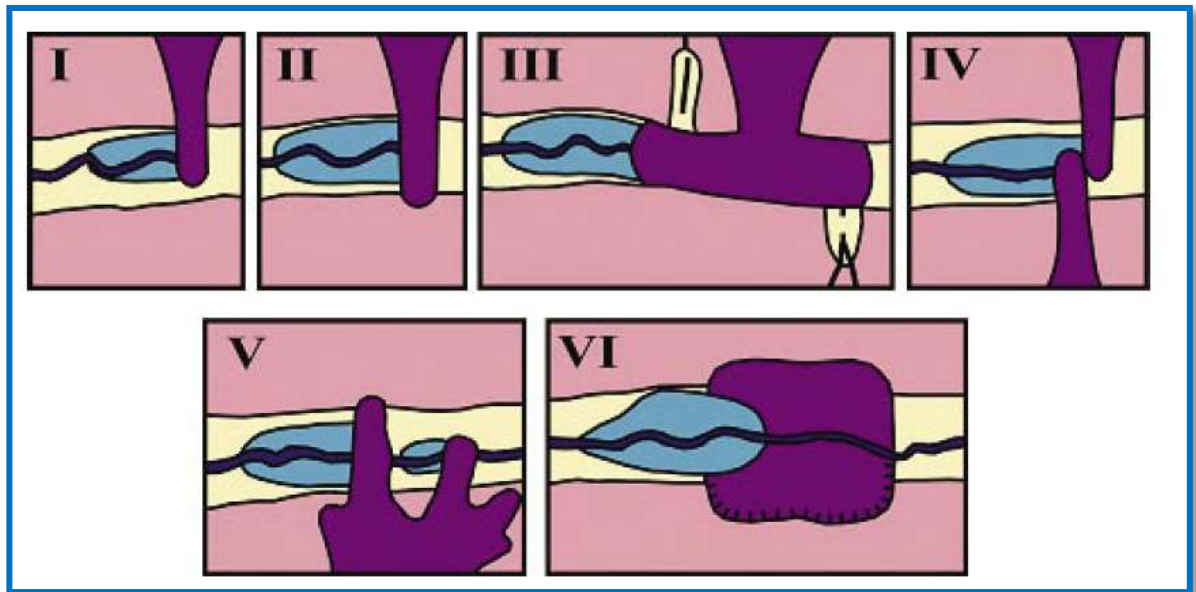
1. El tipo de represamiento, según la clasificación de Costa y Schuster (1988) que se ilustra en la Figura 10.
2. La morfometría o forma de la presa puede ser bastante irregular como se observa en los distintos tipos de la figura anterior y por lo tanto las dimensiones se deben adaptar con el mejor criterio, siguiendo las siguientes definiciones:

Longitud (en metros): Distancia horizontal entre el pie del talud aguas arriba y el pie del talud aguas abajo de la presa.

Altura (en metros): Distancia vertical en el centro de la corona de la presa, medida desde el nivel natural del cauce hasta la superficie de la corona.

Ancho (en metros): distancia horizontal transversal al curso de las aguas, medida a lo largo de la corona de la presa.

Figura 6. Tipos de represamiento según Costa y Schuster (1988).⁹



Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería. Publicación Geológica Multinacional No. 4, 2007. Pág. 98.

Condición de la presa. Para completar estos campos se dan las siguientes indicaciones:

Corona rebosada por el caudal: un caudal de agua sale de la represa y fluye superficialmente sobre ésta.

Filtración: al pie de la presa hay nacientes que indican que hay infiltración de agua.

⁹ SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA PUBLICACIÓN GEOLÓGICA MULTINACIONAL No. 4, 2007. Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. Pág. 98.

Tubificación natural: en el caso en que por infiltración se produce erosión de la presa, drenándola.

Obstrucción parcial: La presa no obstruye totalmente el cauce y por lo tanto el agua fluye por el costado no obstruido.

Erosión de la pata: la base de la presa ha sido o está siendo socavada por la corriente de agua.

Estabilización artificial: sobre la presa se han realizado obras que han aumentado la condición inicial de su estabilidad.

Tubificación artificial: se ha construido un túnel para el drenado artificial del agua represada.

Ligeramente socavada: el caudal que drena la represa y que cruza a través de la presa, la ha erosionado en algunos sectores.

Moderadamente socavada: el agua drena la represa y causa visiblemente la erosión de la presa en todo su ancho.

Fuertemente socavada: el agua que drena la represa ha erosionado y formado una garganta en la presa pero aún no ha lavado todo el material de ésta.

Completamente socavada: La corriente de agua ha formado una garganta hasta la pata de la presa.

Parcialmente fallada: parte del cuerpo de la presa ha obviamente fallado catastróficamente y otra se mantiene en el sitio de manera que queda una.

Represa Fallada: la presa falló catastróficamente y en el sitio quedan restos de la misma, o todo el material ha sido lavado por la corriente de agua.

4. Morfometría del embalse. Ya que una presa sobre un curso de agua conduce al embalsamiento de ésta, en este caso se debe completar la información solicitada. Aparte del represamiento, hay otros efectos secundarios de los movimientos en masa que son de gran importancia. En el formulario se deben indicar, en el cuadro respectivo, cuáles de ellos ocurrieron. En el caso de tsunami, se solicita además la altura de la ola generada. Igualmente se han dejado cuadros adicionales para el caso de que se tengan otros efectos diferentes a los listados.

Importancia del evento

La importancia del evento se refiere a la calificación subjetiva de la severidad de los efectos adversos causados por el movimiento en masa. Esta calificación por lo tanto, está sujeta a la percepción y consideraciones de la persona que la realiza. Sin embargo, se sugieren las siguientes medidas cualitativas de estos efectos, inspiradas en lo propuesto por Fell et al. (2005):

Alta: Estructuras completamente destruidas o daño extensivo, en donde se requieren grandes obras de ingeniería para la estabilización o reparación.

Media: Daño moderado a algunas estructuras, o necesidad de grandes obras de estabilización

Baja: Poco o limitado daño a estructuras. Parte del sitio puede requerir algunos trabajos menores para su estabilización.

Daños

La información sobre los daños está dividida en los siguientes cuatro aspectos:

Población: Se debe consignar el número de muertos, heridos y damnificados

Infraestructura:

En **Tipo** se debe especificar el tipo de estructura afectada, por ejemplo: vivienda, hospital, vía, acueducto, bocatoma, línea de energía.

En **Unidad** se debe especificar una unidad de medida compatible con el tipo de estructura.

En **Intensidad y cantidad** se debe especificar la cantidad de daño de acuerdo con la unidad de medida.

Actividades económicas

En forma similar al caso de la infraestructura, se debe indicar en cada línea el tipo de actividad, la unidad de medida para esa actividad y la cantidad de daño para cada intensidad.

Daños ambientales

Este campo guarda el mismo esquema de los dos anteriores y se debe completar siguiendo el mismo procedimiento.

Notas y apreciación del riesgo

Posiblemente durante el llenado del formulario no se encuentre un campo apropiado para alguna información que el encuestador considere de mucho interés, o que requiera aclarar o complementar. En estos casos, en el campo donde surja esta necesidad se debe marcar con un número entre paréntesis y utilizar el campo de NOTAS Y APRECIACION DEL RIESGO para escribir lo que corresponda. Adicionalmente, este campo se puede utilizar para dar un concepto general sobre el riesgo que representa el movimiento en masa.

En forma cualitativa se pueden estimar o inferir los daños (si estos pueden ser leves o destructivos), si estos son probables, como también indicar o describir que

medidas u obras de prevención y/o mitigación han sido realizadas (si es que existen), observaciones geológicas e ingenieriles importantes, o las que se puedan recomendar.

Esquema

Este espacio del formulario se debe emplear para realizar un esquema en planta y perfil del movimiento, procurando emplear una escala apropiada con el mayor detalle posible de las características del mismo.

Registro fotográfico

El registro fotográfico del movimiento debe mostrar escenas relevantes del mismo. Se sugiere que al menos se tenga una foto panorámica, detalles del escarpe principal, del cuerpo principal y pie. Las fotografías deben incluir escala y fecha de toma.

3.2. TIPOS DE MOVIMIENTOS EN MASA

El transcurrir del tiempo lleva consigo numerosos conceptos que han surgido alrededor de la clasificación de movimientos en masa, se han unificado y separado términos similares que pueden generar una confusión a la hora del análisis de las zonas afectadas, dichas modificaciones aún se siguen realizando debido a que en distintas partes del mundo, se encuentran diversos significados para un mismo tipo de movimiento.

El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991). Para esta práctica se toma como base la clasificación hecha por Cruden y Varnes (1996), donde los movimientos en masa se clasifican en: Caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales y reptaciones ver tabla 2.

Tabla 6. Clasificación tomada de Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas (2007). Según Cruden y Varnes (1996)

¹⁰

Tipo	Subtipo
Caídas	Caída de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque) Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña Deslizamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos Crecida de detritos Flujo de lodo Flujo de tierra Flujo de turba Avalancha de detritos Avalancha de rocas Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos Solifluxión, gelifluxión (en permafrost)
Deformaciones gravitacionales profundas	

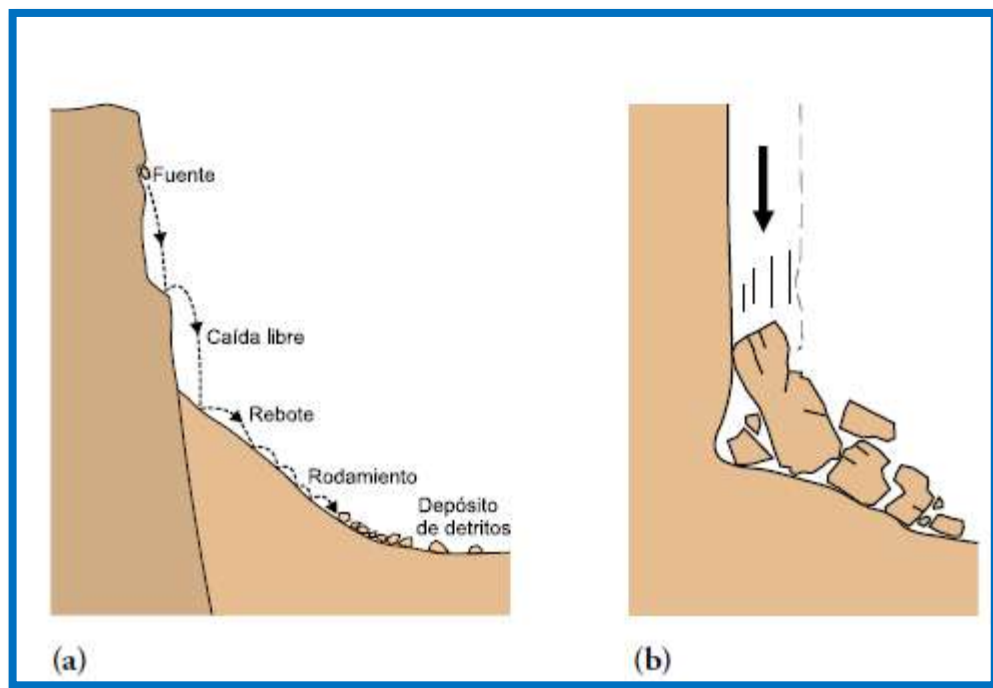
Fuente: Tipos de Movimientos en Masa Tomado y modificado de PMA-GEMMA (2007).

¹⁰ Servicio Geológico Colombiano Propuesta Metodológica Sistemática para la generación de Mapas Geomorfológicos Analíticos Aplicados a la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa escala 1:100.000. Bogotá d. c, febrero de 2012. Pág.27

Caída (fall)

Se considera un movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable, lo que significa que su movimiento acontece principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978) (Figura 12). El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden y Varnes, 1996).

Figura 7. a) Esquema de la caída de rocas (b) Corominas y Yague (1997) denominan a este Movimiento “colapso”.¹¹



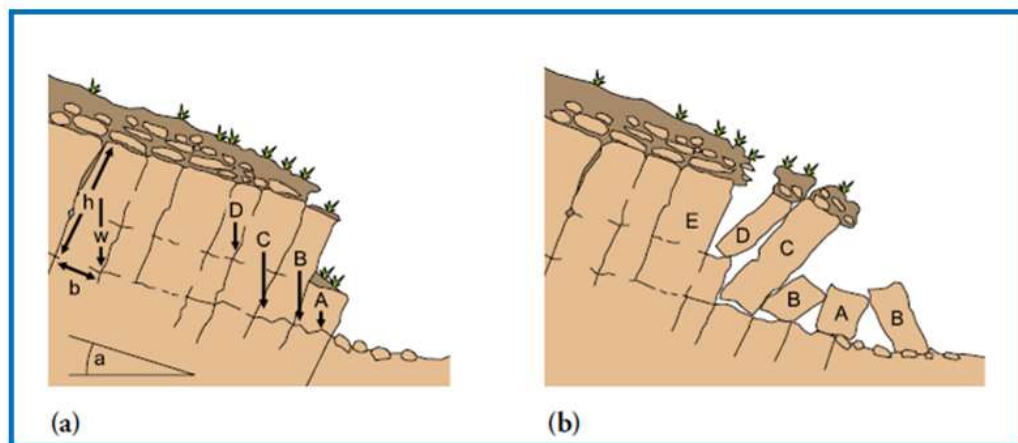
Fuente: Tomado de Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas. [Fotografía]. Noviembre del 2007, Pág. 6.

¹¹ Servicio Nacional de Geología y Minería Publicación Geológica Multinacional No. 4, 2007. Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. Pág. 6.

Volcamiento (Toppling)

Este movimiento consiste en la rotación de la roca alrededor de un pivot o eje que se mueve hacia adelante de la cara del talud, ya sea natural o artificial. Este movimiento ocurre por acción de la gravedad, por empujes de las unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas (Varnes, 1978) (Figura 13). La velocidad que toma este movimiento varía según el tipo de material. El volcamiento de bloques es controlado por una orientación específica de discontinuidades y generalmente está asociado a velocidades altas. El vuelco flexural, en cambio, involucra roca más frágil y densamente diaclasada; el fallamiento ocurre por el doblamiento de columnas de rocas delgadas. Los movimientos en este caso pueden ser lentos y graduales

Figura 8. a) Vuelco de Rocas b) Vuelco Flexural. (De Freitas y Waters, 1973 en Varnes, 1976).¹²



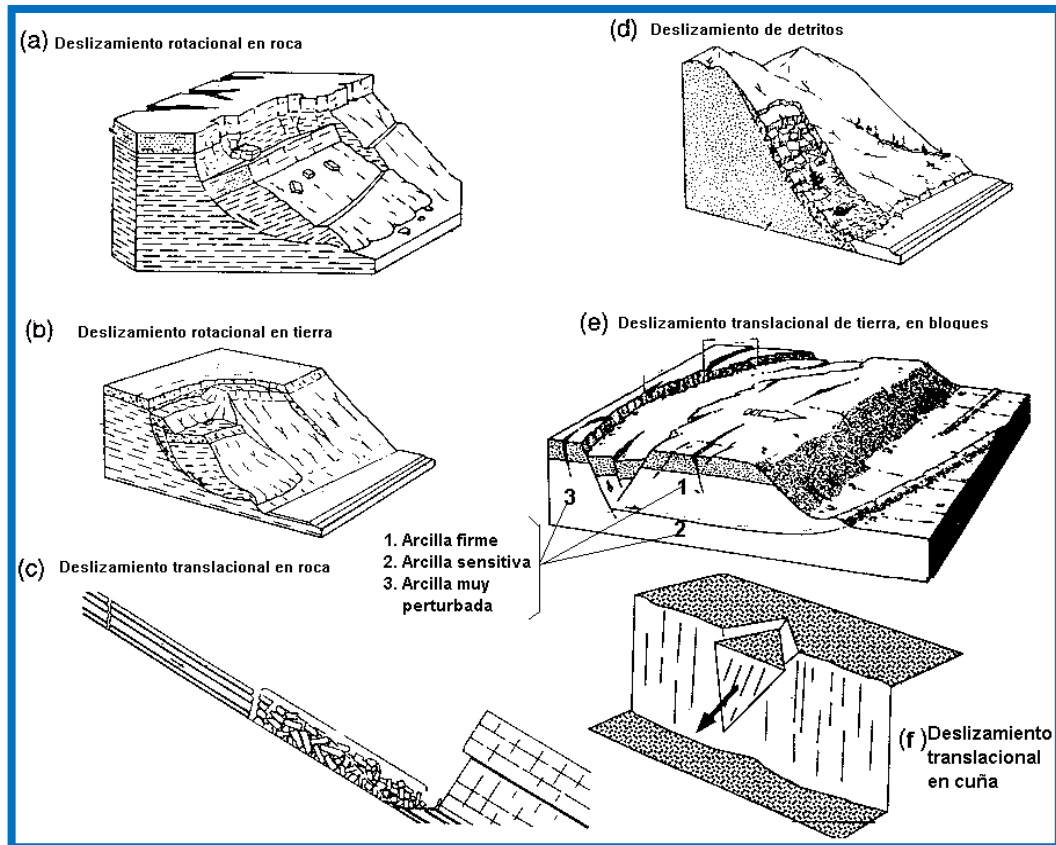
Fuente: Tomado de Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas. [Fotografía]. Noviembre del 2007, Pág. 6.

¹² Servicio Nacional de geología y minería publicación geológica multinacional No. 4, 2007. Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. Pág. 6.

Deslizamiento

Este movimiento ocurre a lo largo de una zona de corte o superficie de falla antigua, en algunos casos ésta puede generarse cuando ocurre el fenómeno; el desplazamiento acontece en dirección descendente. Figura 13.

Figura 9. Tipo de deslizamiento según material.



Fuente: Tomado de Cruden y Varnes, 1996.

Según la superficie de falla por la cual se desplaza la masa rocosa o de suelos se pueden clasificar en:

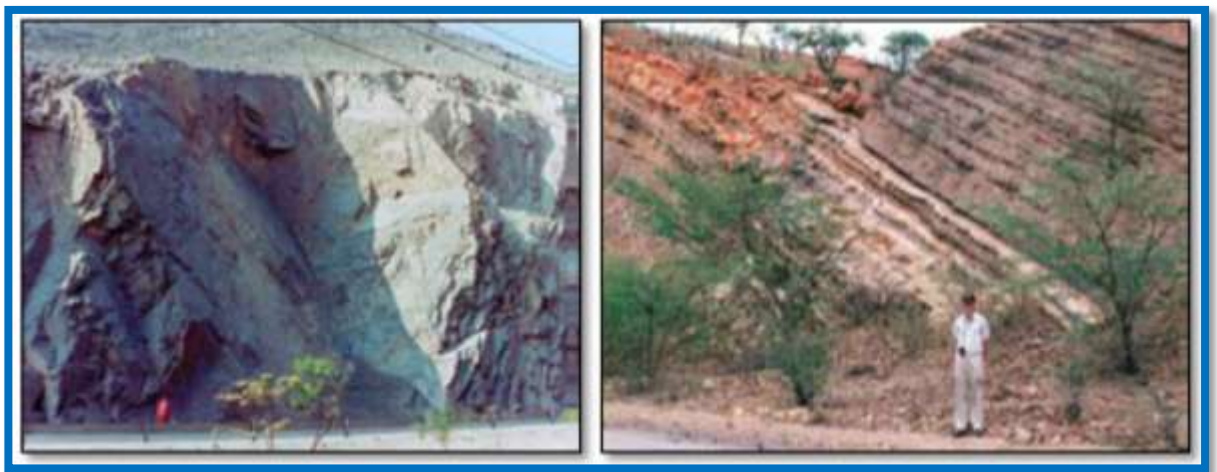
Deslizamiento Traslacional: La masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada, el desplazamiento ocurre sobre estas discontinuidades

(Cruden y Varnes, 1996). La velocidad de los movimientos traslacionales puede variar desde rápida a extremadamente rápida.

a) Deslizamiento Planar: La traslación se realiza a través de un sólo plano.

b) Deslizamiento en Cuña: Movimiento delimitado por dos planos de discontinuidad que se intersectan entre sí e intersectan la cara de la ladera o talud, por lo que el cuerpo se desplaza siguiendo la dirección de la línea de intersección de ambos planos o el buzamiento de uno de ellos (Figura 15).

Figura 10. Noviembre del 2007, p 9 y 11. a) Fotografía de deslizamiento en cuña. Cerro Partido, Lima, Perú; b) Deslizamiento planar según los planos de estratificación de capas de areniscas y lutitas, Estado Falcón, Venezuela (Fotografía D. Salcedo).



Fuente: Tomado de Movimientos en nada en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas. [Fotografía].

Deslizamiento Rotacional: La superficie de ruptura es cóncava o curvada, se distingue por que se forma un escarpe pronunciado además de la aparición de una contra pendiente hacia la cabeza del deslizamiento (Figura 16).

Figura 11. Deslizamiento Rotacional, Cerro Mizhquiyacu, Ecuador, 1993.



Fuente: Tomado de Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas, 2007 [Fotografía].

Propagación Lateral

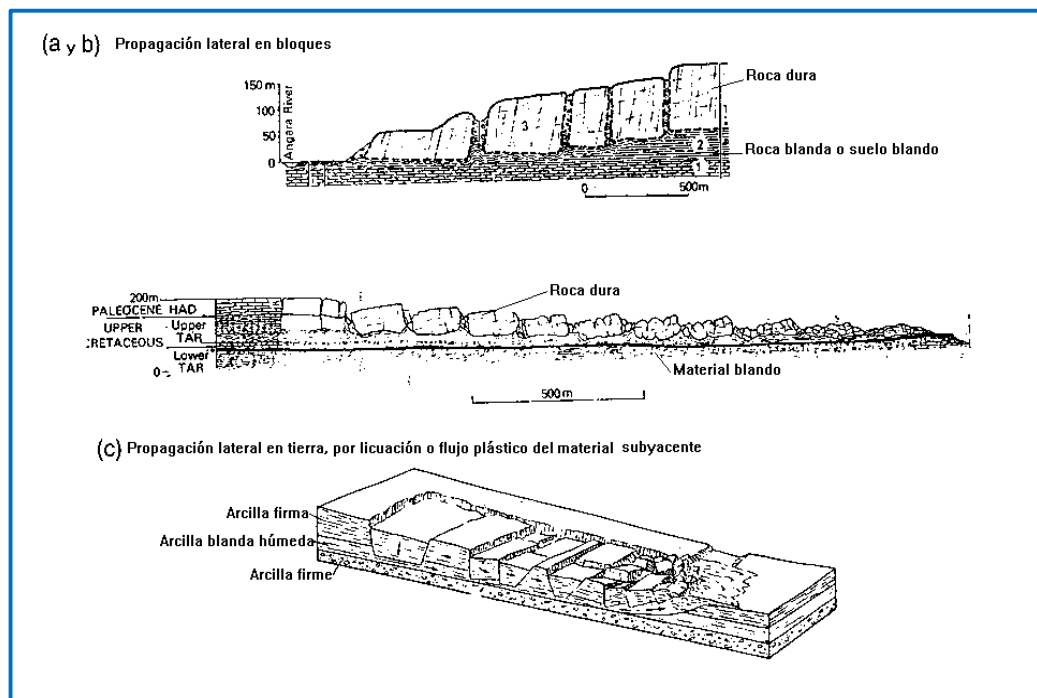
Este tipo de movimiento acontece por deformación interna de la roca o suelo. Se pueden presentar dos casos (Figura 17)

Propagación Lateral en Bloque: En éste se cuenta con una masa rocosa sub-horizontal a horizontal que suprayace un material más blando, al fragmentarse en

bloques por presión el material blando asciende entre las fracturas. El movimiento en este caso es muy lento.

Propagación lateral por Licuación: Consta de un suelo blando, húmedo y sensitivo, cubierto por suelo firme, el comportamiento del suelo es dúctil. Este movimiento es más rápido que el anterior.

Figura 12. Casos de propagación lateral; a) y b) Propagación lateral en bloques, c) Propagación lateral en tierra.



Fuente: Tomado de Cruden y Varnes, 1996.

Flujo

Como su nombre lo indica se caracteriza por que su comportamiento es como el de un fluido, la velocidad de su desplazamiento varía de rápido a lento dependiendo del material y saturación de agua presente. Este movimiento toma lugar luego de otros movimientos (Figura 18).

Figura 13. Flujo de lodo, Cerro Yantajirca, Yanahuanca, Pasco, Perú (Fotografía L. Fídel).



Fuente: Tomado de Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas, 2007 [Fotografía].

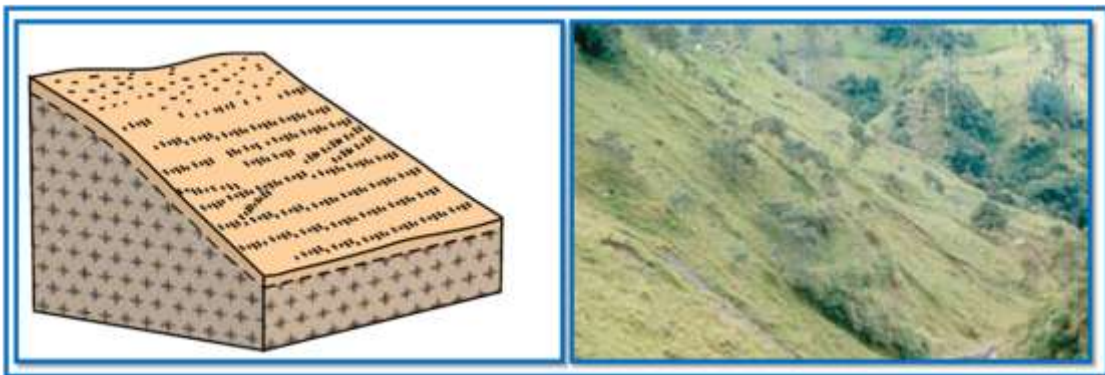
Reptación

Reptación. La reptación se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo. Dentro de este movimiento se incluyen la *solifluxión* y la *gelifluxión*, La reptación de suelos y la solifluxión son importantes en la contribución a la formación de

delgadas capas de suelo coluvial a lo largo de laderas de alta pendiente (PMA-GEMMA, 2007).

Es un movimiento que sucede en las capas superficiales del suelo con uno o máximo dos metros de profundidad, donde no hay una superficie de fractura visible y la velocidad de ocurrencia es muy lenta pero continúa, eso se desarrolla debido a cambios de volumen en el material (Figura 20).

Figura 14. Reptación de suelos. a) Esquema, b) Ladera en reptación, esquistos cloríticos meteorizados (Grupo Cajamarca) entre la carretera Ibagué – Armenia (esquina superior izquierda) y la quebrada Perales (esquina inferior derecha), Sector Cajamarca-La Línea, Tolima, Colombia.



Fuente: Tomado de Fotografía M. García. GEMMA, 2007.

4. ANTECEDENTES

El Municipio la Montañita se encuentra comprendida dentro de la plancha 414 Doncello Caquetá, el cual corresponde a lo que geográficamente se conoce como la Vertiente Oriental de la Cordillera Oriental corresponde a la zona de cambio de pendiente entre la Llanura Amazónica y las estribaciones de la Cordillera Oriental. Está conformada por abanicos, terrazas aluviales y colinas, resultantes de materiales de acumulación que le dan un relieve que va de plano a ondulado y abrupto, este último por cuanto sus materiales sueltos son fácilmente erosionados por las corrientes de agua. Y lo que se conoce como llanura amazónica La Llanura Amazónica la cual comprende una amplia y baja extensión que conforma aproximadamente el 90% del territorio del Departamento del Caquetá¹³.

El registro histórico de movimientos en masa tomado por medio de la base de datos proporcionada por el Servicio Geológico de Colombia, la plataforma histórica conocida como SIMMA (Sistema de Información de Movimientos en Masa) Las rocas predominantes en esta zona son rocas sedimentarias y metamórficas Q2a1, Q2t, E3N1or, E2E3pe, PRmfl que van desde el paleógeno hasta el cuaternario.

Los rasgos geomorfológicos del área de estudio se encuentran subdivididos por unidades geomorfológicas entre ellos encontramos el ambiente Denudacionales, y Fluvial.

¹³ Instituto de investigación e información Geocientífica, minero ambiental y nuclear Ingeominas Geología de las planchas 367 gigante, 368 San Vicente del Caguán, 389 Timaná, 390 puerto rico, 391 Lusitania (parte noroccidental) y 414 el Doncello departamentos de Caquetá y Huila. Escala 1:100.000 memoria explicativa. Medellín, 2002. Pág.27

5. MARCO GEOLÓGICO

La Montañita comprende una región compleja geológicamente donde afloran rocas del Precámbrico hasta depósitos del Cuaternario, geomorfológicamente está conformado por la llanura amazónica y el piedemonte oriental de la Cordillera, donde afloran rocas cuya edad oscila desde el precámbrico hasta el reciente.

Precámbrico: Regionalmente, la base de todas las litologías observables en la zona norte de la plancha 414 Doncello la constituyen neises, cuarcitas y otras rocas metamórficas. Las cuales se presentan en algunas localidades afectadas por fenómenos de granitización que las convierten parcialmente migmatíticas como un paso intermedio de dicho proceso, y en granitoides de composición variable, como su culminación. Esta litología es común observarla en todo el macizo de garzón y en la parte occidental del escudo de Guayana en territorio colombiano.

Fanerozoico: Al hacer referencia al fanerozoico, cabe mencionar en primer lugar a una unidad litológica cuya edad no está definida. Presenta areniscas de grano fino, blancas, sacaroides, con niveles de un mineral verde que parece glauconita, suturas de hematita de color rojo brillante y abundantes vacíos y cavidades de disolución, shales de colores gris oscuro malva a pardo y negro con estructuras de boudinage estratificación convoluta. Estos sedimentos presentan poca densidad dando la sensación de haber sido lixiviados. Las características descritas y en especial las cavidades de disolución sugieren una secuencia de sedimentos vaporíticos.

Cretáceo: A lo largo del Río San Pedro Río Hacha y el Río Orteguzza en la zona norte, se observan secuencias sedimentaria de arcillolitas grises que reposan sobre areniscas cuarzosas de grano medio y sobre ellas se encuentran los

conglomerados de la Formación Pepino, la cual se encuentra sobre estos sedimentos cretáceos y se caracteriza por una secuencia de conglomerados arenitas y limolitas.

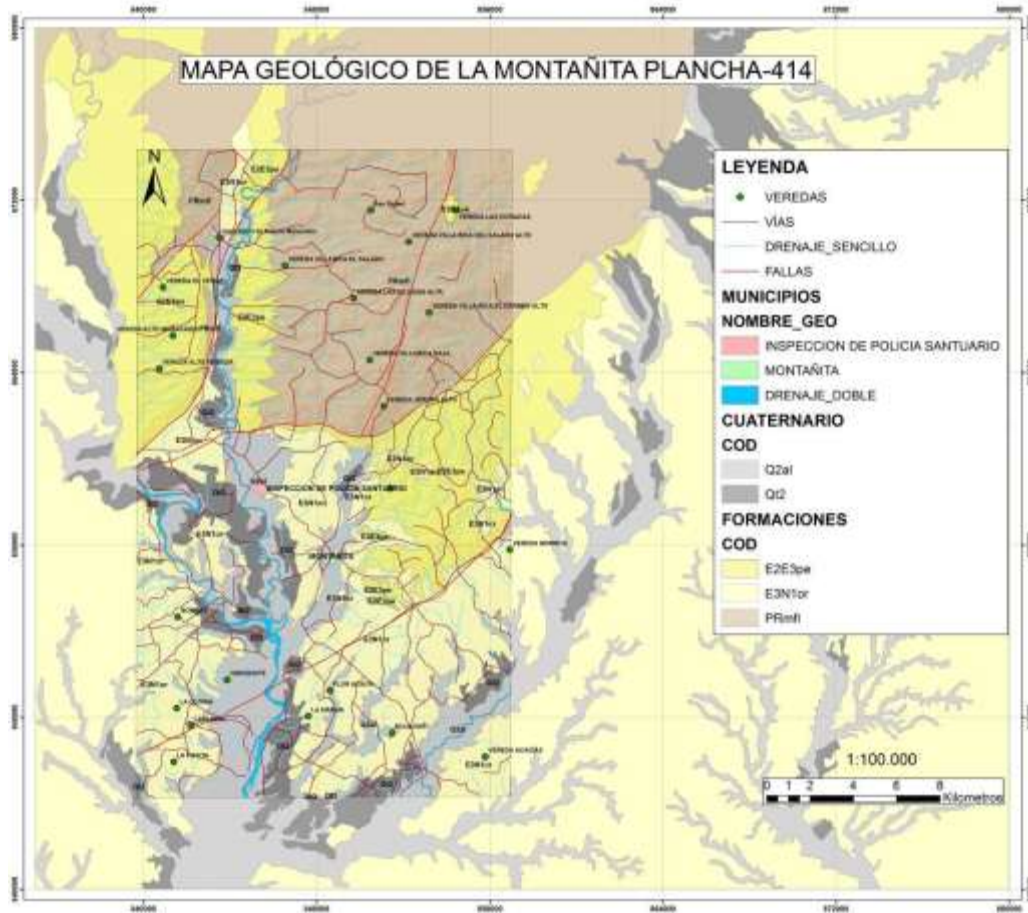
Su depositación parece haber tenido lugar sobre una superficie de erosión y dentro de la plancha 414 Doncello se encuentra en un área muy reducida, debido a su matriz de origen volcánico, los conglomerados de la formación pepino son especialmente resistentes a la erosión, por lo cual forman serranías empinadas y descollantes. El espesor total de la formación pepino es variable, en general centenares de metros.

Durante el terciario, posiblemente en el oligoceno se iniciaron sistemas de fallas direccionales, las cuales parecen estar relacionadas con la falla del piedemonte llanero la cual puso en contacto la zona Andina con Orinoquia Y Amazonia, parte integral del continente suramericano. Entre las fallas cabe resaltar: La falla San Pedro en la zona Norte corta el Municipio de la Montañita, bordeando al Rio San Pedro. La falla Paujil la cual se encuentra en la zona sur del Municipio la Montañita sobre el Grupo orito.

5.1. UNIDADES LITOLÓGICAS

La estratigrafía del área de estudio comprende rocas metamórficas y sedimentarias, así como depósitos recientes, cuya evolución abarca un intervalo de tiempo geológico amplio que va desde el Precámbrico hasta el Cuaternario. A continuación se presenta una breve descripción con base en uno de los trabajos más importantes de esta región, la Memoria Geológica de las planchas 414 El Doncello. Así mismo se consideró la información recopilada en Léxico Estratigráfico de Colombia presentado por Julivert *et al.* (1968). Figura:

Figura 15. Mapa Geológico de la Montañita.



Fuente: María Cristina Cediell Mayorga.

5.1.1. Migmatitas de Florencia (PRmfl)

Se propone el nombre de Migmatitas de Florencia para las rocas que afloran en el Macizo de Garzón. Álvarez (1981) considera que el Macizo de Garzón fue Metamorfoseado bajo condiciones de la facies granulita, que está conformado por granulitas charnoquíticas félsicas, granulitas básicas, neises cuarzofeldespáticos migmatíticos, anfibolitas piroxénicas y rocas ultramáficas; además, hace una datación por el método Rb/Sr, isócrona, y obtiene una edad de 1.180 Ma que posiblemente indica el evento metamórfico de alto grado que afectó las rocas;

además, sugiere que Garzón es un bloque sollevantado que constituye la prolongación más occidental del cratón amazónico.

Las migmatitas de Florencia afloran en las planchas 366 Garzón, 367 Gigante, 368 San Vicente del Caguán, 389 Timaná, 390 Puerto Rico, 391 Lusitania y 414 el Doncello, debido a la amplia litología de las rocas que constituyen esta unidad y en virtud de las estructuras migmatíticas dominantes en todo el cuerpo, que en general es una mezcla heterogénea de rocas a la escala del afloramiento, mezcla que se extiende a toda la unidad. Típicamente consiste de partes oscuras (melanosoma) y partes claras (leucosoma); las partes más oscuras generalmente presentan características de rocas metamórficas, mientras las partes más claras presentan no sólo las características de las rocas metamórficas, sino que algunas veces desarrollan también apariencia plutónica, e intruyen las partes más oscuras, lo que indican cierto grado de anatexia. Las Migmatitas de Florencia forman un cuerpo alargado en dirección NNE-SSW, que abarca un área aproximada de 10.000 km² y se localiza en la parte sur de la Cordillera Oriental de Colombia, hace parte de los departamentos del Huila, Caquetá y Putumayo. Esta unidad está constituida por granulitas máficas, anfibolitas, rocas calcosilicatadas, granulitas ultramáficas, neises, granulitas charnoquíticas, granulitas cuarzofeldespáticas y granofels¹⁴.

5.1.2. Formación pepino (E2E3PE)

La Formación Pepino aflora en el lado este de la Cordillera Oriental, en las planchas 367, 368, 389, 390, 391 y 414. Se presenta como una franja discontinua en forma de mesas alargadas, aisladas y basculadas hacia el sur y el occidente. Esta unidad reposa de manera discordante sobre las rocas metamórficas del Complejo Garzón. INGEOMINAS & GEOESTUDIOS (2000) reconocen tres segmentos principales dentro de la unidad: el inferior, arenoso conglomerático; el

¹⁴ Geología de las planchas 367 gigante, 368 San Vicente del Caguán, 389 Timaná, 390 puerto rico, 391 Lusitania (parte noroccidental) y 414 el Doncello departamentos de Caquetá y Huila. Escala 1:100.000 memoria explicativa. Medellín, 2002. Pág. 38

intermedio, lodoarenoso; y el superior conglomerático arenoso, sin encontrar diferencias morfológicas que permitan subdivisiones en miembros. El espesor total de esta unidad medido en la Plancha 414 El Doncello es 250 m.

El segmento inferior tiene un espesor de 83 m, se compone de capas muy gruesas, gruesas y medianas subtabulares de sublitoarenitas de grano grueso y medio, localmente conglomeráticas con guijos y gránulos de cuarzo, chert gris y feldespatos potásico. Las capas presentan contactos ondulados y estratificación cruzada plana, con grano decrecimiento, intercalaciones de capas medianas y delgadas de arenitas muy finas y arcillolitas grises con laminación plana paralela y fragmentos carbonosos. Las facies arenosas están impregnadas por hidrocarburos pesados (INGEOMINAS & GEOESTUDIOS, 2000).

El segmento intermedio, con un espesor de 90 m, consiste de lodolitas grises con laminación plana paralela, frecuentes niveles bioturbados, restos carbonosos y costras de oxidación con intercalaciones de capas delgadas a muy gruesas de arenitas (sublitoarenitas y litoarenitas) de grano medio a grueso localmente con gránulos y guijos de chert gris y negro, bioturbadas parcialmente, de color amarillo pálido; algunas capas muestran estratificación cruzada de bajo ángulo, restos carbonosos e impregnación con hidrocarburos, de sublitoarenitas y litoarenitas de grano medio y grueso, bien calibradas, localmente arcillosas, de color gris y gris amarillento, con fragmentos carbonosos; localmente se presenta impregnación de hidrocarburos (INGEOMINAS & GEOESTUDIOS, 2000).

El segmento superior tiene un espesor aproximado de 75 m. Corresponde a un paquete de capas gruesas de conglomerados, sublitoarenitas y cuarzoarenitas. Los conglomerados son finos, con guijos y guijarros de chert gris, negro, y cuarzo lechoso. Las arenitas son de grano muy grueso y grueso, granos subredondeados, moderado calibrado, color amarillo e impregnadas por hidrocarburo; localmente con lentes de lodolitas gris oscuras.

Cerca del techo se presentan 5 m de limolitas silíceas arenosas y arenitas de grano fino a grueso en las que se puede reconocer feldespatos y chert; ocasionalmente presenta moteamiento de colores rojizos; su particular textura les da una apariencia tobácea en algunas localidades. Finalmente, al tope de la formación aflora un paquete de capas medias y gruesas subtabulares con contactos ondulados, de sublitoarenitas de grano medio, fino y grueso, localmente lodosas con matriz arcillosa, de granos subredondeados, color amarillo y amarillo con moteamiento de tonalidades rojas, presentan alta bioturbación y costras de oxidación; ocasionalmente poseen delgadas intercalaciones lenticulares de lodolitas abigarradas (INGEOMINAS & GEOESTUDIOS, 2000).

5.1.3. Grupo Orito (E2N1or)

El Grupo Orito cubre la mayor parte de la Llanura Amazónica y la mayoría de los afloramientos pertenecen a la parte superior de la unidad. En el área de estudio aflora en el piedemonte oriental de la Cordillera Oriental, en las planchas 368, 390, 391 y 414.

Se distinguen dentro del Grupo Orito dos niveles difícilmente separables por rasgos geomorfológicos, pero basados en registros de pozo y en la interpretación estructural, INGEOMINAS & GEOESTUDIOS (2000) establecen que estos segmentos podrían corresponder a las formaciones Orteguzza y Belén (McGirck, 1949).

El segmento inferior alcanza un espesor de 150m, aproximadamente. Está compuesto de bancos de capas delgadas, ocasionalmente gruesas, tabulares de lodolitas, limolitas y, en menor proporción, lodolitas arenosas. Las lodolitas son de colores gris oscuro, gris claro, gris verdoso y negro; contienen materia carbonosa, fragmentos carbonosos y vestigios de moscovita. En algunos sectores se presentan abigarradas y con bioturbación incipiente. El contacto inferior del Grupo

Orito con la Formación Pepino es concordante gradual. (Miley & McGirck, 1948; McGirck, 1949, en INGEOMINAS & GEOESTUDIOS, 2000).

El segmento superior aflora esencialmente en la Llanura Amazónica; en superficie el espesor máximo calculado es de 200 m. La unidad está conformada por bancos de capas delgadas a muy gruesas de arcillolitas y limolitas abigarradas de colores rojo, morado, pardo y anaranjado¹⁵.

5.1.4. Terrazas medias y bajas (QT2)

En la Llanura Amazónica se diferenciaron morfológicamente las unidades de terrazas altas, terrazas medias y terrazas bajas.

Las terrazas altas están sólo en algunos lugares del río Orteguzza (Plancha 390 Puerto Rico), en la parte norte cerca de Maracaibo y en la parte sur cerca de la desembocadura de la quebrada La Niña. Algunas se observan basculadas por efectos tectónicos (INGEOMINAS & GEOESTUDIOS, 2000).

Las terrazas medias son más abundantes en las riberas de todos los ríos y quebradas, en donde su extensión es moderada; las terrazas más extendidas de esta categoría están junto al piedemonte, al norte de Paujil (Plancha 390 Puerto Rico), donde han sido formadas por abanicos aluviales, están conformadas por partículas de gran variedad de tamaño, desde bloques de 4 m de diámetro hasta cantos y guijos, provenientes de rocas metamórficas del Complejo Garzón (INGEOMINAS & GEOESTUDIOS, 2000).

Las terrazas bajas y depósitos aluviales recientes ocupan y rellenan todas las partes bajas de las corrientes que drenan la Llanura Amazónica como el valle del

¹⁵ Geología de las planchas 367 gigante, 368 San Vicente del Caguán, 389 Timaná, 390 puerto rico, 391 Lusitania (parte noroccidental) y 414 el Doncello departamentos de Caquetá y Huila. Escala 1:100.000 memoria explicativa. Medellín, 2002. Pág. 102-103-105

río Orteguaza, quebrada la Niña y río Peneya (INGEOMINAS & GEOESTUDIOS, 2000).

5.1.5. Depósitos Aluviales del Cuaternario (Q2a)

Los depósitos aluviales corresponden a sedimentos no consolidados ubicados a lo largo de la llanura de inundación del río Orteguaza, se encuentran definiendo planicies y terrazas bajas en los márgenes de las corrientes principales de la zona. En los principales ríos que drenan la región se han identificado depósitos aluviales recientes (Q2a) que incluyen los depósitos de canal y llanuras de inundación que por la escala del trabajo no se han diferenciado. En los canales se presentan comúnmente gravas de cantos y bloques redondeados, principalmente de rocas volcánicas, ígneas y metamórficas (INGEOMINAS & GEOESTUDIOS, 2000)¹⁶.

5.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La región correspondiente a las planchas 367 Gigante, 368 San Vicente del Caguán, 389 Timaná, 390 Puerto Rico, 391 Lusitania y 414 El Doncello es compleja estructuralmente y el régimen tectónico actual está relacionado con la subducción de la Placa Nazca por debajo de la Placa Suramericana, con una tasa que según varios autores se ha calculado desde 54 mm/año (Mann, 1995, en Velandia et al., 2001), hasta 70 mm/año (Freymueller et al., 1993, en Velandia et al., 2001).

La zona del Valle Superior del Magdalena está constituida por fallas que afectan la secuencia sedimentaria y se interpretan como las causantes del levantamiento de las rocas mesozoicas; la segunda la conforman las fallas que afectan el Macizo de Garzón y levantaron las rocas cristalinas precámbricas y paleozoicas, y la tercera es la Llanura Amazónica donde la deformación es mínima.

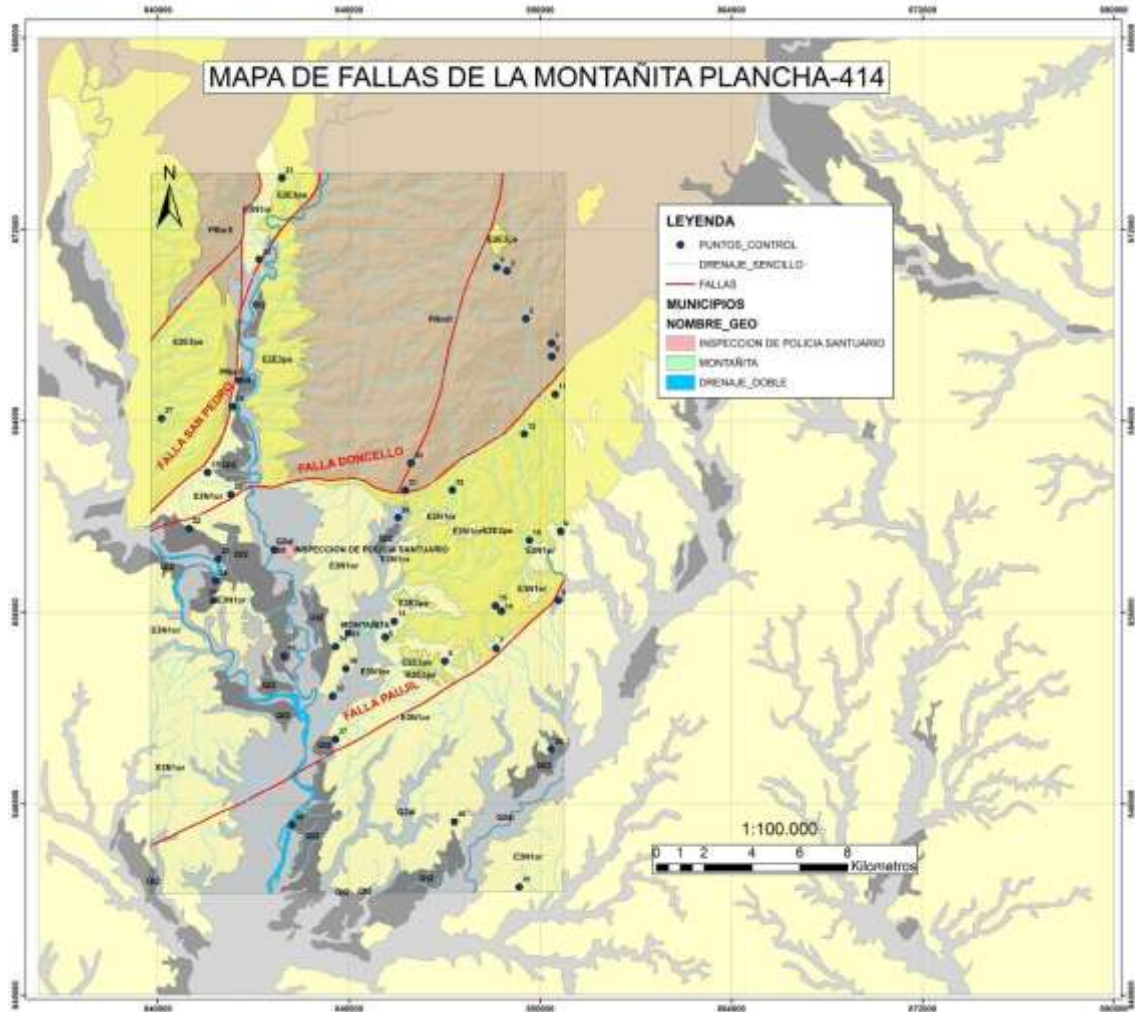
¹⁶ Geología de las planchas 367 gigante, 368 San Vicente del Caguán, 389 Timaná, 390 puerto rico, 391 Lusitania (parte noroccidental) y 414 el Doncello departamentos de Caquetá y Huila. Escala 1:100.000 memoria explicativa. Medellín, 2002. Pág. 114-115

Se destacan las siguientes fallas de este bloque

En la Llanura Amazónica no se reconocen superficialmente fallas de gran magnitud, en parte debido a la morfología plana del terreno, que no presenta grandes rasgos y contrastes en la fotointerpretación o la imagen Landsat. En general, los sistemas de fallas que dominan los tres bloques tienen dirección NE, son producto de esfuerzos compresivos y buzan en los límites entre bloques hacia el oriente o hacia el occidente, según el lado que se mire del bloque tectónico y son corrientes las ramificaciones de las fallas, que en muchos casos producen levantamientos escalonados y repeticiones de secuencias litológicas

Sistema de fallas de San Pedro El Sistema de fallas de San Pedro fue descrito Por INGEOMINAS & GEOESTUDIOS (2000) en el lado oriental del Macizo de Garzón. El nombre fue tomado del río San Pedro (Departamento del Caquetá), controlado por una de las fallas del sistema; está conformado por las fallas San Pedro Oeste, San Pedro Centro y San Pedro Este, se extiende desde la Plancha 413 Florencia en el sector sur hasta chocar con la Falla Orteguzza, está localizado en la parte central del área de estudio a lo largo de las planchas 414 El Doncello, 390 Puerto Rico y 367 Gigante. Hacia el norte las fallas San Pedro Oeste y Centro se encuentran sepultadas por la falla Las Hermosas y la traza es fotogeológica.
Figura:

Figura 16. Mapa de Fallas de la Montañita Plancha 414.



5.2.1. Sistema de fallas de San Pedro

El Sistema de fallas de San Pedro fue descrito por INGEOMINAS & GEOESTUDIOS (2000) en el lado oriental del Macizo de Garzón. El nombre fue tomado del río San Pedro (Departamento del Caquetá), controlado por una de las fallas del sistema; está conformado por las fallas San Pedro Oeste, San Pedro Centro y San Pedro Este, se extiende desde la Plancha 413 Florencia en el sector sur hasta chocar con la Falla Orteguzza, está localizado en la parte central del

área de estudio a lo largo de las planchas 414 El Doncello, 390 Puerto Rico y 367 Gigante. Hacia el norte las fallas San Pedro Oeste y Centro se encuentran sepultadas por la falla Las Herosas y la traza es fotogeológica.

Falla San Pedro Oeste Según INGEOMINAS & GEOESTUDIOS (2000), la Falla San Pedro Oeste es de tipo inverso con vergencia hacia el este, tiene una dirección preferencial de rumbo NE-SW, y pone en contacto el Complejo Garzón con la Formación Pepino; también afecta rocas del Grupo Orito.

Falla San Pedro Centro La Falla San Pedro Centro es, para INGEOMINAS & GEOESTUDIOS (2000), una falla de ángulo bajo con vergencia hacia el este y controla el cauce del río San Pedro, tiene dirección N-N30°E. Pone en contacto en la parte norte rocas del Complejo Garzón con rocas de la Formación Pepino y del Grupo Orito; hacia el sur monta la Formación Pepino sobre el Grupo Orito y hacia el norte su traza es fotogeológica.

Falla San Pedro Este

La Falla San Pedro Este es el ramal más largo de este sistema de fallas; según INGEOMINAS & GEOESTUDIOS (2000) presenta vergencia hacia el este y ángulo bajo, tiene dirección preferencial NE-SW, limita bloques de rocas del Complejo Garzón y la Formación Pepino.

5.2.2. Falla Paujil

INGEOMINAS & GEOESTUDIOS (2000) definieron la Falla de Paujil en el flanco oriental del Macizo de Garzón, Departamento del Caquetá; se manifiesta débilmente en la imagen TM de la Plancha 414 El Doncello como un lineamiento con dirección N60°E en la parte sur y N40°E en la parte norte de su trazo, en donde coincide parcialmente con la carretera Marginal de la Selva, su nombre tomado del Municipio de Paujil, por donde cruza la traza de falla. INGEOMINAS & GEOESTUDIOS (2000) la describen como una falla con vergencia SE, de ángulo

bajo que pone a cabalgar rocas del tope de la Formación Pepino y de la base del Grupo Orito sobre la parte superior del Grupo Orito; se une con la Falla El Doncello en el sitio Pavas al norte de Paujil.

5.3 CARACTERISTICAS CLIMATOLÓGICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

El territorio colombiano se sitúa en la parte suroccidental de Suramérica, sobre toda la zona ecuatorial, por ende, se encuentra influenciada por corrientes de aire húmedo que se producen en los océanos y en la Amazonía. Dichas corrientes tienen su convergencia en nuestro territorio, lo que se conoce como la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), que es la encargada de producir el mayor porcentaje de la precipitación anual. Así mismo, la temperatura es un factor del clima que está asociado a la presión atmosférica, lo que se traduce en variaciones en función de la altura sobre el nivel base.

El área que comprende la plancha 414 El Doncello, incluye los municipios de El Doncello, El Paujil, San Vicente del Caguán, Puerto Rico, La Montañita, los cuales presentan alturas que varían entre los 50 m hasta los 3200 m. Debido a la variedad topográfica del terreno, el clima también es un elemento que presenta grandes variaciones en esta región. A una altura determinada, el clima cambia relativamente con la estación. Fuente DANE 2013.

La Montañita tiene como límites climáticos una biotemperatura media aproximada entre 18 y 24°C, un promedio anual de lluvias de 2.000 a 4.000 mm, en donde la mayor precipitación pluvial cae en tres estaciones enero, abril, septiembre. Aproximadamente existe entre 900 y 2.000 m de altitud con variaciones de

acuerdo con las condiciones locales. Topográficamente esta zona se distingue por cerros medios y altos.

Tabla 7. Precipitaciones mensuales de año 2015.

Fecha	Departamento	Precipitaciones
enero/2015	Caquetá	228,02
febrero/2015	Caquetá	161,14
marzo/2015	Caquetá	245,55

Fuente: tomado de www.agronet.gov.co

Tabla 8. Precipitaciones mensuales de año 2014.

Fecha	Departamento	Precipitaciones
enero/2014	Caquetá	110,08
febrero/2014	Caquetá	128,99
marzo/2014	Caquetá	200,44
abril/2014	Caquetá	393,51
mayo/2014	Caquetá	336,30
junio/2014	Caquetá	165,99
julio/2014	Caquetá	309,19
agosto/2014	Caquetá	224,14
septiembre/2014	Caquetá	177,36
octubre/2014	Caquetá	287,14

Fuente: tomado de www.agronet.gov.co

Tabla 9. Porcentaje que ocupa cada una de los ambientes y unidades geomorfológicas encontradas en el Municipio de La Montañita.

CODIGO	GEOMORFOLOGIA	AMBIENTE	AREA m2	AREA%	AREA TOTAL
Dc	Cima	DENUDACIONAL (D)	15,425,020	0,82	62,45
Dco	Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión		46,463,170	2,47	
Deem	Escarpe de erosión mayor		92,173,900	4,9	
Deeme	Escarpe de erosión menor		31,038,150	1,65	
Def	Escarpe facetado		15,425,020	0,82	
Dld	Loma denudada		124,340.710	6,61	
Dldebm	Lomo denudado bajo de longitud media		15,425,020	0,82	
Dldeml	Lomo denudado moderado de longitud larga		46,463,170	2,47	
Dldi	Lomeríos disectados		62,076,300	3,3	
Del	Ladera erosiva		139,765,730	7,43	
Dlmd	Lomeríos muy disectados		46,463,170	2,47	
Dlo	Ladera ondulada		31,038,150	1,65	
Dlpd	Lomeríos poco disectados		163,843,810	8,71	
Dmo	Montículo y ondulaciones denudacionales		205,228,010	10,91	
Dpcd	Planicie colinada denudada		93,11445	4,95	
Dsa	Superficie de erosión o aplanamiento		46,463,170	2,47	

CODIGO	GEOMORFOLOGIA	AMBIENTE		AREA%	
Fbc	Barra compuesta	FLUVIAL (F)	38,938,770	2,07	30,13
Fca	Cauce aluvial		94,055,000	5	
Fcdy	Cono de deyección		15,425,020	0,82	
Flg	Laguna		31,038,150	1,65	
Fma	Meandro abandonado		31,038,150	1,65	
Fpac	Planicie aluvial confinada		46,465,170	2,47	
Fpi	Plano o llanura de inundación		77,689,430	4,13	
Fpl	Plano y artesa lagunar		15,425,020	0,82	
Fta	Terraza de acumulación		108.727.580	5,78	
Ftae	Escarpe de terraza de acumulación		31,038,150	1,65	
Ftas	Terraza de acumulación sub-reciente		46,463,170	2,47	
Fte	Terraza de erosión		31,038,150	1,65	
Sesml	Espolón moderado de longitud larga	MORFOESTRUCTURAL(S)	31,038,150	1,65	7,42
Sle	Ladera estructural		46,463,170	2,47	
Slf	Lomo de falla		62,076,300	3,3	
			1,881,100,000	100%	100%

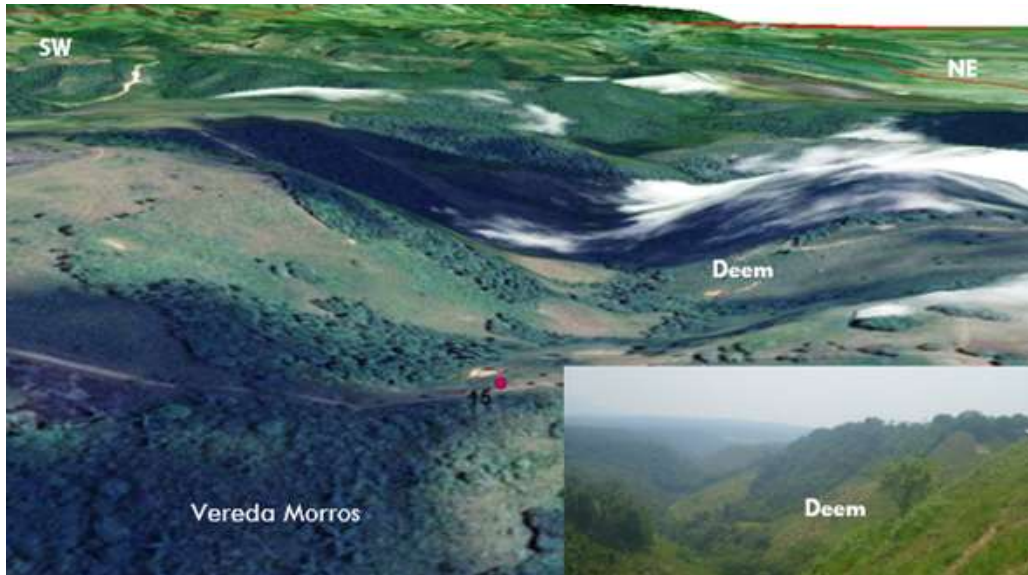
GEOFORMAS

Cima (Dc): Superficie amplia convexa a plana, dispuesta en franjas alargadas que bordean algunas divisorias de agua. Presentan pendientes planas a inclinadas con anchos entre 200 a 800 metros. Limita con la Vereda Las Doradas y la Vereda Villa Rica del Salado Alto. Se localiza al N-E del area de estudio. Su origen se establece a partir de procesos meteorización, y erosión intensa se encuentra sobre la formación PRmfl.

Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco): Estructura en forma de cono o lóbulo con morfología alomada baja. Su origen es relacionado a procesos de transporte y depositación de materiales sobre las laderas. Se localiza bordeando el rio Orteguaza en la zona Noroccidente al casco urbano del municipio la Montañita. Aflora sobre depósitos cuaternarios.

Escarpe de erosión mayor (Deem): Ladera abrupta o a desplome de altura variable que puede formarse por distintas causas: tectónicas, por la abrasión (erosión fluvial y marina), por procesos gravitacionales, glaciales, tectógenos. Eventualmente de longitud corta a larga, de forma cóncava, convexa y recta, con pendiente escarpada a muy escarpada. Se localiza en la zona Nororiental al casco urbano de la Montañita. Aflora sobre la formación PRmfl.

Figura 18. Escarpe de erosión, ubicado en la Vereda Morros. Año 2014.



Escarpe de erosión menor (Deeme): Ladera abrupta de longitud corta a larga, de forma cóncavo convexa y eventualmente recta, con pendiente escarpada a muy escarpada, originado por socavación fluvial lateral o por procesos de erosión y movimientos en masa remontantes a lo largo de un drenaje. Esta geoforma se puede observar en la Vereda Agua Bonita, sobre la formación E2E3Pe.

Figura 19. Escarpe de erosión menor, Vereda Agua Bonita. Año 2014.



Escarpe faceteado (Def): Superficie triangular o trapezoidal, de base amplia y tope angosto, con ladera de morfología alomada, cóncava de longitud corta a moderadamente larga y pendientes escarpadas a muy escarpadas. Su origen es relacionado a procesos de erosión, incisión y movimientos en masa en laderas relictas que aparecen en torno a relieves estructurales constituidos por materiales fracturados.

Loma denudada (Dld): Prominencia topográfica con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, con una morfología alomada y elongada, laderas cortas a muy cortas, convexas y pendientes muy inclinadas a muy abruptas. Su origen es relacionado a procesos intensos de meteorización y erosión diferencial. Se caracteriza por presentar movimientos en masa y procesos erosivos intensos.

Figura 20. Loma Denudada, Vereda Villa Rica el Salao Alto. Año 2014.



Lomo denudado bajo de longitud media (Dldebm): Son sistemas o conjuntos de lomos o filos ubicados a diferentes alturas; con índice de relieve relativo menor que 250 m y el eje principal tiene una longitud entre 250 m y 1000 m; son formas alargadas en dirección perpendicular al drenaje principal. El tope o parte superior puede tener diferentes formas dependiendo del grado de incisión del drenaje, el tipo de saprolito que ha desarrollado la roca dominante y de los procesos erosivos que lo han modelado. Esta geoforma se localiza entre las Veredas Villa Rica el Carmen Alto y la Vereda Villa Rica Baja, sobre la formación FRmfl.

Lomo denudado moderado de longitud larga (Dldeml): Son sistemas o conjuntos de lomos o filos ubicados a diferentes alturas; con índice de relieve relativo entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal es mayor que 1000 m; son formas alargadas en dirección perpendicular al drenaje principal. El tope o parte superior puede tener diferentes formas dependiendo del grado de incisión del drenaje, el tipo de saprolito que ha desarrollado la roca dominante y de los procesos erosivos que lo han modelado. Se localiza en la Vereda San Rafael en la formación PRmfl.

Lomeríos disectados (Dldi): Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas redondeadas y amplias, de laderas cortas a moderadamente largas de forma rectas, cóncavas y convexas, con pendientes muy inclinadas a muy abruptas, con índice de relieve bajo. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la moderada disección, generando valles en U con fondo redondeado a plano. Se presentan movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional con superficie de falla poco profundos.

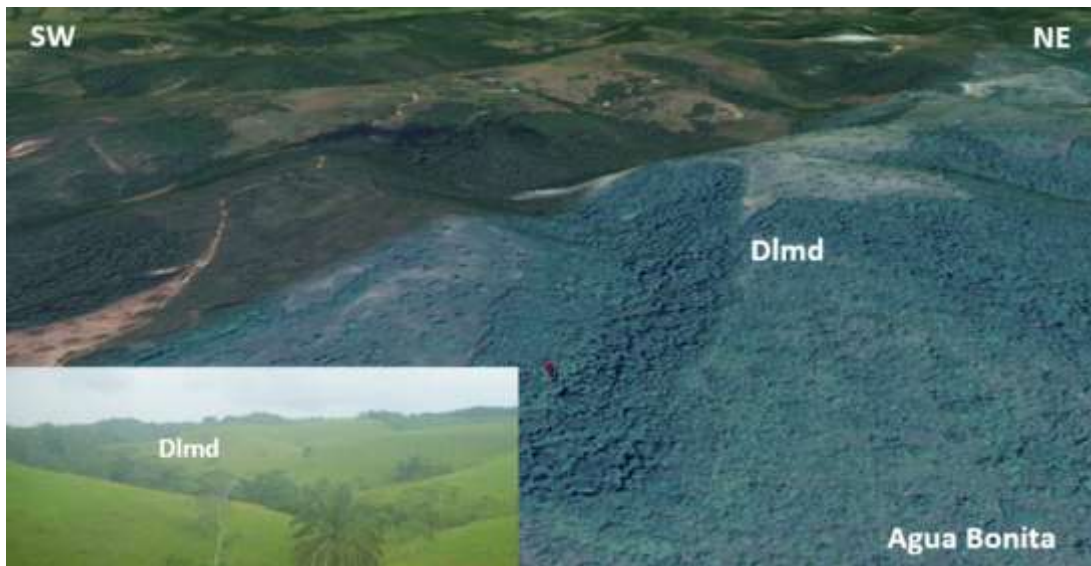
Ladera erosiva – Dle: Corresponde a superficies del terreno de pendientes muy inclinadas a escarpadas, de longitudes moderadas a extremadamente largas, de formas planas, cóncavas y convexas, patrón de drenaje típico dendrítico a subparalelo. Presenta procesos erosivos intensos como cárcavas, surcos y solifluxión, sobre materiales de suelo o roca. Estas laderas no necesariamente están asociadas a una geoforma mayor o una estructura. Esta geoforma se observa en la zona Norte del municipio.

Figura 21. Ladera Erosiva Ubicada en la Vereda Villa Rica el Carmen Alto. Año 2014



Lomeríos muy disectados (Dlmd): Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas agudas a redondeadas estrechas, de laderas cortas a moderadamente largas, de forma cóncava a rectas y pendientes abruptas a escarpadas, con índice de relieve bajo. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la alta disección, generando valles en V. Estos lomeríos generalmente se encuentran en los bordes de altiplanos y frentes de erosión. En esta unidad los procesos que se presentan son movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional. Se localiza en la Vereda Jordan Alto, en la formación E3E2pe.

Figura 22. Lomeríos Muy Disectados, Ubicado en la Vereda Agua Bonita. Año 2014.



Ladera ondulada – Dio: Superficie en declive de morfología alomada o colinada, pendiente inclinada a escarpada, la longitud varía entre corta y muy larga. El patrón de drenaje es subdendrítico a sub paralelo. Estas laderas se pueden formar en suelos residuales y depósitos coluviales. Esta geoforma se localiza al Noroccidente del Municipio de la Montañita cerca de la inspección de policía Maracaibo en la formación PRmfl.

Lomeríos poco disectados (Dlpd): Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas planas amplias y eventualmente redondeadas, de laderas muy cortas a cortas, de forma rectas, y eventualmente cóncavas y convexas, con pendientes inclinadas a muy abruptas, e índice de relieve muy bajo a bajo. Son frecuentes procesos erosivos y reptación y eventualmente movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional. Se localiza al Sureste del Municipio la Montañita. Sobre la formación E3N1or.

Figura 23. Lomeríos Poco Disectados, Vereda Morros, año 2014.



Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo): Elevación del terreno con una altura menor de 50 metros sobre su nivel de base local, con una morfología colinada, cóncava o convexa, suavemente inclinada y con drenaje divergente. Su origen es relacionado a procesos de meteorización y erosión intensa sobre rocas blandas o friables y en sedimentos no consolidados, dispuestos de manera horizontal a ligeramente inclinados. Esta geoforma se puede observar en el Casco Urbano de la Montañita. Sobre depósitos cuaternarios En las cercanías de las Veredas Agaitas y Flor Agaita.

Figura 24. Montículo y Ondulaciones Denudacionales, Vereda Agaitas. Año 2014.



Planicie colinada denudada (Dpcd): Superficie erosiva suavemente ondulada de paisaje colinado, desarrolla pendientes muy inclinadas a abruptas, con laderas cortas rectas a cóncavas, donde predomina el patrón de drenaje dendrítico. Son producto de la erosión intensa que afectó diferencialmente los macizos rocosos intensamente fracturados y meteorizados. Sureste del casco Urbano la Montañita en la vereda Flor Agaita.

Superficie de erosión o aplanamiento (Dsa): Área extensa y plana, elevada o basculada. La topografía plana horizontal recorta las capas del basamento geológico. Su origen es relacionado a intensos procesos denudacionales y degradacionales (meteorización) bajo condiciones climáticas y tectónicas estables antiguas. Se localiza en el Casco Urbano de la Montañita sobre la formación E3E2pe.

Figura 25. Superficie de erosion o aplanamiento. Año 2014



Barra compuesta (Fbc): Superficie o conjunto de barras unitarias que pueden alcanzar decenas a cientos de metros lateralmente y varios kilómetros longitudinales. El espesor máximo es determinado por la profundidad del cauce. Su origen es relacionado al amalgamamiento de varias barras, como resultado de múltiples eventos de erosión y sedimentación.

Figura 26. Barra Compuesta.



Cauce aluvial (Fca): Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Dependiendo de factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal, pueden persistir por grandes distancias. Los cauces rectos se restringen a valles estrechos en forma de V, generalmente relacionados al control estructural de fallas o diaclasas. Localizado al margen izquierdo de la inspección de policía Santuario.

Figura 27. Cauce Aluvial.



Cono de deyección (Fcdy): Superficie en forma de cono, con una inclinación en planta de 5° - 10° y decenas de metros de extensión. Se localiza en el punto donde los canales o quebradas llegan a zonas de valles amplios. Su depósito está constituido por arena, arcillas y grava, con espesores de materiales más gruesos hacia el ápice y más finos en la zona distal. Noreste del Municipio La Montañita.

Figura 28. Cono de Deyección.



Laguna (Fig). Depósito natural de agua de dimensiones inferiores, en relación a los lagos tanto en área como en profundidad. Dicha profundidad varía de acuerdo a las condiciones ambientales donde se localice y a su grado de acumulación de sedimentos. Localizado al lado occidental del casco urbano de la Montañita.

Figura 29. Laguna.



Meandro abandonado (Fma): Sección en forma de curva del cauce de un río antiguo, Su origen es relacionado a la migración lateral de la corriente hacia la parte contraria de la concavidad o por el corte de la zona más angosta entre dos curvas consecutivas, que generan el estrangulamiento de un meandro. Su depósito está constituido por sedimentos finos arcillosos con intercalaciones de turba, producto del estancamiento de aguas.

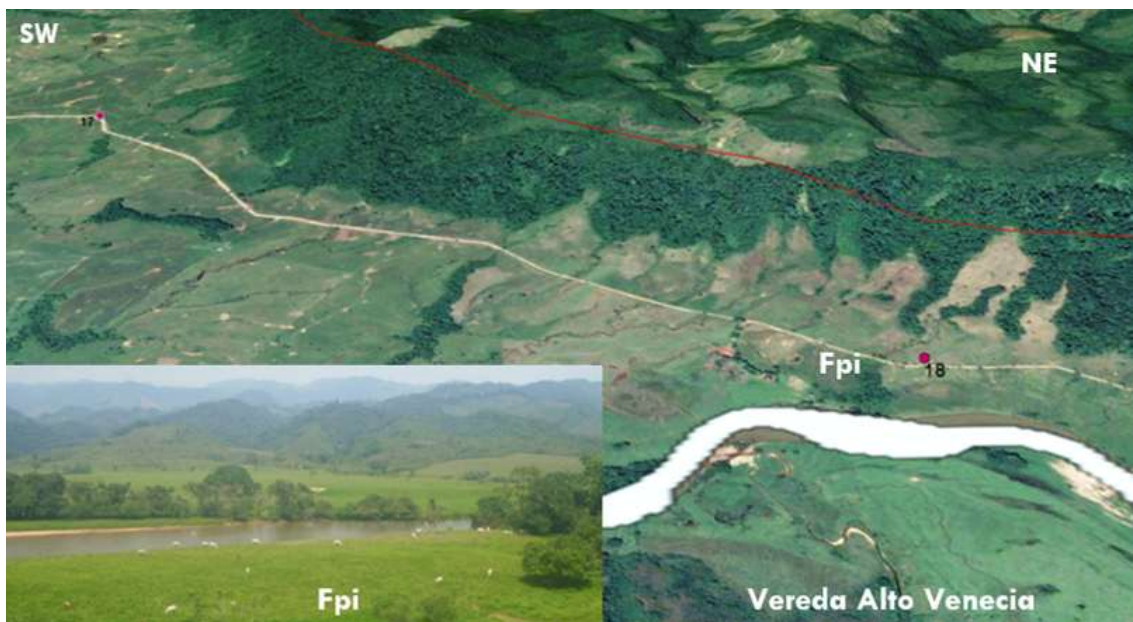
Planicie aluvial confinada (Fpac): Franja de terreno de morfología plana, muy angosta eventualmente inundable, en forma de “U”, limitada por otras geoformas de morfología colinada, alomada o montañosa, que bordean los cauces fluviales, en los cuales se observa el estrangulamiento o estrechamiento del mismo. Constituida por material aluvial (arenas, limos y arcillas). Localizado Al Nororiente del area de estudio en la vereda villa Rica el Carmen Alto. En la formación PRmfl.

Figura 30. Planicie Aluvial Confinada cuyos usos principales en la ganadería no se presenta procesos morfodinámicos sobre esta geoforma.



Plano o llanura de inundación (Fpi): Superficie de morfología plana, baja a ondulada, eventualmente inundable. Se localiza bordeando los cauces fluviales, donde es limitado localmente por escarpes de terraza. Incluye los planos fluviales menores en formas de “U” o “V”, al igual que a los conos coluviales menores de los flancos de los valles intramontanos. Su depósito está constituido por sedimentos finos, originados durante eventos de inundación fluvial.

Figura 31. Plano o Llanura de Inundación, se aprecia el plano de inundación de la planicie fpi el cual corresponde e a la dinámica hídrica del rio Orteguaza localizado en sus riveras cubierto en su mayoría por pastos. Presenta morfología baja y plana.



Plano y artesa lagunar (Fpl): Cuerpo natural de agua de aspecto pantanoso, irregular y de poca profundidad, acumulado en artesas de origen tectónico o estructural. Se presenta como planos de material lacustrino fino, localmente colmatados por agua de origen pluvial.

Terraza de acumulación (Fta): Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, modelada sobre sedimentos aluviales, que se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del cauce de un río. Su origen es relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial, dentro de antiguas llanuras de inundación. Su depósito está constituido por gravas arenas, limos y arcillas, con disminución del tamaño a medida que se aleja del cauce del río.

Escarpe de terraza de acumulación (Ftae): Plano vertical a subvertical, escalonado, excavado en sedimentos aluviales que bordean las terrazas de acumulación. Su origen es relacionado a la incisión y profundización del cauce. La altura de los escarpes puede alcanzar decenas de metros.

Terraza de acumulación sub-reciente (Ftas). Superficie plana a suavemente inclinada, remanente de terrazas sub-recientes de morfología ondulada, disectadas, localmente basculadas, con inclinaciones entre 3° a 5°, aunque algunos sectores pueden alcanzar los 10° donde se presenta limitada por escarpes de 5 a 20 m. Su origen es relacionado a la ampliación del valle de un río, al ganar importancia la erosión en sus márgenes. Su depósito está constituido por arenas, arcillas e intercalaciones locales de grava fina.

Terraza de erosión (Fte): Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, limitada por escarpes de diferente altura, que se presenta en forma alterna no pareada, a lo largo del cauce de un río. Su origen es relacionado a procesos de erosión aluvial lateral y procesos de levantamiento tectónico que afectan el sustrato rocoso. Generalmente contiene una delgada capa de grava que cubre la superficie plana.

Espolón moderado de longitud larga (Sesml): Saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región,

desarrollados sobre rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a subparalelos. Con laderas de longitudes variables, con pendientes que se ven reducidas de abruptas a inclinadas por intensos procesos denudativos. La particularidad de esta unidad radica en que el relativo está entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal del espolón es mayor que 1000 m.

Ladera estructural (Sle): Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos preferentes (estratos, foliación, diaclasamiento entre otros) a favor de la pendiente del terreno. De longitud larga a extremadamente larga y con pendientes suavemente inclinadas a escarpadas. En esta geoforma no está asociada a ninguna estructura de tipo regional (anticlinal, sinclinal, monoclinal, entre otros).

Lomo de falla (Slf): Prominencia topográfica de morfología alomada, con laderas cortas a muy cortas, forma convexa y pendiente abrupta a escarpada, localizados a lo largo de una falla de rumbo y formados por el efecto combinado del desplazamiento lateral y la geometría del plano de falla que determina la expulsión de un bloque de terreno. Localizada al Nororiente de la inspección de policía Santuario.

Figura 32. Prominencia topográfica de morfología alomada, denominada lomo de falla, asociada al trazo de la falla doncello. Vereda jordan alto



5.5. CARACTERIZACION DE MOVIMIENTOS

Los procesos morfodinámicos corresponden a una serie de acciones sucesivas simultáneas y sinérgicas a través de las cuales los agentes morfogenéticos, principalmente los exógenos, son capaces de alterar la estabilidad de las formas de la superficie terrestre. Estos procesos están asociados a una secuencia conformada por la meteorización y erosión de las rocas, el desplazamiento y movimiento que se traduce en transporte de los materiales removidos y su posterior depositación. En consecuencia, los procesos morfodinámicos dependen de una serie de factores externos, de la posición geomorfológica y sus agentes morfogenéticos, y de factores internos tales como la composición mineralógica de los materiales involucrados así como sus propiedades geomecánicas.

Uno de los procesos geológicos más importantes que ha intervenido en el modelamiento del paisaje de Municipio de la Montañita ha sido el levantamiento de

la Cordillera Oriental, que involucra rocas de la formación migmatitas de Florencia las cuales son rocas del proterozoico, la formación Pepino y Formación Orito que corresponden al Paleógeno, así como rocas sedimentarias del cuaternario.

La región Nororiental del Municipio de la Montañita presenta un predominio de los ambientes Fluvial, en márgenes del Río Orteguaza donde se desarrolla un paisaje suave a ondulado con índices de relieve bajos y medios que no superan los 200 m su nivel base local y rangos de pendiente que oscilan entre 5° y 20°.

Estas características geomorfológicas se desarrollan sobre rocas sedimentarias y sobre unidades Paleógenos, así como depósitos de origen Aluvial, estos últimos generados por la acumulación de sedimentos asociada al paso de los afluentes circundantes. A pesar de que los depósitos no se encuentran consolidados (que en teoría son inestables), los valores morfométricos que caracterizan a esta zona la convierten en una región relativamente estable ante la ocurrencia de movimientos en masa; sin embargo es importante anotar la presencia de eventos de socavación lateral causada por circulación de afluentes, así como surcos y cárcavas muy acentuadas, este estilo es el que prevalece en el municipio y sus alrededores.

Los movimientos en masa existentes en el Municipio de la Montañita el cual se encuentra ubicado en la plancha 414 El Doncello, han sido registrados mediante el control de campo sobre 10 puntos y 4 eventos registrados previamente en la Base Nacional de Movimientos en Masa (SIMMA) de los cuales se deducen varios aspectos que se verán reflejados a continuación:

Figura 33. Proceso morfodinámico, se encuentra sobre el Grupo Orito (E3N1or), lodolitas arenosas, los suelos presentan Reptación, Vereda Acacias, Hacienda la Casona. Municipio La Montañita.



Vía que comunica la vía La Montañita con la Vereda Acacias, Hacienda La Casona Ubicada al margen derecho de la vía. Este movimiento se encuentra activo con una edad menor de 1 año, su estilo único y distribución ensanchada. El movimiento se clasifica como Reptación, subtipo de movimiento Reptación de suelos, Tipo de material Tierra, con humedad Húmedo y plasticidad Media. Lluvias constantes, material fisurado y agrietado lo cual es la causa principal del movimiento presentado una erosión en surcos de grado bajo.

El origen del suelo de la zona de estudio es residual, ancho de la masa desplazada 100 metros, Longitud total 80 metros, para un área de 8000m deformación del terreno ondulación. Cobertura del suelo organizada así Bosques 10 %, Matorrales 20%, cuerpo de agua 10 %, cultivos 20%, pastos 40%, uso del suelo; ganadería de 60%, vivienda 20%, vías 10%, sin uso 10%.

Figura 34. Movimiento en masa correspondiente a reptación de suelos. Proceso morfodinámico, se encuentra sobre el grupo orito, E3N1or, casco urbano del municipio, finca el judío. La Montañita. Departamento Caquetá.



Este movimiento presenta un estado activo con una edad aproximada de nueve meses, distribución creciente correspondiente reptación, cubierto en su mayoría por pastos vegetación herbácea, matorrales, usados para las actividades ganaderas del sector, así como para la construcción de viviendas y vías de comunicación. Litológicamente se encuentra desarrollada el grupo orito (E3N1Or) de edad Paleógeno, lodolitas arenosas en la base con presencia de procesos erosivos de tipo surcos de intensidades moderadas. Entre las causas del movimiento se encuentran factores inherentes (material fisurado y agrietado, erosión pluvial), donde el detonante para la ocurrencia de estos procesos son las precipitaciones. Estos movimientos abarquen grandes dimensiones, y los daños generados por estos procesos afectan, principalmente la finca el judío, la cual cuenta con el desarrollo de determinadas actividades económicas como la ganadería. Morfometría: Ancho de la masa desplazada 90m, Longitud total 130m,

para un área de 11700m. Al SW de este paisaje se encuentra los bosques que cubren un 20%, pastos 60%, cuerpo de agua 10%, matorrales 10%, El uso de los suelos se puede clasificar como Ganadería 50%, vías 10%, Viviendas 10%, sin uso 30%.

Figura 35. Proceso morfodinámico flujo de detritos, se encuentra sobre el grupo orito, arenas de grano fino, lodolitas y limolitas. Vereda El Quebradon Alto, Municipio La Montañita, Finca la Soledad casa del señor Javier.



Grupo Orito (E3N1or), lodolitas arenosas, de color amarillo rojizo, de edad paleógeno debido al sobrepastoreo a la erosión pluvial al tipo de material fisurado y agrietado se ha acelerado este fenómeno de reptación, podemos decir que es uno de los detonantes de estos movimientos los cuales presenta una erosión en surcos moderada. Dimensiones del terreno; ancho de la masa desplazada 200

longitud total 120 Metros, para un área de 24000m. Cobertura del suelo, Bosques 50%, pastos 30%, Matorrales 20 %. Uso del suelo ganadería 50% vivienda 20% vías 10% sin uso 20%. Se observan algunas vías en buen estado y otras difíciles de transitar, poca actividad de agricultura convencional.

Figura 36. Movimiento en masa correspondiente a reptación de suelos en un área utilizada para el desarrollo de actividades económicas como la ganadería. Localizada en la Zona Noroccidental de la Inspección de Policía el Santuario, Municipio de la Montañita. Departamento Caquetá.



Este movimiento presenta un estado activo y acelerado por el sobrepastoreo, su estilo es único, su distribución creciente correspondiente a reptación de material detrítico cubierto en su mayoría por pastos utilizados para la ganadería de la región, La zona del Movimiento se distribuye en el pie de la montaña, donde se encuentra un riachuelo no tan caudaloso el cual puede generar filtraciones de agua ocasionando que el material sea más susceptible a los movimientos. El grado de erosión es severo, de tipo surcos, las causas del movimiento son la erosión pluvial, y el material fisurado agrietado. Se puede observar al SW, detrás

de la casa, abundantes árboles nativos de la región que se desplaza por toda la cordillera hasta el NE característico de la selva del Caquetá. Litológicamente esta unidad pertenece al Grupo Orito (E2N1or) compuesta de capas delgadas de lodolitas arenosas de color rojizo intercaladas con areniscas de grano medio color amarillo. Dimensiones del terreno; ancho de la masa desplazada 120m, longitud total 15m, para un área de 1800m. Cobertura del suelo, vegetación herbácea 30%, matorrales 15%, cuerpo de agua 15%. Uso del suelo ganadería 50% vivienda 20% vías 10% sin uso 20%. Estos movimientos son representativos ya que abarcan grandes dimensiones, generando daños principalmente en los predios de la finca las colinas.

Figura 37. Deslizamiento traslacional de tierra, Localizado en el casco Urbano del Municipio La Montañita Superficie erosiva suavemente ondulada de paisaje colinado. Vereda anayasito. Departamento Caquetá.



Este tipo de movimiento Traslacional de tierra se encuentra sobre el Complejo Garzón, Migmatitas de Florencia. (PRmfl) el cual se caracteriza por ser rocas metamórficas Granulitas, el macizo rocoso se encuentra intensamente fracturados y meteorizados, debido a la cobertura vegetal, no se aprecia con claridad. Este movimiento es representativo por que abarca grandes dimensiones, afectando las vías de comunicación, la siembra de los árboles y pastos. Presenta una Superficie erosiva suavemente ondulada de paisaje colinado. Las dimensiones son Diferencia altura corona punta 40m, Longitud horizontal corona punta 100m, ancho de la masa desplazada 70m, longitud de la masa desplazada 50m, espesor de la masa desplazada 6 metros, longitud total 140 metros, con una diferencia de altura de corona a punta de 40 metros, dirección del movimiento 125 grados, azimut de talud 35 grados, pendiente de ladera en post-falla 60 grados, pendiente en ladera en pre-falla 63 grados, presenta un estado activo y acelerado notorio por el gran espesor del derrumbe. El grado de erosion es severo, de tipo surcos, las causas del movimiento detonante son las lluvias. Se evidencia presencia de pastos que han sido tapados y removidos, por la actividad del movimiento se puede ver su inclinación. La cobertura del suelo; vegetación herbácea 30 %, bosque 40 %, matorrales 20%, cuerpo de agua 10 %. Uso del suelo; vías 10%, ganadería 10 %, vivienda 20 %, sin uso 60%. Taponamiento parcial moderado en la vía.

Figura 38. Proceso morfodinámico de tipo deslizamiento traslacional y flujo de detritos. Color del suelo amarillo producto de la meteorización física. Pertenecientes a la formación Pepino (E2E3pe). Departamento Caquetá.



Este movimiento se encuentra sobre la vereda Alto Jordán. Municipio de la Montañita, ubicada a una hora de la vía principal al margen izquierdo; se encuentra a orillas y bordeando la quebrada monte oscuro donde se encontraban los tanques de abastecimiento de agua potable del Municipio, Se clasifica como un riesgo alto debido al daño ambiental el cual se ve reflejado en el desbordamiento y taponamiento de la quebrada monte oscuro, además de ocurrir un daño total de infraestructura y económico ya que también se vio afectada una casa, un vehículo, ganadería y cultivos. Las lluvias siendo un factor detonante han activado y acelerado este fenómeno, además de los constantes bombardeos en la región los cuales se clasifican como vibración artificial, tipo de erosión cárcavas de grado severo. El deslizamiento presenta la siguiente morfometría; Diferencia de altura corona a punta 800 metros, longitud horizontal corona a punta 1000 metros, dirección del movimiento 301 grado, azimut de talud 31 grados, ancho de la masa

desplazada 400 metros. Longitud de la masa desplazada 1150 metros, espesor masa desplazada 15 metros, Longitud total 1300 metros. Ladera de contrapendiente, con una superficie en declive de morfología regular a irregular, longitud larga con pendientes suavemente inclinadas a muy escarpadas. Cobertura del suelo; bosque 50%, matorral 20 %, cuerpo de agua 30%. Uso del suelo; vías 10 %, área protegida 80%, vivienda 5%, sin uso 5%.

Figura 39. Proceso morfodinámico flujo de detritos, se encuentra sobre el grupo orito, arenas, de grano fino, lodolitas y limolitas. Vereda El quebradón Alto Municipio La Montañita. Finca la Unión. Departamento Caquetá.



El tipo de movimiento es flujo de detritos, se encuentra sobre la formación grupo orito E2N1or, edad Paleógeno, arenas, de grano fino, lodolitas y limolitas, nos encontramos en la vereda el Quebradon Alto un deslizamiento que tiene un año y medio es un flujo de detritos, la morfometría del movimiento es Diferencia de altura corona punta 250m, Longitud horizontal corona punta 400m, Ancho de la masa desplazada 200 metros, longitud total 500 metros, Dirección de Movimiento 163 Grados, azimut de talud 253 Grados. espesor de la masa desplazada 5 metros. cobertura del suelo, cultivos 40%, pastos 20%, cuerpo de agua 20 %, matorrales

10%, bosques 10%. Uso del suelo: vivienda 30%, ganadería 20%, vías 10%, área protegida 30% sin uso un 10%.

Causa del movimiento: Lluvias, Tipo de erosión: Cárcavas, Grado de erosión: severo, Se reflejan daños económicos en la agricultura y la ganadería el derrumbe es inactivo, se encuentra a 20 metros de la escuela la Unión. Afectaciones de los predios, pérdidas de cultivos, ganadería, genero pérdidas totales en infraestructura de dos casas.

Figura 40. Proceso morfodinámico de tipo caída y flujo de material detrítico color amarillo rojizo, producto de la meteorización física (oxidación) de las areniscas de la Formación Pepino. Vereda Morros. Municipio de la Montañita. Departamento Caquetá.



Este movimiento presenta un estado activo, estilo compuesto y una distribución creciente correspondiente a caída y flujos de material detrítico, cubierto en su mayoría por vegetación herbácea, bosques y matorrales, usados para las actividades agrícolas y ganaderas del sector, así como para la construcción de viviendas y vías de comunicación. Litológicamente se encuentra desarrollada sobre material sedimentario cementado correspondiente a areniscas de grano fino intercaladas con areniscas de grano grueso perteneciente a la formación Pepino de edad Paleógeno, con presencia de procesos erosivos de tipo surcos de

intensidades moderadas. Entre las causas del movimiento se encuentran factores inherentes (material colápsible, erosión pluvial), donde el detonante para la ocurrencia de estos procesos son las precipitaciones. Aunque estos movimientos en masa no abarquen grandes dimensiones, los daños generados por estos procesos afectan, principalmente los predios de la finca la Zaragoza, la cual cuenta con el desarrollo de determinadas actividades económicas como la ganadería y la agricultura (cultivos de yuca y árboles frutales de limón). Ancho de la masa desplazada 200m, longitud masa desplazada 350m, espesor de la masa desplazada 2m, Longitud total 400m.

Figura 41. Proceso morfodinámico de tipo reptación, constituido por areniscas de grano fino color rojizo producto de la oxidación, intercalado con lodolitas grises pertenecientes a la formación orito. Municipio La Montañita con el Paujil. Vereda la niña del Carmen. Hacienda el Vergel. Departamento Caquetá



Nos encontramos en la vía que comunica la Vereda niña del Carmen margen derecho del Municipio de la Montañita. Fotografía donde se observa una caída de

material junto a procesos de reptación de suelos en un área dedica a la ganadería que se encuentra en situación de amenaza. Este deslizamiento está formado por varios estratos los cuales se encuentran constituidos por areniscas de grano fino color rojizo producto de la oxidación, intercalado con lodolitas grises pertenecientes al grupo Orito (E3N1Or) de edad Paleógeno.

Longitud total 200m, ancho de la masa desplazada 150 metros, para un área de 30.000m, dirección del movimiento 34%, azimut de talud 71 Grados. Cobertura del suelo se clasifica en cuerpo de agua 20%, Vegetación herbácea 10%, Pastos 60%, Matorrales 10%. Uso del suelo; ganadería 70%, vivienda 20%, vías 10%. El área adyacente a la zona de estudio está rodeado por riachuelos que atraviesan los potreros que sirven para la crianza de los animales bovinos, esto también podría ser un factor de filtraciones que ayudan con el movimiento además de las pisadas de los animales. Las Causas del movimiento son material fisurado y agrietado; erosión pluvial, Tipo de erosión: Hondonada, Grado de erosión: severo.

Figura 42. Proceso morfodinámico de tipo caída y flujo de tierra, color rojizo, Formación migmatita de Florencia (PRmfl). Vereda la sonora, municipio la Montañita. Departamento Caquetá.



Este movimiento se encuentra ubicado en la Vereda la sonora a 15 metros de la Bodega (tienda), margen derecho del Municipio. En esta zona montañosa el deslizamiento presenta un estado activo y acelerado. Litológicamente se encuentra desarrollada sobre granulitas pertenecientes al complejo Garzón y Migmatitas de Florencia de edad Precámbrico, con presencia de procesos erosivos de tipo hondonada de intensidades moderadas. Su morfometría presenta las siguientes características: diferencia de altura corona punta 100 metros, ancho de la masa desplazada 40 metros, longitud horizontal corona punta 85m, Longitud de la masa desplazada 55 metros, espesor de la masa desplazada 1 metro, Longitud total 155 metros, dirección del movimiento 101 grados, azimut de talud 191 grados, las causas de movimiento son las lluvias constantes y los

bombardeos. Cobertura del suelo; Cuerpos de agua 5%, cultivos 30% pastos 40% y matorrales 25%.

Figura 43. Zonas definidas para la sectorización del Municipio La Montañita, plancha 414 Doncello, en cuanto a la caracterización de los movimientos en masa encontrados.

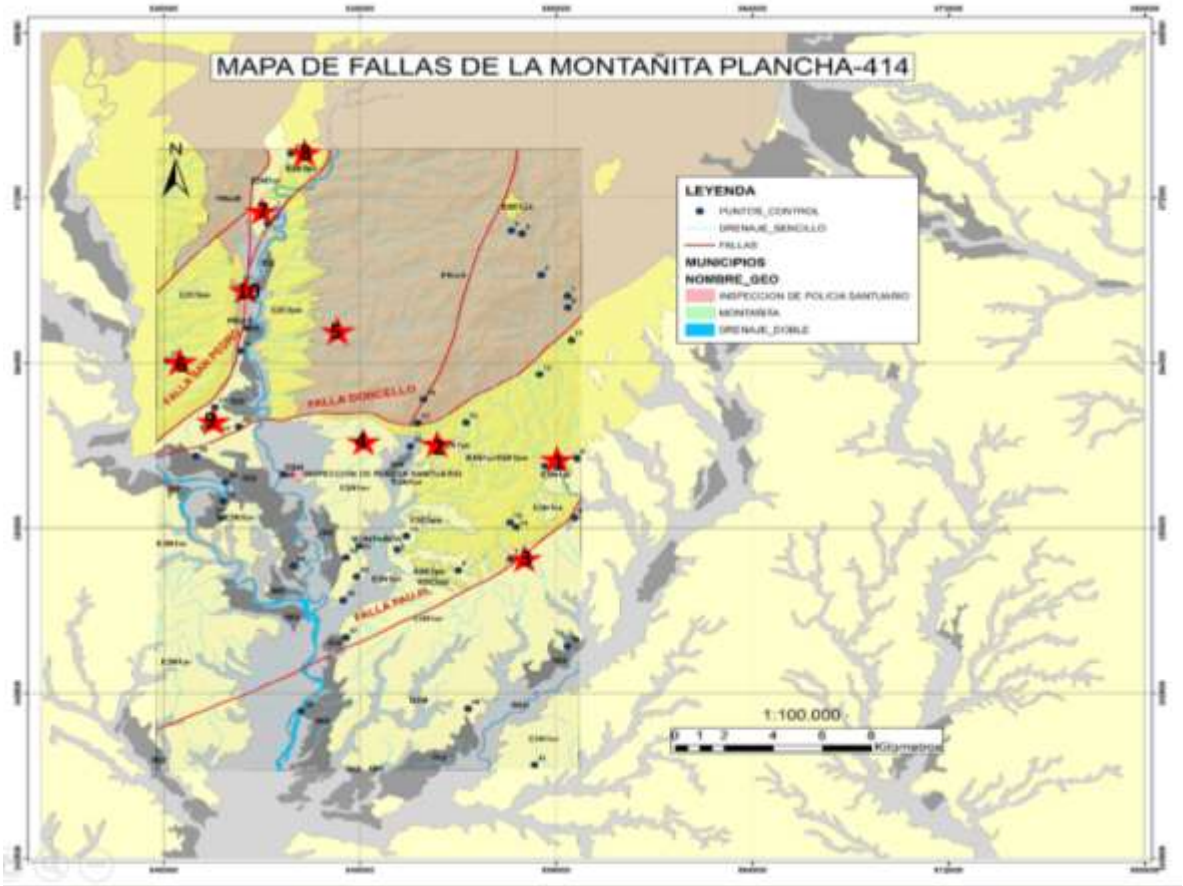
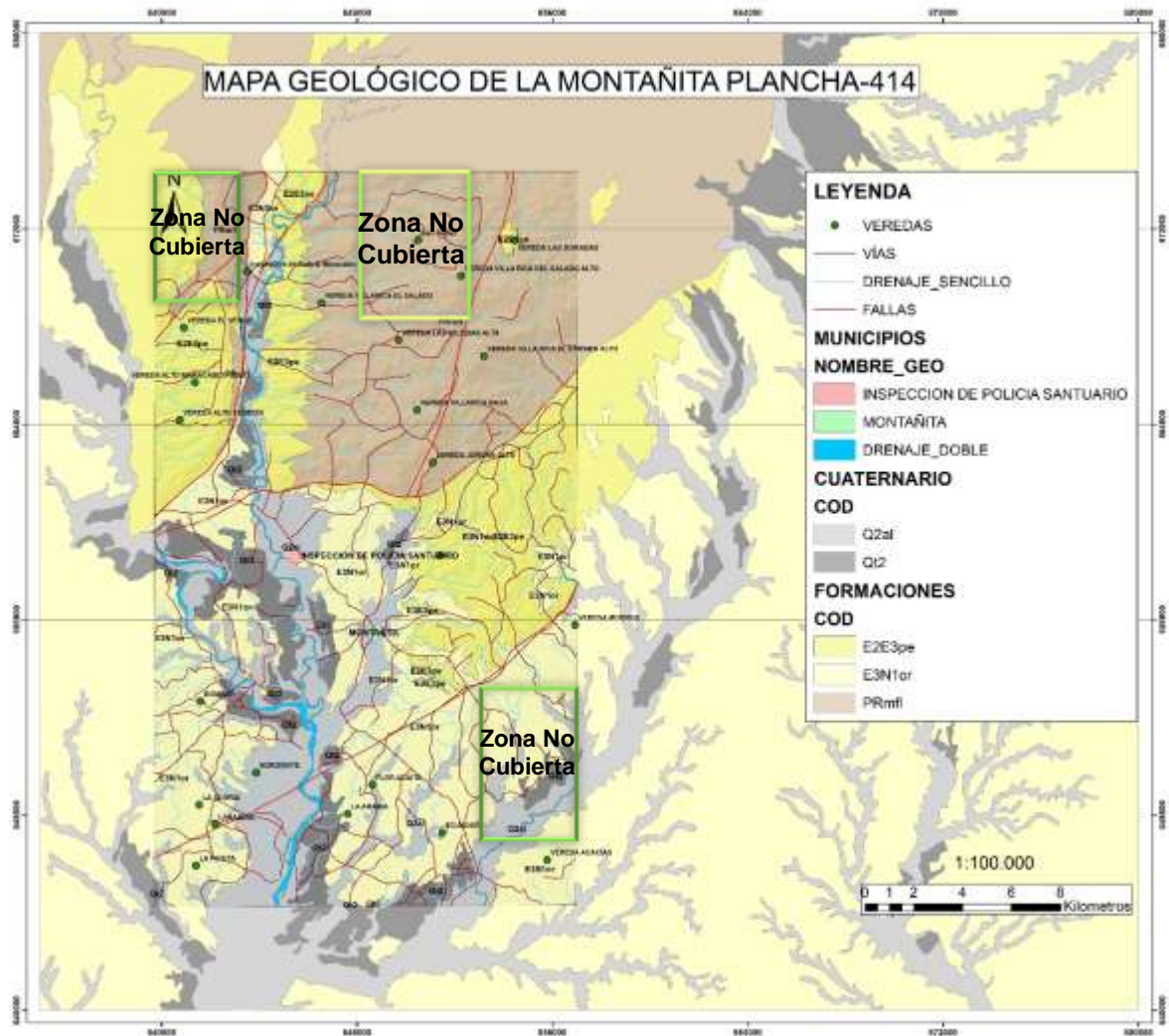


Figura 44. Zonas demarcadas a las cuales no se pudo tener acceso abarcan un área aproximada de 300km². Municipio La Montañita, plancha 414.



Tipo de movimiento

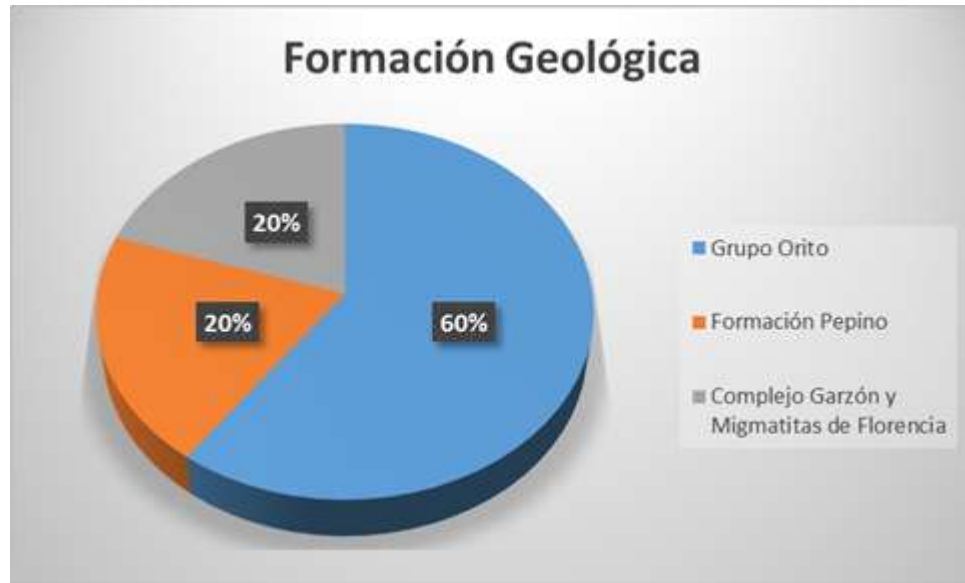
Esta evaluación se cuantifica con 10 puntos registrados sobre el Municipio de la Montañita, los cuales corresponden a Movimientos inventariados por la Universidad Industrial de Santander y 3 puntos obtenidos de la base Nacional de SIMMA.

El tipo de movimiento predominante es la reptación con un 40%, seguido por Deslizamiento Traslacional 20%, en menor proporción flujo de detritos, caída y flujo de tierra, caída de roca y reptación, caída y flujo de detritos. Este comportamiento se ve reflejado con un 60% de densidad de puntos registrados sobre el Grupo Orito, de esta manera se argumenta el alto grado de susceptibilidad por movimientos en masa de tipo reptación. Los demás tipos de movimiento se distribuyen sobre la Formación Pepino y Complejo Garzón y Migmatitas de Florencia.

Grafica 1. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su tipo o mecanismo.



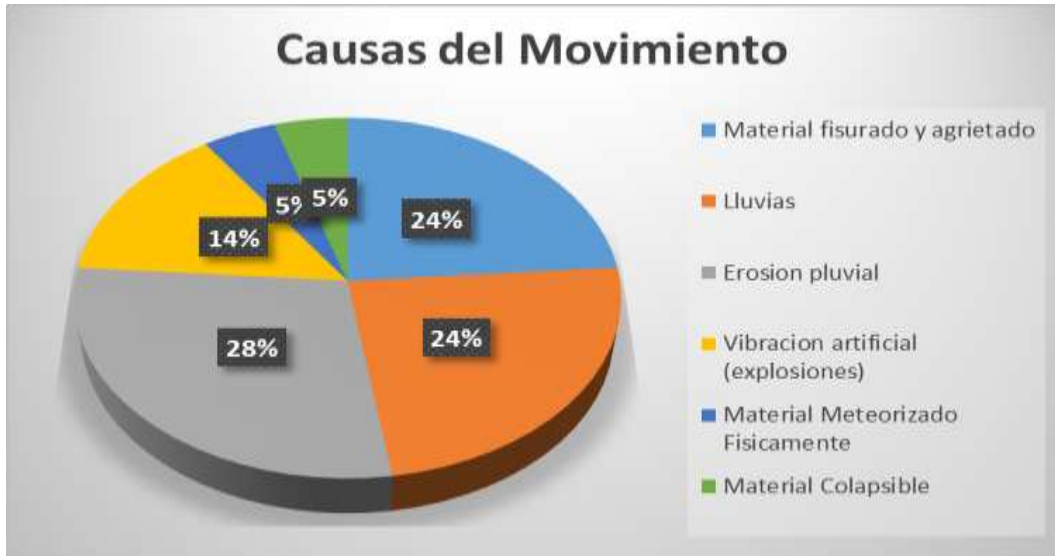
Grafica 2. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su formación geológica.



Causas del Movimiento.

Este aspecto se evalúa sobre los 10 puntos de control registrados en campo. Con base en el análisis realizado para el Municipio La Montañita se puede deducir como principal causa inherente los procesos acentuados de fracturamiento que dan lugar a materiales fisurados y agrietados debido a la acción de fallas activas en la zona que acentúan problemas de inestabilidad del terreno. Así mismo se puede considerar como factores inherentes importantes la meteorización física del material asociado a factores detonantes como las lluvias y contribuyentes como la erosión pluvial que son los principales causantes de movimientos en masa en este municipio. (Figura N)

Grafica 3. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según sus causas del movimiento.



Erosión

El análisis de procesos de erosión también se efectúa para los 10 puntos registrados en campo. Del estudio realizado, se encontró que el tipo de erosión predominante en la zona de estudio son los surcos, con grado de erosión severa. En menor proporción se presentan cárcavas y hondonadas.

Grafica 4. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su tipo de erosión.



Grafica 5. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su Grado de la erosión.



5.6 EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA

Geomorfológicamente se distinguen cuatro zonas que delimitan dos ambientes definidos y predominantes, los cuales son el resultado de procesos tectónicos, denudacionales y fluviales que han levantado, erosionado y depositado material geológico de épocas que se remontan desde el Proterozoico.

Como resultado de la fase de compresión ocurrida en el Oligoceno superior, dentro del marco del levantamiento de la Cordillera Oriental, en su flanco oeste se generó el plegamiento y fallamiento de las unidades Triásico-Jurásicas, Cretáceas y Terciarias (Cossio *et al.*, 1994) previamente constituidas. Durante esta fase de deformación se desarrolló estructuras sinclinales y anticlinales importantes entre ellas el anticlinal de la Montañita y el anticlinal de la Mariposa

Con sus respectivas fallas asociadas de componentes inverso y de rumbo, en dirección NE-SW. A estas estructuras y a la cinemática de las fallas que iniciaron su actividad en el Oligoceno Superior como el sistema de fallas San Pedro, Rio Chiquito y Paujil entre otras, se les adjudica las unidades geomorfológicas de origen denudacional y fluvial las cuales por medio de procesos tectónicos de compresión y distensión se dieron origen.

Hoy en día estas unidades conservan su expresión geomorfológica, a pesar del grado de meteorización que permite que procesos erosivos modelen drásticamente las geoformas cuyo origen es netamente estructural. También se debe tener en cuenta que la vegetación y el clima favorecen los procesos erosivos intensos. La actividad volcánica de la cordillera de los Andes modeló la vertiente amazónica y la ceniza expulsada por los volcanes llegó hasta la cordillera Oriental, donde originó suelos ricos, profundos y negros, con alto contenido de materiales orgánicos y minerales, que los hizo diferentes a los de la planicie amazónica, pobres en nutrientes. La exposición de estas unidades litológicas

permitió su remodelamiento para dar lugar a las geoformas de origen denudacional encontrado principalmente en las zonas más bajas del Departamento del Caquetá. En el Cuaternario además de los procesos erosivos intensos, como la erosión fluvial generada por los tributarios capturados por el río Orteguzza, también se presentan procesos de transporte de origen gravitacional y pluvial los cuales se asocian a depósitos de aluviones, terrazas recientes y de solifluxión en zonas relativamente más altas. Los depósitos aluviales y de terrazas recientes de la Plancha 414 han sido el resultado de transporte y acumulación por parte del Río Orteguzza, al cual se le asocian el modelamiento de la mayoría de unidades geomorfológicas de origen fluvial. La planicie de inundación se evidencia con la proximidad de las terrazas aluviales al cauce activo y la predominancia de unidades denudaciones.

6. CONCLUSIONES

Las principales características de los movimientos en masa encontramos que la reptación es uno de los movimientos más típicos de esta zona, la cual se encuentra en la formación Grupo Orito debido al tipo de roca y suelo arcilloso, limoso y arenoso el cual presenta meteorización y es susceptible a la erosión y saturación por la presencia de agua lo cual deteriora las propiedades geomecánicas de la roca.

Los movimientos se reactiven debido al clima de la zona el cual presenta una intensa radiación solar diurna, acompañado de intensas lluvias en la noche, estas precipitaciones van deteriorando las propiedades físicas de las rocas las cuales terminan formándose en suelos residuales.

Las fuertes lluvias comunes en el Municipio de La Montañita comprendidas entre los meses de Julio agosto y septiembre de cada año (según los estudio de IDEAM realizados en el departamento del Caquetá, tienden a saturar los suelos arcillosos y limo arenoso así como la roca meteorizada y fracturada lo cual incrementa la potencialidad de generar futuros movimientos.

La realidad geográfica, meteorológica y geológica del Municipio de la Montañita nos muestra que parte importante de nuestros suelos y rocas son susceptibles a las intensas lluvias, razón por la cual dentro del Plan de Ordenamiento Territorial debe tomarse en cuenta las zonas de alto riesgo de deslizamientos bajo condiciones de saturación, a fin de evitar el emplazamiento de viviendas en esas zonas, y sus pérdidas en economía bovina y cultivos.

7. RECOMENDACIONES

Aumentar el esfuerzo de muestreo dentro del grupo Orito con el fin de obtener una información más detallada, que permita mitigar los desastres naturales, en las veredas Jordán alto y niña del Carmen las cuales son muy vulnerables a presentar movimientos en masa.

Trabajar mancomunadamente con otras entidades y expertos para obtener nuevas fuentes de información y colaboración nacional e internacional con el fin de profundizar los daños causados por los movimientos en masa en el municipio de la montaña.

Promover y proponer en las entidades gubernamentales la impresión de cartillas pedagógicas donde se expliquen los movimientos en masa, con el fin de evitar desastres en el municipio de la Montaña.

BIBLIOGRAFÍA

CARVAJAL, J. Caracterización de la metodología geomorfológica adaptada por INGEOMINAS. Bogotá. 2002. Pág. 13.

CARVAJAL, J. Documentación detallada del modelo de datos para la faceta de geomorfología. Bogotá. 2003. Pág. 48.

CARVAJAL, J., Primeras aproximaciones a la estandarización de la geomorfología en Colombia. Bogotá. 2008. Pág. 32

GEOCIENCIAS PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS Proyecto Multinacional Andino: *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía Para la Evaluación de Amenaza. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional. 2007. Págs. 4,432.*

GEOCIENCIAS. Servicio Nacional de Geología y Minería Publicación Geológica Multinacional No. 4 Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: para las Comunidades Andinas. 2007. Pág. 6.

GEOCIENTÍFICA Instituto de investigación e información, minero ambiental y nuclear Ingeominas Geología de las planchas 367 gigante, 368 San Vicente del Caguán, 389 Timaná, 390 puerto rico, 391 Lusitania (parte noroccidental) y 414 el Doncello departamentos de Caquetá y Huila. Escala 1:100.000 memoria explicativa. Medellín, 2002. Pág.27

GOOGLE. Imágenes de Satélite del Municipio La Montañita, Departamento del Caquetá, Colombia. Consulta: Noviembre 10 de 2014. Disponible: <http://earth.google.com>.

LEIVA, O., MOYA, H., TREJOS., G., CARVAJAL, J.,. Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. SGC, Bogotá. 2012 Pág.25.

Servicio Geológico Colombiano Propuesta Metodológica Sistemática para la generación de Mapas Geomorfológicos Analíticos Aplicados a la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa escala 1:100.000. Bogotá D. C, febrero de 2012. Pág.27

ANEXOS

ANEXO A. MAPA DE ESTACIONES Y RECORRIDOS DE CAMPO DE LA PLANCHA 414 DONCELLO, MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ ESCALA 1:100.000.....

ANEXO B. MAPA GEOLÓGICO DE LA PLANCHA 414 DONCELLO, MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ, ESCALA 1:100.000

ANEXO C. FORMATO SIMMA 1

ANEXO D. FORMATO SIMMA 2

ANEXO E. FORMATO SIMMA 3

ANEXO F. FORMATO SIMMA 4

ANEXO G. FORMATO SIMMA 5

ANEXO H. FORMATO SIMMA 6

ANEXO I. FORMATO SIMMA 7

ANEXO J. FORMATO SIMMA 8

ANEXO K. FORMATO SIMMA 9

ANEXO L. FORMATO SIMMA 10