



**CONTRATO INTERADMINISTRATIVO**

**No. 038 DE 2013**

***MEMORIA EXPLICATIVA DE LA ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD Y  
LA AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1:100.000  
PLANCHA 173 - TAMARA***

**Sogamoso, Abril de 2015**



CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN  
No. 038 DE 2013

**MEMORIA EXPLICATIVA DE LA ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD Y  
LA AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1:100.000  
PLANCHA 173 - TAMARA**

**EQUIPO EJECUTOR – UNIVERSIDAD**

**Ing. Carlos Julio Rodríguez**

Dirección Proyecto

**Ing. Héctor Antonio Fonseca**

Dirección Técnica Proyecto

**Ing. Martha Liliana Vargas**

**Ing. Ernesto Gutiérrez G**

Geología y Geomorfología

**Ing. Martha Liliana Vargas**

**Ing. Ernesto Gutiérrez G.**

Catálogo Histórico e Inventario de

Movimientos en Masa

**Edith Julieta Gonzales**

Cobertura de la Tierra

**Luis Eduardo García**

Suelos Edáficos

**Ing. Diego Armando Penagos.**

Sistema de Información Geográfica

**Ing. Ernesto Gutiérrez G.**

Socialización

**EQUIPO ASESOR – SGC**

**Ing. Gloria Lucía Ruíz**

Supervisión Convenio

**Geol. Sofía del Rosario Navarro**

Coordinadora Grupo Técnico

**Geol. Sofía del Rosario Navarro**

**Ph.D. Mario Andrés Cuellar**

**Geol. Gustavo Adolfo Trejos**

**Geol. Jorge Arturo Castro**

**Geol. Harold Gustavo Moya**

**Geol. Rosalbina Pérez**

Geología y Geomorfología

**Ing. Milena de Jesús Polo**

Catálogo Histórico e Inventario de

Movimientos en Masa

**Ing. Karol Constanza Ramírez**

Cobertura de la Tierra

**Ing. Carlos Andrés Gamboa**

Suelos Edáficos

**Ing. Jesús Hernando Sandoval**

**Ing. Luis Antonio Barrera**

Sistema de Información Geográfica

Sogamoso, Abril de 2015

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
1. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	14
1.1 GEOLOGÍA .....	15
1.2 GEOMORFOLOGÍA.....	20
1.3 SUELOS EDÁFICOS .....	23
1.4 COBERTURA DE LA TIERRA .....	27
1.5 FACTOR DETONANTE LLUVIA .....	31
1.6 FACTOR DETONANTE SISMO.....	35
2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ZONIFICACIÓN de SUSCEPTIBILIDAD Y AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA.....	37
2.1 SUSCEPTIBILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA.....	37
2.2 AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA .....	43
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	51

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de la Plancha 173-Tamara. ....	11
Figura 2. Diagrama metodológico para zonificación de la amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000.....	14
Figura 3. Mapa de susceptibilidad por la variable geología. ....	16
Figura 4. Mapa de susceptibilidad por geomorfología.....	21
Figura 5. Mapa de susceptibilidad por suelos edáficos. ....	25
Figura 6. Mapa de susceptibilidad por cobertura.....	28
Figura 7. Mapa factor detonante lluvia. ....	32
Figura 8. Mapa factor detonante sismicidad.....	36
Figura 9. Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa Plancha 173-Tamara.....	38
Figura 10. Distribución en porcentajes de la susceptibilidad total. ....	39
Figura 11. Mapa de amenaza por movimientos en masa. ....	44
Figura 12. Distribución en porcentajes de amenaza total.....	45

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Lista de insumos.....	15
<b>Tabla 2.</b>	Parámetro de calificación de susceptibilidad por movimientos en masa ...	39
<b>Tabla 3.</b>	Parámetro de calificación y área de Amenaza .....	45

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo A.** Variable Geología.
- Anexo B.** Variable Geomorfología.
- Anexo C.** Variable Suelos Edáficos.
- Anexo D.** Variable Cobertura Vegetal.
- Anexo E.** Detonante Amenaza Lluvia.
- Anexo F.** Detonante Amenaza Sismo.

## **RESUMEN**

En esta memoria explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa en escala 1:100.000 de la Plancha 173-Tamara, se incluyen los aspectos metodológicos utilizados para la evaluación de la susceptibilidad por geología, geomorfología, suelos edáficos y cobertura de la tierra. Posteriormente, se presentan los resultados de susceptibilidad incluyendo los detonantes sismo y lluvia, para finalmente, definir el mapa de amenaza por movimientos en masa y sus respectivas conclusiones.

La Plancha 173-Tamara, está ubicada, en la Cordillera Oriental, ocupando áreas del Departamento Boyacá (Socotá, Pisba, Mongua, Chita, Paya y Labranzagrande) y del Casanare (Támara, Nunchia y Sácama) acompañado de fuertes levantamientos y plegamientos, el material desprendido por el citado proceso fue transportado y depositado en la gran depresión del Casanare, a una superficie de denudación seguida de otra de acumulación, las cuales marcaron el inicio de la evolución geomorfológica de esta región, la generación de estas zonas indican procesos complejos en su formación los cuales ameritan dar continuidad a los estudios ya existentes del Mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en Masa en Escala 1:500.000 del INGEOMINAS (hoy Servicio Geológico Colombiano).

Para la evaluación de la susceptibilidad y la amenaza por movimientos en masa, se utilizó el método heurístico, propuesto por el Servicio Geológico Colombiano – SGC, para lo cual se adelantaron actividades de campo y oficina, llegando al mapa relativo de amenazas relativas por movimientos en masa.

Entre los resultados más significativos, se puede asociar que, las zonas más propensas a presentar movimientos en masa están condicionadas al alineamiento de la Falla de Chiscas, estos movimientos son desarrollados sobre laderas con alto grado de pendiente así como sectores con pendientes escarpadas, donde existe presencia de depósitos superficiales y en donde las rocas presentan poca resistencia y un alto grado de fracturamiento. En estas zonas priman las unidades del ambiente estructural, los movimientos se desarrollan sobre las unidades estructurales como son Sierras Sinclinales (Sss), las Laderas de contrapendiente de Sierra Sinclinal (Ssslc). También se

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

desarrollan movimientos sobre unidades pertenecientes al Ambiente Glacial como son Sierras Anticlinales glaciadas (Gsag), las Sierras Sinclinales glaciadas (Gssg), todas estas unidades geomorfológicas se presentan sobre rocas muy susceptibles a ser afectadas por procesos exógenos y que presentan planos de debilidad favorables a dichos fenómenos como es el caso de la Formación Lutitas de Macanal (Kilm) la Formación Une (Kiu), la Formación Areniscas de las Juntas (Kialj), Formación Chipaque (Ksc). El desarrollo de estos movimientos en masa es influenciado principalmente por la actividad de la Fallas de Chiscas así como por el alto grado de pendiente, la morfología montañosa, la composición litológica.

En general la amenaza alta por movimientos en masas, tiene una alta correspondencia con cambios en el uso y cobertura del suelo en las laderas. La cobertura vegetal que prima en esta zona corresponde a bosque denso alto de tierra firme, pastos y herbazal denso de tierra firme no arbolado, bosque fragmentado con pastos y cultivos y vegetación secundaria o en transición y algunas zonas sin vegetación.

La metodología de evaluación de la susceptibilidad y la amenaza, para esta escala de trabajo es altamente aceptable, sin embargo, tiene la limitación, que no considera la presencia de suelos residuales tanto en rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, que puede incidir significativamente en la susceptibilidad por geología y suelos.



## **ABSTRACT**

This explanatory report of the Zoning Susceptibility and Threat Relative mass movements in scale 1: 100,000 of the Plancha 173-Tamara, include the methodological aspects used to evaluate the susceptibility geology, geomorphology, soils and soil land cover. Subsequently, the results of susceptibility earthquake triggers including rain, finally, define the hazard map mass movements and their conclusions.

The Plancha 173-Tamara, is located in the Eastern Cordillera, occupying areas of the Department Boyacá (Socotá, Pisba, Mongua, Chita, Paya and Labranzagrande) and Casanare (Tamara Nunchia and Sácama) accompanied by heavy lifting and folding, the released by the above process material was transported and deposited in the Great Depression of Casanare, to a surface of denudation followed by another accumulation, which marked the beginning of the geomorphological evolution of this region, the generation of these areas indicate complex processes training which deserve to continue existing studies National Threat Map mass movements in scale 1: 500,000 of Weber County (now the Servicio Geologico Colombiano).

Heuristic method, proposed by the Servicio Geologico Colombiano was used to evaluate susceptibility and landslide threat, - SGC, for which field and office activities were ahead, reaching the relative hazard map relating to movements in mass.

Among the most significant results, you can associate that the most prone to landslides areas are conditioned to alignment failure Chiscas, these movements are developed on slopes with high slope and areas with steep slopes, where there presence of surface deposits and where rocks exhibit low resistance and a high degree of fracturing. In these areas structural units prevail environment, movements are developed on the geomorphological units called the synclinal saw (Sss), the Sierra Foothills counterslope Syncline. Movements on units belonging also develop the Glacial Environment on landforms units as Sierras Anticlines glaciated (Gsag), the synclinal Sierras glaciated (GSSG), all these geomorphological units are presented on rocks very susceptible to be affected by exogenous processes and presenting plans favorable to such phenomena as in the case of the Shale Formation Macanal (Kilm) the Une (Kiu) Formation, Sandstone

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

Formation Meetings (Kialj) Training Chipaque (KSC) .The weak development of these mass movements is influenced mainly by the activity of Samaria Chiscas failures as well as the high degree of slope, the mountainous terrain, lithological composition.

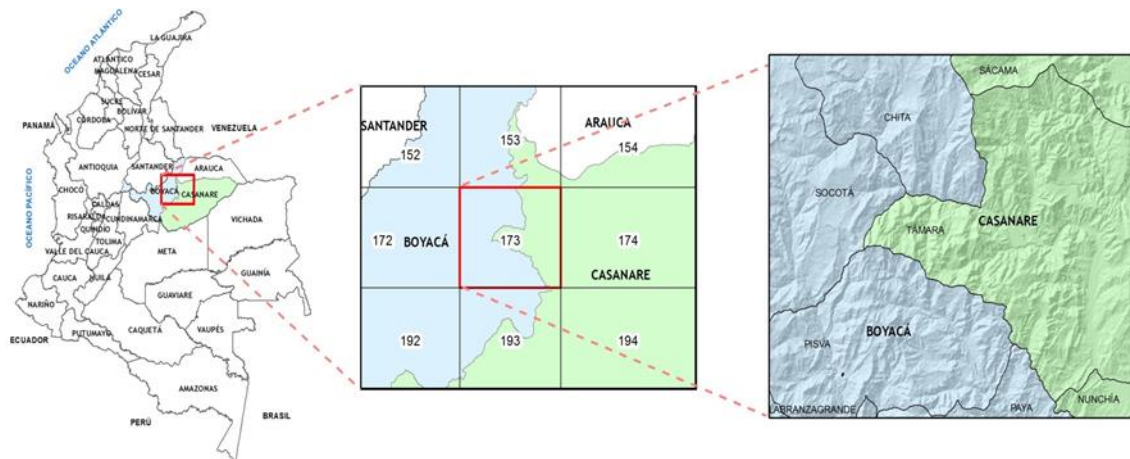
Overall high threat in mass movements, has a high correspondence with changes in the use and land cover on the slopes. The plant cover raw in this area corresponds to fragmented crops and pasture and secondary vegetation or transition high land, pastures and dense grassland of dense forest land not wooded forest.

The methodology for evaluating the susceptibility and threat, for this scale of work is highly acceptable, however, has the limitation that it does not consider the presence of residual soils both sedimentary, igneous and metamorphic rocks, which can have a significant impact on the geology and soils susceptibility.

## INTRODUCCIÓN

La Plancha 173-Tamara se localiza en la parte media de la cordillera Oriental, hace parte de la estructuración del “Mapa Nacional de amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000”, que adelanta el SGC, con el cual, se busca mejorar la resolución de los productos existentes del territorio colombiano, relacionados con la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa, generados por el INGEOMINAS en el año 2010, en escala 1:500.000.

Esta plancha cubre parte del Departamento Boyacá (Socotá, Pisba, Mongua, Chita, Paya y Labranzagrande) y Casanare (Támara, Nunchia y Sácama) (Ver Figura 1). Fisiográficamente se caracteriza por la presencia del piedemonte de la cordillera Oriental. Este sector se constituye en nacimientos de ríos que drenan a la cuenca del Río Pauto.



**Figura 1.** Localización geográfica de la Plancha 173-Tamara.

<sup>1</sup> “SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Documento Metodológico de la Zonificación de Susceptibilidad y Amenaza Relativa por Movimientos en Masa, Escala 1:100.000, 2013, p. 20).

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

En la evaluación de susceptibilidad y amenaza se aplicó el método heurístico de análisis jerárquico <sup>(1)</sup>, el cual integra aspectos temáticos con porcentajes definidos, así como la implementación de las características de los aspectos detonantes relacionados con la climatología y sismicidad.

Dentro del proceso de revisión de información preliminar y antecedentes históricos relacionados con afectaciones generadas por movimientos en masa dentro de la zona de estudio, se encontraron eventos significativos registrados dentro de los medios locales o fuentes secundarias, los cuales se catalogaron como tipo Deslizamiento, Colapso, Sismo. Se registran eventos de movimientos en masa en inmediaciones del casco urbano del municipio de Tamara de los años 2005, 2008, 2010 generando afectación a viviendas y vías de acceso de este municipio. También se registran eventos de poca magnitud en la vía que conduce del municipio de Paya al municipio de Pisba, los cuales principalmente son caída de tierras y rocas que generan el taponamiento de las vías producto de las fuertes lluvias que se registran a la temporada de invierno, estos hechos han sido registrados desde el año 2000 hasta 2013. Dentro de los más importantes por ser catalogados como catastróficos se encuentran los referenciados en los municipios de Chita y Pisba. Adicional a estos eventos se han producido inundaciones y vendavales en las partes bajas dominadas por los cuerpos de agua de la plancha.

Son frecuentes en la zona montañosa de la Plancha 173-Tamara, en forma simple o compleja, reptación y formación de cárcavas producto del poco control del agua de escorrentía.

La intervención antrópica (deforestación intensa, técnicas inadecuadas de cultivo, mal manejo del agua superficial, entre otras) es otro factor adicional que acelera o detona procesos de movimientos en masa en las zonas montañosas en la del área del presente

---

<sup>1</sup> Sistema de Información de Movimientos en Masa del Servicio Geológico Colombiano, al cual se puede acceder a través de su página web [www.sgc.gov.co](http://www.sgc.gov.co)

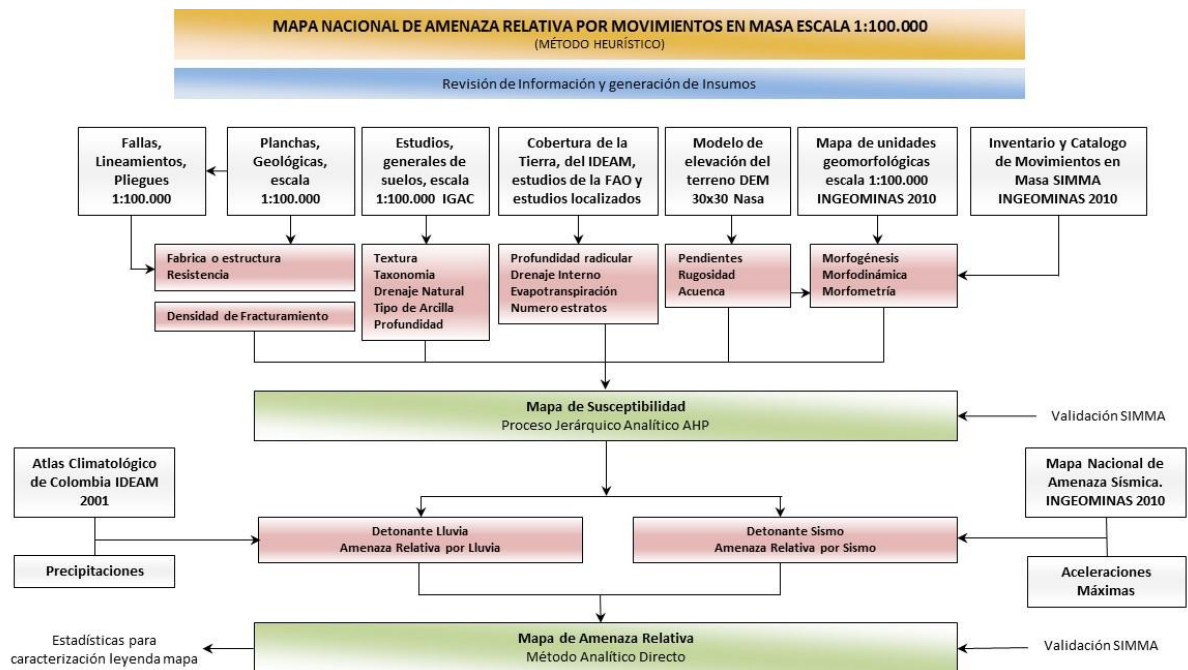
estudio, especialmente cuando se presentan aguaceros intensos o, excepcionalmente, en eventuales sismos, pudiendo ocasionar el desprendimiento de materiales que pueden producir daños en las zonas habitadas.

Mediante el trabajo de campo realizado en la zona de estudio se permitieron inventariar 31 movimientos en masa principalmente caídas de rocas y detritos, deslizamientos de tipo rotacional, traslacional y flujo de detritos desarrolladas a lo largo de los caminos de herradura que conectan las veredas del área de estudio, debido a la deforestación y las malas técnicas de cultivos en zonas de alta pendiente. Adicionalmente se verificó la existencia de 4 procesos de remoción en masa que se encuentran dentro del catálogo de movimientos en masa descargados como información secundaria de la base de datos SIMMA (2), así como la consulta de la condición de amenaza que se encuentra distribuida dentro del mapa de zonificación de amenazas por movimientos en masa escala 1:500.000, donde se identifica una distribución uniforme y predominante para la categoría media seguida de la categoría alta, lo cual indica una probabilidad de ocurrencia condicionada a la influencia antrópica.

Con esta zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa en escala 1:100.000, se tienen elementos para la toma de decisiones en la planificación del territorio y la reducción de desastres a nivel regional; sin embargo, para efectos de planificación del territorio a nivel municipal y para la evaluación de aspectos locales y puntuales, se recomienda, implementar zonificaciones de amenazas a mayor detalle.

## 1. DESARROLLO METODOLÓGICO

En la Figura 2, se ilustra el proceso metodológico heurístico<sup>(3)</sup> suministrado por el SGC, en el cual, se evalúan variables cualitativas como lo son la geología, geomorfología, suelos y cobertura de la tierra, y variables cuantitativas, generadas a partir de la interpretación de un modelo digital de elevación, para llegar inicialmente al Mapa de Susceptibilidad, mediante un proceso jerárquico analítico. Con la incorporación de los detonantes (lluvia y sismo), se llega finalmente, al Mapa de Amenaza Relativa.



**Figura 2.** Diagrama metodológico para zonificación de la amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000

<sup>3</sup> “SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Documento Metodológico de la Zonificación de Susceptibilidad y Amenaza Relativa por Movimientos en Masa, Escala 1:100.000, 2013, p. 25).

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

En la Tabla 1, se relacionan los insumos suministrados por el SGC, que se utilizaron para la generación del mapa de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000.

**Tabla 1.** Lista de insumos

INSUMOS	ESCALA	FORMATO	FUENTE
Cartografía básica	1:100.000	GeoDataBase	IGAC
Modelo digital de elevación	1 Arco-segundo (30 metros aproximadamente)	Raster	NASA
Fotografías aéreas	Disponibles (Escala promedio 1:40.000)	TIFF	IGAC
Imágenes satelitales	LandSat y Spot	Digital	IGAC
Planchas de unidades geológicas y memorias técnicas	1:100.000	Vector	SGC
Detonante sísmico	1:100.000	Raster	SGC
Densidad de fracturamiento	1:100.000	Shape	SGC
Registro de hidrología y climatología de estaciones pluviométricas pluviográficas y climatológicas como son: Temperatura media anual, precipitación anual multianual y precipitación máxima en 24 horas anual.	1:100.000	Digital	IDEAM
Planchas de suelos y memoria técnica	1:100.000	Vector	IGAC
Capa cobertura Ideam-Igac Norte	1:100.000	Vector	IDEAM
Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000	No Aplica	Digital	SGC
Formato de captura de datos en campo adoptado y modificado del PMA, 2007	No Aplica	Digital	SGC
Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000	No Aplica	Digital	SGC
Catálogo e inventario de movimientos en masa del sistema de información de movimientos en masa SIMMA	No Aplica	Digital	SGC
Guía y estándares para la presentación de informes institucionales, INGEOMINAS. Versión 3	No Aplica	Digital	SGC

**Fuente.** Autores

## 1.1 GEOLOGÍA

El componente Geología determinó una condición de susceptibilidad (ver figura 3) con diferentes categorías distribuidas de forma condicionada con las unidades estratigráficas aflorantes y relacionado con cada una de las variables temáticas procesadas (Ver Anexo A, Geología) a partir de la Plancha Geológica 173-Tamara, escala 1:100.000, con su respectivo documento explicativo que contiene principalmente la información litológica y estructural de la zona de estudio.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

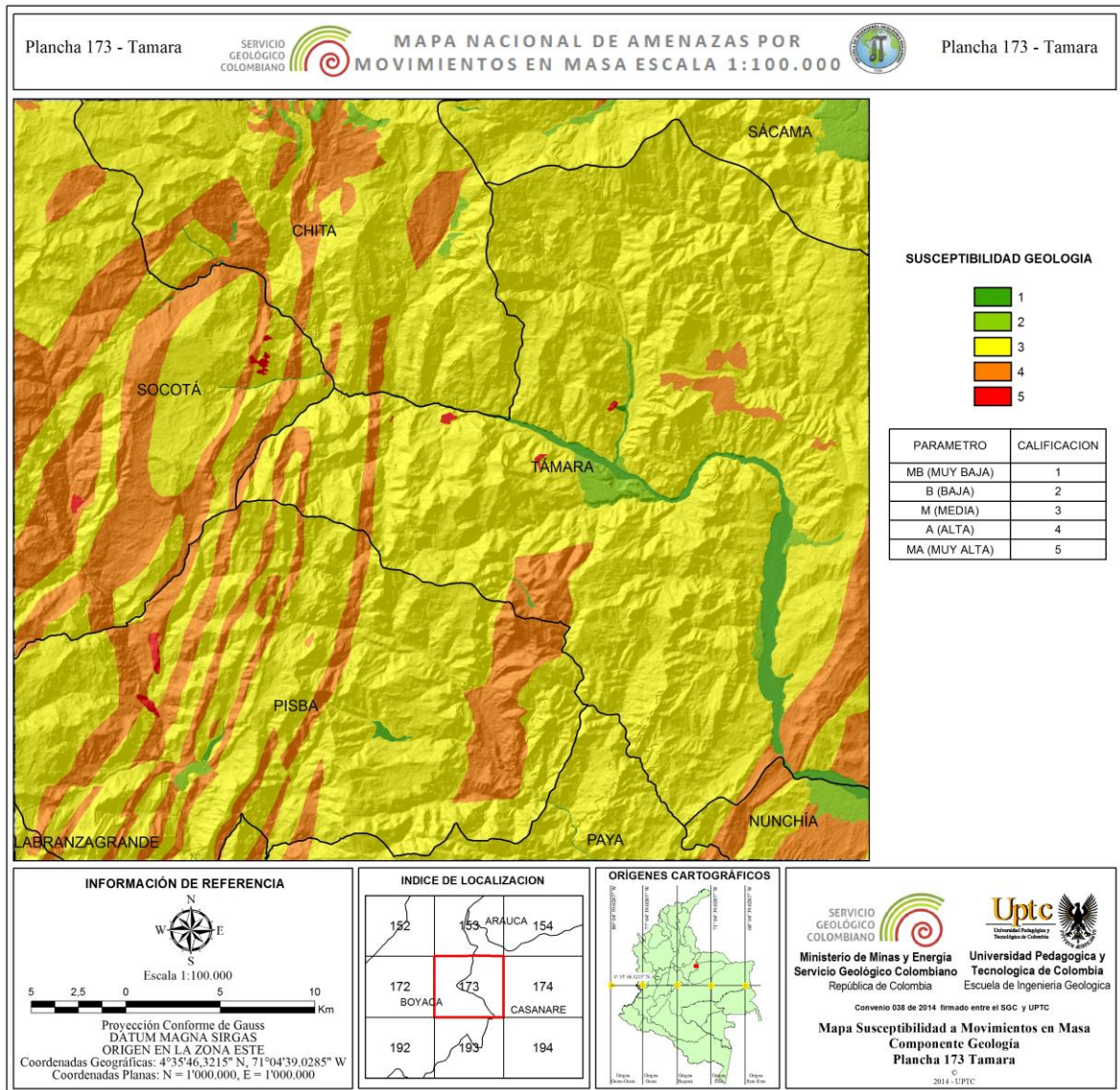


Figura 3. Mapa de susceptibilidad por la variable geología.

Dentro del área de estudio se evidencia la presencia de todas las categorías de calificación destacándose principalmente una categoría de susceptibilidad que es la más representativa debido al área y extensión que representan en relación a este componente, de tal forma que la susceptibilidad media por geología a los movimientos en masa. Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara



en masa, corresponde geográficamente a gran parte de la Plancha 173-Tamara de en los municipios de Socotá, Pisba, Chita, Tamara, Sácama, Paya, Labranzagrande, Nunchía.

Se ubica litológicamente sobre rocas sedimentarias de la Formación Arenisca de las Juntas (Kialj), Formación Une (Kiu) y del Grupo Palmichal (KTp).

Seguida a esta susceptibilidad se encuentra la calificación alta geográficamente localizada en el municipio Nunchia, Tamara, Pisba, Socotá y Chita se localiza sobre rocas de la Formación Fomeque (Kif) compuesta por calizas biodetríticas fosilíferas, lutitas negras y areniscas cuarcíticas, seguida a esta litología se encuentra sobre rocas de las Formaciones Lutitas de Macanal (Kilm), Chipaque (Ksc).

### **Susceptibilidad muy baja**

Esta calificación es la de menor predominancia dentro de la Plancha 173- Tamara se ubica Geográficamente esta susceptibilidad en los Municipios de Tamara en la margen del rio Pauto, en el municipio de Nunchia en los sectores de Algarrobo y el Porvenir, y en el municipio de Sacama en inmediaciones de la quebrada colorada. Esta calificación está asociada a los depósitos de origen cuaternario que se encuentran en pendientes bajas.

Una vez realizada la etapa del inventario de movimientos en masa es posible evidenciar que para esta susceptibilidad no se inventariaron movimientos en masa.

### **Susceptibilidad baja**

Geográficamente esta susceptibilidad se encuentra en los Municipios de Pisba (Vereda San Luis), Chita (cerca de las Quebradas Tobasica, Hoyos Venado y Vanegas), Sácama (cerca de las Quebradas Los Cacaos y La Colorada), Tamara (sectores El Banco, Yarumal, La Mesa y al costado de la Quebradas Yoyo, La Picacha).

Para esta susceptibilidad el resultado del trabajo de campo respecto al inventario de movimientos en masa arroja como resultado el inventario de un movimiento en masa el cual es de tipo Deslizamiento Traslacional , dentro del área de estudio esta categoría de susceptibilidad ocupa el 1.66% y 30.026722 Km<sup>2</sup> .

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

### **Susceptibilidad media**

Geográficamente abarca cada uno de los Municipios de la zona de estudio como son: Socotá (Veredas Pueblo Viejo, La Reforma, Buenavista sectores El Oso, La Cascada, Santuario, Villa Del Carmen, loma El Tabito, San Luis), Pisba (sectores Monserrate, Paja Colorada, La Palma, Loma Ilusión, Loma La Pradera, Loma Moscú, Loma De Los Viejos, Loma San Francisco, Cerro Verde, Loma Alto Laguna, Lusitania, Santa Helena, Buenos Aires , las Barissas, Loma El Volcán, Paja Colorada), Chita (Vereda Chipaviejo, sectores Loma El Gavilan, Cuchilla Boquerones, En medio, San Vicente, La Venturosa, Loma El Volador, Las Mechudas, El Alechal, La Florida, Cerro Vanegas), Tamara (Veredas La Florida, Agua Blanca, Ariporo, Las Delicias, Guayabal, Tabloncito, Eccehomo, Las Garzas, Las Mesas), Sácama (cercañas a las Quebradas Colorada, Los Cacaos, Los Carcos, Solimana), Paya (sectores Guayabal, El Recuerdo, La Fé, Vicerta, Puerto Nuevo y Loma Redonda), Labranzagrande (parte occidental) y Nunchía (Sector Los Mangos).

Geológicamente esta susceptibilidad se encuentra predominando sobre rocas de la Formación Arenisca de las Juntas (Kialj) seguida de la Formación Une (Kiu) y del Grupo Palmichal (KTp).

En la etapa de campo para el inventario de movimientos en masa fue posible identificar dieciocho movimientos de los cuales los que predominan son de tipo Deslizamiento Traslacional encontrándose seis, seguido a estos se encuentran cinco los cuales son tipo Flujo de Detritos, a continuación en orden de predominancia se ubican cuatro tipo Caída de Detritos y finalmente en esta categoría se encuentran tres movimientos tipo Caída de Roca. Dentro de la Plancha 173-Tamara esta susceptibilidad está representada en un 76.19% y ocupa un área de 1371.457 Km<sup>2</sup> siendo el área más significativa en el área que corresponde a esta zona.

### **Susceptibilidad alta**

Esta categoría de susceptibilidad se presenta en capas delgadas cuya orientación es Norte – Sur, geográficamente se encuentra con predominancia en la parte Occidental en jurisdicción de los Municipios de Socotá (sectores Cardón, Loma de Cañaverales, Buenos Aires, El Pedregal, Cerro Cuevarrica, Alto Guevipelao, Pozo El Café, El Portillo, Santa Fe, Australia), Chita (sectores Los Cucos, El Encomendero, Monserrate, La Floresta, Loma El Melo, Santa Cruz y en cercañas a las Quebradas Granados, Higuerón),

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

Pisba (Vereda Miraflores, San Luis, sectores Cuchilla Siachía, Buenavista, Loma Tabiquera, Loma Saporra, Crisolit, Pancota, El Carmen, El Palmar, Alto de San Jose, Italia, Villanueva, Corocito, Altamira, cercanías a las Quebradas Buenavista y Tocaría), Labranzagrande (franjas Norte - orientales), Paya (franjas en la zona Occidental y el sector Oriental en el sector Mi Ranchito), Tamara (Vereda San Pedro, sectores Sabanas De Cascajal, Peña Negra, El Tabloncito, Rancho Alegre, Los Alirios), Nunchía (Sectores Tamura, Mata de Palma, La Pradera).

Litológicamente se desarrolla en orden de predominancia sobre rocas de la Formación Fomeque (Kif) compuesta por calizas biodetríticas fosilíferas, lutitas negras y areniscas cuarcíticas, seguida a esta litología se encuentra sobre rocas de las Formaciones Lutitas de Macanal (Kilm), Chipaque (Ksc) entre otras.

El inventario de movimiento en masa realizado en la zona de estudio dio como resultado que en el Municipio Chita se encontraron siete movimientos en masa los cuales fueron clasificados así: Flujo, Avalancha de detritos, tres deslizamientos rotacionales, dos caídas de detritos. De la misma forma se encontraron cinco movimientos en masa en el Municipio Pisba los cuales fueron categorizados así: tres deslizamientos traslacionales y dos caída de detritos.

### **Susceptibilidad muy alta**

Representando el área más pequeña respecto a la susceptibilidad total se encuentra la categoría de calificación 5 la cual corresponde a Muy Alta. Geográficamente esta categoría de susceptibilidad se evidencia en los Municipios de Socotá (Vereda Buena Vista y sector La Esperanza), Tamara (cercanías a las Quebradas La Mariposa, Campana, Agua Blanca), Pisba (sectores La Dorada, Las Delicias, Simón Bolívar). Litológicamente esta categoría de susceptibilidad se encuentra sobre depósitos tipo Cuaternario Coluvial (Qc) los cuales se constituyen de rocas subangulares, provenientes de las rocas adyacentes, inmersas en una matriz lodosa. Esta clase de depósitos son de gran importancia ya que están asociados a fenómenos de remoción en masa de magnitud considerable.

En lo que respecta al inventario de movimientos en masa realizado en jornadas de campo en esta categoría de susceptibilidad se inventariaron tres movimientos en masa

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

los cuales son uno de tipo Deslizamiento traslacional el cual fue localizado en el Municipio Tamara, y dos categorizados como Flujo de Detritos, localizados en el Municipio Socotá. Dentro de la Plancha 173 – Tamara esta categoría representa el 0.18% ocupando un área de 3.315 Km<sup>2</sup> siendo una de las de menor distribución.

## **1.2 GEOMORFOLOGÍA**

La susceptibilidad a los movimientos en masa por Geomorfología, representa uno de los componentes de mayor importancia puesto que define aspectos relacionados con la génesis, litología y procesos de evolución. Estas características permiten conocer el sistema de relaciones espaciales que caracterizan a las formas del terreno. <sup>(4)</sup>

En la Figura 4, se ilustra el Mapa de Susceptibilidad por Geomorfología de la Plancha 173-Tamara, en donde prevalece la calificación de alta susceptibilidad, seguida por la susceptibilidad media y finalmente la susceptibilidad baja por geomorfología. La categoría de alta susceptibilidad tiene una ubicación en zonas de pendientes escarpadas o afectadas por fallamiento y en zonas activas de movimientos en masa.

---

<sup>4</sup> UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Memoria Explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Escala 1:100.000 Plancha 173-Tamara, Anexo B Geomorfología, 2014, P. 2

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

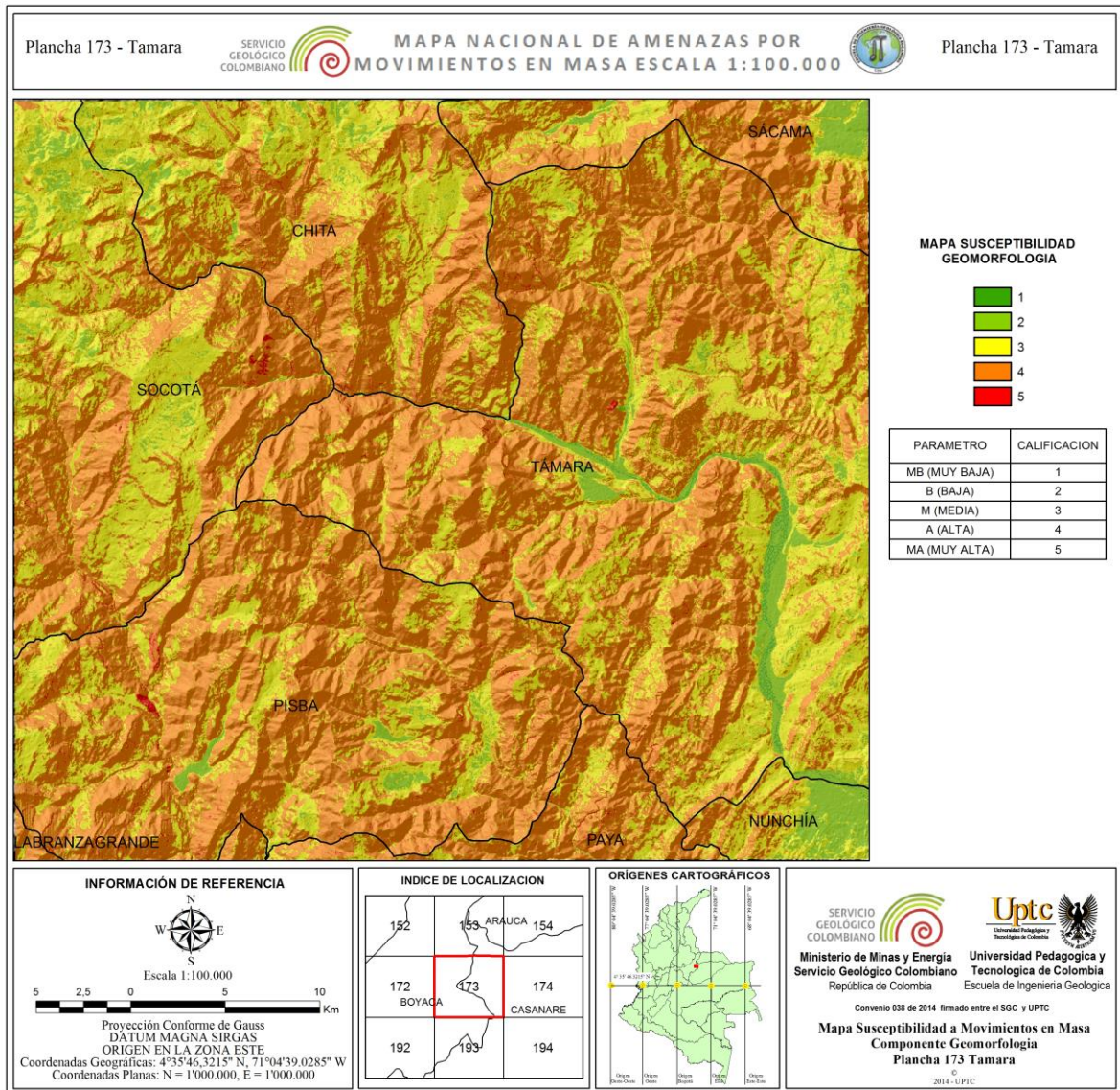


Figura 4. Mapa de susceptibilidad por geomorfología.

A continuación se hace una descripción de las susceptibilidades por geomorfología presentes en la Plancha 173-Tamara. Donde podemos encontrar que la calificación 1 del parámetro muy baja no representa una área repetitiva del mapa y está referida a las partes más bajas y asociada a los cauces aluviales en principal el del río Pauto; mientras que la calificación 5 (Muy Alta) hace referencia a los movimientos en masa

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

inventariados que se encuentran actualmente en la plancha, su ocupación de área es muy pequeña respecto a las demás calificaciones dentro del mapa.

### **Susceptibilidad baja**

La susceptibilidad baja se da principalmente sobre geoformas con relieve relativo bajo a muy bajo, ubicadas al costado suroriental de la plancha y hacia el costado este del municipio de Sacama generalmente vinculadas al ambiente morfo-genético fluvial y algunas denudacionales de pendiente baja en la zona de transición entre la cordillera Oriental y el valle del río Pauto, en el municipio de Tamara, asociada a zonas de pendiente baja a media.

En el mapa la susceptibilidad baja abarca un área de 73.739 Km<sup>2</sup> que corresponde al 4.09% del área total, la calificación de la susceptibilidad y área según el grado de susceptibilidad.

### **Susceptibilidad media**

Se presenta susceptibilidad media en la zona centro oriental y centro occidental de la plancha, cubriendo un área importante de los municipios de Socotá, Chita y Tamara, en la parte montañosa de la plancha, notándose que corresponden en este caso a zonas con pendientes relativamente media desarrolladas sobre rocas in-situ.

Esta susceptibilidad se desarrolla en el ambiente denudacional como: Sierras Residuales (Dsr), los Lomeríos disectados (Dldi), las Terrazas sobre-elevadas “colgadas” (Dts), en el ambiente glacial sobre sierras glaciadas (Gsg), sierras sinclinal glaciada (Gssg), sierras anticlinal glaciada (Gsag), además de algunas unidades de ambiente fluvial.

En el mapa la susceptibilidad media abarca un área de 595.234 Km<sup>2</sup> y corresponde al 33.06% del área total de la plancha.

### **Susceptibilidad alta**

Corresponde a la de mayor predominancia dentro de la zona de estudio y se presenta en la Plancha 173 Tamara en los dos departamentos que componen Sacama, Tamara, Pisba, Chita y Socotá en zonas de laderas abruptas a escarpadas vinculadas al costado Centro Occidental de la cordillera Oriental.

Esta susceptibilidad alta por geomorfología está íntimamente ligada a la susceptibilidad alta a media por morfometría y por pendientes abruptas a escarpadas, en donde priman los Ambientes Estructural, Denudacional y glacial relacionada con las características genéticas de la roca.

El ambiente denudacional se desarrolló principalmente en rocas de origen sedimentario susceptible a fuertes procesos erosivos, que favorecen la formación de suelos residuales, susceptibles a su vez a la erosión y a los movimientos en masa. En el caso del ambiente estructural, la susceptibilidad alta se debe principalmente a la disposición estructural de la roca ya que este ambiente se genera sobre rocas sedimentarias y debido a procesos tectónicos donde la roca es levanta, fracturada y expuesta a los agentes de meteorización, va a corresponder a zonas muy favorables al desarrollo de movimientos en masa.

Un factor adicional influyente, corresponde a la tectónica activa de la zona, que se encuentra controlada por sistemas de fallas de tipo regional como lo son el sistema de fallas de Guicaramo, la falla de Chiscas las cuales favorecen el fracturamiento de las rocas; lo que conlleva a una gran susceptibilidad en la generación de movimientos en masa. En el mapa por la variable geomorfología, la susceptibilidad alta abarca un área 1118.988 Km<sup>2</sup> que corresponde al 62.16% del área total.

### **1.3 SUELOS EDÁFICOS**

El suelo visto como la parte superficial de la capa terrestre que soporta vida, cobra gran importancia en los parámetros a evaluar en la susceptibilidad a los movimientos en masa, debido a que constituye el amarre o estabilizador de la superficie de la tierra, a la vez que conforma la mayor parte del material que se desplaza cuando ocurren movimientos en masa. Una vez el suelo se descubre cortando la vegetación, cuyas Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

raíces forman una red dentro del suelo que lo protegen de los desplazamientos, o se somete a la sobreexplotación, queda vulnerable a los eventos atmosféricos y gravitacionales para ser desplazado en favor de la pendiente.

La evaluación de las características de los suelos dan lugar al mapa de susceptibilidad para esta variable <sup>(5)</sup> (Figura 5), el cual se obtuvo a partir del proceso que se presenta en el Anexo C, Suelos Edáficos.

---

<sup>5</sup> UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Memoria Explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Escala 1:100.000 Plancha 173-Tamara, Anexo C Suelos Edáficos, 2014, p. 4.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara



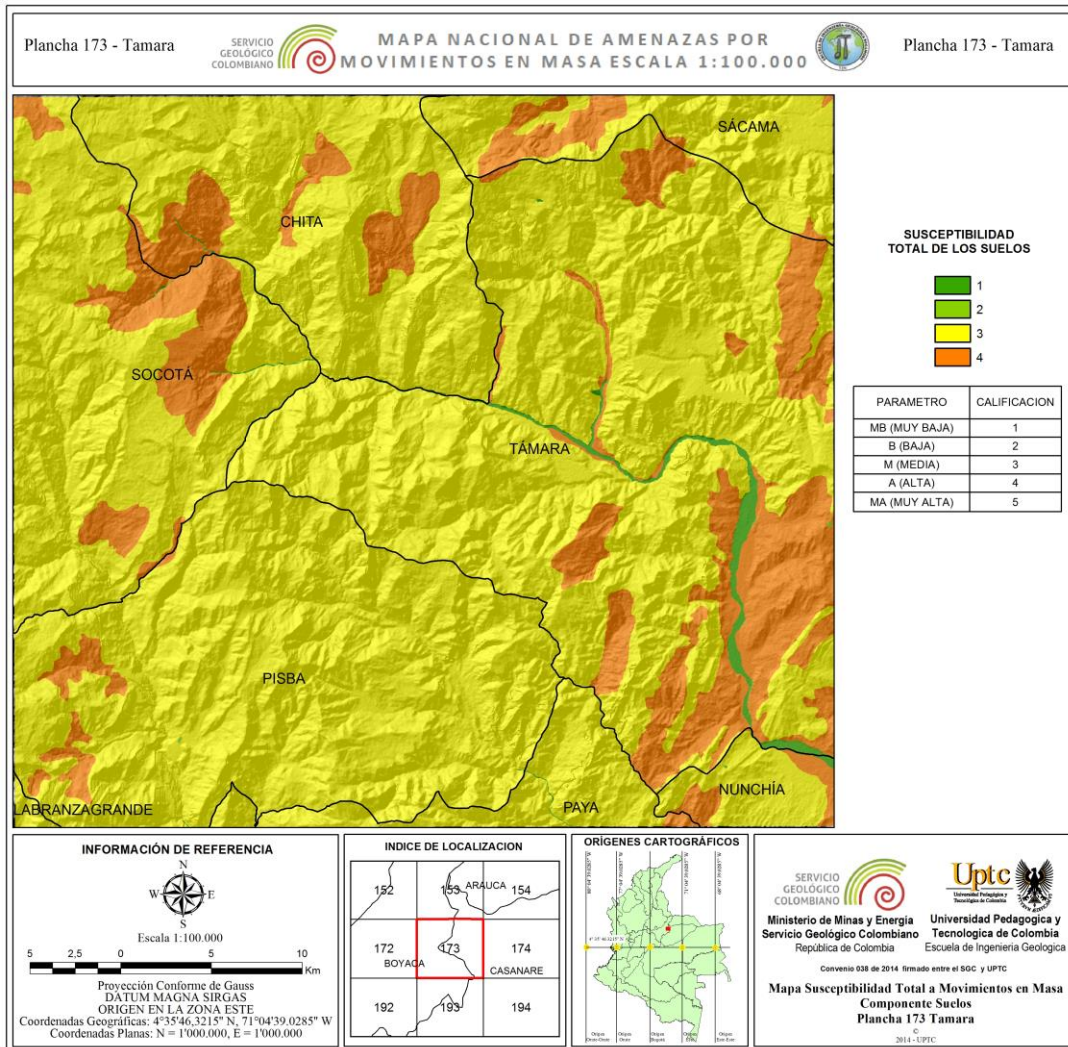


Figura 5. Mapa de susceptibilidad por suelos edáficos.

### Susceptibilidad muy baja:

La susceptibilidad calificada como Muy Baja es del 0,92%, se refiere a los cuerpos de agua (ríos amplios, lagunas).

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

**Susceptibilidad baja:**

Cubre la mayor parte de los centros urbanos, representa el 0,01% de la plancha. Normalmente estas áreas presentan suelos de diferentes profundidades y con drenaje natural bueno.

**Susceptibilidad media:**

Como susceptibilidad media se califican los suelos con poco desarrollo como Entisoles e Inceptisoles que tienen como limitante principal la roca compacta de composición arcillosa o arenosa, e Inceptisoles con alto grado de desarrollo. En estas zonas se encuentran suelos Entisoles, Inceptisoles, Andisoles y afloramientos rocosos; hay suelos superficiales a profundos, con drenaje natural bueno a moderado, textura franca arenosa, franco arcillo-arenosa con presencia de gravas, orgánica, gravosa y arcillosa, encontrados en climas cálido húmedo, extremadamente frío, muy frío pluvial, medio húmedo, medio muy húmedo y muy frío muy húmedo; en los paisajes de montaña, lomerío, piedemonte y valle.

Se observa en toda la plancha, ocupando los diferentes tipos de relieve; representa el 83,75% de la misma.

En esta categoría de susceptibilidad y luego de realizado el trabajo de campo respecto a los Movimientos en Masa de la Plancha 173 – Tamara, se manifestaron veinte movimientos, dentro de los cuales se encuentran once de tipo Caída, cuyos subtipos son siete Caídas de Detritos y cuatro caídas de Rocas, siete movimientos tipo Deslizamiento, subtipo Deslizamiento Traslacional, y finalmente dos movimientos tipo Flujo, subtipo Flujo de Detritos.

**Susceptibilidad alta:**

Representa el 15,32% de la plancha y corresponde a suelos profundos que tienen recubrimientos de cenizas volcánicas y arcillas de relación 2:1. En estas áreas se encuentran suelos Inceptisoles, Entisoles y Andisoles; son suelos profundos a muy profundos, tienen drenaje natural bueno a imperfecto, textura franco arenosa, franco arcillo-arenosa, Arcillo-limosa, franco arcillosa y arcillosa, en climas cálido húmedo,

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

medio húmedo y muy húmedo, y frío muy húmedo; en los paisajes de montaña, lomerío y valle.

Se observa en pequeños sectores en toda la plancha, ocupando relieves de lomas, coluvios y glaciares, algunos con recubrimientos de cenizas volcánicas, en el occidente de los municipios de Sácama y Pisba, el sector oriental de los municipios de Támara, Chita y en el municipio de Socotá.

Luego de realizado el trabajo de campo, respecto a los Movimientos en Masa de la Plancha 173 – Tamara, se evidenciaron siete movimientos, dentro de los cuales se encuentran cuatro de tipo Deslizamiento, dividido en tres Deslizamientos Traslacionales y un Deslizamiento por Flujo; dos movimientos de tipo Caída, subtipo Caída de Detritos, y finalmente un movimiento tipo Flujo, subtipo Avalancha de Detritos.

#### **1.4 COBERTURA DE LA TIERRA**

Las coberturas vegetales muestran directamente el cambio de la dinámica natural de la superficie terrestre, ejercen un papel importante en la regulación de procesos erosivos, generan un equilibrio de la humedad del suelo y del ambiente, disminuyen el movimiento del agua por procesos de escorrentía superficial facilitando el drenaje subterráneo; sus sistemas radiculares forman un entretejido amarrando los horizontes superficiales del suelo y reduciendo así la probabilidad de deslizamientos poco profundos.

Para la evaluación del componente cobertura vegetal se tienen en cuenta aspectos que interactúan con el suelo y están en función de la susceptibilidad a movimientos en masa (Ver Anexo D, Cobertura Vegetal).<sup>(6)</sup>

---

<sup>6</sup> UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Memoria Explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Escala 1:100.000 Plancha 173-Tamara, Anexo D, Cobertura Vegetal, 2014, p. 12.

Una vez evaluados los atributos del componente de Cobertura Vegetal, se generó el respectivo mapa de susceptibilidad (Figura 6) a partir de un proceso de superposición temática, obteniéndose las diferentes categorías descritas a continuación:

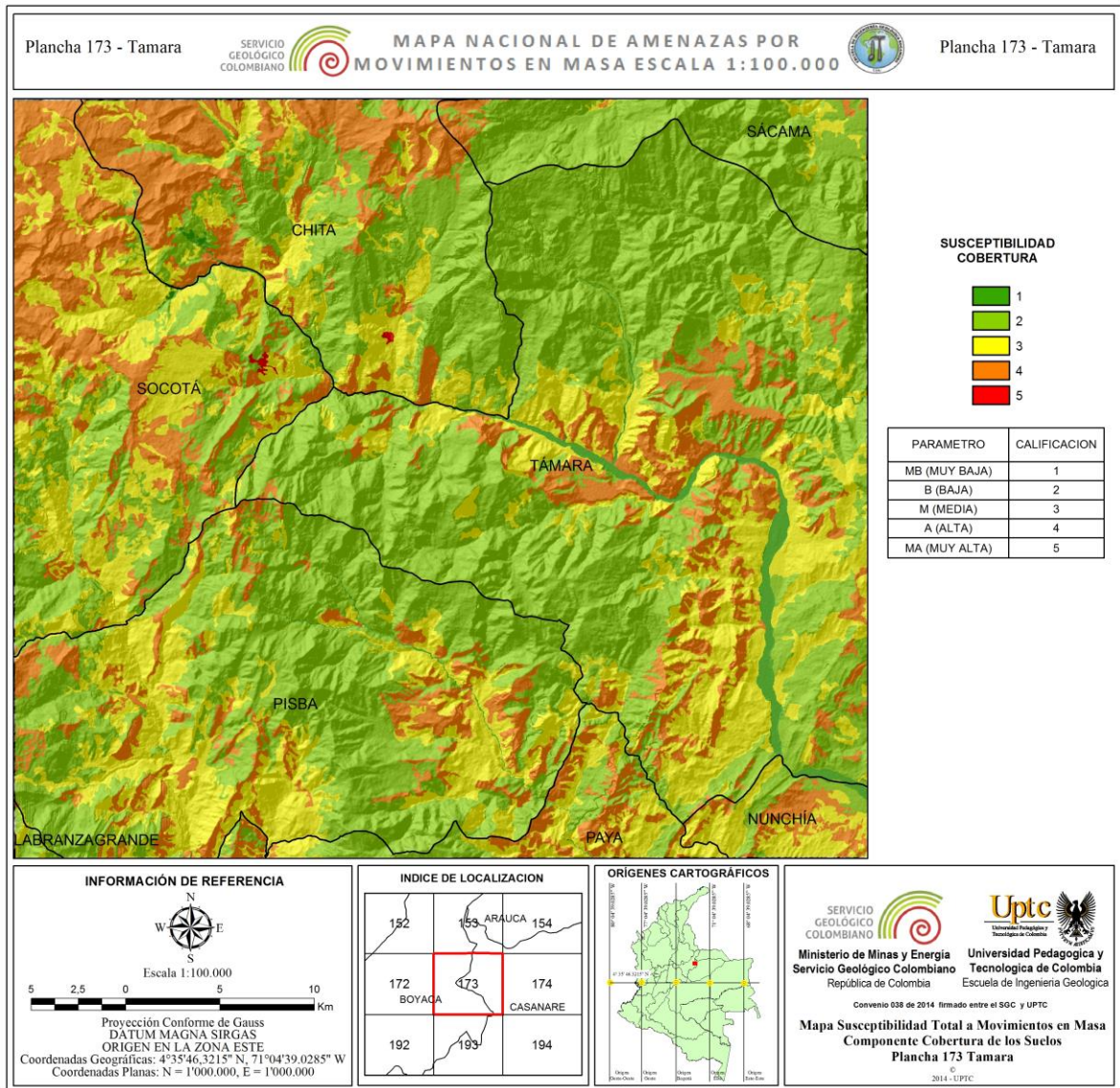


Figura 6. Mapa de susceptibilidad por cobertura.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

**Susceptibilidad muy baja:**

Corresponde a ríos, en el municipio de Támara se encuentra el Río Pauto. Respecto al trabajo adelantado para el inventario de movimientos en masa, no se evidencio ningún movimiento.

**Susceptibilidad baja:**

La afectación climática como frío húmedo, frío seco, cálido húmedo, templado húmedo, muy frío seco, con predominio de vegetación natural como bosque denso alto de tierra firme áreas con muy baja presión antrópica lo que favorece los efectos de inundaciones, avalanchas y erosión. Sin embargo se observan áreas que requieren mayor cuidado donde hay pérdida de la vegetación natural para dar paso a pastos y cultivos.

Se presenta en los municipios de Sácama en quebrada los Cacaos, en el municipio de Támara vereda Agua Blanca, hacia el Banco, Yarumal, en el sector Naranjito, La Reforma, Las Peras en la vereda San Pedro en Guaduas, Mata de Palma, en el municipio de Paya hacia El Pinal, El Recuerdo, El Carmen y en el municipio de Pisba hacia Monserrate, Palmira y Australia.

Según el inventario de movimientos en masa de la Plancha 173 – Támara se evidenciaron doce movimientos clasificados así: seis de tipo Deslizamiento subtipo Deslizamiento por flujo y traslacional, cuatro de tipo Caída subtipo caída de detritos y caída de roca, dos tipo flujo subtipo flujo de detritos.

**Susceptibilidad media:**

Se encuentra influenciada por las unidades climáticas templado húmedo y frío seco, la vegetación existente se encuentra en sistemas de bosque fragmentado con pastos y cultivos y vegetación secundaria o en transición, como consecuencia de procesos antrópicos para dar paso a diferentes usos especialmente agricultura y ganadería, sin embargo se conservan áreas en estado de regeneración y sucesión natural. Sin mayor impacto a movimientos en masa.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

Se localiza en el municipio de Socotá hacia Rivera, Buenos Aires, Monserrate, en el municipio de Chita en Alto Santa cruz, La Provincia, La Floresta; hacia el municipio de Támara en Nueva York, Chinquila, Barranquilla, la Vega de las Mesas, en la vereda Eccehomo hacia Naranjitos, La Pradera y en el municipio de Paya en Vicerta.

Según el inventario de movimientos en masa de la Plancha 173 – Támara se evidenciaron catorce movimientos clasificados así: ocho tipo Caída subtipo caída de detritos y caída de roca, cinco tipo Deslizamiento subtipo deslizamiento traslacional y deslizamiento traslacional en cuña y uno tipo Flujo subtipo Avalancha de detritos.

**Susceptibilidad alta:**

Áreas donde el uso del suelo se encuentra especialmente en pastos y herbazal denso de tierra firme no arbolado, en zona montañosa de la cordillera oriental con unidades climáticas como muy frío seco y templado húmedo. Se presenta en el municipio de Socotá sector La Cascada, Santuario, Laguna Cuevarrica, hacia el municipio de Chita en la cuchilla Boquerones, cuchilla tirepalo, en el municipio de Támara vereda San Pedro sector Risaralda también en el municipio de Nunchía en El Porvenir y en Tamura. En el municipio el Retiro en la cañada Ensayadera. En el municipio de Montebello en las quebradas del Oso y Tabito, en las Lagunas Verde y Cuevarrica, en los sectores el Santuario y Pozo Café. En el municipio de Santa Barvara en el sector San Jose y en la quebrada la Tara. En el municipio del Abejorral, en la quebradas la Motavita, el Crisolito y Toragua.

Esta susceptibilidad se caracteriza por una fuerte presión antrópica producto de la actividad ganadera en suelos de alta pendiente, el pisoteo continuo puede generar compactación del suelo y desplazamiento de partículas de suelo pendiente abajo.

Según el inventario de movimientos en masa de la Plancha 173 – Támara se evidenciaron tres movimientos clasificados así: dos movimientos de tipo deslizamiento subtipo traslacional y una caída de subtipo caída de detritos

**Susceptibilidad muy alta:**

Representa un área de 0.05% y una extensión de 84.48 has en tierras desnudas y degradadas producto de un desequilibrio y no evolución del suelo por la fuerte presión antrópica o por factores de tipo natural ya sea el clima y el relieve. Hacia Socotá en zona aledaña Quebrada Las Lajas. Y en límites de Chita y Támara sector Santa Helena y Juncolito.

**1.5 FACTOR DETONANTE LLUVIA**

En la Figura 7, se muestra el mapa correspondiente al factor detonante lluvia, que zonifica la distribución de la lluvia máxima diaria presente en la Plancha 173-Tamara, representada por tres zonas donde se observan las mayores concentraciones de los factores climatológicos que son obtenidos a partir de la zonificación climática nacional y de las lluvias máximas diarias, acorde con su contribución a los movimientos en masa (7).

---

<sup>7</sup> UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Memoria Explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Escala 1:100.000 Plancha 173-Tamara, Anexo E Detonante Lluvia. 2014.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

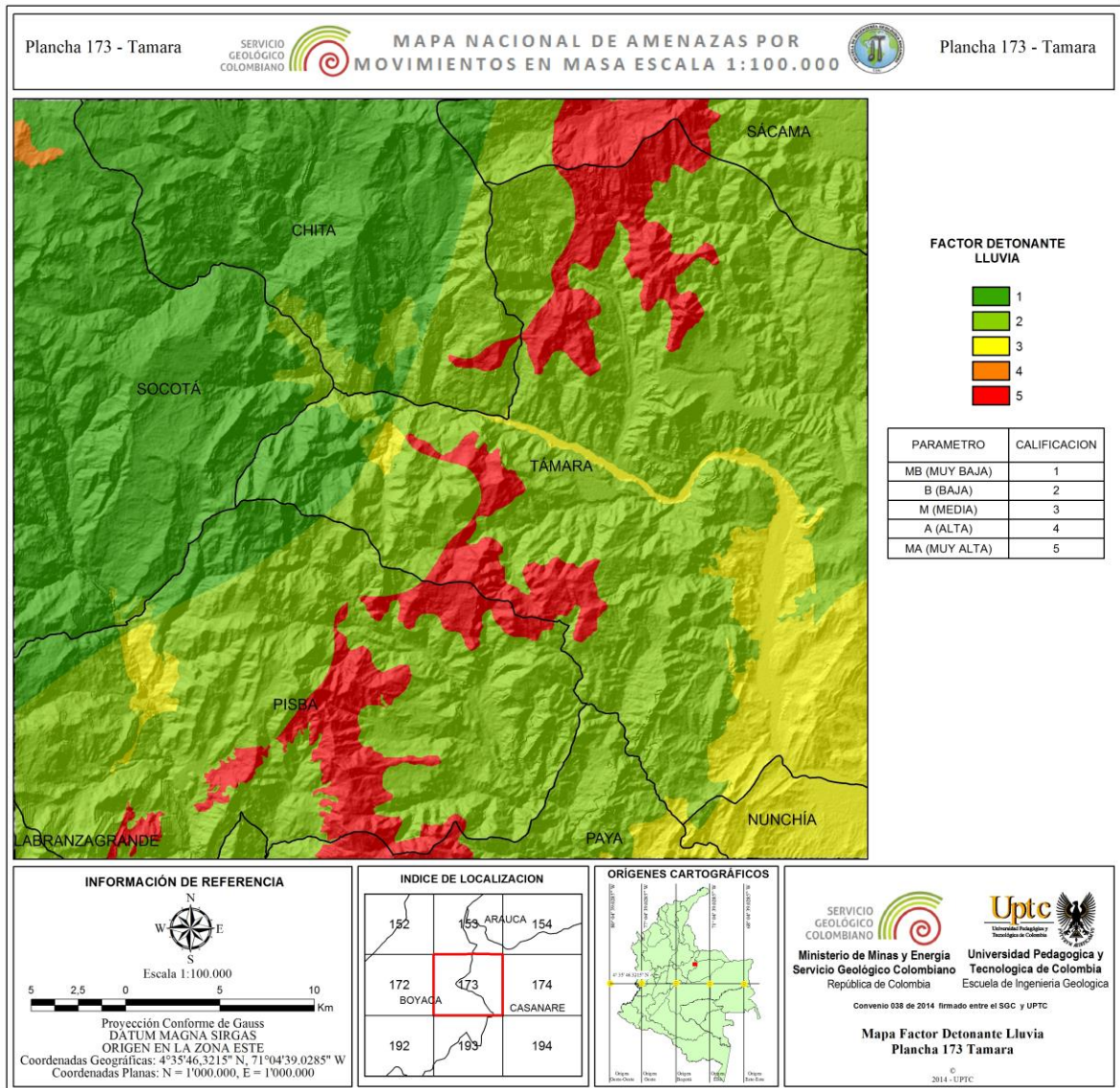


Figura 7. Mapa factor detonante lluvia.

Mediante la evaluación del detonante climático, es posible identificar que para la Plancha 173 – Tamara se encuentran todos los rangos de clasificación, los cuales se encuentran sectorizados a lo largo y ancho del área de estudio.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara



La calificación 5 del detonante lluvia, se localiza en la parte central de la zona de estudio, comprendiendo los Municipios Sácama (al costado de la Quebrada Los Cacaos), Tamara (sectores Cuchilla de Agua Blanca, Cerro Cascajal y al costado del Río Los Salitrones y de las Quebradas Honda, Amparo, Cascajera), Pisba (sectores Loma Moscú, Buena Vista, Loma Brava, Tierra Amarilla, San Luis, Las Brisas, Monteverde, Villa De Leiva, Cerro Verde y al costado de las Quebradas Noguera, El Tablón, Buena Vista, Castro), Paya (sector Cerro Monserrate) y Chita (Quebrada Seca).

En estos sectores, la zonificación climática corresponde, a un parámetro de 5 y, las lluvias máximas diarias, corresponden a un valor de (100–150 mm/día). Esta condición representa una incidencia media respecto a la susceptibilidad del terreno, a la generación de movimientos en masa (Plancha 173 – Tamara).

Para el parámetro de calificación 4, el cual es el menos representativo para esta calificación por la variable detonante lluvia y el cual se ubica geográficamente en el extremo Noroccidental de la Plancha 173 – Tamara, en el Municipio Socotá (Alto Romero); corresponde a lluvias máximas diarias de (50-100 mm/día), dicha condición representa una baja incidencia del terreno frente a la generación por movimientos en masa.

El parámetro de calificación 3 se localiza en su mayor parte al costado Suroccidental de la plancha 173 – Tamara, en los Municipio Nunchía (sectores Mata De Palma, Algarrobo, Tamura, Los Mangos, La Pradera y al costado del Río Nunchía) para este sector el valor de la zonificación climática para esta categoría por el detonante lluvia corresponde a un valor de 2 y las lluvias máximas diarias corresponden a un parámetro de 4 (150-220 mm/día). En los Municipios Tamara (sectores San Vicente, El Camino, Tabloncito, Las Peras, Puerto Colombia, Las Brisas, y al costado del Río Pauto), Paya (sectores Mi Ranchito, Guayabal, La Fe, El Pinal), Finalmente se evidencia en la parte Suroriental de la zona de estudio en el Municipio Pisba (Las Brisas, Simón Bolívar, Buena Vista, Las Delicias y La Dorada). El valor de la zonificación climática para esta categoría por el detonante lluvia corresponde a un valor de 2 y el de lluvias máximas diarias corresponden a un parámetro de 3 (100-150 mm/día). Es conveniente aclarar que en el límite entre los Municipios Tamara y Nunchía (Vereda San Pedro, Risaralda, Rancho Alegre, Miraflores y Las garzas) El valor de la zonificación climática para esta

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

categoría por el detonante lluvia corresponde a un valor de 3 y el de lluvias máximas diarias corresponden a un parámetro de 4 (150-220mm/día).

La categoría correspondiente al parámetro de calificación 2 es la que predomina para esta variable, se localiza dentro de una amplia extensión de la plancha en la zona Centro oriental, comprendiendo así los Municipios Sácama (al costado de las Quebradas Los Careos, Los Cacaos y Colorada), Tamara (Veredas Agua Blanca, Eccehomo, sectores Loma El Jalón, Cuchilla El Amparo, Morro Campana, El Sinal, Yarumal, La Parroquia, Cerro Altamira, La Colorada, Sabana Larga, Cuibareque, San Cayetano, El Tabloncito, y al costado de los Ríos Ariporo, Aripori y de las Quebradas Peña Pelada, Culebrera, Agua Blanca, Colorada), Paya (Vereda San Luis, sectores Puerto Nuevo, Las Guaduas, Salinas de Palomas, Vicerta), Pisba (Monserrate Palmira, Cerro Los Farallones, La Reforma, San Francisco, Los Uvos, Lusitania, Buenavista, Loma San Agustín, Loma Buenos Aires, Loma La Pradera, Loma La Ilusión, Loma El Tablón, Loma De Los Viejos, El Naranjito, Corocito, Loma San Francisco), Chita (Pedregal, Loma Venados y cerca de la Quebrada La Laja), Labranzagrande. En estos sectores el valor de la zonificación climática para esta categoría por el detonante lluvia corresponde a un valor de 3 y el de lluvias máximas diarias corresponden a un parámetro de 3 (100-150 mm/día). Para los límites de los Municipios Socotá (sectores La Trinquera, Vesubio, Ramal), Chita (Sectores Palonegro, La Mesa, Peña La Pizarra, La Florida Majagual, Santa Helena, La Floresta), Tamara (sectores Campo Hermoso, Buenavista, Berlín y la Vega), Pisba (costado de la Quebrada Payero (Pisba)) para estos sectores el valor de la zonificación climática para esta categoría por el detonante lluvia corresponde a un valor de 2 y el de lluvias máximas diarias corresponden a un parámetro de 2 (50-100 mm/día). Lo anterior indica que en las primeras zonas mencionadas la probabilidad de generación de movimientos en masa por el detonante lluvia correspondería a una susceptibilidad media; mientras que para las segundas zonas mencionadas se tendría una probabilidad a la generación de movimientos en masa baja.

Hacia la zona Oriental se desarrolla la categoría del parámetro de calificación 1, dicho sector obtiene un valor de zonificación climática de 3 y el de lluvias máximas diarias corresponden a un parámetro de 2 (50-100 mm/día), indicando así una baja probabilidad a la generación de movimientos en masa para la variable detonante lluvia; geográficamente esta categoría se ubica en los Municipios Socotá (Veredas Buenavista,

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

La Reforma y los sectores La Cascada, Rivera, Loma El tablito, Pozo El Café, El Contadero, La Etonia, Santa Fé).

## **1.6 FACTOR DETONANTE SISMO**

La Figura 8, corresponde al insumo del detonante sismo. El detonante sismo, para la Plancha 173 – Tamara, a partir del cual se genera el mapa de amenaza relativa por detonante sismo, se evalúa a continuación; respecto a las categorías que describen el efecto que se desarrolla sobre la susceptibilidad del terreno.

El detonante sismo permite identificar, que a nivel general de la Plancha 173 – Tamara se presenta un parámetro de calificación de sismicidad (5), indicando que su contribución a la generación de movimientos en masa es de tipo Muy Alta. (Tabla 44, del Documento Metodológico de la Zonificación de Susceptibilidad y Amenaza por Movimientos en Masa, escala 1:100.000. p.131).

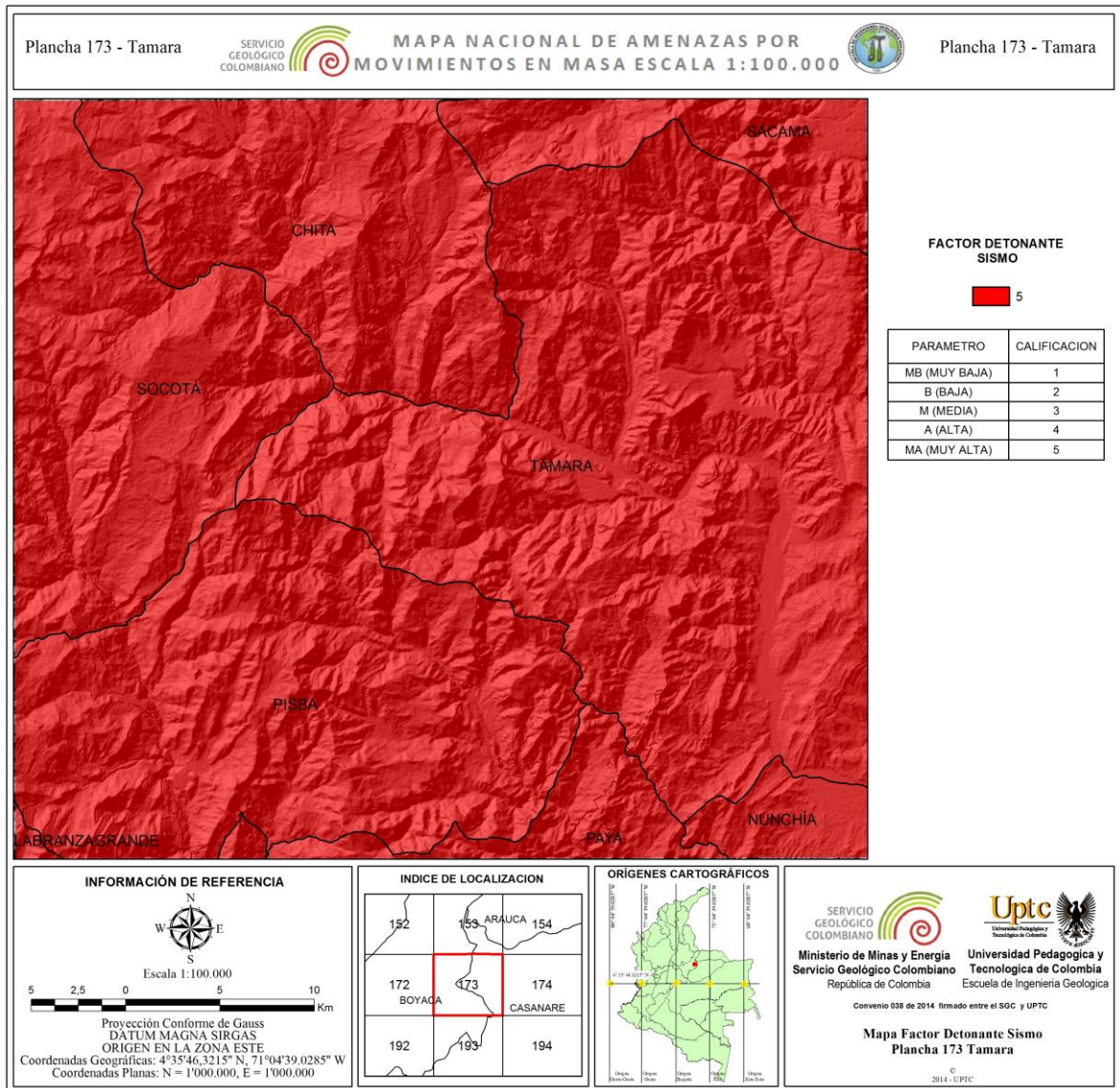


Figura 8. Mapa factor detonante sísmica.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Memoria Explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Escala 1:100.000 Plancha 173-Tamara, Anexo F Detonante Sismo. 2014.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

## **1. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD Y AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA**

A continuación se describen los aspectos representativos que influyen a nivel de la susceptibilidad y amenazas por movimientos en masa para la plancha 173-Tamara haciendo relación a la interacción entre los diferentes componentes físicos y los diversos tipos de movimientos en masa que se presentan para esta zona.

### **1.1 SUSCEPTIBILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA**

En la Figura 9, se observa el mapa final de susceptibilidad por movimientos en masa, resultado de la suma de las variables (geología, geomorfología, suelos edáficos y cobertura vegetal).

De acuerdo con el mapa y la Figura 10, se concluye que, la susceptibilidad de mayor distribución espacial es la media, seguida por la susceptibilidad alta mientras que las susceptibilidades, baja y muy alta, no representan en conjunto más del 3%. A partir de la cual se determina la distribución porcentual (Figura 10 y Tabla 3) de cada una de las categorías de amenaza presentes dentro de la Plancha 173 – Tamara.

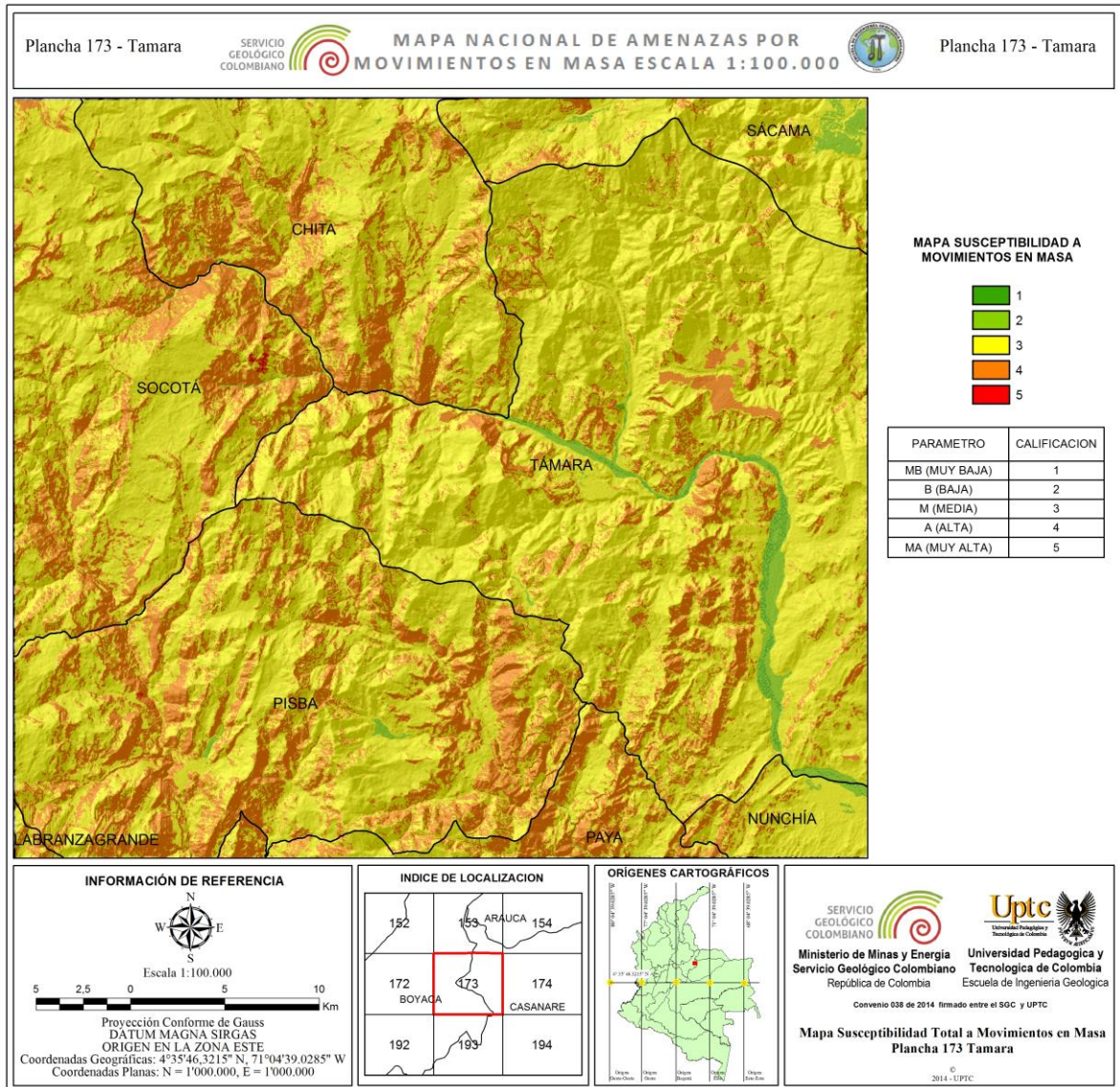


Figura 9. Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa Plancha 173-Tamara.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

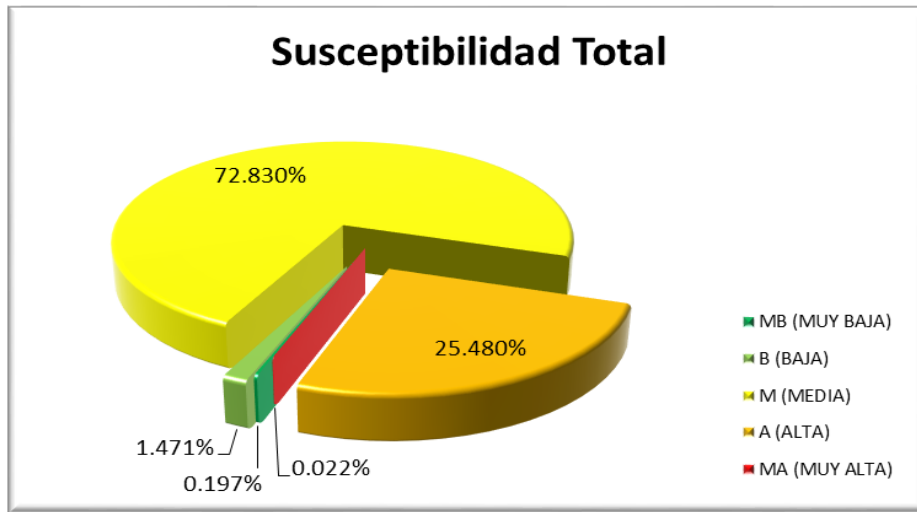


Figura 10. Distribución en porcentajes de la susceptibilidad total.

Tabla 2. Parámetro de calificación de susceptibilidad por movimientos en masa.

CALIFICACION	ÁREA Km <sup>2</sup>	PARÁMETRO
1	3,550843	MB (MUY BAJA)
2	26,481017	B (BAJA)
3	1310,96437	M (MEDIA)
4	458,652492	A (ALTA)
5	0,396632	MA (MUY ALTA)

Fuente. Autores.

Desarrollada la zonificación de amenaza relativa por movimientos en masa para la Plancha 173 – Tamara, las categorías presentes dentro de la zonificación de amenazas se describen a continuación:

### Susceptibilidad Baja

La susceptibilidad baja está asociada a los cuerpos de agua (lagunas y ríos amplios) los cuales se encuentran geográficamente ubicados en el municipio Tamara y corresponden al Río Pauto y en las zonas con pendientes planas a suavemente inclinadas. Esta categoría de susceptibilidad, se desarrolla sobre geformas con relieve

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

relativo bajo a muy bajo tipo, esta categoría de susceptibilidad está asociada a geoformas de origen fluvial, estas son de tipo cauce aluvial (Fca), barra puntual (Fbp), plano o llanura de inundación (Fpi) y terrazas aluviales (Fta), lo cual representa poca o nula susceptibilidad al desarrollo de movimientos en masa, pero si representa alta susceptibilidad a otros procesos, tales como inundaciones. Se presentan en depósitos no consolidados, heterogéneos, de material aluvial, compuestos por fragmentos mal seleccionados de diversos tipos de roca, generalmente sin estratificación, arenas, limos y arcillas.

Durante el trabajo de campo se identifican movimientos en masa en sectores aledaños a los cauces del Río Pauto, quebrada las Lajas, La Mugrosa y sus afluentes, estos movimientos debido a la pendiente y composición litológica de las laderas y se asocian con deslizamientos rotacionales y caídas de detritos, todos generados a partir de procesos erosivos avanzados, pero en sectores donde el relieve relativo es bajo a muy bajo tipo planos de inundación durante el inventario de movimientos en masa en la zona en donde se ubica esta categoría no se encontraron movimientos.

Este tipo de susceptibilidad se desarrolla en suelos con poco desarrollo como Entisoles e Inceptisoles que tienen como limitante principal la roca compacta de composición arcillosa o arenosa, e Inceptisoles con alto grado de desarrollo. En estas zonas se encuentran suelos Entisoles, Inceptisoles, Andisoles y afloramientos rocosos; hay suelos superficiales a profundos, con drenaje natural bueno a moderado, textura franca arenosa, franco arcillo-arenosa con presencia de gravas, orgánica, gravosa y arcillosa, encontrados en climas cálido húmedo, extremadamente frío, muy frío pluvial, medio húmedo, medio muy húmedo y muy frío muy húmedo; en los paisajes de montaña, lomerío, piedemonte y valle. También se refiere a los cuerpos de agua (ríos amplios, lagunas). Esta categoría abarca un área de 26.481017 Km<sup>2</sup> y corresponde al 1.47 % del total de la Plancha 173 – Tamara.

### **Susceptibilidad media**

Esta condición de susceptibilidad es la más importante en el área de estudio ya que abarca un área bastante amplia sobre los municipios que se encuentran dentro de la plancha 173 - Tamara de los departamentos Boyacá y Casanare, se evidencia en zonas

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara



con laderas suavemente inclinadas a muy inclinadas, se desarrolla en los ambientes Estructural, comprendido por las Sierras Anticlinales (Ssan), Sierras Sinclinales (Sss) y las Laderas de Contrapendiente de Sierra Sinclinal (Ssslc); en el Ambiente Denudacional con unidades como Sierras Residuales (Dsr), los Lomeríos disectados (Dldi), las Terrazas sobreelevadas “colgadas” (Dts); y en el ambiente Glacial en unidades geomorfológicas como sierras glaciadas (Gsg), sierras anticlinal glaciada (Gsan), y sierras sinclinal glaciada (Gssg), que han sido afectadas por la acción de fuertes procesos erosivos, por lo que los suelos presentes son relativamente nuevos y estables.

Esta categoría de susceptibilidad se desarrolla sobre unidades litoestratigráficas tales como la Formación Lutitas de Macanal (Kilm), la Formación Une (Kiu), la Formación Areniscas de las Juntas (Kialj), la Formación Chipaque (Ksc) y la Formación Areniscas del Limbo (Parl).

Todas estas rocas se encuentran fracturadas debido a la incidencia de la falla Chiscas, la falla de Guacaramo, y los lineamientos de falla perpendiculares a estas, razón por la cual se presentan la mayor parte de movimientos en masa, evidenciados durante el trabajo de campo, clasificados como deslizamientos traslacional, caídas de rocas y detritos, flujos de detritos y tierras, observándose sobre las laderas afectadas procesos erosivos como surcos y cárcavas.

Asociada a esta clase de susceptibilidad y paisaje se encuentran los suelos Entisoles, Inceptisoles, Andisoles y afloramientos rocosos, hay suelos superficiales a profundos, con drenaje natural bueno a moderado, textura franca arenosa, franco arcillo-arenosa con presencia de gravas, orgánica, gravosa y arcillosa, encontrados en climas cálido húmedo, extremadamente frío, muy frío pluvial, medio húmedo, medio muy húmedo y muy frío muy húmedo; en los paisajes de montaña, lomerío, piedemonte y valle.

Se encuentra influenciada por las unidades climáticas templado húmedo y frío seco, la vegetación existente se encuentra en sistemas de bosque fragmentado con pastos y cultivos y vegetación secundaria o en transición, como consecuencia de procesos antrópicos para dar paso a diferentes usos especialmente agricultura y ganadería, sin embargo se conservan áreas en estado de regeneración y sucesión natural. Sin mayor impacto a movimientos en masa. Este nivel de susceptibilidad ocupa un área de 1310.964 Km<sup>2</sup> correspondiente a 72.83% del área total de la plancha.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

**Susceptibilidad Alta:**

Esta categoría de susceptibilidad se desarrolla sobre zonas de laderas abruptas, se presenta en unidades geomorfológicas de origen los ambientes: Estructural, comprendido por las Sierras Anticlinales (Ssan), Sierras Sinclinales (Sss) y las Laderas de Contrapendiente de Sierra Sinclinal (Ssslc); y al Ambiente Denudacional con unidades como sierras residuales (Dsr), los lomeríos disectados (Dldi), las terrazas sobreelevadas “colgadas” (Dts). El ambiente denudacional se desarrolla principalmente en aquellas rocas de la Formación Areniscas de las Juntas (Kialj), la Formación Lutitas de Macanal (Kilm), la Formación Diablo (Pdi), la Formación Caja (Pnc), los Cuaternarios Coluviales (Qc), las Terrazas Coluviales (Qtc), geográficamente se localiza dentro de una amplia extensión en los Municipios de Labranzagrando, Pisba, Socotá, Tamara, Pisba y Sacama

Un factor adicional influyente, corresponde a la tectónica activa presente en el área de estudio, donde se evidencia un control estructural definido por los sistemas de fallas de tipo regional, los cuales, incrementan la posibilidad de presentar movimientos en masa por el fracturamiento de la roca. Durante el trabajo de campo, en estas zonas se identificaron movimientos en masa, principalmente caídas de rocas, caída de detritos y flujos de detritos así como deslizamiento en cuña.

Se presentan unidades de suelos como Inceptisoles, Entisoles y Andisoles; son suelos profundos a muy profundos, tienen drenaje natural bueno a imperfecto, textura franco arenosa, franco arcillo-arenosa, Arcillo-limosa, franco arcillosa y arcillosa, en climas cálido húmedo, medio húmedo y muy húmedo, y frío muy húmedo; en los paisajes de montaña, lomerío y valle.

Áreas donde el uso del suelo se encuentra especialmente en pastos y herbazal denso de tierra firme no arbolado, en zona montañosa de la cordillera oriental con unidades climáticas como muy frío seco y templado húmedo. Se presenta en el municipio de Socotá sector La Cascada, Santuario, Laguna Cuevarrica, hacia el municipio de Chita en la cuchilla Boquerones, cuchilla tirepalo, en el municipio de Támara vereda San Pedro sector Risaralda también en el municipio de Nunchía en El Porvenir y en Tamara. Esta susceptibilidad se caracteriza por una fuerte presión antrópica producto de la actividad ganadera en suelos de alta pendiente, el pisoteo continuo puede generar compactación del suelo y desplazamiento de partículas de suelo pendiente abajo. Esta

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

categoría de susceptibilidad abarca un área de 458.652492 Km<sup>2</sup>, que corresponde a 25.48 % del área total de la plancha.

La susceptibilidad muy baja (4) se encuentra ligada a las zonas del cauce del río Pauto y áreas de muy baja pendiente; la calificación de susceptibilidad muy alta se encuentra ligada a los movimientos en masa que fueron inventariados dentro de la plancha 173-Tamara. Estas dos calificaciones no alcanzan a sumar el 1% del total del área de estudio.

## **1.2 AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA**

Una vez obtenida la susceptibilidad por movimientos en masa, se establecieron los escenarios de amenaza relativa por movimientos en masa <sup>(8)</sup>, teniendo en cuenta los factores detonantes sismo y lluvia, ocurridos históricamente en la región.

En la Figura 11 se identifica las diferentes condiciones de amenaza respecto al desarrollo de movimientos en masa, a partir de la cual se determina la distribución porcentual (ver Figura 12 y Tabla 2) de cada una de las categorías de amenaza presentes dentro de la Plancha 173-Tamara.

---

<sup>8</sup> SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000, 2012, 131 p.

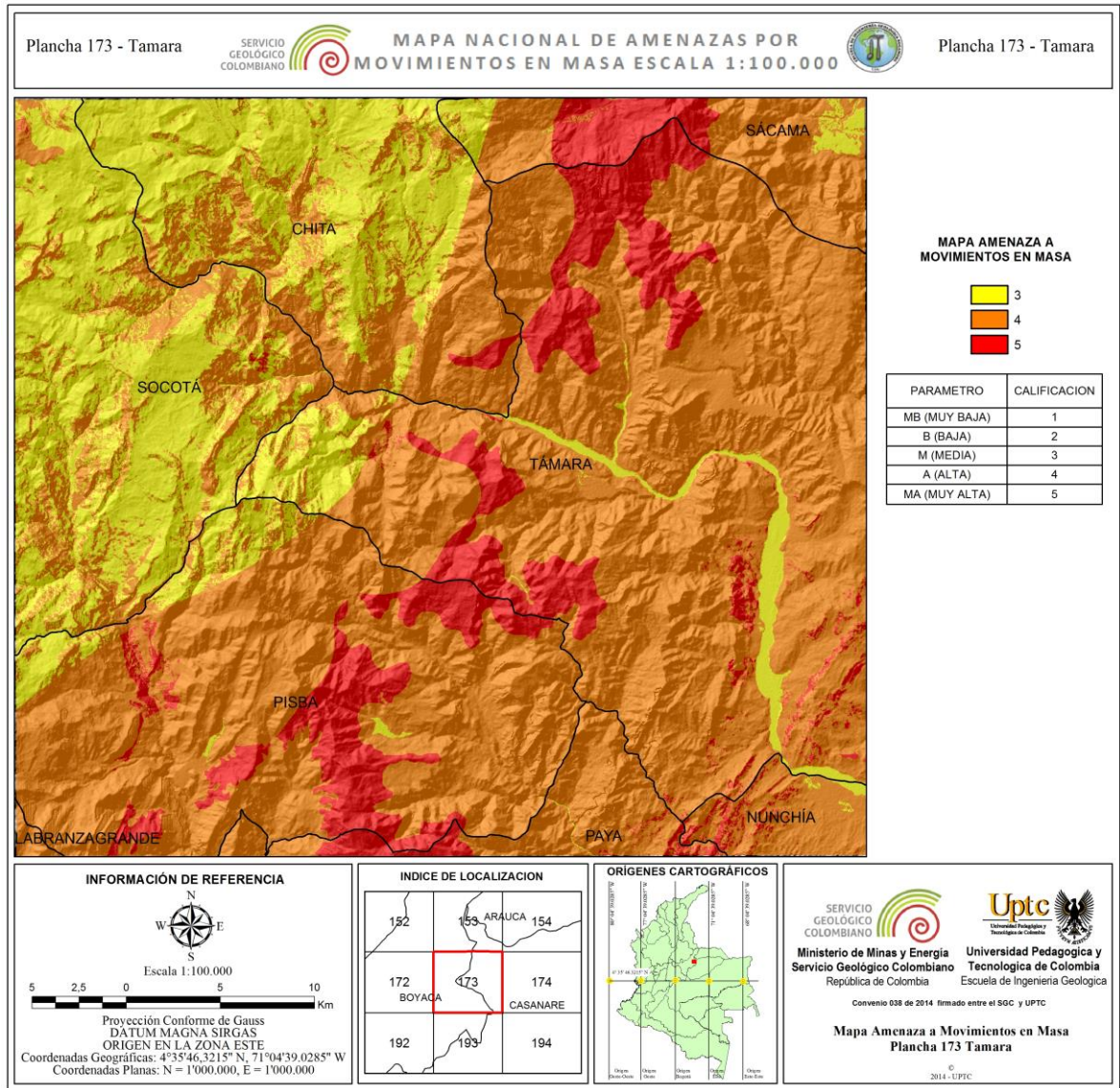
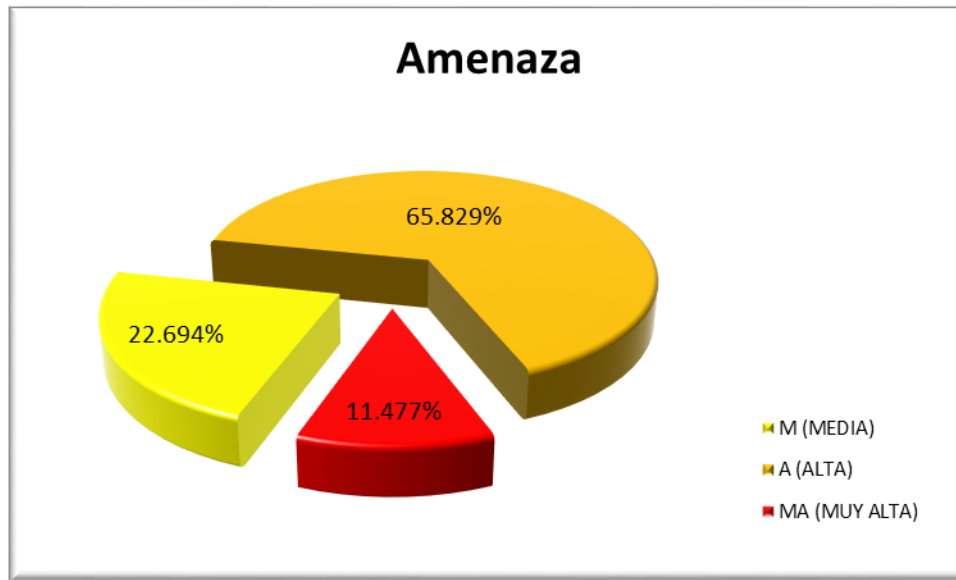


Figura 11. Mapa de amenaza por movimientos en masa.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara



**Figura 12.** Distribución en porcentajes de amenaza total.

**Tabla 3.** Parámetro de calificación y área de Amenaza

CALIFICACIÓN	ÁREA Km <sup>2</sup>	PARÁMETRO
3	408.497326	M (MEDIA)
4	1184.948571	A (ALTA)
5	206.599457	MA (MUY ALTA)

**Fuente.** Autores.

Una vez desarrollada la zonificación de amenaza relativa por movimientos en masa para la Plancha 173-Tamara, se identificó la predominancia dentro de la categoría media y alta, lo cual indica la interacción entre las condiciones físicas inherentes del terreno y los factores a nivel exógeno y endógeno que establecen un escenario propicio para el desarrollo de movimientos en masa, las categorías presentes dentro de la zonificación de amenazas se describen a continuación:

### **Amenaza Media**

Corresponde a la calificación en segundo lugar de ocupación de las zonas que integran el área de estudio, con un porcentaje de área total de 22.69% del área total en la plancha 173 - Tamara. Se localiza en los municipios de Sacama, Tamara, Pisba y Paya.

Se presenta en el ambiente Estructural, comprendido por las Sierras Anticlinales (Ssan), Sierras Sinclinales (Sss) y las Laderas de Contrapendiente de Sierra Sinclinal (Ssslc); al Ambiente Denudacional con unidades como Sierras Residuales (Dsr), los Lomeríos disectados (Dldi), las Terrazas sobreelevadas “colgadas” (Dts), y al ambiente Glacial en unidades geomorfológicas como sierras glaciadas (Gsg), sierras anticlinal glaciada (Gsan), y sierras sinclinal glaciada (Gssg).

En estas zonas se encuentran suelos Entisoles, Inceptisoles, Andisoles y afloramientos rocosos; hay suelos superficiales a profundos, con drenaje natural bueno a moderado, textura franca arenosa, franco arcillo-arenosa con presencia de gravas, orgánica, gravosa y arcillosa, encontrados en climas cálido húmedo, extremadamente frío, muy frío pluvial, medio húmedo, medio muy húmedo y muy frío muy húmedo; en los paisajes de montaña, lomerío, piedemonte y valle existente se encuentra en sistemas de bosque fragmentado con pastos y cultivos y vegetación secundaria o en transición, como consecuencia de procesos antrópicos para dar paso a diferentes usos especialmente agricultura y ganadería, sin embargo se conservan áreas en estado de regeneración y sucesión natural. Sin mayor impacto a movimientos en masa, presentando valores de lluvia máxima diaria entre 50-100 mm/día a 150-200 mm/día.

De esta manera es posible que se presenten movimientos en masa de tipo deslizamiento rotacional, translacional, caídas de rocas y detritos, reptaciones y flujos entre otros, lo cual puede ser favorecido debido a la intervención antrópica desarrollada por los cambios de cobertura vegetal, mal manejo de las actividades agropecuarias y desarrollo vial sin las respectivas técnicas de manejo que permitan favorecer la estabilidad del terreno. Las afectaciones relacionadas a movimientos en masa en esta categoría de amenaza dentro la zona de estudio, están ligadas principalmente a obstrucciones viales, daños en viviendas, infraestructura y sistemas productivos agropecuarios, localizados en laderas intervenidas antrópicamente.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

### **Amenaza Alta**

Se presenta donde la interacción de los componentes geomorfológicos, las características de los suelos y los tipos de cobertura vegetal condicionan un escenario propicio al desarrollo de movimientos en masa, así como la interacción de las características climatológicas que favorecen la ocurrencia de los mismos.

Ocupando la mayor proporción de área respecto a las demás calificaciones. Se localiza dentro de una amplia extensión en los Municipios de Labranzagrande, Pisba, Socotá, Tamara, Pisba y Sacama la cual; se encuentra ligada a los ambientes: Estructural, comprendido por las Sierras Anticlinales (Ssan), Sierras Sinclinales (Sss) y las Laderas de Contrapendiente de Sierra Sinclinal (Ssslc); y al Ambiente Denudacional con unidades como Sierras Residuales (Dsr), los Lomeríos disectados (Dldi), las Terrazas sobreelevadas “colgadas” (Dts), con presencia de suelos Inceptisoles, Entisoles y Andisoles; son suelos profundos a muy profundos, tienen drenaje natural bueno a imperfecto, textura franco arenosa, franco arcillo-arenosa, Arcillo-limosa, franco arcillosa y arcillosa, en climas cálido húmedo, medio húmedo y muy húmedo, y frío muy húmedo; en los paisajes de montaña, lomerío y valle.

La amenaza alta corresponde a los parámetros 7 a 8, presenta rangos de lluvia máxima diaria de 100-150 mm/día a 150-220 mm/día, generando mayor saturación en los suelos y así influyendo en gran medida al desarrollo de movimientos en masa. Esta categoría debido al fracturamiento de las rocas, lo cual es generado por el alto fracturamiento ya que esta zona tiene gran diversidad de estructuras tectónicas. Los sismos en esta zona, pueden llegar a una aceleración pico de 200-300 cm/seg<sup>2</sup>. Esta categoría corresponde a una de las mayores áreas presentes, con un porcentaje de 65.82% y sobre las cuales se desarrollan movimientos en masa tales como deslizamientos rotacionales, translacionales y reptaciones, que afectan principalmente corredores viales rurales, viviendas, infraestructura de servicios y sistemas productivos agropecuarios en zonas de ladera.

### **Amenaza Muy Alta**

Geográficamente se desarrolla en los municipios de Sacama, Tamara Pisba y Paya, abarcando el 11.477% del área total.

Corresponde a zonas de laderas que presentan pendientes muy inclinadas a escarpadas. Estas unidades geomorfológicas son de origen estructural (Sierra anticlinal, ladera de contrapendiente de sierra sinclinal, espolón alto de longitud larga y ladera estructural de sierra sinclinal). Litológicamente se relacionan con rocas de la formación Areniscas de las Juntas (Kialj) y formación Une (Kiu).

En esta categoría hay presencia de suelos de texturas moderadamente finas y francas, las cuales tienen mediana capacidad de retención de humedad y bajos límites de Atterberg, además tienen algunos contenidos de gravilla que disminuyen la susceptibilidad. Se encuentra en la mayor parte de la plancha, ocupando todos los tipos de paisajes. Representada principalmente por pastos enmalezados y mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, los espacios naturales constituidos por árboles producto de relictos de bosque de baja o nula intervención antrópica y/o sistemas agro pastoriles que contribuyen a estabilizar las zonas de ladera

Las lluvias diarias máximas diarias corresponden a un valor de (100–150 mm/día), generando una mediana saturación en los suelos y así influyendo al desarrollo de movimientos en masa, la intervención antrópica es evidente en el cambio de cobertura vegetal (pastoreo); la deforestación, mal manejo de aguas superficiales, incremento en la escorrentía, y, por ende, mayor saturación del suelo. Los sismos del área pueden llegar a una aceleración pico de 200-300 cm/seg<sup>2</sup>, en esta categoría se presenta un alto fracturamiento de las rocas ya que se tiene gran diversidad de estructuras tectónicas. Las afectaciones relacionadas a movimientos en masa en esta categoría de amenaza dentro la zona de estudio, están ligadas principalmente a obstrucciones viales, daños en viviendas, infraestructura y sistemas productivos agropecuarios,



## CONCLUSIONES

La evaluación de la susceptibilidad y amenaza de la Plancha 173 Tamara, permitió identificar que las zonas más propensas a presentar movimientos en masa, están condicionadas a laderas de pendientes moderadamente altas a escarpadas, en las cuales priman geoformas de ambiente estructural, sobre rocas esquistosas. Estas zonas corresponden principalmente a áreas deforestadas que han dado paso al establecimiento de coberturas de pastos limpios y a mosaicos de cultivos, en suelos profundos, asociados a recubrimientos de cenizas volcánicas. En estas mismas zonas, es donde se han materializado los procesos, que han dado lugar a los movimientos en masa, algunos de ellos inventariados.

Dentro del componente geológico se identifica que las categorías de mayor susceptibilidad se presentan sobre rocas de unidades litoestratigráficas tales como la Formación Lutitas de Macanal (Kilm), la Formación Une (Kiu), la Formación Areniscas de las Juntas (Kialj), la Formación Chipaque (Ksc) y la Formación Areniscas del Limbo (Parl), dichas rocas presentan resistencia moderada, textura foliada, y avanzados procesos de meteorización de la roca, todos estos factores inciden en el desarrollo de movimientos en masa.

Dentro de la Plancha 173-Tamara se evidencia que las unidades geomorfológicas sobre las cuales se tiene susceptibilidad alta a presentar movimientos en masa, son principalmente los ambientes denudacional y estructural, esto en conjunto con factores como la pendiente y procesos de deforestación y establecimiento de pastizales que favorecen el desarrollo de movimientos en masa.

Los suelos más favorables para el desarrollo de movimientos en masa dentro del área de estudio son suelos profundos de texturas francas y francas finas, desarrollados a partir de cenizas volcánicas y en algunos casos con altos contenidos de materia orgánica, condición que favorece el desarrollo de procesos erosivos tempranos, erosión agravada y en la mayor parte de los casos movimientos en masa.

Con la evaluación de la cobertura vegetal y lo observado en el terreno se concluye que coberturas boscosas, independientemente de la inclinación de las laderas y de las características de sus suelos, presentan condiciones de buena estabilidad del terreno; a Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

su vez, áreas deforestadas para el establecimiento de pastizales y cultivos en ladera, son favorables para la ocurrencia de movimientos en masa, principalmente en los periodos lluviosos.

Una vez elaborada la zonificación de amenazas relativa por movimientos en masa, en la Plancha 173-Tamara, se determina que las condiciones propias del terreno, establecen una condición característica de media y alta amenaza a la ocurrencia de movimientos en masa, mientras que el rango de zonificación de amenazas muy alta ocupa un menor porcentaje, lo cual indica una estrecha interacción entre los procesos endógenos y exógenos que se encargan del modelado del terreno.

En el escenario de amenaza relativa a movimientos en masa por el detonante lluvia, se observa que en las zonas donde se presentan precipitaciones con valores entre 100 y 150 mm, la tendencia a desarrollarse movimientos en masa aumenta, lo contrario en zonas donde el valor de lluvia máxima diaria son menores a 100 mm, la tendencia disminuye al desarrollo de estos.

Aunque la susceptibilidad a movimientos en masa para los componentes geológicos y geomorfológicos determinan unas categorías bajas y muy bajas, en el terreno se pudieron observar procesos de desestabilización de laderas, que pueden asociarse al grado de meteorización y alteración de las rocas conformando suelos residuales de variado espesor que no son cartografiables a la escala de trabajo establecida para el presente estudio.

Con esta zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa en escala 1:100.000, se tienen elementos para la toma de decisiones en la planificación del territorio y la reducción de desastres a nivel regional; sin embargo, para efectos de planificación del territorio a nivel municipal y para la evaluación de aspectos locales y puntuales, se recomienda, aplicar las escalas de detalle y sus aspectos metodológicos para tal fin.

## RECOMENDACIONES

Establecer por parte de las entidades ambientales y municipales una restricción de las actividades que desarrollan mayor degradación de la capa vegetal, como lo es cambios en la cobertura del suelo en zonas de alta pendiente.

Involucrar procesos de morfoconservación en zonas de paramo, bosques de protección, destinadas a la conservación de la cobertura vegetal que permitan reducir procesos de escorrentía, aumentar la regulación hídrica y reducir la probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa.

Establecer por parte de alcaldía y Corporaciones Autónomas Regionales un mayor control a las restricciones de la ocupación del territorio.

Tener en cuenta los resultados del mapa de amenazas relativas por movimientos en masa para la Plancha 173 - Tamara ya que esta información se tendrá en cuenta como herramienta de consulta base para describir zonas propensas a generar movimientos en masa, para luego desarrollar la planificación, diseño y construcción de obras infraestructura, especialmente terrenos categorizados con amenazas muy altas a movimientos en masa.

Aplicar nuevos modelos donde se integren diferentes variables relacionadas con temáticas como meteorización, erosión y la incidencia antrópica.

Continuar con el proceso de consolidación y seguimiento de movimientos en masa registrados dentro de la plataforma SIMMA con fines de establecer medidas de mitigación tanto estructurales como no estructurales.

Dentro de la aplicación del detonante sismo para la determinación de la zonificación de amenazas por movimientos en masa a escala 1:100.000, se recomienda aplicar un modelo de evaluación sismogenética relacionado con los eventos desarrollados a nivel departamental, y su periodicidad registrada en evidencias neotectónicas y paleosísmicas, a fin de tener información más precisa respecto a los sistemas estructurales regionales (fuente sismogenética), aplicable a las zonas que permiten la identificación de actividad reciente.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara

Involucrar dentro del factor detonante lluvia los aspectos relacionados con periodos de retorno a corto (5 años) mediano (10 años) y largo plazo (más de 20 años) donde se evalúen las condiciones estacionarias relacionadas con el fenómeno de la niña, principalmente en aquellas zonas donde se cuente con información climatológica vigente.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

HOLDRIDGE, L. R. Ecología basada en Zonas de Vida. IICA. San Jose. 216 P. 1979.

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA, reseña explicativa del mapa geológico preliminar Plancha 173 Tamara Bogotá, 1984.

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000. 135, p. 2012.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Memoria Explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Escala 1:100.000 Plancha 173 Tamara, Anexo A Geología. 2014.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Memoria Explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Escala 1:100.000 Plancha 173 Tamara, Anexo B Geomorfología. 2014.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Memoria Explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Escala 1:100.000 Plancha 173 Tamara, Anexo C Suelos Edáficos. 2014.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Memoria Explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Escala 1:100.000 Plancha 173 Tamara, Anexo D Cobertura Vegetal. 2014.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Memoria Explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Escala 1:100.000 Plancha 173 Tamara, Anexo E Detonante Lluvia. 2014.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Memoria Explicativa de la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza Relativa por Movimientos en Masa Escala 1:100.000 Plancha 173 Tamara, Anexo F Detonante Sismo. 2014.

Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 173- Tamara