



**Especialización en prevención, reducción y atención de
desastres**

**Zonificación de amenaza para procesos de remoción
en masa en el sector camino al cementerio,
municipio de Neira caldas: un estudio escala 1:2000**

Santiago Londoño Gutiérrez



**Universidad[®]
Católica
de Manizales**

VIGILADA MINEDUCACIÓN

*Obra de Iglesia
de la Congregación*



**Hermanas de la Caridad
Dominicas de La Presentación
de la Santísima Virgen**

Zonificación de amenaza para procesos de remoción en masa en el sector camino al cementerio, municipio de Neira caldas: un estudio escala 1:2000

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de especialista en prevención, reducción y atención de desastres

Modalidad de grado: Monografía

Faber Mosquera Álvarez ¹ (con ORCID a pie de página)

Nombre de los autores:

Santiago Londoño Gutiérrez

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESPECIALIZACIÓN EN PREVENCIÓN, REDUCCIÓN Y ATENCIÓN DE
DESASTRES
MANIZALES, CALDAS
2023

Tabla De Contenido

<u>Resumen</u>	1
<u>Introducción</u>	2
<u>Objetivo General</u>	4
<u>Objetivos Específicos</u>	4
<u>Descripción Del Problema</u>	4
<u>Planteamiento Del Problema</u>	8
<u>Justificación</u>	9
<u>Contexto Geográfico</u>	10
<u>Antecedentes</u>	14
<u>Marco Normativo</u>	18
<u>Marco Conceptual</u>	20
<u>Marco Teórico</u>	22
<u>Movimientos En Masa</u>	22
<u>El Concepto De Vulnerabilidad</u>	27
<u>Metodología</u>	30
<u>Resultados y análisis</u>	31
<u>Geología</u>	32
<u>Geología regional</u>	32
<u>Geología local</u>	34
<u>Unidad 1 (Ksc):</u>	34
<u>Unidad 2 Qfl:</u>	35
<u>Unidades geológicas superficiales</u>	37
<u>Roca meteorizada y fracturada</u>	37
<u>Suelos residuales</u>	37
<u>Geomorfología</u>	38
<u>Morfología:</u>	40
<u>Uso del suelo y cobertura vegetal</u>	42
<u>Uso residencial:</u>	42
<u>Zona de protección:</u>	42

<u>Conclusiones</u>	50
<u>Recomendación</u>	52
<u>Referencias Bibliográficas</u>	53

Lista De Figuras

<u>Figure 1:Ortofoto área de estudio, sector camino al cementerio Neira Caldas.</u>	3
<u>Figure 2: A- B. deslizamiento de villa tina, Medellín 1987. C. Ecoparque campo santo Villa Tina, 2014.</u>	6
<u>Figure 3: A-B. Emergencia por deslizamiento sector Guacaica, Neira. C.Taponamiento de la vía Manizales Neira. D. Afectación en vivienda por deslizamiento, sector la cuchilla, Neira. Fuente: imagen A, caracol radio. Imagen B-C-D, La patria.com</u>	7
<u>Figure 4: A. Finca cafetera, Neira, Caldas .B. Panorámica municipal, Neira, Caldas.C. Geomorfología del terreno. D. Localización cabecera municipal. E-G.. emergencia sector Guacaica. F. Zonas de inestabilidad vial. Fuente: Imagen A-C, Tomas propias. Imagen.B, PBOT Neira. Imagen D, Google eart. Imagenes E-F-G, Caracol radio</u>	10
<u>Figure 5 Mapa de localización Neira, Caldas, en el mapa se puede observar la posición geográfica que ocupa el municipio de Neira en el departamento de caldas, ademas de la delimitación del perímetro urbano de este tomado y modificado de: PMGRD, Neira. 2016</u>	12
<u>Figure 6:Zona de estudio sector camino al cementerio , Neira, Caldas.</u>	12
<u>Figure 7:Mapa generalizado, área de estudio</u>	13
<u>Figure 8: Afloramiento deposito flujo de lodo volcánico</u>	35
<u>Figure 9:características flujo de lodo volcánico (formación Manizales)</u>	36
<u>Figure 10:Mapa geológico, área de estudio</u>	36
<u>Figure 11: Fenómeno de remoción en masa activo.</u>	38

<u>Figure 12:Mapa unidades geológicas superficiales, área de estudio</u>	38
<u>Figure 13:Mapa unidades geomorfológicas, área de estudio</u>	39
<u>Figure 14:Mapa subunidades geomorfológicas, área de estudio</u>	40
<u>Figure 15:Mapa de pendientes, área de estudio</u>	41
<u>Figure 16:Mapa uso del suelo, área de estudio</u>	43
<u>Figure 17:Mapa de amenaza por movimiento en masa, área de estudio</u>	48

Lista De Tablas

<u>Tabla 1: Tabla de clasificación para movimientos en masa</u>	23
<u>Tabla 2: Factores que propician fenómenos de remoción en masa</u>	24
<u>Tabla 3:Factores y temáticas para la determinación geoambiental</u>	26
<u>Tabla 4: ponderación unidades geológicas</u>	44
<u>Tabla 5: Ponderaciones UGS</u>	45
<u>Tabla 6: Ponderación unidades geomorfológicas</u>	46
<u>Tabla 7: Clasificación pendientes y ponderación</u>	46
<u>Tabla 8: Ponderación uso del suelo</u>	47

Resumen

En el estudio presentado a continuación se realiza un proceso de caracterización de amenaza por fenómenos de remoción en masa en el sector camino al cementerio, cabecera municipal del municipio de Neira, Caldas, a escala 1:2000. Este municipio históricamente ha sido afectado por estos fenómenos, los cuales responden a una serie de combinaciones de características territoriales definidas como factores condicionantes y detonantes, que combinados entre ellos propician que estos eventos de remoción se materialicen, las características temáticas analizadas para realizar esta zonificación son: unidades geológicas, unidades geomorfológicas, unidades geológicas superficiales, pendientes y usos de suelo. la combinación y análisis de estos mapas por medio del álgebra de mapas resultara en el mapa de zonificación de amenaza por remoción en masa categorizado en amenaza baja, media y alta según las características del área de estudio.

Palabras claves: amenaza, remoción en masa, zonificación, factores condicionantes,

Introducción

Mucho se ha hablado sobre los desastres naturales y los efectos que estos tienen sobre el territorio sobre el cual se materializan, basta con dar una mirada alrededor; escenarios como la erupción del volcán nevado del Ruiz en 1985, la cual borro todo rastro de la población de Armero Tolima, el terremoto del eje cafetero en 1995, el deslizamiento de Villatina y la avenida torrencial que afecto la población de Mocoa putumayo, esto por contar algunos de los desastres a los que se ha tenido que enfrentar el territorio colombiano a lo largo de su historia, lo anterior nos lleva a plantearnos ciertos cuestionamientos respecto a ¿cómo? y hacia ¿Dónde? apunta la gestión del riesgo de desastres en nuestro territorio y la principal respuesta se evidencia en la ley 1523 del 2012 la cual tiene como objetivo final llevar a cabo la identificación de escenarios de riesgo bajo sus tres líneas, conocimiento del riesgo, prevención y mitigación del riesgo y manejo del desastre, todo lo anterior desde un enfoque social y humano que involucre en el sistema a todos los actores territoriales, entidades públicas y privadas, administradores territoriales, comunidad científica y finalmente la ciudadanía, las personas que habitan y viven el territorio. Para lograr esta ardua tarea en primer lugar se debe iniciar por encontrar el origen del fenómeno, como se produce y como se transforma este en el tiempo, para entender las consecuencias que conlleva la materialización de los diferentes escenarios de riesgo.

A partir de lo anterior se hace importante que cada ente territorial en sus diferentes niveles; nacional, regional, departamental, municipal y local consideren y cuenten con estudios relacionados a la identificación y caracterización de amenazas, vulnerabilidad y riesgo, como elemento primordial para la toma de decisiones territoriales, la planificación territorial y los procesos urbanísticos y de ocupación del suelo.

En el estudio presentado se realiza un proceso de caracterización de amenaza por fenómenos de remoción en masa en el sector camino al cementerio, cabecera municipal del municipio de Neira, Caldas, municipio que históricamente ha sido afectado por estos fenómenos, los cuales responden a una serie de combinaciones de características territoriales definidas como factores condicionantes y detonantes, que combinados entre ellos propician que estos eventos de remoción se materialicen,

Los factores condicionantes son intrínsecos del suelo y condicionan el comportamiento del mismo, entre estos se puede hablar de las características geológicas, geomorfológicas, morfométricas y de uso del suelo y los factores detonantes que en este caso son las lluvias, las cuales en las temporadas invernales intensas se conjugan y generan la activación de los procesos erosivos.

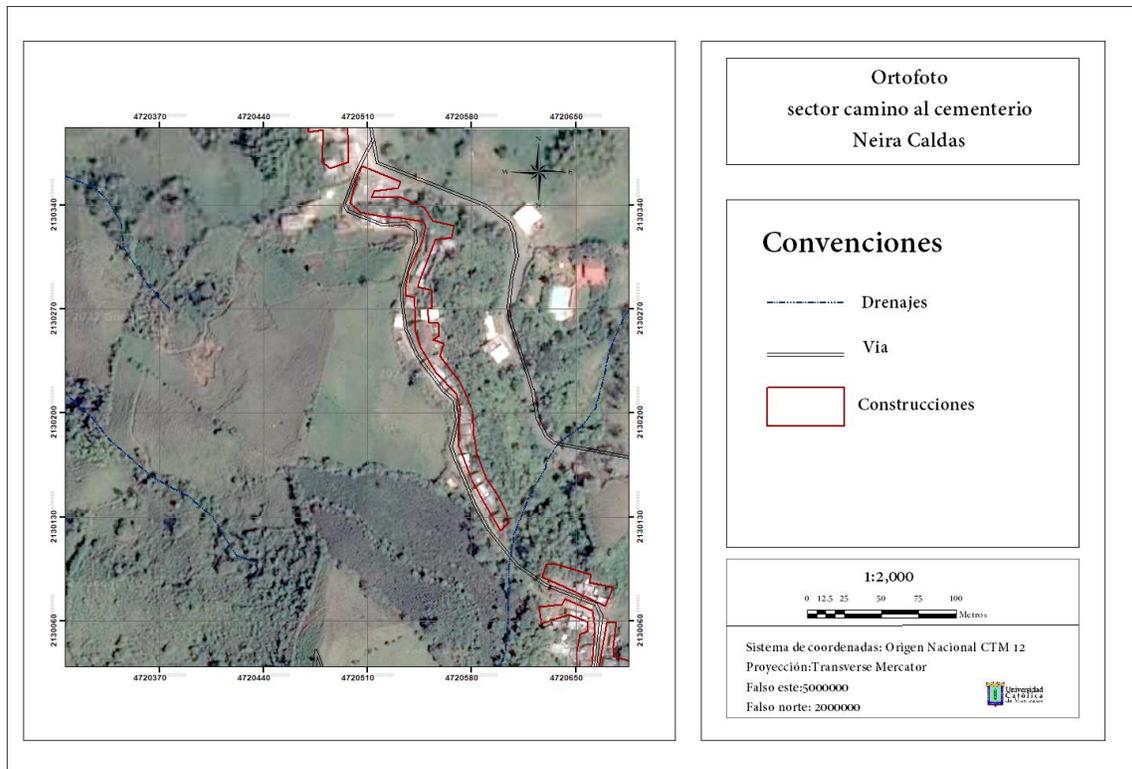


Figure 1: Ortofoto área de estudio, sector camino al cementerio Neira Caldas.

Este estudio se realiza bajo una metodología heurística de análisis multivariable el cual consiste en partir desde una cartografía diagnóstica de información levantada en campo que incluye el mapeo geológico, geomorfológico, morfométricos y del uso del suelo, la cual es el insumo base para zonificar el área de estudio según su condición de amenaza en categorías baja, media y alta.

Objetivo General

Formular la zonificación de amenaza para procesos de remoción en masa en el sector camino al cementerio, municipio de Neira caldas a escala 1:2000

Objetivos Específicos

- ♣ Definir la cartografía diagnóstica, como información base para la zonificación de amenaza en el sector camino al cementerio.
- ♣ Establecer la zonificación de amenaza para movimientos en masa escala 1:2000.
- ♣ Analizar la información obtenida con el fin de concluir y dar recomendaciones respecto a las características y condiciones de amenaza encontradas en el sector camino al cementerio.

Descripción Del Problema

Para la comprensión del territorio se toma como punto de partida que este se constituye de la interacción continua de las dinámicas sociales y la configuración del territorio mismo, la primera definida como las relaciones que se dan en una sociedad constituida en algún momento de la historia y la segunda es el conjunto de datos naturales que el hombre puede modificar de

manera consiente. Partiendo de lo anterior se puede afirmar que los procesos de modificación territorial son cambios y variaciones parciales ocasionadas en el territorio como una respuesta a los diferentes procesos y mecanismos de interacción entre los componentes de los sistemas sociales y la configuración del mismo (santos, 1996). Lo anterior es el vivo reflejo de lo que son las dinámicas sociales, culturales, ambientales y de ocupación del territorio que en conjunto son el territorio mismo, y las cuales cambian en la medida que interactúan, el territorio y su ocupación no es estática generalmente no echa raíces, se modifica constantemente como la vida misma. Estas dinámicas nos han encaminado al desafío de ocupar zonas que en sus condiciones físicas pueden representar un riesgo inminente cuando se conjugan amenazas y vulnerabilidades.

Ocupar territorios en condiciones de amenaza y construir condiciones de riesgo al habitarlos es una situación que comúnmente se puede observar, cuando una comunidad habita en zonas donde la interacción de las condiciones de amenaza por fenómenos naturales conjugados con la vulnerabilidad de las personas y sus medios de subsistencia, se construyen escenarios de riesgo y si este riesgo no se gestiona se materializan los desastres, la gestión de estos riesgos en gran medida depende hacia que hemisferio del planeta se enfoque la atención, no es lo mismo hablar de países que presentan un grado de desarrollo económico, territorial y social alto a mirar hacia los países en vía de desarrollo donde las condiciones de habitabilidad y ocupación del suelo son totalmente diferentes.

En Colombia se hacen visible a lo largo de la historia estos procesos en zonas afectadas por la materialización de fenómenos naturales amenazantes, para ejemplificar la situación se puede hacer mención del deslizamiento de villa tina en el cerro pan de azúcar en la ciudad de Medellín, el cual libero 20.000 metros cúbicos de detritos en un gran movimiento en masa, 500 personas muertas, 70 viviendas destruidas y la considerable suma de 1.000 damnificados de jo

este gran deslizamiento. Estas afectaciones se dieron como resultado del grado de vulnerabilidad de la población, debido a que era un lugar de reasentamiento informal donde se presentaban condiciones económicas, físicas, sociales y ambientales limitadas. A raíz de esto las dinámicas poblacionales y territoriales de este asentamiento cambiaron tanto social como habitacionalmente.



Figure 2: A- B. deslizamiento de villa tina, Medellín 1987. C. Ecoparque campo santo Villa Tina, 2014. Fuente: elcolombiano.com, (2016)

El tema a desarrollar en este trabajo se basa en el análisis de amenaza por moción en masa a una escala detallada (1:2500), como eje fundamental para conocer, entender y zonificar el territorio y presentar una herramienta útil para la toma de decisiones acertadas y oportunas a nivel territorial. La zona de estudio se centra en el sector camino al cementerio, sector norte, cabecera municipal del municipio de Neira Caldas, en el cual se han presentado perturbaciones en el desarrollo normal de su cotidiano vivir afectando así las dinámicas normales de la comunidad que habita este sector. Actualmente esta zona ha presentado eventos de reactivación

de procesos erosivos, los cuales responden a las condiciones propias del suelo denominadas factores condicionantes como lo son la geología, geomorfología, morfometría del terreno, usos y forma de ocupación del suelo, que conjugadas con factores detonantes como la lluvia y el mal manejo de las aguas, lleva a que el terreno ceda y se generen los procesos de desprendimientos masivos de tierra, esto ocasiona una problemática que se evidencia en el taponamiento de vías, desgaste del pavimento, afectación a viviendas y pone en peligro la integridad física y psicológica de las personas.

Con base a lo anterior se hace necesario, generar insumos de detalle para conocer, describir, caracterizar el territorio y el tipo de amenaza a la cual se está expuesto, para que, por medio de estos, la comunidad pueda comprender su hábitat y los fenómenos amenazantes a los cuales está sujeta, además de ser un insumo que podría servir como base para la toma de decisiones por parte de los entes administrativos a nivel municipal.



Figure 3: A-B. Emergencia por deslizamiento sector Guacaica, Neira. C.Taponamiento de la vía Manizales Neira. D. Afectación en vivienda por deslizamiento, sector la cuchilla, Neira. Fuente: imagen A, caracol radio. Imagen B-C-D, La patria.com

Planteamiento Del Problema

¿Cuáles son las zonas más propensas a sufrir afectación por fenómenos de remoción en masa en el sector camino al cementerio, cabecera municipio, municipio de Neira, departamento de Caldas?

Justificación

El municipio de Neira, es uno de los 27 municipios pertenecientes al departamento de Caldas, ubicado en la zona centro sur del departamento, es una zona dominada por escarpadas montañas debido a que se encuentra sobre las vertientes de la cordillera central, este municipio hace parte del paisaje cultural cafetero, de interés ambiental, turístico y cultural de la región. Esta cultura se ha definido como la identidad Socio-Ambiental de la Región, expresada en costumbres, técnicas, tecnologías, prácticas culturales, mitos y leyendas, arquitectura, economía, gastronomía y artesanías lo que lo hace un atractivo para propios y visitantes. Las vertientes prolongadas y las condiciones ambientales hacen de esta zona un lugar inestable por la constante ocurrencia de movimientos en masa que responden en gran medida a las características topográficas, morfométricas, geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, meteorológicas y tectónico- estructurales que confluyen allí.

Los procesos erosivos y de remoción se hacen visibles tanto en la cabecera municipal como en el área rural, afectando en diferente grado y de diferentes maneras a los pobladores de esta región, las acciones de estos procesos de remoción ocasionan el deterioro de la infraestructura física, afectación al turismo y pone en riesgo la integridad de sus habitantes y visitantes.

El sector camino al cementerio se encuentra ubicado en una zona de importancia en el municipio ya que es en este sector donde se encuentra la vía que comunica esta región con otros municipios de caldas como Aránzazu y Salamina lo que lo hace un corredor estratégico para su dinámica y funcionamiento normal, por lo anterior se hace pertinente entender por medio de las características físicas, geológicas y de ocupación del territorio las características y condiciones de amenaza por procesos de remoción en masa que se presentan en este sector. Esto por medio

de la zonificación y representación cartográfica de la misma a una escala que permita la particularización y el análisis de la zona, todo esto enmarcado en la apropiación de la política nacional de gestión del riesgo, en la cual se busca entre otros el conocimiento del riesgo, la apropiación del mismo y el entendimiento del territorio para generar procesos de habitabilidad equilibrada, intervenir el territorio para mejorar las condiciones de vida, esto encaminado también a la búsqueda del desarrollo sostenible y sustentable.



Figure 4: A. Finca cafetera, Neira, Caldas .B. Panorámica municipal, Neira, Caldas.C. Geomorfología del terreno. D. Localización cabecera municipal. E-G.. emergencia sector Guacaica. F. Zonas de inestabilidad vial. Fuente: Imagen A-C, Tomas propias. Imagen.B, PBOT Neira. Imagen D, Google eart. Imagenes E-F-G, Caracol radio

Contexto Geográfico

Neira es un municipio ubicado al sur occidente del departamento de Caldas y hace parte de los 27 municipios que constituyen esta región, Enmarcado en las laderas de la cordillera central de los andes colombianos, tiene una extensión aproximada de 364 km² entre zona urbana y rural, su cabecera municipal se extiende por alrededor de 1.5 km² ,se encuentra a una altura

que oscila entre los 800 y 3500 m.s.n.m, lo que lo convierte en un municipio con variabilidad climática a lo largo de su extensión, su clima presenta pisos cálidos y húmedos , sin embargo su cabecera municipal se encuentra a una altura de 1969 m.s.n.m y su temperatura promedio varía entre los 17°C y los 18°C, es una zona que va desde llana hasta altamente montañosa y escarpada donde sus pendientes pueden fluctuar entre el 11° en las zonas menos pendientes y en las zonas con mayor pendientes puede alcanzar 80°, respecto a su población cuenta con 21,484 habitantes con base en el último censo, geográficamente limita hacia el sur con la ciudad de Manizales, al norte con los municipios de Filadelfia y Aránzazu, al occidente con el municipio de Anserma y Quinchia, este último perteneciente al departamento de Risaralda y finalmente al oriente limita con el municipio de Marulanda.

El municipio de Neira hace parte del paisaje cultural cafetero (PCC), declarado por la Unesco como zona principal y zona amortiguadora del mismo, por lo cual cobra gran importancia cultural, ambiental y turística. La vocación del suelo es esencialmente agrícola representada por cultivos de café, plátano, aguacate, cítricos entre otros, además de la ganadería de clima frío y de clima cálido. (PBOT, Neira).

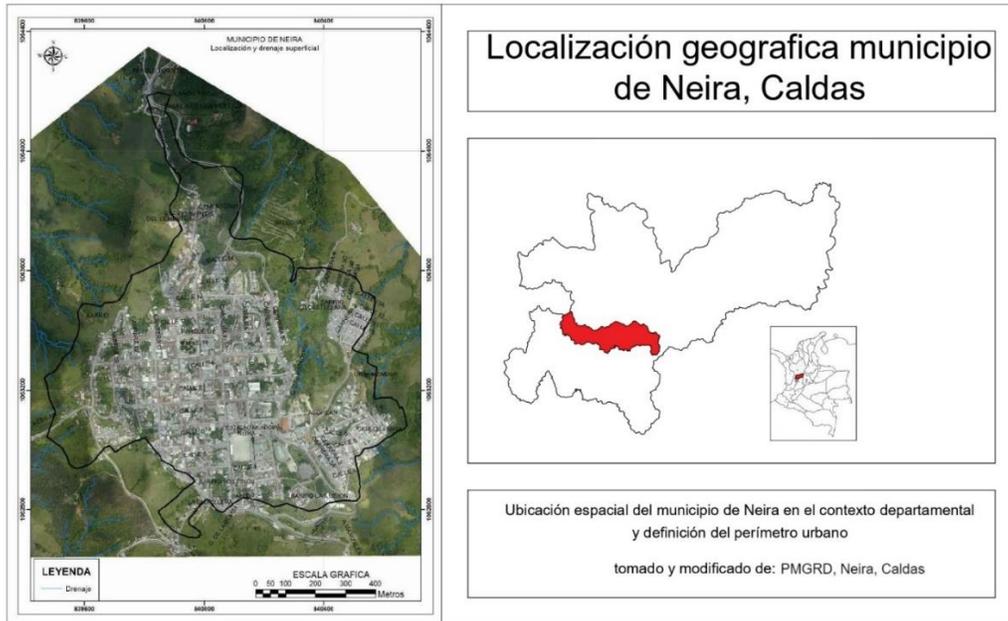


Figure 5 Mapa de localización Neira, Caldas, en el mapa se puede observar la posición geográfica que ocupa el municipio de Neira en el departamento de caldas, además de la delimitación del perímetro urbano de este tomado y modificado de: PMGRD, Neira. 2016



Figure 6: Zona de estudio sector camino al cementerio, Neira, Caldas.

Ambiental y culturalmente presenta rasgos importantes, entre los lugares más representativos se encuentran las ruinas de cementos caldas las cuales se han convertido en un

atractivo turístico para propios y visitante, los chorros las peñas son una serie de cascadas ubicadas en una zona de reserva donde el ecoturismo y el turismo de conservación son protagonista, finalmente se encuentra el bosque las camelias, el cuales un bosque de yarumos habitado por monos aulladores y demás flora y fauna autóctona de región, este lugar es de gran importancia ecosistemica ya que los monos aulladores son grandes disipadores de semillas, esto quiere decir que, a través de sus heces, ellos favorecen la regeneración de los bosques y promueven que haya una gran diversidad de plantas de utilidad para ellos y otras especies habitantes en estos bosques. (Silvana Cárdenas Betancur, et al.2021).

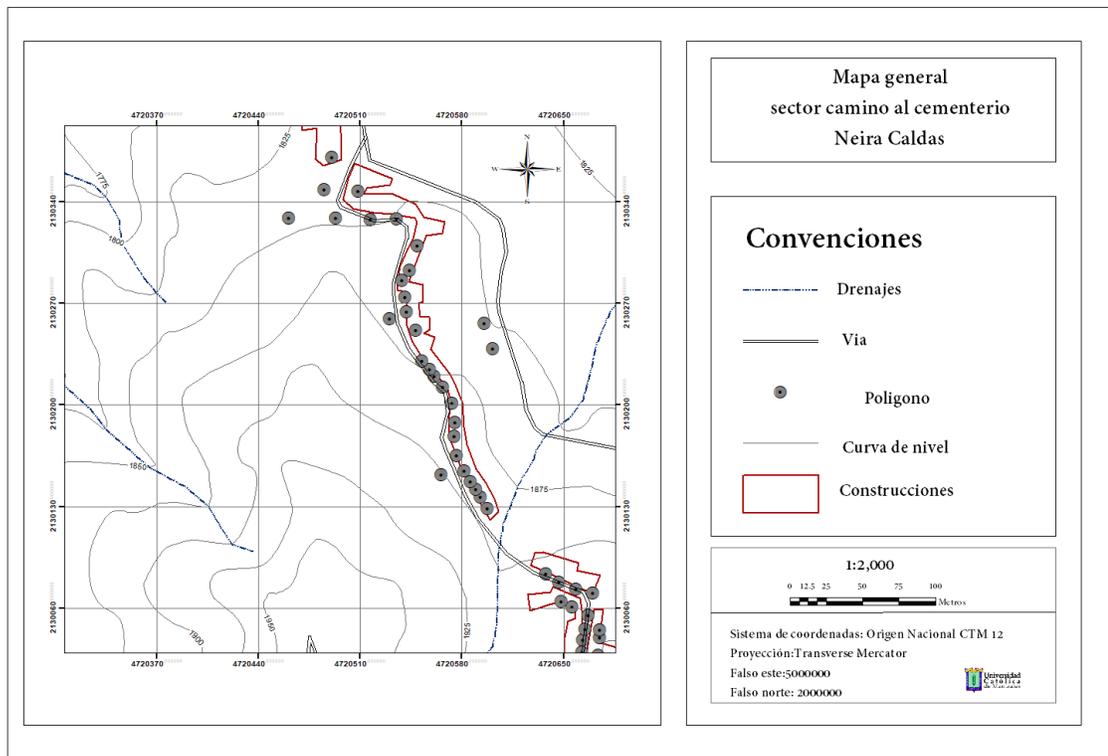


Figure 7: Mapa generalizado, área de estudio

Antecedentes

“Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve de la tierra”. El origen de estos responde a una variedad de procesos naturales y antropicos de diferente naturaleza; factores geológicos, meteorológicos, físicos y sociales se desarrollan sobre las pendientes laderas desestabilizándolas y modificando el relieve, todo lo anterior ha posibilitado que se involucren en su estudio y entendimiento disciplinas como las geociencias, ecología, medio ambiente, ciencias naturales y las ciencias sociales. (Hungro et al, 2007).

Suramérica una región del continente americano que cuenta con una de las creaciones evolutivas más maravillosa de la historia, una cordillera que se levanta justo al frente del océano pacífico y se extiende por más de 7000 kilómetros sin interrupción alguna. La cordillera de los andes alberga gran mayoría de la diversidad ambiental del planeta, toda esta en su topografía abrupta, con su extenso vulcanismo y sismicidad, combinado con un clima tropical que ha hecho que la meteorización de la roca sea tan intensa que conlleve a una inusual recurrencia de fenómenos por remoción en masa, sin embargo y ante todo obstáculo las grandes urbes de estas regiones se han levantado sobre esta cordillera, los movimientos en masa son recurrentes en los países andinos, de hecho la mayoría de desastres naturales ocasionados por estos fenómenos han ocurrido allí. 15.000 víctimas mortales resultaron del flujo de detritos en Vargas, Venezuela en el año 1999, el lahar de Armero producto de la erupción volcánica del nevado del Ruiz en 1985 sumo la cifra de 23.000 víctimas, pero no solo se suman con estos eventos de grandes magnitudes, cientos y miles de pequeños fenómenos de remoción interrumpen la cotidianidad de pequeñas ciudades provocando muertes, desconexión y pérdidas económicas (Hungro et al, 2007).

No existe una formula ni una receta para el estudio y el entendimiento de este fenómeno, inclusive un grupo de profesional de ocho servicios geológicos del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA: GCA) plantearon la posibilidad de crear estándares para la evaluación de fenómenos de remoción en masa en la región andina, sin embargo ante sus esfuerzos llegaron a la conclusión: “con la excepción de algunos aspectos, establecer, estándares generales para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa era poco práctico y además se corría el peligro de caer en el error de proponer un conjunto de recetas aparentemente claras para un problema tan complejo y aun en desarrollo como lo son este tipo de evaluaciones” (Hungu O et al, 2007).

Los procesos de remoción en masa no siempre deben ser concebidos como un desastre, es más, en muchas ocasiones estos son uno más de los fenómenos naturales que ocurren en el planeta y pasan totalmente desapercibidos, entonces, ¿de qué depende que un fenómeno de este tipo se convierta en una amenaza latente para una comunidad y que eventualmente pueda materializarse el riesgo convirtiéndose en un desastre natural? Y la respuesta está en la habitabilidad, en la manera como se ocupa y se planifica el territorio, el acelerado crecimiento de la población, los procesos de asentamiento informal y el mismo desafío de habitar las empinadas montañas de los andes ha llevado a construir diferentes escenarios de riesgo. Cuando la amenaza se materializa y se desarrolla el fenómeno natural, la afectación varía en el sentido de que tan vulnerable se es y cuando se habla de vulnerabilidad se debe categorizar y no caer en el error de hablar de vulnerabilidad global.

Para comprender los diferentes procesos de gestión integral del riesgo de desastres entorno a la conjugación de fenómenos naturales amenazantes y condiciones variables de vulnerabilidad de una comunidad, se hace necesario entender el origen y las condiciones que

rodean el desastre, para ello debemos hablar del riesgo y el riesgo remitido a un contexto que se caracteriza por las posibles pérdidas y daños que se pueden reflejar en medios físicos, ambientales, sociales, culturales entre otras, de allí que el riesgo forme una probabilidad y una posibilidad de perturbar la normalidad del cotidiano vivir, la condición latente de riesgo está sujeta a análisis cualitativo y medible (Lavell A, 2001), de igual manera el riesgo puede entenderse con el fenómeno de origen natural, socio natural o humano que exprese un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, y donde esta comunidad es vulnerable ante este fenómenos (Wilches Chaux, 1998). Por lo anterior, para que exista riesgo deben existir dos factores que lo anteceden, la amenaza y la vulnerabilidad, las cuales son palpables, medibles y visibles y se manifiestan en contextos particulares de la existencia humana (Blaikie et al., 1996).

Para sustentar lo dicho anteriormente se debe definir de manera clara que significa la vulnerabilidad y la amenaza; entonces, la vulnerabilidad es la imposibilidad de una sociedad para "absorber", por medio del autoajuste, los efectos del cambio repentino en su medio ambiente; La vulnerabilidad establece la fuerza de los daños que produzca la ocurrencia del riesgo, Es debido precisar que la vulnerabilidad establece un sistema dinámico, esto quiere decir, que surge como consecuencia de la interacción de diferentes factores y características (internas y externas) que convergen en una comunidad particular. Lo que le da una visión desde diferentes ángulos, los cuales confluyen en la vulnerabilidad global (Wilches Chaux, 1998). Existe la vulnerabilidad natural- ambiental donde los seres vivos, por el hecho de estar vivos, poseen una vulnerabilidad intrínseca determinada por los límites ambientales dentro de los cuales es posible la Vida, la vulnerabilidad física que no es más que como se usa el suelo, la forma como asentamientos humanos se ubican en zonas de amenaza, y a la imposibilidad de sus estructuras físicas para

manejar los efectos de la materialización del riesgos, finalmente la vulnerabilidad social que se refiere al nivel de daño o traumatismo que puede ocasionar la materialización de un fenómeno amenazante (Wilches Chaux, 1998), esto por mencionar algunos tipos, dejando por sentado que existen muchas más y que estas se tejen unas a otras y es allí donde se da esa interacción en doble sentido de unas con otras. Para terminar, se define la amenaza en términos sencillos como la probabilidad de que se materialice el riesgo en un territorio vulnerable.

Los movimientos en masa en el territorio nacional son frecuentes y han afectado a su población durante décadas, se dice que son el segundo fenómeno después de las erupciones volcánicas que más afectados y víctimas mortales ha dejado en un periodo de tiempo comprendido entre los años 1970 y 2011, al igual que en muchas zonas del mundo estos fenómenos son el resultado de la conjugación de condiciones naturales y físicas del suelo como la geología, la geomorfología, las pendientes, condiciones meteorológicas características de la región, combinadas con el modelo de ocupación del territorio y el uso del suelo. Estos procesos de remoción están concentrados en los andes colombianos, esa región andina que concentra el 70% de la población, bienes y servicios del país (Banco mundial, 2012).

Entre los años 1921 y 2011 en el país ocurrieron 14.150 movimientos en masa, estos registros según la base de datos de la unidad nacional de gestión del riesgo de desastres y desinvertar. Los fenómenos de remoción se distribuyen en la región andina 93%, en la región caribe y pacífico al menos el 5% finalmente el 2% restante se concentra en las amazonas y la Orinoquia. (Aristizabal, 2020). Esto coincide con que en donde más se presentan movimientos en masa en Colombia es donde más se concentra la población y la explicación es simple las particularidades que se presentan en los andes como el vulcanismo, el clima, la topografía entre otros han hecho que la tierra sea fértil, biodiversa y competitiva.

Marco Normativo

Ley 388 De 1997 en la cual se realizan modificaciones de base al acto legislativo ley 9 de 1989 y ley 3 de 1991, teniendo como base fundamental los artículos 4, 12, 13, 14 y 15.

Artículo 4; sobre participación democrática “En ejercicio de las diferentes actividades que conforman la acción urbanística, las administraciones municipales, distritales y metropolitanas deberán fomentar la concertación entre los intereses sociales, económicos y urbanísticos, mediante la participación de los pobladores y sus organizaciones”. Artículo 12 literal 1.3 en el cual se dispone la “Adopción de las políticas de largo plazo para la ocupación, utilización y manejo del suelo y de los recursos naturales” y el Literal 2.3 donde se orienta a “La determinación y ubicación en planos de las zonas que presenten alto riesgo para la localización de asentamientos humanos, por amenazas o riesgos naturales o por condiciones de insalubridad”. Artículo 13 “Indicación, zonificación y manejo de las zonas que presentan algún grado de exposición a amenazas, incluidos los mecanismos de reubicación de asentamientos”. Artículo 14 donde se dispone para “El componente rural del plan de ordenamiento territorial debe ser un instrumento que garantice la conveniente interacción entre los asentamientos rurales y la cabecera municipal, la correcta utilización del suelo rural y las actuaciones públicas tendientes al suministro de infraestructuras y equipamientos básicos para el servicio de los pobladores rurales”. Artículo 15 “Las normas urbanísticas reglamentan el uso, la ocupación y la utilización del suelo y definen la naturaleza y los efectos de las actuaciones urbanísticas”.

Ley 1523 2012 “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras

disposiciones” con énfasis en el artículo 6 sobre los objetivos del sistema nacional de gestión del riesgo “Llevar a cabo el proceso social de la gestión del riesgo con el plan de ofrecer protección a la población en el territorio colombiano, mejorar la seguridad, el bienestar y la calidad de vida y contribuir al desarrollo sostenible y el artículo 32 que relaciona los instrumentos de planificación “a nivel nacional, departamental y municipal se formularán e implementarán planes de gestión del riesgo para priorizar, programar y ejecutar acciones por parte de las entidades del sistema nacional, en el marco de los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo del desastre, como parte del ordenamiento territorial y del desarrollo sostenible.

como la problemática asociada se generaliza en la zona entonces el estudio para la determinación de amenaza por movimiento en masa se encuentra:

La Guía Metodológica Para La Zonificación De Amenaza Por Movimientos En Masa Escala 1:25.000. En donde se define una ruta para definir las características de geoamenaza, el estudio y caracterización geoambiental y escalas de trabajo.

La Guía Metodológica Para Estudios De Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo Por Movimiento En Masa Del Servicio Geológico Colombiano. En esta guía se muestran los “procedimientos para el estado actual del conocimiento y de las capacidades técnicas y económicas del país resultan útiles para la ejecución de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo a escala de detalle, tomando como base la normatividad dictada en el Decreto 1807 de 2014 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa en suelos urbanos, de expansión urbana y centros poblados rurales)”.

PBOT Neira, Caldas y Plan Municipal De Gestión Del Riesgo, como instrumentos de planificación territorial a nivel municipal que permitirán recopilar información existente, precisa y oficial del área de estudio.

Marco Conceptual

A continuación, se desarrolla un marco con terminología y conceptos importantes para el entendimiento oportuna y que permita una mejor apropiación del conocimiento y de la información presentada.

Gestión del riesgo: Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes en las cuales se fortalece el conocimiento del riesgo y se promueve una mayor conciencia del mismo, para imposibilitar que se genere, controlarlo o por lo menos reducirlo cuando ya existe y prepararse para manejarlo en situaciones de desastre, así como para la recuperación, entendida como: rehabilitación y reconstrucción (ley 1523, 2012).

Vulnerabilidad: susceptibilidad social, ambiental, física, económica o institucional que presenta una comunidad al ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos (ley 1523, 2012).

Amenaza: se refiere a la situación de Peligro de que un evento físico de origen natural, socio natural o antrópico no intencional, ocurra con una intensidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes,

la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (ley 1523, 2012).

Suelo rural: Establecen esta clase los suelos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos y forestales entre otras actividades similares (ley 388, 1997).

Movimiento en masa: deslizamientos de tierra, roca o detritos transportada cuesta abajo, bajo la influencia de la gravedad, por lo general este material se desplaza sobre una superficie regular.

Factores detonantes: estímulo externo que causa la rotura casi inmediata, aumentando las tensiones o reduciendo la resistencia del material de la ladera (Sieron K, 2022)

Fragilidad: Representa el Nivel de daño que un elemento puede sufrir luego de estar sujeto a la acción de un movimiento en masa. Para elementos materiales, este grado de daño está relacionado con el valor de las pérdidas relativo al valor de la propiedad; para personas, el nivel de daño se relaciona con la pérdida de vidas humanas y las lesiones físicas sufridas producto del evento (guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2016).

Elementos expuestos: hace referencia a las personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su ubicación pueden ser afectados por la materialización de un fenómeno amenazante. (guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2016)

Actividad histórica: “Evidencia geológica o histórica de la ocurrencia de un movimiento en masa” (Hungro et al, 2007).

Marco Teórico

Movimientos En Masa

Los movimientos en masa de manera general se pueden definir como el desplazamiento de material litológico o de escombros pendiente abajo por acción de la gravedad, la ocurrencia de estos desarrolla diferentes rasgos morfológicos y morfométricos en el terreno, los cuales se relacionan a la masa desplazada o al terreno circundante, además existen una clasificación particular para definir estos movimientos según el material de la masa desplazada, el tipo de desplazamiento, dimensiones relativas, forma del depósito o material desplazado entre otros. (Vargas Cuervo, 2000). A continuación, se particulariza en las características anteriores.

Corona: es la parte superior del deslizamiento, sirve de límite entre la parte superior de terreno fallado y el terreno que no ha sufrido ningún cambio.

Escarpe: también es conocido como cicatriz de arranque, este indica el desplazamiento vertical del cuerpo o masa del movimiento y está representado por una superficie inclinada que contornea la parte superior de este.

Cuerpo principal: es la masa que deja el desprendimiento de tierra y que se ubica sobre la superficie de falla.

Pie: está representado por la parte final del cuerpo en el límite inferior de la superficie de falla, allí se desarrolla una morfología abombada la cual puede desarrollar algunas grietas radiales y transversales al sentido del movimiento.

Superficie de ruptura principal: esta se desarrolla siguiendo la componente horizontal del movimiento, se puede presentar como una superficie pulida la cual puede presentar algunas

estrías en la dirección del movimiento, esta superficie también es conocida como superficie de falla.

Respecto a los elementos morfométricos están representados por la longitud de la ruptura, longitud de deslizamiento y ancho máximo, además la pendiente antes y después del movimiento, área afectada, volumen desplazado, ángulos de ruptura y de reposo y finalmente la forma de la superficie afectada. (Vargas Cuervo, 2000).

Existen numerosas clasificaciones para movimientos en masa, las cuales se basan en diferentes criterios, según escuelas de investigación, país de origen, autores entre otros. En la mayoría de los casos se adoptan como criterios de clasificación los mecanismos mediante los cuales ocurre la falla de los movimientos, los tipos de materiales involucrados en el fenómeno, la actividad y velocidad del movimiento. Otros consideran factores tales como la edad, la morfometría del relieve, ubicación geográfica, el clima y la afectación de laderas, actividad antrópica. En la tabla n°1, se relaciona una de las clasificaciones para movimientos en masa propuesta por la Vernes de 1978.

Tabla 1: Tabla de clasificación para movimientos en masa.

Tipo de movimientos	Rocas	Suelos ingenieriles	
		Gruesos	Finos
Caídas	Caídas de rocas	Caída de detritos	Caída de tierra
Volcamientos	Volcamiento de rocas	Volcamiento de detritos	Volcamiento de tierra
Rotacional	Roca homogénea	Hundimiento de rocas	Hundimiento de detritos o de tierra

Deslizamiento	Trasnacional	Heterogeneidad litológica	Deslizamiento de bloques de rocas	Desliz. de detritos Desliz. de bloques	Desliz. de bloques de tierra Deslaz. de tierra
Propagación lateral			De roca	De detritos	De tierra
Flujos			Flujos de roca (Deep creep)	Flujo de detritos	Flujo de tierra
Movimientos complejos			Reptación Combinación de dos o más tipos de movimiento		

fuentes: varnes,1978

La guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimiento en masa escala 1:25.000 plantea que se debe hacer una selección de los factores condicionantes y detonantes que se deben reconocer y valorar para el estudio de amenaza sea para susceptibilidad o zonificación de amenaza de acuerdo con la escala de trabajo y la disposición de información histórica y datos con los que se cuente, todo lo anterior se relaciona en las tablas n°1 y n°2.

Tabla 2: Factores que propician fenómenos de remoción en masa 1

Condiciones geológicas	
Materiales sensitivos	Materiales diaclasados
Materiales colapsables	Discontinuidades en los macizos o masas de
Materiales plásticos débiles	suelo orientadas en la dirección de la ladera
Materiales meteorizados	Discontinuidades estructurales
Materiales cizallados	Contraste de permeabilidad y rigidez
Condiciones geomorfológica	

Levantamiento volcánico	Erosión costera de laderas
Rebote glacial	Erosión glacial de laderas
Levantamiento tectónico	Erosión de márgenes laterales
Erosión fluvial en la base del talud	Erosión subterránea
Remoción de vegetación	Depósitos de material transportado en la base o cresta de las laderas

Procesos físicos

Periodos de lluvia intensos	Sismos
Derretimiento súbito de hielo	Erupciones volcánicas
Precipitación prolongada	Rompimiento de reservorios
Descenso del nivel de inundación o mareas altas	Contracción y expansión de suelos expansivos

Procesos antropicos

Imposición de cargas en el borde de laderas	Sistemas de drenajes peligrosos
Desocupar reservorios	Deforestación
Irrigación de laderas	minería
Excavación de laderas	vibración artificial
Rellenos no técnicos	

Fuente: SGC, guía metodológica, zonificación de amenaza por movimiento en masa escala 1:25000

Tabla 3: Factores y temáticas para la determinación geoambiental

Factor/ temática	Capas y tipo de datos
Inventario de procesos morfodinámicos	Inventario de movimientos en masa
	Actividad de movimientos en masa
	Distribución
Geomorfología	Pendiente
	Curvatura
	Morfogénesis
Unidades geológicas superficiales	Tipo de roca
	Meteorización
	Discontinuidad
	Aspectos estructurales
	Fallas
Unidades geológicas superficiales	Tipo de suelo
	Espesor del suelo
	Propiedades geotécnicas
	Propiedades hidrológicas
Cobertura y uso del suelo	Cobertura
	Uso del suelo actual
Factores detonantes	Lluvia
	Sismo

Fuente: SGC, guía metodológica, zonificación de amenaza por movimiento en masa escala 1:25000

El Concepto De Vulnerabilidad.

La vulnerabilidad es la disposición interna a ser afectado por una condición de amenaza. Si la vulnerabilidad no existe o es igual a cero, no hay posibilidad de destrucción o perturbación. El grado de vulnerabilidad Depende de varios aspectos, se puede decir que está ligada del grado de exposición, de la protección, de la capacidad de reacción inmediata, de la recuperación y la reconstrucción, de allí, que la prevención de riesgos por el enfoque de la reducción de la vulnerabilidad se logra cuando se actúa sobre las cinco áreas que la conforman (A Maria Foschiatti, 2004). En ese sentido la vulnerabilidad es entendida como la capacidad de que se produzca un daño y para que esto ocurra debe existir un evento adverso, un factor de riesgo, el cual puede ser endógeno o exógeno, una incapacidad de respuesta frente a él, y una inhabilidad para adaptarse al nuevo escenario. Teniendo en cuenta estos componentes, la vulnerabilidad toma una noción funcional para evaluar diferentes aspectos de la realidad, aunque no existe una definición inequívoca. Se usa, en primer lugar, para identificar grupos que se hallan en situación de riesgo social, en segundo lugar, se emplea en la delimitación de grupos poblacionales que tienen probabilidades de ser afectados por eventos nocivos y en tercer lugar y más frecuente, se refiere a la identificación de grupos de población que tienen algún atributo común, el que genera problemas relevantes similares (CEPAL, 2002).

La vulnerabilidad se ha establecido como un rasgo social predominante en los países de latino américa. Los impactos generados por las formas de producción, los nuevos patrones de desarrollo, han dejado a los grupos poblacionales de bajos ingresos expuestos a niveles superiores de inseguridad e indefensión. la pobreza y la mala distribución de los recursos y la tierra estan presentes en el capitalismo subdesarrollado latinoamericano (Roberto Pizarro, 2001).

La reducción de las condiciones de vulnerabilidad tiene un rol importante en temas de Reducción de Riesgo de Desastres, teniendo como consideración que la amenaza en ocasiones no se puede intervenir y bajo esta premisa, es oportuno ahondar en el conocimiento de los niveles de exposición y vulnerabilidad desde las diferentes perspectivas. Por una parte, la vulnerabilidad física que permite identificar los bienes, servicios y estructuras físicas que pueden verse afectados significativamente ante un fenómeno amenazante, por otra parte, la vulnerabilidad social concepto más complejo en el cual se permite identificar las esferas sociales que presentan menor capacidad de respuesta y recuperación ante un evento amenazante (miyamoto, 2021).

Es la vulnerabilidad social donde se reflejan los impactos provocados por patrones de desarrollo vigente, pero es innegable el hecho de que esta también expresa la incapacidad de los grupos más débiles de la sociedad para enfrentar, neutralizar u obtener beneficio de las diferentes situaciones que los llevan a esa condición de vulnerabilidad (Roberto Pizarro, 2001).

Los términos vulnerabilidad y grupos vulnerables se han usado con frecuencia por entidades académicas y políticas de latino américa. Sin embargo, ante todos los esfuerzos aún no existe precisión conceptual cuando se hace referencia a la vulnerabilidad y específicamente a vulnerabilidad social y es que esta en ocasiones se confunde con pobreza. El termino vulnerabilidad social tiene dos componentes explicativos. En primer lugar, se refiere a la inseguridad e indefensión que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus medios de vida a raíz del impacto ocasionado por algún evento económico, social capaz de causar traumatismo. En segundo lugar, el manejo de los recursos y las estrategias de las que las comunidades, familias y personas se valen para enfrentar los efectos de ese evento. Estos conceptos tienen su fundamento teórico en dos vertientes, una de ellas basada en los estudios de riesgo y desastres naturales, en los que se suele evaluar los riesgos de comunidades y familias

ante fenómenos naturales catastróficos y se diseñan estrategias para enfrentarlos de manera asertiva y resilientes (Roberto Pizarro, 2001).

Metodología

Para este trabajo se abordará la temática a partir de un análisis tanto cuantitativo como cualitativo enfocado en la articulación integral y espacial para la evaluación de varios componentes temáticos de diagnóstico con los cuales se busca realizar un estudio con enfoque hacia el cálculo, identificación y caracterización de la amenaza por movimiento en masa a una escala de detalle de 1:2000, para posteriormente con relación a estos factores reconocer los tipos de procesos de remoción ocurridos, e identificar las características particulares de la zona de estudio, lo cual se encamina al cumplimiento total y estructurado de los objetivos; para ello se fracciona el trabajo en las siguientes etapas:

Recopilación de información: en esta etapa se busca hacer una revisión detallada de la información disponible respecto a la temática propuesta para el municipio de Neira, Caldas, esto con ayuda principalmente de los instrumentos de planificación disponibles, plan municipal de gestión del riesgo de desastres (PMGRD, Neira), plan de ordenamiento territorial (PBOT, Neira) y demás instrumentos disponibles con información relevante POMCA'S, entre otros documentos y artículos disponibles con información importante del área de estudio realizados por la corporación autónoma regional de Caldas y particulares.

Trabajo de campo y recolección de datos primarios: en esta fase se llevará a cabo una campaña de campo para corroborar en la zona de estudio los datos recopilados y analizados en la primera fase, además de realizar el levantamiento de información de cartografía diagnóstica para la zonificación de amenaza, finalmente se identificarán factores condicionantes y desestabilizadores generadores de movimientos en masa.

Procesamiento y análisis de información: para esta etapa se define la caracterización y digitalización de la información de diagnóstico para la zonificación de la amenaza por movimiento en masa, esta información se presentara espacializada y en diferentes mapas (mapa geológico, mapa geomorfológico, mapa de UGS, mapa de pendientes), ademas se realizara el análisis de factores detonantes teniendo en cuenta principalmente las precipitaciones, a partir de la construcción de la información diagnóstico y con el cruce de la misma se construirá el mapa de zonificación de amenaza para movimientos en masa, categorizando está en amenaza baja, media y alta.

Análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones: con base a las etapas anteriores y teniendo en cuenta en análisis de amenaza, se puntualizarán y detallarán algunas conclusiones y recomendaciones que articuladas brindarán información útil, pertinente y oportuna para el área estudiada.

Finalmente, con lo anterior se da cumplimiento a cada uno de los objetivos propuestos para llevar a cabo de manera completa, articulada y objetiva la temática central de este trabajo.

Resultados y análisis

Para el sector camino al cementerio del municipio de Neira caldas se realizó una campaña de campo con el objetivo de realizar el levantamiento de toda la información diagnóstica con el fin de obtener en primer lugar el mapa de susceptibilidad para movimientos en masa y en conjunto con el análisis de factores detonantes formular la zonificación de amenaza para movimientos en masa, entre la información que se recopiló en campo se encuentran datos sobre la geología, geomorfología, usos de suelo y unidades geológicas superficiales, finalmente y con base en el

análisis de los resultados obtenidos se construyó el informe final y se precisaron las conclusiones y las recomendaciones finales.

Geología

La evaluación geológica para la zona de estudio se basa en el trabajo de campo llevado a cabo y bajo la revisión de la plancha 206 Neira-Aránzazu, mapa geológico generalizado de caldas obtenidos del el Servicio Geológico Colombiano (SGC), ademas de todos los instrumentos de planificación municipal disponibles.

Según el plan municipal de gestión del riesgo del municipio de Neira, este se encuentra ubicado en la cordillera central presentando una topografía que varía desde semiplano hasta montañosa, ya que se encuentra dentro del sistema andino ha presentado durante el tiempo geológica muchos eventos asociados a plegamiento, fallamiento, actividad intrusiva de cuerpos ígneos, ademas de diferentes eventos volcánicos presentados en su mayoría durante el cenozoico.

Debido a las características mencionadas anteriormente esta zona presenta una actividad tectónica complejo, representada por diferentes rasgos entre ellos los sistemas de fallas, los cuales tienen influencia directa, sobre el comportamiento y disposición de las rocas que afloran allí.

Los principales rasgos tectónicos que afectan este municipio son el sistema de fallas de romeral y el sistema de fallas Manizales – Aránzazu, las principales unidades geológicas que afloran son las siguientes:

Geología regional

Flujos volcánicos: estos flujos conforman un depósito de carácter fluviovolcánico compactado, conformado por conglomerados clasto soportados embebidos en una matriz arenosa; los clastos son variados y pueden ir desde subangulares a subredondeados su composición es principalmente de chert, diabasa y fragmentos conglomeraticas (Naranjo, et al, 1.989).

Formación quebrada grande: esta unidad geológica está constituida por intercalaciones de capas de areniscas, areniscas conglomeraticas, lodolitas y chert, se encuentra generalmente masiva exhibe un alto grado de fracturamiento, diaclasamiento, plegamiento, y orientación de los clastos debido a que se encuentra en el área de influencia del Sistemas de Fallas de Romeral (Hernández. et al, 1.993 en Pot, Manizales). el Complejo Quebradagrande es definido como la unidad que abarca rocas volcánicas y sedimentarias que afloran como una franja larga y estrecha, en el flanco oeste de la Cordillera Central al occidente de la Falla San Jerónimo y al este de la de romeral, considerando las complicaciones tectónicas, variaciones litológicas y estructurales y extensión regional (Gonzales, 2001).

Complejo Arquía: este complejo aflora como franja de forma alargada y discontinua de esquistos anfibólicos y sericíticos, cuarcitas y neises, junto a anfibolitas y metagabros asociados a cuerpos ultramáficos, está limitado por las fallas Cauca Almaguer y Silvia Pijao, en la zona de colisión de basamento metamórfico de la Cordillera Central y oceánico de la Cordillera Occidental de Colombia (Rodríguez, G, et al, 2013).

Gabros de Chinchiná: El stock Chinchiná-Santa Rosa es un cuerpo alargado en dirección NNE, emplazado tectónicamente entre las rocas del Complejo Quebradagrande, y las rocas del Complejo Arquía; en una zona de alta complejidad tectónica que hace difícil definir las relaciones estructurales y estratigráficas de las unidades (Gómez Cruz, A. et al, 2004).

Formación Amaga: La Formación Amagá se caracteriza por presentar rocas siliciclásticas con mantos de carbón asociados, a secuencias estratigráficas continentales fluviales (Hernández, 1998).

Geología local

Las descripciones geológicas realizadas a continuación para el sector camino al cementerio del municipio de Neira, es apoyada por las labores de campo realizadas en este sector, el cual se visitaron diferentes afloramientos, se tomaron muestras de rocas, además se realizó la comparación y análisis apartar de la geología disponibles en los diferentes instrumentos de planificación del municipio y artículos académicos y de revistas, además de las planchas geológicas ajustadas a este sector del servicio geológico colombiano:

Unidad 1 (Ksc): en una pequeña zona del área de estudio se observa una unidad geológica caracterizada por rocas oscuras con tonalidades que varían de gris a gris verdoso, presentan textura porfiritica de composición variada. en esta unidad se puede observar una interdigitación entre litología sedimentaria y litología volcánica, estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas.

según las características descritas anteriormente, esta unidad es correlacionable con el complejo quebrada grande en su miembro volcánosedimentario, el cual se caracteriza por ser una unidad con presencia de litologías muy características y particulares como Basaltos y andesitas intercalados con arenitas lodosas líticas, lodolitas carbonosas, arenitas feldespáticas, calizas y limolitas silíceas (SGC, 2015).

Unidad 2 Qpli: es la unidad geológica mayormente expuesta en este sector la cual se define como un deposito sedimentario el cual presenta un importante aporte volcánico debido a su composición heterogénea en cuanto a los líticos de origen volcánico, este depósito se presenta como un deposito clasto soportado heterolecito, la matriz es de color crema con tamaño de grano arena fina a media, este depósito presenta mala selección sus granos van desde subangulares hasta subredondeados, presenta baja esfericidad, entre los fragmentos líticos se pueden observar , esquistos, dacitas, andesitas, chert, cuarzo lechoso,

Según la información recolectada en campo esta unidad es comparable con la formación Manizales definida como un deposito volcánosedimentario del complejo volcánico Ruiz Tolima.

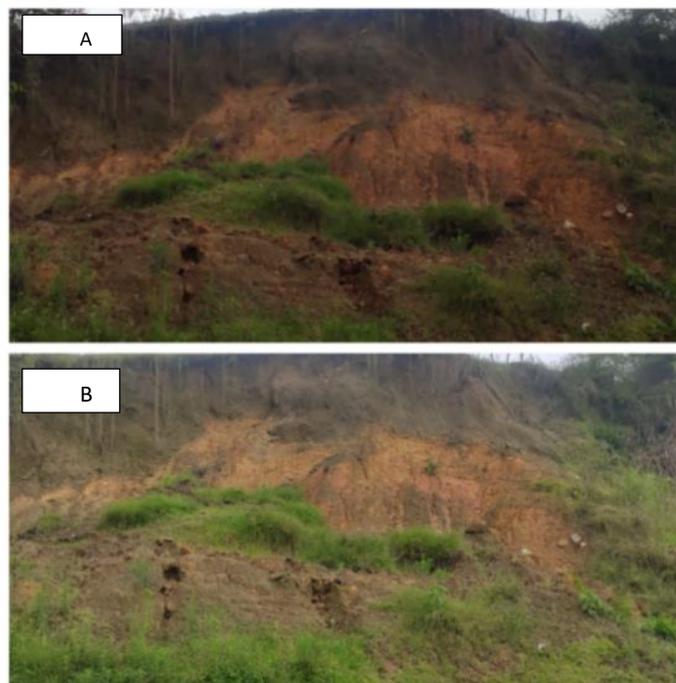


Figure 8: Afloramiento deposito flujo de lodo volcánico (Formación Manizales) sobre la vía, Neira Aránzazu

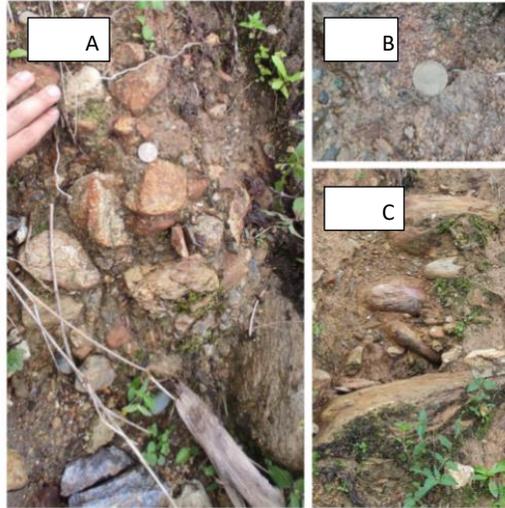


Figure 9: características flujo de lodo volcánico (formación Manizales) se pueden observar los diferentes tamaños y formas de los clastos

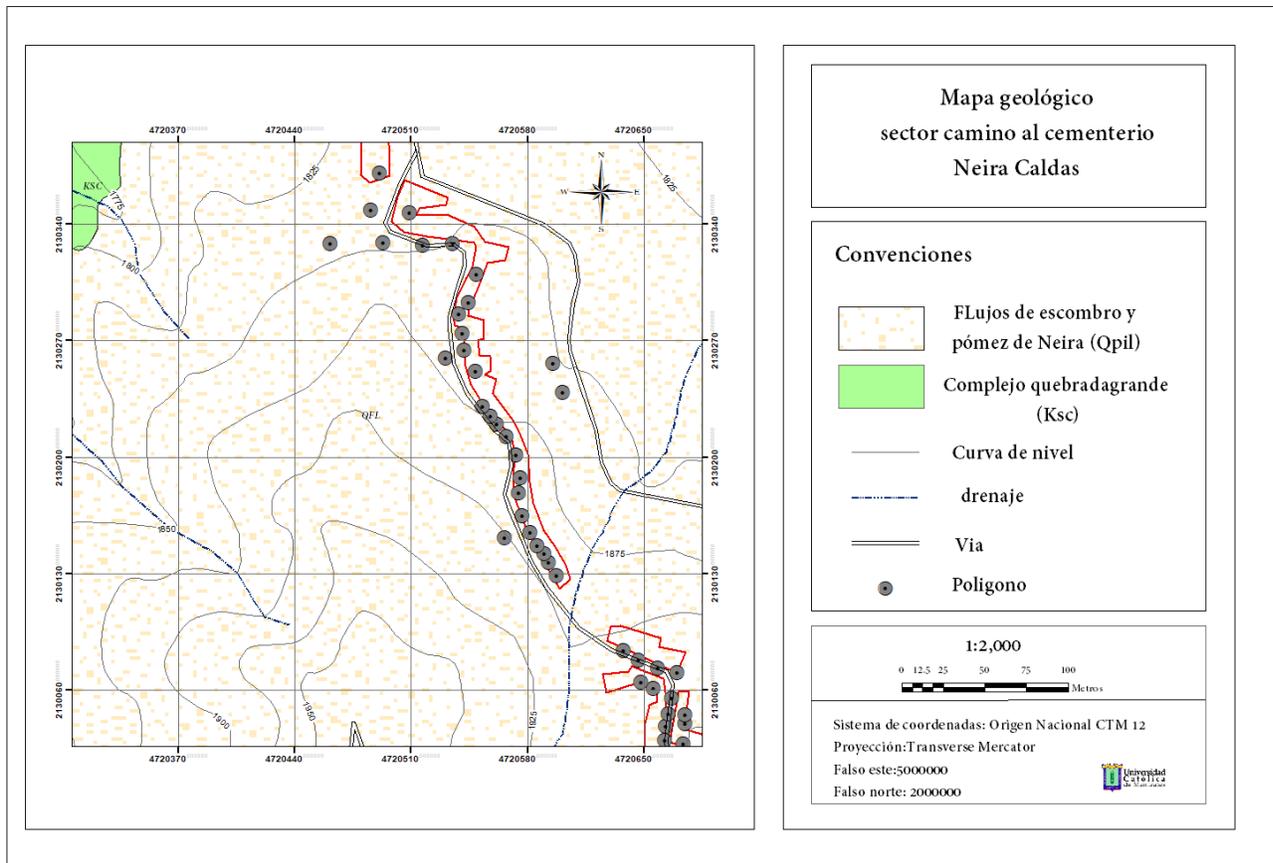


Figure 10: Mapa geológico, área de estudio

Unidades geológicas superficiales

Una unidad superficial se puede definir como el conjunto de materiales que conforman la superficie del terreno hasta profundidades del orden de decenas de metro, las cuales incluyen rocas con diferentes grados de meteorización, suelos y depósitos inconsolidados, según su origen.

Roca meteorizada y fracturada: se presenta como un material conformado por clastos heterolecitos que incluye rocas ígneas, metamórficas, metareniscas, todas con importante grado de meteorizadas, los minerales que constituyen la roca se presentan alterados y en un alto porcentaje presentan consistencia de suelo.

habitualmente se sitúa en zonas donde hay una considerable incidencia de fallas geológicas activas, además, de la acción de la infiltración de aguas subsuperficiales, también son generalmente se relacionan con lugares donde existen procesos de remoción en masa activos. (Medina, D, *et al.* 2015).

Suelos residuales: Los suelos residuales son abundantes en esta zona, estos son generados como producto de la meteorización tanto física como química de la roca, además de todos los procesos erosivos; en algunas zonas de este suelos no se observan las características físicas primarias de las rocas; la meteorización avanzada se puede denotar por la abundante presencia de óxidos de hierro los que le confieren la tonalidad marrón rojiza producto, la cual se da como producto de los procesos de descomposición de minerales como feldespatos y de la ceniza volcánicos, los espesores varían desde pocos milímetros hasta unos cuantos centímetros.

El grado alto de meteorización favorece en la zona la activación de procesos erosivos y lo que a su vez permite que se genere en intensifique la ocurrencia de movimiento de masa,

reptación y desprendimiento de material, por la afectación tanto de las condiciones físicas y químicas de la roca. Evolucionando el relieve y modificando las geformas



Figure 11: Fenómeno de remoción en masa activo, sector camino al cementerio, Neira Caldas

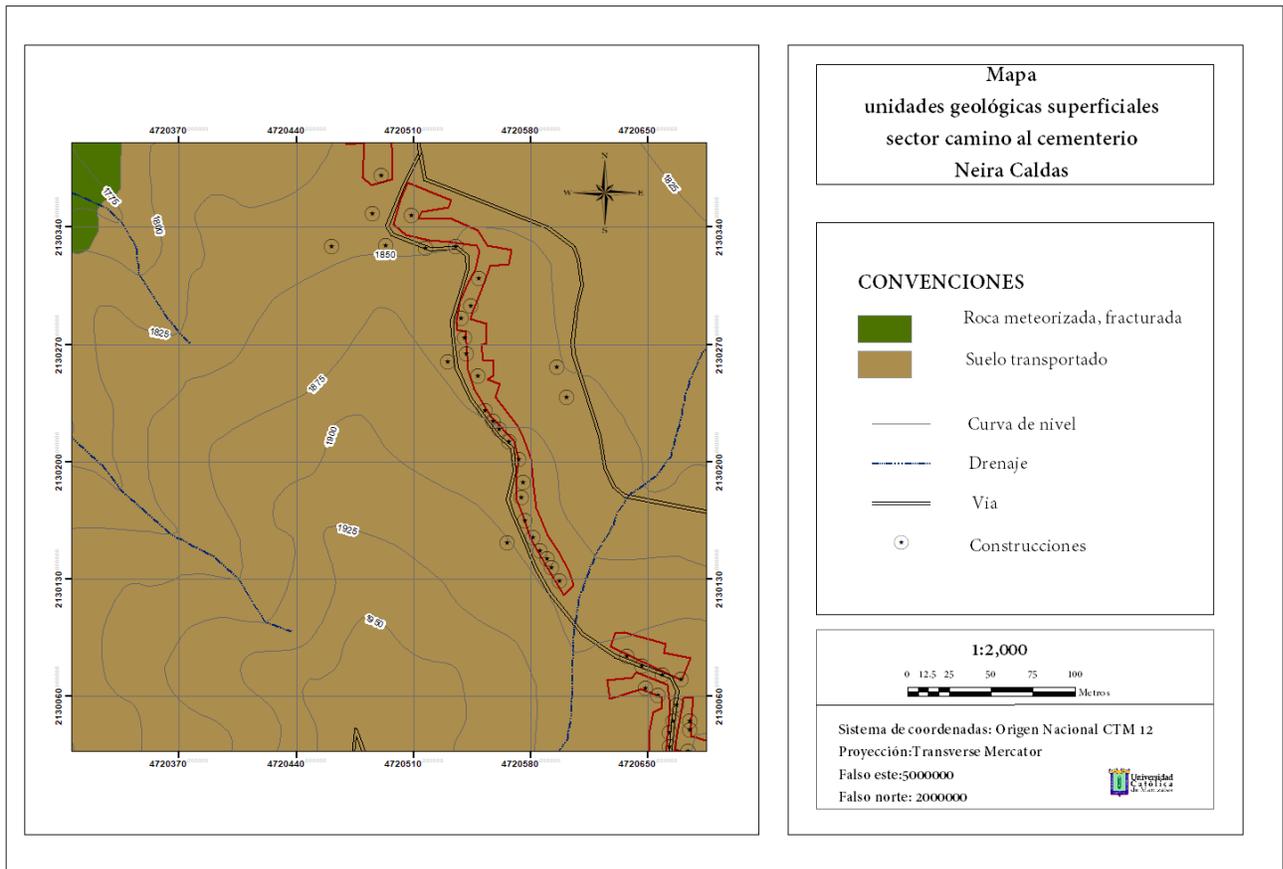


Figure 12: Mapa unidades geológicas superficiales, área de estudio

Geomorfología

Las características geomorfológicas de este municipio están altamente controladas por procesos estructurales debido a la confluencia de diferentes sistemas de fallas regionales que lo atraviesan entre estas se destaca el sistema de fallas de romeral y el sistema de fallas de Manizales Aránzazu.

El origen de las geomorfías que se encuentran allí responden a diferentes procesos respecto a su génesis, se encuentra principalmente desarrolladas formas de ambientes estructurales y denudacionales este último no solo representado por formas que responden a procesos erosivos sino también a procesos de meteorización razón por la cual se favorece la ocurrencia de movimientos en masa.

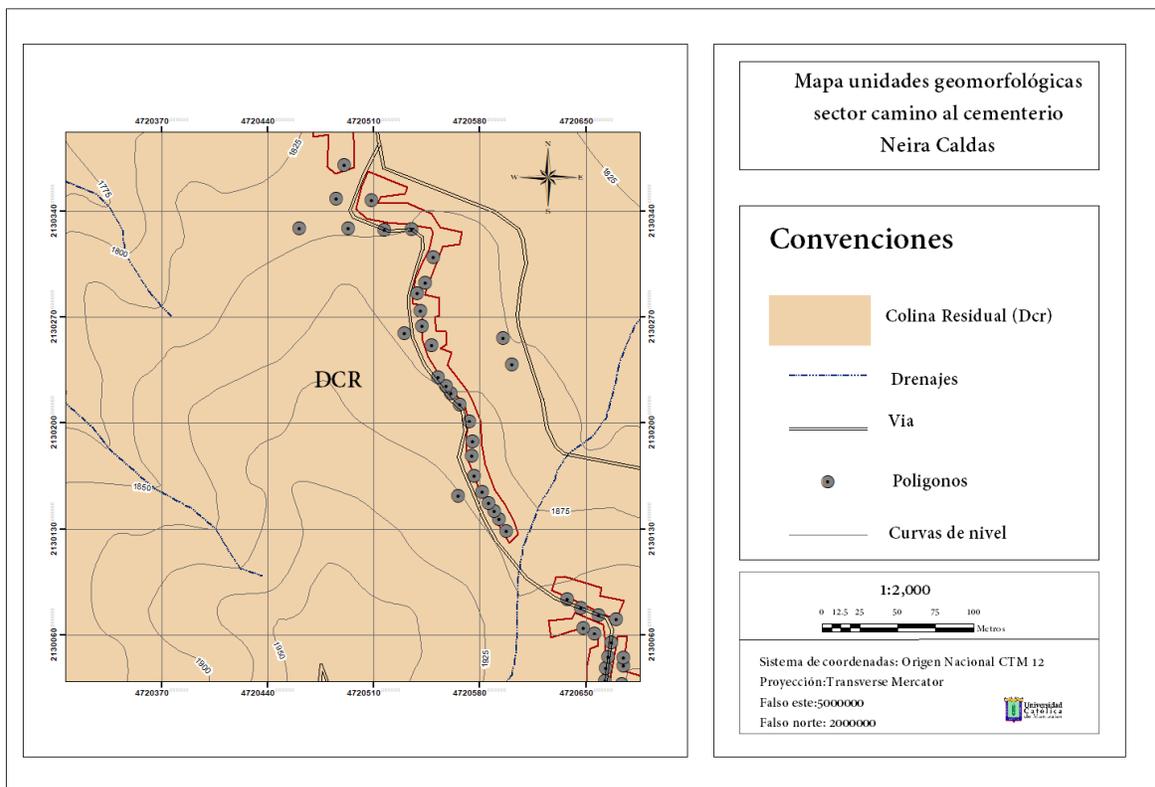


Figure 13: Mapa unidades geomorfológicas, área de estudio

Colina residual (Dcr): Esta unidad geomorfológica es caracterizada por la elevación del terreno que oscila entre los 200 y los 400 metros sobre el nivel base de la geoformas, morfológicamente esta se caracteriza por tener una cima redondeada y amplía la cual se encuentra limitada por laderas que van des de moderadas a cortas , pueden presentarse de formas convexas o rectas, su origen se relaciona a procesos tectónicos en acción conjunta con de periodos de denudación y meteorización los cuales se asocian a las características litológicas y composicionales del material involucrado

Ademas de definir las unidades geomorfológicas que para el área de estudio solo comprende una sola unidad se define las subunidades geomorfológicas, entre ellas se encuentra elementos como cima, ladera cóncava moderada y ladera inclinada

Debido a todas estas características geomorfológicas es que se ve favorecida la ocurrencia de procesos de remoción en masa que se desarrollan principalmente en las capas de suelo desarrolladas allí.

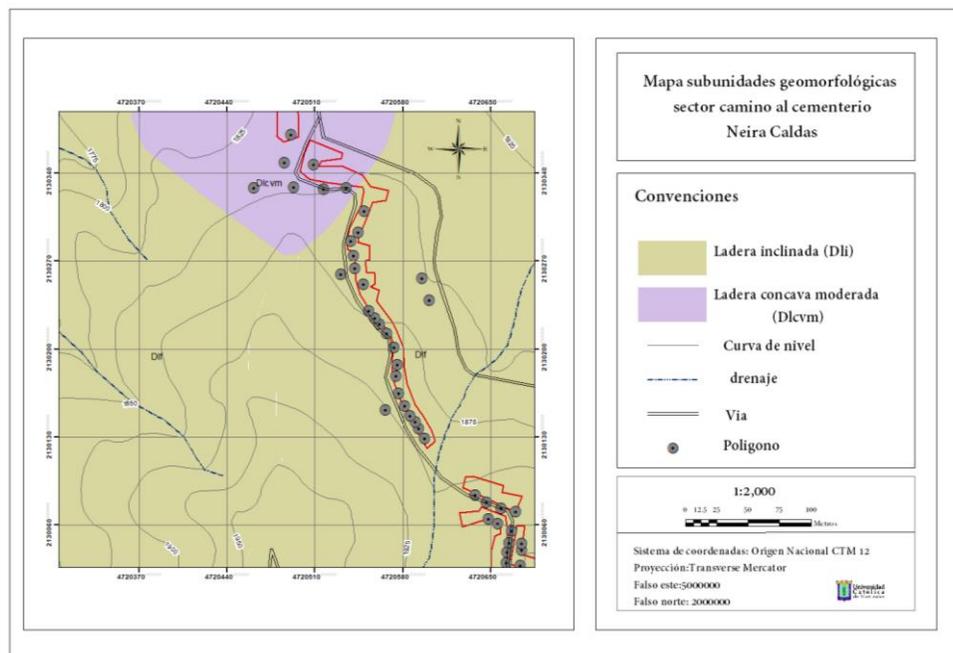


Figure 14: Mapa subunidades geomorfológicas, área de estudio.

Morfometria:

El municipio de Neira se localiza entre pendientes variadas que van desde bajas, moderadas y fuertes presentándose zonas semi llanas, hasta zonas con muy altas pendientes, Las pendientes le confieren al municipio un carácter de estar muy propenso a la ocurrencia de movimientos en masa en la medida en que esta se relaciona con las tensiones de corte normal y tangencial en el material del suelo superficiales, lo que a su vez también influye en la distribución de agua a lo largo de las laderas, (SGC, 2013).

A partir de un modelo de elevación digital del terreno se logró la obtención del mapa de pendientes para la zona de estudio, en el cual se clasifican los rangos de pendientes, según los requerimientos manejados en el propósito de análisis y zonificación de amenazas por fenómenos de remoción en masa.

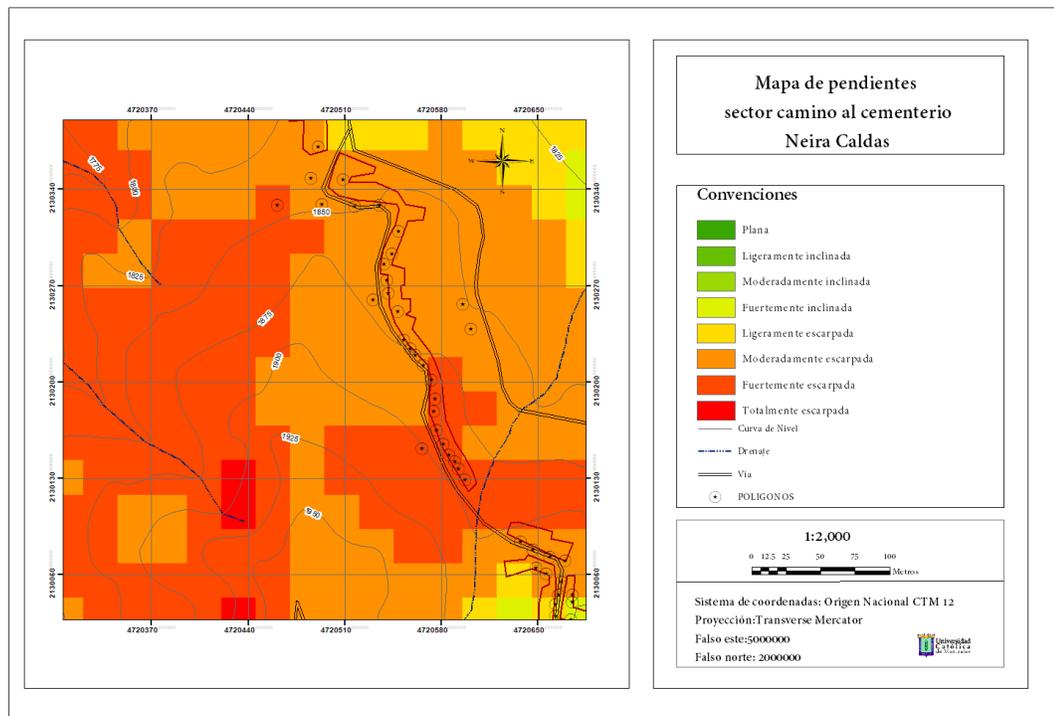


Figure 15: Mapa de pendientes, área de estudio

Uso del suelo y cobertura vegetal

El uso de suelo es definido según el IDEAM, como la utilidad que presta la cobertura vegetal a quien habita el territorio, en esta clasificación se definen las funciones económicas, uso urbano, rural, de expansión de una porción específica de la tierra, además que se definen las zonas de reserva natural, de protección entre otros.

En la zona de estudio la vocación del suelo que predomina es el uso residencial cubriendo aproximadamente el 20%, y las áreas de protección las cuales cubren el 80% cubriendo así el 100% de la zona de estudio.

La realización del mapa de uso de suelo se llevó a cabo por medio de una zonificación, basada en el trabajo de campo, fotografía aérea e información disponible en los instrumentos de planificación territorial disponibles para el municipio, lo cual permitió delimitar las diferentes áreas.

En el mapa se logran identificar los siguientes usos del suelo:

Uso residencial: El suelo con un tipo de uso residual es uno de los más habituales dentro de los procesos de planeación territorial y este hace referencia principalmente al alojamiento de personas. Dentro del uso residencial se encuentra el uso de vivienda, de diferentes características unifamiliar, plurifamiliar o colectiva; y el uso de alojamiento, que incluye, a su vez, la residencia comunitaria (edificios o locales de alojamiento permanente en régimen de comunidad con habitaciones y zonas comunes -conventos, residencias, etc. y los alojamientos temporales. (Mvc, 2021)

Zona de protección: en este tipo de usos la zona se caracteriza por tener presencia de vegetación la cual presenta características particulares para salvaguardar y proteger el suelo, por

lo anterior es de suma importancia llevar a cabo acciones de preservación, conservación y evitar la deforestación y el sobrepastoreo en esta área. Este uso cubre más del 80% del área de estudio y se evidencia extendido en el mapa en la parte occidental.

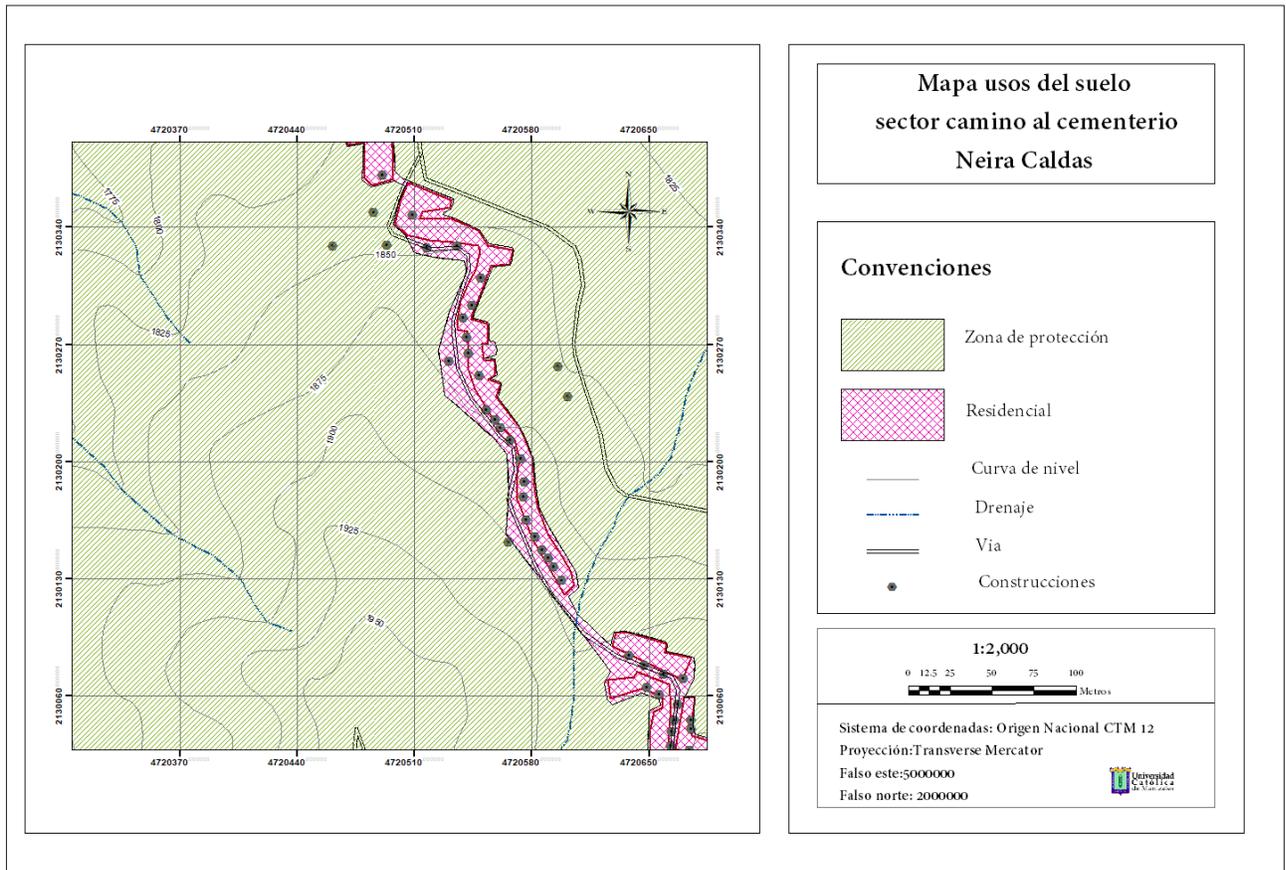


Figure 16: Mapa uso del suelo, área de estudio

Análisis parámetros zonificación movimiento en masa

Para la obtención final del mapa de amenaza por movimientos en masa se realiza el cruce de las respectivas variables temáticas, esto por medio de ArcGis en este caso las variables corresponden a cada uno de los mapas descritos anteriormente donde las cuales incluyen la geología, geomorfología, unidades geológicas superficiales, pendiente y usos del suelo,

asignándoseles un valor de peso en el álgebra de mapas la cual permite encontrar las áreas que se encuentran en amenaza baja media y alta, a partir de una metodología heurística la cual se convierte en una herramienta muy valiosa debido a que permite hacer una aproximación muy completa al que sería la distribución de la amenaza en el área que se estudia.

Geología: en este parámetro se evalúan las unidades geológicas presentes en la zona de estudio en este caso evidencia la presencia de dos unidades composicional, litológica, texturalmente diferentes, lo cual hace que cada unidad tenga unos comportamientos diferentes.

Tabla 4: ponderación unidades geológicas

NOMENCLATURA	NOMBRE	PONDERACIÓN
k s c	complejo quebrada grande	1
Q F L	depositos de flujo de escombros y pómez de Neira volcánico	5

Unidades geológicas superficiales: estas son correspondientes a la unidades geológicas y son producto de los procesos de meteorización que degradan la roca y forman los suelos, en esta zona se realiza la ponderación con dos unidades geológicas superficiales donde la que presenta mayor ocurrencia es el suelo transportado producto de los procesos de degradación y meteorización de los flujos de escombros y pómez de Neira, el cual es un deposito aluvial lo que significa que todos los materiales que lo conforman han sido arrastrados por ríos hasta la zona de deposición. Para la ponderación además de tener en cuenta el grado de meteorización se tiene en cuenta el origen de los materiales que conforman este, donde se destaca la procedencia volcánica de este.

Tabla 5: Ponderaciones UGS

NOMBRE UNIDAD	UGS	NOMENCLATURA	OBSERVACIONES	PONDERACIÓN
complejo quebrada grande	roca meteorizada a fracturada	Rmf	rocas del complejo Quebradagrande meteorizada y fracturada	1
depósitos de escombros y pómez de Neira	suelo transportado	ST	formados a partir de los procesos de meteorización de los depósitos de escombros y pómez	5

Geomorfología: en este caso se encuentra que la totalidad del área de estudio esta constituida por una única unidad geomorfológica la cual se desarrolla en un ambiente combinando procesos estructurales y denudacionales, la parte estructural está condicionada debido a la confluencia de diferentes sistemas de fallas en la zona de estudio, el sistema de fallas Manizales Aránzazu y el sistemas de fallas de romeral, el componente denudacional esta condiciona por la textura y composición de la roca. Estas características llevan a que la roca sufra procesos de meteorización y erosión intensos.

Esta unidad geomorfológica fue clasificada además en subunidades geomorfológicas donde se identifican dos geoformas caracterizadas por su pendiente y longitud.

Tabla 6: Ponderación unidades geomorfológicas

CODIGO SGC	UNIDADES GEOMORFOLOGICA	SUBUNIDADES GEOMORFOLOGICAS	CODIGO	PONDERACIÓN
Dcr	COLINA RESIDUAL	LADERA INCLINADA	Dli	1
		LADERA CONCAVA MODERADA	Dlcv	5

Pendiente: las condiciones morfométricas de pendiente son un parámetro de análisis importante debido a que establece el comportamiento y el impacto de las aguas escurrientía. De manera general se puede decir que las zonas planas y de menor pendiente no se presentan los procesos de escurrientía y se mayoritariamente se generan procesos de infiltración a medida que la pendiente aumenta la velocidad de los flujos de aguas, lo cual provoca que los procesos de erosión, y meteorización sean más intensos.

El área de estudio se caracteriza por ser de altas pendientes variando entre ligeramente inclinado hasta zonas escarpadas, lo cual es muy importante a la hora del análisis de movimientos en masa ya que las pendientes en gran medida controlan la ocurrencia de estos, mostrando de manera general que a mayor ángulo de pendiente de las laderas mayor es la posibilidad de ocurrencia de fenómenos de remoción.

Tabla 7: Clasificación pendientes y ponderación

CODIGO	PENDIENTE EN PORCENTAJE	PONDERACIÓN
1	0-2	0
2	2-4	1
3	4-8	2
4	8-15	3
5	15-25	4
6	25-50	5
7	50-75	6
8	>75	7

Uso del suelo: en la zona de estudio se presentan principalmente dos usos o vocaciones del suelo en la parte central donde se encuentra el caserío del sector camino del cementerio se tiene un uso del suelo exclusivamente residencial y hacia la parte sur y norte se encuentra que la vocación del suelo es de protección.

Tabla 8: Ponderación uso del suelo

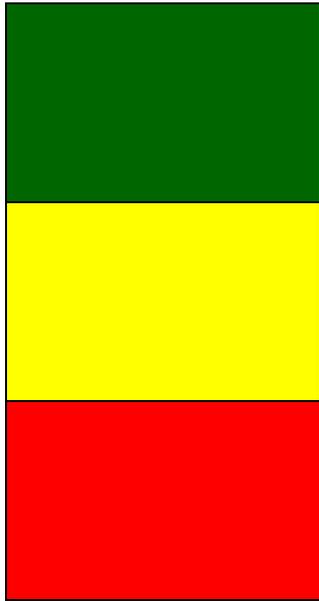
USO DEL SUELO	PONDERACIONES
residencial	1
zona de protección	5

Uso residencial: Son aquellos que están orientados para uso mayormente de vivienda y los cuales se constituyen alrededor de las áreas y ejes de actividad múltiples.

Zona de protección: esta categoría está constituida por las zonas que, por sus condiciones geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.

Zonificación de amenaza por remoción en masa:

A partir del análisis de los parámetros mencionados anteriormente se realiza el análisis de amenaza en el área de estudio la cual permite encontrar las zonas que se encuentran en niveles de amenaza baja media y alta.



Amenaza baja: posibilidad de ocurrencia de movimiento en masa muy baja < 25%

Amenaza media: posibilidad de ocurrencia de movimiento en masa entre el 25% y 50%, para la ocupación de estas zonas se recomiendan estudios de detalle y geotécnicos para conocer las características particulares del terreno

Amenaza alta: posibilidad de ocurrencia de movimiento en masa > 50% estas zonas no son recomienda para la ubicación de infraestructura y servicio, se recomienda la categorización de zona de protección

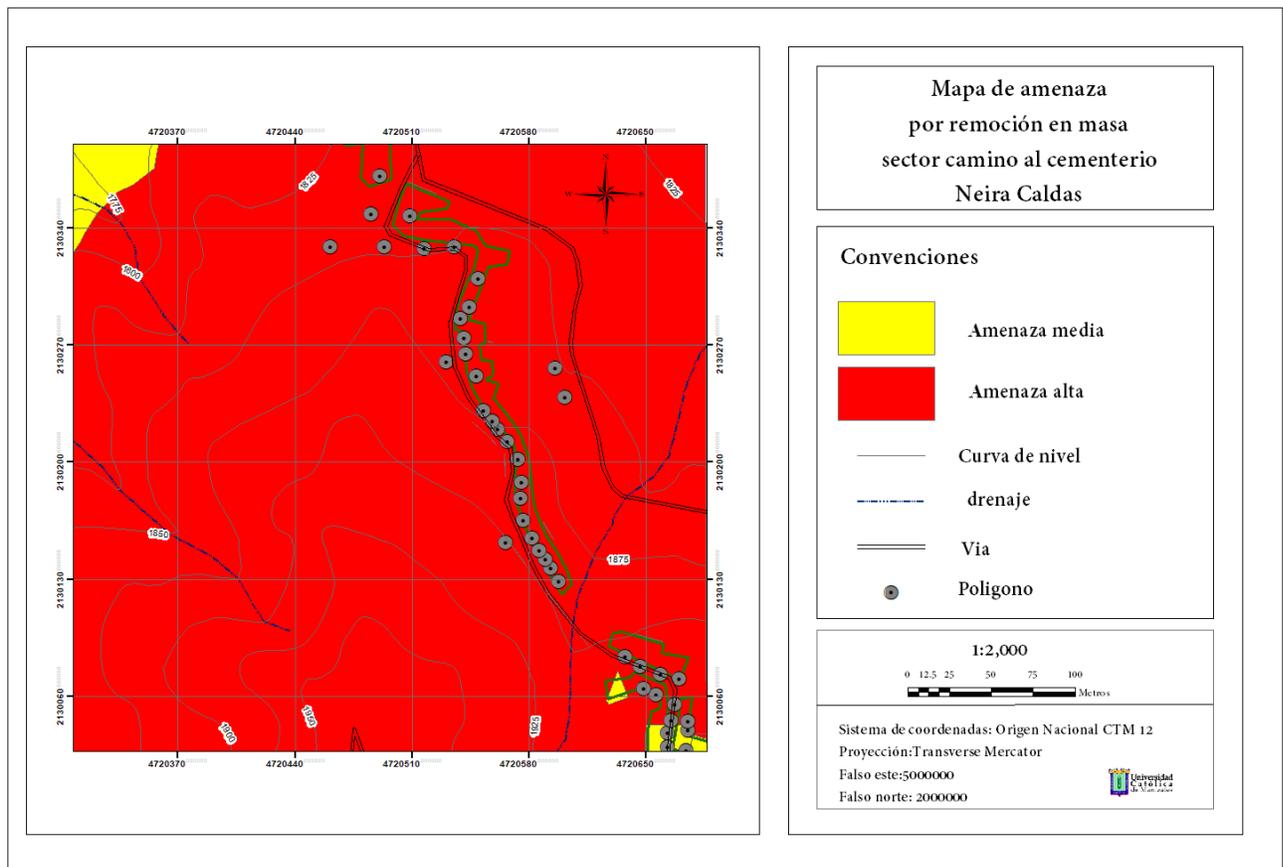


Figure 17: Mapa de amenaza por movimiento en masa, área de estudio

El mapa final de amenaza por fenómenos de remoción en masa resulta de la suma algebraica de mapas temáticos los cuales se reclasifican para obtener la zonificación de amenaza categorizada en rangos definidos: amenaza alta donde la sumatoria de mapas temáticos es mayor a 3.33, amenaza media en donde el resultado de esta suma debe estar entre 3.33 y 1.65 y finalmente amenaza baja donde la sumatoria de mapas debe ser menor o igual a 1.65, este proceso se logra llevar a cabo por medio de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El 98% de los movimientos ocurridos están asociados con la saturación de agua en los suelos, todo esto también por la existencia de procesos de deforestación, sobrepastoreo. En las zonas cafeteras a pesar de que se caracterizan por tener altas pendientes los suelos permanecen saturados de agua en las temporadas de altas lluvias debido a la composición y características de los suelos debido a que estos tienen la capacidad de absorber y retener la humedad por su alto contenido de material plástico, arcillo y expansivo con baja permeabilidad, por ellos estos suelos son altamente propensos a sufrir movimientos en masa (Rivera J, H. 2011).

La zonificación de amenaza muestra que el área de estudio en un 80% se encuentra en una zona de amenaza alta para fenómenos de remoción en masa, lo cual se da por la suma de características propias del terreno que lo hacen propenso a que estos eventos se desencadenen. La geología, la geomorfología, las características de las unidades geológicas superficiales y además las características morfométricas de pendiente se conjugan y propician los desprendimientos de tierra principalmente translacionales y rotacionales.

Estos fenómenos se hacen más intensos cuando todas las características anteriormente mencionadas se conjugan con factores detonantes como la lluvia la cual provoca fuertes

corrientes de escorrentía lo cual acelera los procesos erosivos, además cuando la ladera sufre saturación de agua.

Conclusiones

- ♣ Se lleva a cabo la zonificación de amenaza por remoción en masa a escala 1:2000 para el sector camino al cementerio, cabecera municipal de Neira, Caldas de manera satisfactoria, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las combinaciones de variables temáticas de la cartografía diagnóstica, además de que se recopila y describe favorablemente la información respectiva al objetivo del estudio. Cada factor trazado para la evaluación e identificación de ocurrencia de estos eventos de remoción en masa para este sector.
- ♣ Se realiza el mapa de zonificación de amenaza por remoción en masa a escala 1:2000 para el sector camino al cementerio, cabecera municipal de Neira, Caldas como resultado del análisis de los factores condicionantes.
- ♣ Alrededor del 80% del área de estudio se encuentra en condición de amenaza alta y el 20% restante en condición de amenaza media, por lo que se debe prestar especial atención a este sector del municipio.
- ♣ La metodología heurística es una herramienta importante y de gran ayuda a la hora de estudiar los fenómenos de remoción en masa a escalas básicas y de detalle, siempre y cuando esto se haga de manera ordenada y con criterios claros para dar la categorización a los insumos base para la zonificación, también cabe resaltar que por este ser un método de análisis que no se basa en modelos matemáticos exactos, se debe tener en cuenta la incertidumbre que pueden presentar los resultados obtenidos, este método puede convertirse en un insumo importante como primer acercamiento al entendimiento del

territorio y el comportamiento de los fenómenos amenazantes los cuales puedan dar paso a estudios más específicos aplicando metodologías oficiales como la del servicio geológico colombiano, sobre todo para municipios de cuarta, quinta y sexta categoría los cuales no cuentan con presupuestos amplios para generar estudios básicos y a detalle con todas las especificaciones requeridas en los métodos oficiales.

- ♣ Es de gran importancia este tipo de estudio el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ya que permiten tener un análisis de datos completo articulando así la información primaria disponible y los datos obtenidos en campo facilitando el manejo de información, análisis de resultados obtenidos.
- ♣ Las características habitacionales y territoriales del sector camino al cementerio del municipio de Neira caldas, además de las características ambientales y el comportamiento de los fenómenos naturales amenazantes, hace que su población se encuentre expuesta a ser afectada por procesos de remoción futuros, actualmente se observa una problemática de reactivación de procesos morfodinámicos de remoción que han venido afectando diferentes elementos territoriales.
- ♣ El mapa de zonificación de amenaza se llevó a cabo, mediante el método heurístico, en el cual se lleva a cabo la evaluación de factores condicionantes de la zona de estudio, esto se realizó mediante el análisis de información disponible en los instrumentos de planificación del municipio, cartografía disponible del servicio geológico colombiano y bases cartográficas de IGAC todas las anteriores articuladas con la información primaria levantada en campo, los resultados pueden ser ajustados posteriormente utilizando metodologías y datos de mayor nivel de detalle.

Recomendación

Según las características de la zona de estudio se plantean las siguientes recomendaciones encaminadas hacia mejorar las condiciones respecto a los fenómenos de remoción en masa:

- ♣ Se recomienda estudiar la implementación de sistemas de alertas tempranas que permitan monitorear el comportamiento de la ladera con el fin de contrarrestar y mitigar los efectos de los fenómenos de remoción a los cuales se encuentra expuesta los habitantes del sector camino al cementerio de Neira, Caldas, el existo de estas medidas dependen de la articulación entre las entidades territoriales, organismos de socorro y respuesta a emergencias y la comunidad la cual debe apropiarse de estos sistemas en beneficio común ,a partir de capacitaciones que den lugar a uno de los pilares del sistema nacional de gestión del riesgo el cual va dirigido a infundir el conocimiento del riesgo, entendimiento del territorio por medio de procesos sociales vinculantes, amplios y participativos Los mecanismos.
- ♣ Revisar si existen y como estan funcionando los sistemas de manejo de aguas de escorrentía en el caso de que estos no existan se debe plantear planes encaminados al manejo y canalización de aguas en la ladera, que permitan drenar el agua y que esta no se acumule y sobresature la ladera y de esta manera evitar problemas de saturación de agua y futuros eventos de remoción en masa.
- ♣ Generar obras que permitan estabilizar las zonas que actualmente presentan movimientos en masa mediante procesos ingenieriles o bioingenieriles encaminados al manejo de la ladera con especies que permitan dar estabilidad al terreno.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía de Manizales (2017) plan de ordenamiento territorial.
<https://drive.google.com/drive/folders/13eWNPWI0Uj6qvIOTIFiqAygbjHIBsOTh>
- Alcaldía municipal. (2000). Plan básico de ordenamiento territorial Neira, Caldas.
https://neiracaldas.micolombiadigital.gov.co/sites/neiracaldas/content/files/000048/2361_5pbot--plan-basico-de-ordenamiento-territorial--neira--caldas--2000.pdf
- Aristizábal, P. E., Martínez, H., & Vélez, J. I. (2010). UNA REVISIÓN SOBRE EL ESTUDIO DE MOVIMIENTOS EN MASA DETONADOS POR LLUVIAS. Retrieved from www.emdat.be
- Aristizábal, E., & Sánchez, O. (2020). Spatial and temporal patterns and the socioeconomic impacts of landslides in the tropical and mountainous Colombian Andes. Disasters. <https://doi.org/10.1111/disa.12391>
- Allan Lavell (2001). Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición.
<http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Mayo2004/pdf/spa/doc15036/doc15036-contenido.pdf>
- Banco Mundial. (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas. *Sistema Nacional de Información Para La Gestión Del Riesgo de Desastres*, 438.
<http://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>
- Blaikie, Piers et al. (1996) Vulnerabilidad: El Entorno Social, Político y Económico de los Desastres. La Red. IT Perú. Tercer Mundo Editores, Colombia.
- Dos muertos por derrumbes en zona rural de Neira (2019, abril 04) periódico la patria,
<https://www.lapatria.com/sucesos/dos-muertos-por-derrumbes-en-zona-rural-de-neira-434863>
- Edgar Alexander Rodríguez Castiblanco, Jesús Hernando Sandoval Ramírez, Jorge Leonardo Chaparro Córdón, Gustavo Adolfo Trejos, González Enif Medina Bello, Karol Constanza Ramírez Hernández, Eduardo Castro Marín, Jorge Arturo Castro Guerra, G. L. R. (n.d.). *Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimiento en masa escala 1:25.000*. [https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM\(2017\).pdf](https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM(2017).pdf)
- Foschiatti, Ana Maria Hilda; Vulnerabilidad global y pobreza. Consideraciones conceptuales; Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Humanidades; Revista Geográfica Digital; 1; 2; 12-2004; 1-20. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/51214>
- Guillermo eduardo avila, Carlos Eduardo Cubillos, Alejandro Edilberto Granados , Edagar Alexander rodriguez, Carlos Eduardo Rodriguez, G. L. R. (2017). guia metodológica para

estudios de amenaza , vulnerabilidad y riesgo por movimiento en masa. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 110, Issue 9).

GómezCruz, A., Ossa, C., & Toro, L. (2004). Geoquímica de la rocas del stock de ChinchináSanta Rosa. *Boletín de Geología UIS*, 26(42), 67–78.
file:///D:/Downloads/erikaparra,+Editor_a+de+la+revista,+ilovepdf_merged-copy-1.pdf

Gómez, J. A., Castillo, C., Mora, J., , A. Lora , E.V. Taguas, J. L. A., Guerrero-Casado, J., & Tortosa, F. S. (2019). *CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL DE FUENTES Y ABREVADEROS Y*.

González, H., 2001. Memoria explicativa del Mapa Geológico del Departamento de Antioquia. Escala 1:400.000. INGEOMINAS, 240 p. Medellín. <https://revistas.unal.edu.co/>

Hungr, O., Jaramillo, M., & GEMMA. (2007). *Movimientos en masa en la región Andina: una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. No. 4*, 404.

Hernández, I., 1998. Petrografía de las areniscas de la sección Peñitas-Mina Excarbón. Miembro Medio de la Formación Amagá. Titiribí, Antioquia. Tesis de grado U. EAFIT. Medellín, 90 p.

Isaza, P., & Barrera, L. (2007). El caso de los sobrevivientes del deslizamiento de Villatina (Medellín, 1987): estudio etnográfico, 2005 *. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 25(1), 16–25. <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/fnsp/index>

José Horacio Rivera Posada (2011). Sistemas de drenaje con filtros vivos para la estabilización y restauración de movimientos masales en zonas de ladera. *Programa de investigación científica fondo nacional del café*.
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/337/1/avt0413.pdf>

Ley 388, Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones. (Congreso de República de Colombia 18 de Julio de 1997).

Ley 1523. (24 de Abril de 2012). "Por el cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones."

Metrovacesa (13 abril, 2021). Tipos de usos del suelo. <https://metrovacesa.com/blog/tipos-de-usos-del-suelo>

Medina, D., Montilla, N., y Pimstein, L.(2015). Mapa de unidades de suelo y litología superficial como contribución al proyecto gestión integral de riesgos en espacios urbanos - fase Mérida, Venezuela. *Boletín de Geología*, 37 (1): 83-97.

- MADS. (2012). Ley 1523: Sistema Nacional de Gestión del Riesgo. *Instituto Distrital de Gestión Del Riesgo - IDIGER*, 58.
https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/20575#.YQcPYMkb0XU.mendeley%0Ahttps://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20575/Ley_1523_2012.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- MARTÍNEZ ARANGO, R Y ISAZA GIRALDO, M, (2016, Septiembre 27). *29 años después de la tragedia de Villatina aún buscan víctimas. El colombiano.*
<https://www.elcolombiano.com/antioquia/tragedia-villatina-dolor-desde-1987-DC5062674>
- MAGDA JIMENA RÍOS, (2019, abril 08) Manizales y Neira con alta probabilidad de deslizamientos, según el IDEAM. Caracol radio,
https://caracol.com.co/emisora/2019/04/08/manizales/1554741060_543405.html
- Miyamoto. (2021). *GUÍA PARA EL CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA, SOCIAL Y ECONÓMICA DE PORTOVIEJO.* https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00XJXD.pdf
- Neira consejo municipal de gestión del riesgo. (2013). Plan municipal de gestión del riesgo Neira, Caldas. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/28475>
- Naranjo Henao, J. L., & Rios Alzate, P. A. (1989). Geología de Manizales y sus alrededores y su influencia en los riesgos geológicos. *Revista Universidad de Caldas*, 9-37.
- Pizarro, R. (2001). La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina estudios estadísticos y prospectivos. In *Cepal*.
http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4762/S0102116_es.pdf.
- Rodríguez, G., & Arango, M. I. (2013). REINTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA Y RADIOMÉTRICA DE LAS METABASITAS DEL COMPLEJO ARQUÍA. *Boletín De Geología*, 35(2). Recuperado a partir de
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/3736>
- Santos, M. (1996). Categorías tradicionales, categorías actuales. In *Metamorfosis del espacio habitado*.
- Sieron, k. (2022, junio). Mecanismos asociados a la inestabilidad de laderas: Factores que condicionan y desencadenan los deslizamientos [archivo PDF]. Recuperado de:
<http://www.veracruz.gob.mx/>
- Silvana Cárdenas Betancur, Catalina Alzate Quintero, Valeria Llano López. (2021). Informe especial: las joyas escondidas de Neira. Universidad de Manizales.
<https://umcentral.umanizales.edu.co/index.php/informe-especial-las-joyas-escondidas-de-neira/>

Servicio geológico colombiano (2013). Susceptibilidad por geomorfología.

https://recordcenter.sgc.gov.co/B22/474_17AmeMM189_LaPalma/Documento/Pdf/B_Geomorfologia.pdf

Servicio geológico colombiano (2001). Plancha 206 y 225 memoria explicativa Manizales, nevado del Ruiz, escala 1:100000.

<https://recordcenter.sgc.gov.co/B4/13010010020081/documento/pdf/0101200811101000.pdf>

Vargas Cuervo, G. (2000). Criterios para la clasificación y descripción de movimientos en masa. *Boletín De Geología*, 22(37), 39–67. Recuperado a partir de

<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/3965>

Wilches Chaux, Gustavo. (1993) “ La Vulnerabilidad Global”. En Maskrey, A. (ed.) Los Desastres no son Naturales. La Red. Tercer Mundo Editores, Colombia.



Universidad[®]
Católica
de Manizales

VIGILADA MINEDUCACIÓN

*Obra de Iglesia
de la Congregación*



Hermanas de la Caridad
Dominicas de La Presentación
de la Santísima Virgen

Universidad Católica de Manizales
Carrera 23 # 60-63 Av. Santander / Manizales - Colombia
PBX (6)8 93 30 50 - www.ucm.edu.co