

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7404

EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LOS SECTORES RESIDENCIAL DERRAMA MAGISTERIAL, PROLONGACIÓN VÍA DE EVITAMIENTO Y IV CENTENARIO – TRES ESQUINAS DE LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS

Departamento Amazonas
Provincia Chachapoyas
Distrito Chachapoyas



AGOSTO
2023

***EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA EN
LOS SECTORES RESIDENCIAL DERRAMA MAGISTERIAL, PROLONGACIÓN VÍA
DE EVITAMIENTO Y IV CENTENARIO – TRES ESQUINAS DE LA CIUDAD DE
CHACHAPOYAS***

Distrito Chachapoyas, provincia Chachapoyas, departamento Amazonas

Elaborado por la Dirección de
Geología Ambiental y Riesgo
Geológico del INGEMMET.

Equipo de investigación:

*Elvis Rubén Alcántara Quispe
Luis Miguel León Ordáz
Cristhian Anderson Chiroque Herrera*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). *Evaluación del Peligro Geológico por Movimientos en Masa en los Sectores: Residencial Derrama Magisterial, Prolongación Vía de Evitamiento y IV Centenario – Tres Esquinas de la Ciudad de Chachapoyas, distrito Chachapoyas, provincia Chachapoyas, departamento Amazonas*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7404, 54 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Objetivos del estudio.....	5
1.2. Antecedentes.....	6
1.3. Aspectos generales.....	6
1.3.1. Ubicación.....	6
1.3.2. Población.....	7
1.3.3. Accesibilidad.....	8
1.3.4. Clima.....	9
2. DEFINICIONES.....	9
3. ASPECTO GEOLÓGICO.....	12
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	12
3.1.1. Formación Chúlec (Ki-chu).....	12
3.1.2. Formación Inguilpata (Np-in).....	12
3.1.3. Depósitos cuaternarios.....	14
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	16
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	16
4.2. Pendiente del terreno.....	17
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	17
4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	17
4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional.....	17
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	20
5.1. Peligros geológicos en el sector Residencial Derrama Magisterial (S-1).....	20
5.1.1. Deslizamiento rotacional activo 1 (DRA1).....	20
5.1.2. Deslizamiento rotacional activo 2 (DRA2) y deslizamiento rotacional inactivo latente 1 (DRIL1).....	21
5.1.3. Deslizamientos rotacionales inactivos latentes 2 (DRIL2).....	25
5.2. Peligros geológicos en el sector Prolongación Vía de Evitamiento.....	25
5.2.1. Deslizamientos rotacionales activos 3 y 4 (DRA3 y DRA4).....	26
5.2.2. Deslizamiento rotacional activo 5 y 6 (DRA5 y DRA6).....	29
5.2.3. Derrumbe activo 1 (DA1).....	30
5.3. Peligros geológicos en el sector IV Centenario – Tres Esquinas.....	31
5.3.1. Reptación de suelos inactiva latente 1 (R1).....	31
5.3.2. Derrumbes activos 2, 3 y 4 (DA2, DA3 y DA4).....	33
5.3.3. Reptación de suelos inactiva latente 2 (R2) y deslizamientos rotacionales inactivos latente 3 y 4 (DRI3 y DRI4).....	36
5.4. Factores condicionantes y desencadenante.....	38
6. CONCLUSIONES.....	40
7. RECOMENDACIONES.....	42
8. BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXO 1. MAPAS.....	45
ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS.....	52

RESUMEN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), realiza la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (Actividad 11)”. Con este trabajo cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

El presente documento es el resultado de la evaluación del peligro por movimientos en masa, tipo deslizamiento y reptación de suelos, en los sectores: Residencial Derrama Magisterial, Prolongación Vía de Evitamiento y IV Centenario – Tres Esquinas de la Ciudad de Chachapoyas, distrito y provincia Chachapoyas, departamento Amazonas.

En el área de estudio se observan depósitos inconsolidados de origen coluvio deluvial, que varían de gravas y arenas, a arcillas y limos; que cubren a conglomerados y areniscas muy fracturadas y altamente meteorizados de la Formación Inguilpata.

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados, corresponden a deslizamientos, derrumbes y reptaciones de suelos; los primeros formados sobre terrenos con pendiente de moderada a fuerte pendiente (5° a 25°); en terrenos de morfología de vertientes con depósito de deslizamiento.

Por otro lado, los derrumbes, se ubican en terrenos con pendiente fuerte a muy fuerte (15° a 45°) y geoformas de vertiente coluvio deluvial; a diferencia de las reptaciones de suelos, que se ubican en terrenos con pendiente suave (1° a 5°) y geoformas de vertiente coluvio deluvial.

El factor detonante, se atribuye a las intensas y/o prolongadas precipitaciones pluviales, como las registradas el 13 marzo del 2023, de hasta 45.1 mm/día en la estación Chachapoyas, Amazonas; además de las excavaciones para construcción de viviendas.

En el sector Residencial Derrama Magisterial, se han cartografiado dos deslizamientos rotacionales activos, con volúmenes desplazados de aproximadamente 8 246 y 15 184 m³, y 2 deslizamientos rotacionales inactivos latentes con volúmenes desplazados de aproximadamente 13 492 y 13 324 m³ de volumen; que han afectado a la vía departamental AM-109 en 80 m, una vivienda y 0.5 ha de terrenos de pastoreo. El área evaluada se considera como **Zonas Críticas de Peligro Alto a Muy Alto** ante deslizamiento.

En el sector Vía de Evitamiento, se han cartografiado 4 deslizamientos rotacionales activos con volúmenes desplazados de aproximadamente 8 623 m³, 830 m³, 4 031 m³ y 306 m³; así como un derrumbe activo con un volumen desplazado de aproximadamente 294 m³; que ha afectado la prolongación de la vía de evitamiento en 80 m y puesto en peligro a 4 viviendas. Estas áreas se consideran **Zonas Críticas de Peligro Alto a Muy Alto** ante movimientos en masa

En el sector IV Centenario – Tres Esquinas, se han cartografiado 3 derrumbes activos con volúmenes desplazados de aproximadamente 250, 117 m³ y 51 m³ de volumen, y una zona de reptación de suelos inactiva latente de 14 935 m³ de volumen; que han afectado a un establecimiento de salud, 11 viviendas y puesto en peligro a otras 3 viviendas. Esta área se considera de **Peligro Alto** ante movimientos en masa.

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como la reubicación de las viviendas inhabitables, declaradas en los sectores Residencial Derrama Magisterial, Prolongación Vía de Evitamiento y IV Centenario – Tres Esquinas, la construcción de cunetas impermeables y muros de contención en los tramos de vías afectadas, restringir y prohibir de la excavación vertical de laderas con fines de habilitación urbana, reforestación, monitoreo de los movimientos en masa, entre otras medidas de control de riesgos. Se recomienda también la preparación de la EVAR correspondiente

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico desarrolla, a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”. De esta manera contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud remitida por la Dirección Desconcentrada del INDECI Amazonas Oficio N°D000121-2022-INDECI-DDI AMAZONAS, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros en los sectores: Residencial Derrama Magisterial (S-1), Prolongación Vía de Evitamiento (S-2) y IV Centenario – Tres Esquinas de la Ciudad de Chachapoyas (S-3), ante la ocurrencia de movimientos en masa.

La DGAR del Ingemmet designó a los Ingenieros Luis Miguel León Ordáz, Elvis Rubén Alcántara Quispe y Cristhian Anderson Chiroque Herrera, quienes realizan la evaluación de peligros, el 30 de marzo del 2023.

La presente evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores del Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres y aéreas), el cartografiado geológico y geodinámico, plasmado en un informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Provincial de Chachapoyas, Gobierno Regional de Amazonas y sectores involucrados; donde se proporcionan los resultados de la inspección y recomendaciones para la Reducción del Riesgo de Desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos en los tres sectores: Residencial Derrama Magisterial, Prolongación Vía de Evitamiento y IV Centenario – Tres Esquinas de la Ciudad de Chachapoyas, distrito Chachapoyas, provincia Chachapoyas, departamento Amazonas.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros identificados en los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en el área evaluada, se tienen:

- Boletín N° 56 Serie A, “Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar” (Sánchez Fernández, 1995) donde se describe las unidades geológicas a una escala 1:100 000. Sánchez diferencia en la zona: conglomerados y areniscas de la Formación Inguilpata. En el cartografiado geológico integrado a escala 1:50 000, (Ingemmet, versión 2021), se valida la presencia de conglomerados y areniscas semi consolidadas de matriz areno-limosa.
- El Boletín N° 39 Serie C, Estudio de Riesgo geológico en la región Amazonas (Medina Allca et al., 2009) se presenta un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, a escala 1:250 000; donde la ciudad de Chachapoyas se sitúa en una zona de susceptibilidad media a alta ante la ocurrencia de movimientos en masa.
- En el Informe Técnico A5819 “Reconocimiento de peligros geológicos en la zona "El Carrizal" sector Tushpuna y Villa "El Molino" - Chachapoyas. Región Amazonas” (Vílchez Mata, 2007) se cartografiaron dos deslizamientos rotacionales y dos zonas de reptación de suelos en el sector IV Centenario – Tres Esquinas producto de la alta susceptibilidad del terreno (suelos arcillo limosos de alta plasticidad), sobresaturación del terreno, afloramiento de agua subterránea y mal sistema de drenaje actual; además se recomendó evitar la construcción de viviendas en los sectores con movimientos en masa, reforestar las laderas, mejorar el diseño de las cunetas, entre otras medidas de control.
- En la Tesis “Evaluación de la susceptibilidad a los movimientos en masa en las áreas de Chachapoyas y Luya (Amazonas – Perú)” (Vilchez Mata, 2008) se elaboró un mapa de susceptibilidad ante movimientos en masa, teniendo como información de entrada los registros de zonas críticas del INGEMMET, donde el área sur de la ciudad de Chachapoyas muestra susceptibilidad muy alta y alta ante movimientos en masa.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área evaluada corresponde a los sectores de Residencial Derrama Magisterial, Prolongación Vía de Evitamiento y IV Centenario – Tres Esquinas de la Ciudad de Chachapoyas, jurisdicción del distrito de Chachapoyas, provincia Chachapoyas, departamento Amazonas (Figura 1), ubicada en las coordenadas UTM WGS 84 – Zona: 18S descritas en el tabla 1 y coordenadas centrales referenciales del evento identificado.

Tabla 1. Coordenadas de las áreas de estudio.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 18S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	183325	9310175	-6.233044	-77.861519
2	183325	9308475	-6.248404	-77.861603
3	181725	9308475	-6.248324	-77.876045
4	181725	9310175	-6.232966	-77.875961
Coordenada central de los peligros identificados				
Deslizamiento Sector Residencial Derrama Magisterial (S-1)	181919	9309274	-6.241119	-77.874260
Deslizamiento Sector Prolongación Vía de Evitamiento (S-2)	182904	9308909	-6.244458	-77.865387
Reptación Sector IV Centenario - Tres Esquinas (S-3)	182788	9309737	-6.236976	-77.866386
Derrumbe Sector IV Centenario - Tres Esquinas (S-3)	182837	9309973	-6.234850	-77.865929

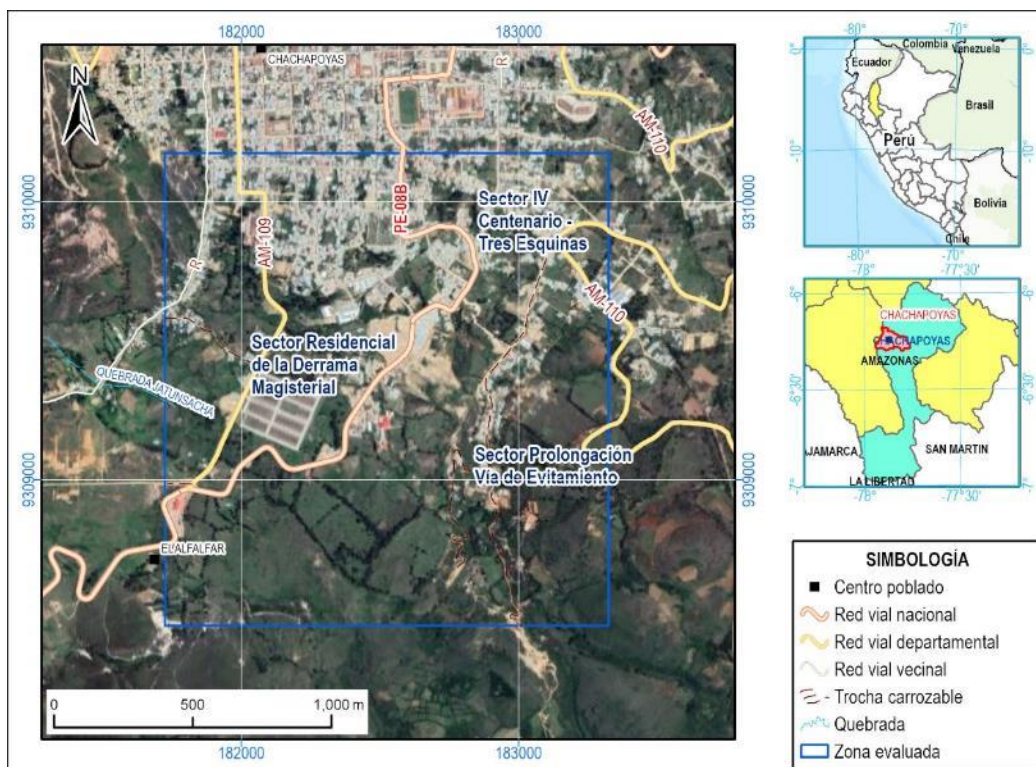


Figura 1. Ubicación del área evaluada (en línea azul).

1.3.2. Población

De acuerdo a la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2018), la localidad de Chachapoyas, tiene una población de 25 000 habitantes, distribuidos en 9 000 viviendas, con acceso a red pública de agua, energía eléctrica y desagüe.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso hasta la los sectores evaluados, se realiza desde la Plaza de Armas de Chachapoyas por la vía departamental AM-109 (al S-1), por las calles Libertad y Hermosura (al S-2) y por las calles Libertad, Hermosura, Sosiego, Vía de Evitamiento y Prolongación Vía de Evitamiento (al S-3), tal como se detalla en la siguiente ruta (Tabla 2, Figura 2):

Tabla 2. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Plaza de Armas Chachapoyas – Residencial Derrama Magisterial	Asfaltada/Afirmada	1.5	5 minutos
Plaza de Armas Chachapoyas – Prolongación Vía de Evitamiento	Asfaltada	2.8	10 minutos
Plaza de Armas Chachapoyas – IV Centenario Tres Esquinas	Asfaltada/Afirmada	1.7	6 minutos

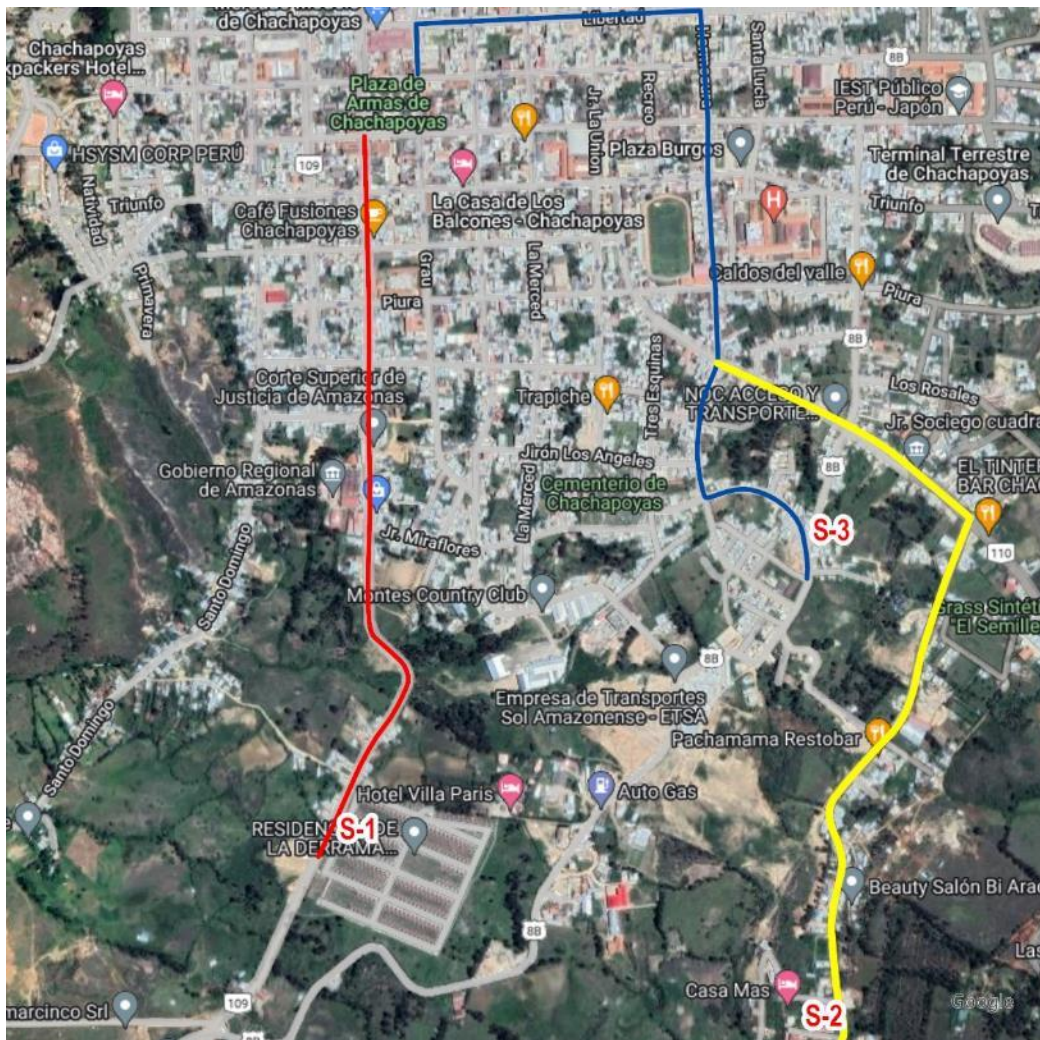


Figura 2. Localización y acceso a los sectores evaluados desde la plaza de armas de Chachapoyas: en rojo (S-1), azul (S-2) y amarillo (S-3). **Fuente:** Google Maps.

1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), la zona de estudio posee un clima Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año, templado (B (r) B'), con una temperatura máxima promedio de hasta 29°C, una temperatura mínima promedio desde 11°C y una precipitación anual entre 1 200 mm a 3 000 mm.

Entre los años 2017-2023, el mes de marzo (mes más lluvioso), el sector evaluado percibió precipitaciones de hasta 45.1 mm/día (Figura 3) considerados por el Senamhi, en su consolidado de umbrales de precipitación del 2014, como Extremadamente Lluvioso, para la provincia de Chachapoyas (Senamhi, 2014).

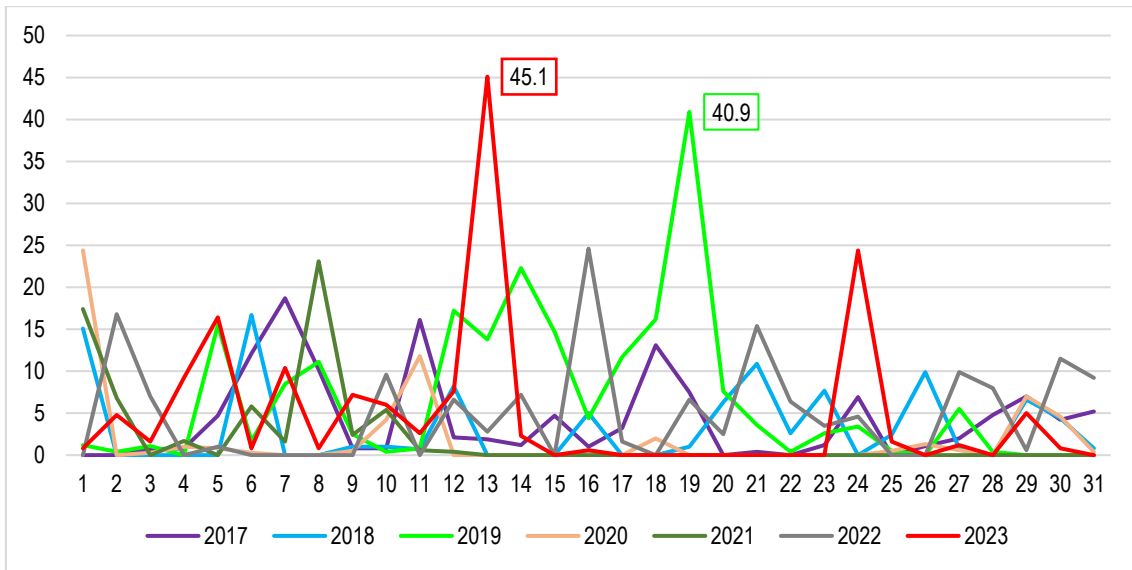


Figura 3. Precipitación diaria del mes de marzo entre los años 2017-2023, en la Estación Chachapoyas (Provincia Chachapoyas). **Fuente:** Senamhi.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA, 2007); donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

Actividad: La actividad de un movimiento en masa, refiere tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WPWLI, 1993).

Activo: Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

Agrietamiento: Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

Arcilla: Suelo con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad; muy influenciados por el agua en su comportamiento.

Coluvio-deluvial: Forma de terreno o depósito formado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), los cuales se encuentran interestratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.

Derrumbe: Desplome de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido de ruptura, y más bien una zona irregular. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas muy meteorizadas y fracturadas.

Deslizamiento: Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

Deslizamiento rotacional: Tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

Detonante: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

Escarpe o escarpa: Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

Factor condicionante: Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

Factor detonante: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

Formación geológica: Unidad litoestratigráfica que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

Inactivo latente: Movimiento en masa actualmente inactivo, donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno.

Meteorización: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

Movimiento en masa: Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.

Peligro geológico: Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Reactivado: Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.

Reptación de suelos: Movimiento lento del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo.

Retrogresivo: Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

Saturación: Característica que refleja la cantidad de agua contenida en los poros de un volumen de suelo dado. Se expresa como una relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos.

Susceptibilidad: La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

Talud: Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén.

Velocidad: Para cada tipo de movimiento en masa se describe el rango de velocidades, parámetro importante ya que ésta se relaciona con la intensidad del evento y la amenaza que puede significar. De acuerdo con Cruden y Varnes (1996), las escalas de velocidades corresponden a: extremadamente lenta, muy lenta, lenta, moderada, rápida, muy rápida y extremadamente rápida.

Zonas críticas: Son zonas o áreas con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Algunas pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

3. ASPECTO GEOLÓGICO

La descripción geológica se desarrolló en base al Boletín N° 56 Serie A, “Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar” (Sánchez Fernández, 1995) y el reciente cartografiado geológico integrado a escala 1:50 000, versión 2021 (Ingemmet, 2021); los cuales se complementaron con trabajos en campo, análisis de imágenes satelitales, y fotogrametría con dron para caracterizar y delimitar las diferentes unidades litológicas considerando su grado de resistencia y susceptibilidad a procesos de remoción en masa (mapa 1).

3.1. Unidades litoestratigráficas

Corresponden unidades sedimentarias carbonatadas del Cretácico y unidades sedimentarias clásticas poco consolidadas del Neógeno; además de depósitos de movimientos en masa.

3.1.1. Formación Chúlec (Ki-chu)

Esta unidad está conformada por calizas cremas a grises, margas y lutitas negras, hacia la base existen niveles de areniscas calcáreas.

En la zona de estudio esta unidad se ubica al este, en las colinas más altas, además se presentan cantos rodados de esta unidad a lo largo de toda la zona evaluada.

3.1.2. Formación Inguilpata (Np-in)

Esta unidad está representada por conglomerados con clastos polimícticos, intercalados con arenas semi consolidadas y con una matriz areno-limoso.

Se presenta como basamento rocoso de casi toda la zona de estudio, representado por terrenos de suave a moderada pendiente; los afloramientos encontrados de niveles de conglomerados (fotografía 1) y de areniscas (fotografía 2) se presentan muy fracturados y altamente meteorizados; debido a su poca compactación y consolidación.



Fotografía 1. Niveles de conglomerados muy fracturados y altamente meteorizados de la Formación Inguipata. **Coordenadas:** E: 181978, N: 9309253, Z: 2290.



Fotografía 2. Niveles de areniscas muy fracturadas y altamente meteorizadas de la Formación Inguipata. **Coordenadas:** E: 182842, N: 9309969, Z: 2388.

3.1.3. Depósitos cuaternarios

Depósito Coluvio Deluvial (Q-fl)

Corresponde a suelos originados por los diversos movimientos en masa de la originados en la zona evaluada, su granulometría varía de bloques y gravas en una matriz de limos y arcillas en el sector Residencial Derrama Magisterial (fotografía 3, tabla 3) a suelos arcillosos de alta plasticidad con poca cantidad de suelos gruesos (fotografía 4, tabla 4) y arenas limosas (fotografía 5, tabla 5).



Fotografía 3. Suelos coluvio deluviales de granulometría de bloques y gravas en una matriz de limos y arcillas ubicados en el sector Residencial Derrama Magisterial. **Coordenadas:** E: 181936, N: 9309261, Z: 2288.



Fotografía 4. Suelos coluvio deluviales de arcillas de alta plasticidad con poca cantidad de suelos gruesos ubicados en el sector Prolongación Vía de Evitamiento. **Coordenadas:** E: 182901, N: 9308918, Z: 2401.



Fotografía 5. Suelos coluvio deluviales arenos limosos con poca cantidad de suelos gruesos, encontrados en el sector IV Centenario Tres Esquinas. **Coordenadas:** E: 182828, N: 9309971, Z: 2385.

Tabla 3. Descripción de formaciones superficiales – sector Residencial Derrama Magisterial. **Coordenadas:** E: 181936; N: 9309261; Z: 2288.

TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL				GRANULOMETRÍA (%)		FORMA		REDONDES	
<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	5	Bolos	<input type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/>	Redondeado
<input checked="" type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	10	Cantos	<input checked="" type="checkbox"/>	Discooidal	<input checked="" type="checkbox"/>	Sub redondeado
<input checked="" type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	35	Gravas	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Anguloso
<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	15	Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Sub anguloso
<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial	5	Arenas				
<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral	20	Limos				
<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar	10	Arcillas				

PLASTICIDAD		ESTRUCTURA		TEXTURA		CONTENIDO DE		% LITOLOGÍA	
<input type="checkbox"/>	Alta plasticidad	<input type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia orgánica	<input type="checkbox"/>	Intrusivos
<input checked="" type="checkbox"/>	Med. plasticidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificada	<input type="checkbox"/>	Arenoso	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>	Volcánicos
<input type="checkbox"/>	Baja plasticidad	<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input checked="" type="checkbox"/>	Áspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>	Metamórficos
<input type="checkbox"/>	No plástico							<input checked="" type="checkbox"/>	Sedimentarios

COMPACIDAD				CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.					
SUELOS FINOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS			
Limos y Arcillas		Arena		Gravas		GW	SW	ML	MH
<input type="checkbox"/>	Blanda	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	Suelta	GP	SP	CL	CH
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input checked="" type="checkbox"/>	Med. consolidada	<input checked="" type="checkbox"/>	SM	OL	OH
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada	GC	SC	PT	
				<input type="checkbox"/>	Muy consolidada				

Tabla 4. Descripción de formaciones superficiales – sector Prolongación Vía de Evitamiento. **Coordenadas:** E: 182901; N: 9308918; Z: 2401.

TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL				GRANULOMETRÍA (%)		FORMA		REDONDES	
<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	5	Bolos	<input type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/>	Redondeado
<input checked="" type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	5	Cantos	<input checked="" type="checkbox"/>	Discooidal	<input checked="" type="checkbox"/>	Sub redondeado
<input checked="" type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	10	Gravas	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Anguloso
<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	10	Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Sub anguloso
<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial	5	Arenas				
<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral	5	Limos				
<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar	60	Arcillas				

PLASTICIDAD		ESTRUCTURA		TEXTURA		CONTENIDO DE		% LITOLOGÍA	
<input checked="" type="checkbox"/>	Alta plasticidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Masiva	<input checked="" type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia orgánica	<input type="checkbox"/>	Intrusivos
<input type="checkbox"/>	Med. plasticidad	<input type="checkbox"/>	Estratificada	<input type="checkbox"/>	Arenoso	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>	Volcánicos
<input type="checkbox"/>	Baja plasticidad	<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input type="checkbox"/>	Áspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>	Metamórficos
<input type="checkbox"/>	No plástico							<input checked="" type="checkbox"/>	Sedimentarios

COMPACIDAD				CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.					
SUELOS FINOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS			
Limos y Arcillas		Arena		Gravas		GW	SW	ML	MH
<input type="checkbox"/>	Blanda	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	Suelta	GP	SP	CL	CH
<input checked="" type="checkbox"/>	Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	Med. consolidada	GM	SM	OL	OH
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada	GC	SC	PT	
				<input type="checkbox"/>	Muy consolidada				

Tabla 5. Descripción de formaciones superficiales – sector IV Centenario Tres Esquinas. **Coordenadas:**
 E: 182828; N: 9309971; Z: 2385.

TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL				GRANULOMETRÍA (%)		FORMA		REDONDES	
	Eluvial		Lacustre	5	Bolos		Esférica		Redondeado
X	Deluvial		Marino	5	Cantos	X	Discoidal	X	Sub redondeado
X	Coluvial		Eólico	5	Gravas		Laminar		Anguloso
	Aluvial		Orgánico	10	Gránulos		Cilíndrica		Sub anguloso
	Fluvial		Artificial	55	Arenas				
	Proluvial		Litoral	15	Limos				
	Glaciar		Fluvio glaciar	5	Arcillas				

PLASTICIDAD		ESTRUCTURA		TEXTURA		CONTENIDO DE		% LITOLOGÍA	
	Alta plasticidad	X	Masiva		Harinoso		Materia orgánica		Intrusivos
	Med. plasticidad		Estratificada	X	Arenoso		Carbonatos		Volcánicos
X	Baja plasticidad		Lenticular		Áspero		Sulfatos		Metamórficos
	No plástico							X	Sedimentarios

COMPACIDAD				CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.			
SUELOS FINOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS	
Limos y Arcillas		Arena		Gravas			
	Blanda	X	Suelta		Suelta		ML
	Compacta		Densa		Med. consolidada		CL
	Dura		Muy Densa		Consolidada		OL
					Muy consolidada		PT
							MH
							CH
							OH

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Además de la cartografía regional de geomorfología, a escala 1:250 000 del boletín de riesgos geológicos de la región Amazonas, se utilizó imágenes y modelos digitales de elevación detallados, obtenidos de levantamientos fotogramétricos con dron en febrero del 2023 por el Ingemmet y de fuente Alos Palsar de detalle 12 m, lo cual permitirá estudiar el relieve, pendientes y demás características; con el fin de describir subunidades a detalle (escala 1/ 5 000).

4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

El sector Residencial Derrama Magisterial presenta elevaciones que van desde los 2 253 m hasta los 2 347 m, en los cuales se distinguen 6 niveles altitudinales, donde el área con mayor pendiente corresponde a terrenos entre altitudes 2 260 y 2 300 m, con pendiente promedio de moderada a fuerte (5° a 25°) correspondiente a depósitos coluvio deluviales y geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento.

El sector Prolongación Vía de Evitamiento presenta elevaciones que van desde los 2 339 m hasta los 2 527 m, en los cuales se distinguen 10 niveles altitudinales, donde el área con mayor pendiente corresponde a terrenos entre altitudes 2 400 y 2 440 m, con pendiente promedio de fuerte a muy fuerte (15° a 45°) correspondiente a depósitos coluvio deluviales y geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento.

El sector IV Centenario – Tres Esquinas presenta elevaciones que van desde los 2 348 m hasta los 2 420 m, en los cuales se distinguen 4 niveles altitudinales, donde el área con mayor pendiente corresponde a terrenos entre altitudes 2 380 y 2 400 m, con pendiente promedio de fuerte a muy fuerte (15° a 45°) correspondiente a depósitos coluvio deluviales y geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento.

4.2. Pendiente del terreno

La zona evaluada (sectores Residencial Derrama Magisterial, Prolongación Vía de Evitamiento y IV Centenario – Tres Esquinas) presenta terrenos con pendientes que varía de suaves a moderadas (1° a 15°) en los terrenos con geoforma de altiplanicie sedimentaria, a pendientes fuertes y muy fuertes (15° a 45°) en los terrenos con geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento y vertiente coluvio deluvial (mapa 2).

4.3. Unidades Geomorfológicas

De acuerdo a su origen, se distinguen geoformas tanto de carácter tectónico degradacional y erosional (colina en roca sedimentaria: C-rs), como de carácter deposicional y agradacional (altiplanicie Sedimentaria: AP-s, vertiente coluvio deluvial: V-cd y vertiente con depósito de deslizamiento: V-dd); se grafican en la figura 6 y en el mapa 3.

4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales. Estos procesos conducen a la modificación parcial o total de ellos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Unidades de colinas y lomadas

Estas geoformas presentan menor altura que una montaña (menos de 300 metros desde el nivel de base local). Las colinas presentan una inclinación promedio en sus laderas superior a 16% y divergen en todas direcciones a partir de la cima relativamente estrecha de base aproximadamente circular. Las lomadas presentan similar altura que las colinas, pero con cimas más amplias, redondeadas y alargadas, con gradientes entre 8 % y 16 % (Villota, 2005).

- Sub unidad de colina en roca sedimentaria (C-rs)

Corresponden a los terrenos con pendiente de fuerte a muy fuerte (15° a 45°) que se ubican al este de la zona estudiada, donde la mayor resistencia de su basamento rocoso (Formación Chúlec) los han hecho más resistentes a la erosión y meteorización; actualmente se encuentran en proceso de ocupación antrópica para viviendas o actividades agrícolas.

4.3.2. Geoformas de carácter deposicional y agradacional

Son el resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento y por agentes móviles; tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra mediante el depósito de materiales sólidos resultante de la denudación de terrenos más elevados.

Unidad de Piedemontes

- Subunidad de piedemonte o vertiente coluvio deluvial (V-cd)

Corresponde a terrenos con pendiente de moderada a fuerte (5° a 25°) ubicados en laderas donde procesos de movimientos en masa han ido acumulando suelos recientes a lo largo del tiempo; es característica de estos terrenos la presencia de vegetación densa, debido a la alta presencia de agua subterránea.

- Subunidad de piedemonte o vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Son terrenos con similares pendientes a la unidad anterior, con la diferencia de encontrar una marcada morfología de deslizamiento: escarpes, agrietamientos, zonas hundidas y zonas levantadas; también abunda la vegetación y surgencias de agua a modo de manantiales.

Unidad de Planicies

- Altiplanicie sedimentaria (AP-s)

Corresponde a los terrenos con pendiente de suave a moderada (1° a 15°) y que se distribuyen a lo largo de toda la zona, su relieve uniforme lo ha hecho ideal para el asentamiento urbano.



Figura 4. Geoformas del sector Residencial Derrama Magisterial: Altiplanicie Sedimentaria (AP-s) y vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd).



Figura 5. Geofomas del sector Prolongación Vía de Evitamiento: Colina en roca sedimentaria (C-rs), Altiplanicie Sedimentaria (AP-s), vertiente coluvio deluvial (V-cd) y vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd).



Figura 6. Geofomas del sector IV Centenario – Tres Esquinas: Altiplanicie Sedimentaria (AP-s) y vertiente coluvio deluvial (V-cd).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

El crecimiento urbano de los últimos años en la ciudad de Chachapoyas ha conllevado a que nuevas viviendas se construyan en lugares no aptos para habitación urbana, donde se presenta alta susceptibilidad ante movimientos en masa, reflejado en terrenos con macizos rocosos muy fracturados y altamente meteorizados, pendientes fuertes a muy fuertes y geoformas de vertientes coluvio deluviales y vertientes con depósitos de deslizamientos.

Las actividades antrópicas como la agricultura y ganadería, sumado a un mal control de aguas de escorrentía superficial son otros factores que condicionan la generación de nuevos movimientos en masa.

El factor desencadenante para estos movimientos en masa han sido las lluvias de intensidad extrema y la excavación de las laderas para construcción de viviendas.

En la presente evaluación se han cartografiado deslizamientos rotacionales, derrumbes y zonas de reptación de suelos en los sectores de Residencial Derrama Magisterial, Prolongación Vía de Evitamiento y IV Centenario – Tres esquinas.

5.1. Peligros geológicos en el sector Residencial Derrama Magisterial (S-1)

En el sector Residencial Derrama Magisterial se han cartografiado dos deslizamientos rotacionales activos y dos deslizamientos inactivos latentes que han afectado a una vivienda y tramo de vía departamental AM-109 (mapa 4).

5.1.1. Deslizamiento rotacional activo 1 (DRA1)

Se ubica al norte de la Residencial Derrama Magisterial y conforma un deslizamiento rotacional (4 755 m² de área y 8 246 m³ de volumen), se ha desarrollado sobre conglomerados muy fracturados y altamente meteorizados de la Formación Inguilpata y relleno compactados para afirmar la vía departamental AM-109.

Está activo desde el 2012, presentándose como asentamientos en la vía departamental AM-109 (figura 7), para posteriormente continuar con diversos episodios de reactivación, siendo el más reciente en el 2023 (figura 8), el cual compromete la integridad de la vía AM-109 en 80 m y una línea de conducción de energía eléctrica.



Figura 7. Vista de la zona del deslizamiento DRA1 (en línea roja) en junio del 2012. **Fuente:** Google.



Figura 8. Vista del deslizamiento DRA1 en marzo del 2023, el cuerpo del deslizamiento está delimitado por la línea discontinua amarilla, un escarpe secundario está resaltado en línea discontinua azul.

5.1.2. Deslizamiento rotacional activo 2 (DRA2) y deslizamiento rotacional inactivo latente 1 (DRIL1)

Descripción

Se ubican al oeste de la Residencial de la Derrama Magisterial; en las cercanías de la Vía departamental AM-109 y junto a la quebrada Jatunsacha (figura 9).

El deslizamiento activo 2 tiene un área de 7 533 m² y un volumen de 15 184 m³ ha producido afectación a una vivienda ubicada en la parte posterior de la corona (fotografía 6), debido al carácter retrogresivo del mismo que ha generado grietas de tracción que podrían configurar un nuevo escarpe en el futuro.

El deslizamiento inactivo 1 ha afectado terrenos naturales en un área de 7 871 m² y 13 492 m³, actualmente solo es apreciable la deformación del terreno debido al movimiento; sin embargo, no se descarta su reactivación ante lluvias extremas o movimiento sísmico fuerte.



Figura 9. Vista del deslizamiento rotacional activo DRA 2 (a la derecha) y el deslizamiento rotacional inactivo DRIL 1 (a la izquierda) ubicados al oeste de la Residencial Derrama Magisterial.



Fotografía 6. Muro colapsado de la vivienda afectada por el deslizamiento rotacional activo 2.
Coordenadas: E: 181984; N: 9309266; Z: 2293.

Análisis longitudinal del DRA1

En el perfil longitudinal A-A' (figura 10) se aprecia la distribución de los materiales geológicos (Formación Inguipata y depósitos coluvio deluviales), así como los agrietamientos dentro del deslizamiento y por tracción detrás de la corona.

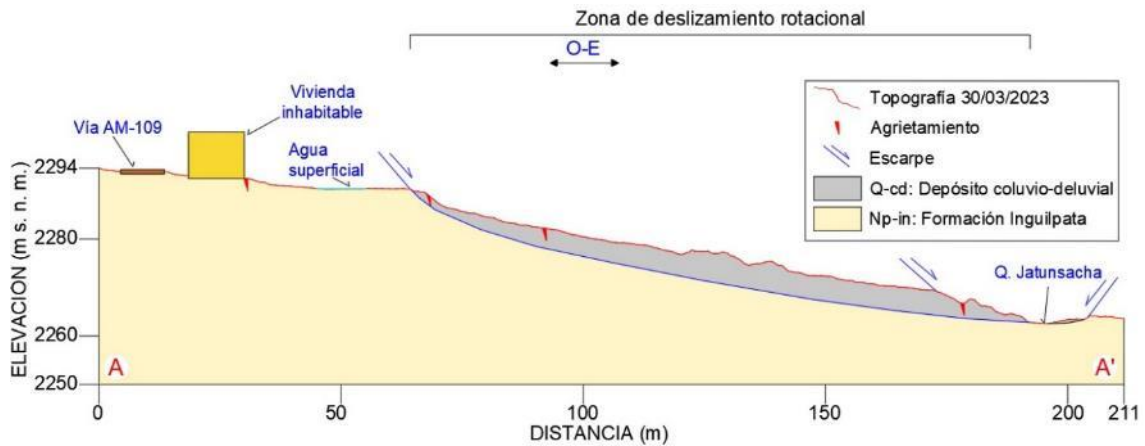


Figura 10. Perfil longitudinal A-A' que representa la distribución de los materiales geológicos, agrietamientos y estructuras expuestas a daños.

Los agrietamientos de tracción, generados por el movimiento retrogresivo del deslizamiento han generado fracturamientos en una vivienda (Figura 11); además, se ha ubicado una gran cantidad de agua acumulada en la parte superior del deslizamiento (Fotografía 7) lo que configura un factor que ha favorecido la generación del movimiento en masa, cuyo escarpe principal se ubica a 50 m al oeste de la vía departamental AM-109 y muestra un salto vertical de hasta 2.5 m (Fotografía 8).



Figura 11. Agrietamiento de tracción en la parte posterior de la corona del deslizamiento DRA2 (en línea roja) que ha afectado una vivienda (fracturas estructurales en amarillo), además un sector de erosión demarcado en línea celeste. **Coordenadas:** E: 181979; N: 9309265; Z: 2293.



Fotografía 7. Presencia de agua en la parte superior del deslizamiento. **Coordenadas:** E: 181954; N: 9309267; Z: 2290.



Fotografía 8. Vista del escarpe principal del deslizamiento DRA2. **Coordenadas:** E: 181923; N: 9309268; Z: 2284.

Características visuales y morfométricas del DRA1

- Tipo de movimiento: Deslizamiento rotacional en suelos.
- Estado: Activo.
- Tipo de avance: Retrogresivo.
- Velocidad: Moderado (algunos centímetros al mes).
- Deformación del terreno: Escalonado.
- La composición de los suelos coluvio deluviales de gravas con limos (tabla 3).

Morfometría del DRA1

- Área: 7 533 m².
- Perímetro: 364 m.
- Volumen: 15 184 m³.
- Diferencia de alturas corona y pie de deslizamiento: 24 m.
- Longitud horizontal corona a punta: 116 m.
- Ángulo de corona al pie del deslizamiento: 11.7°.
- Dirección del movimiento: N264° (E-O)
- Ancho de la superficie de falla: 60 m.
- Salto principal: 2.5 m.

Daños ocasionados por el DRA1

- 1 vivienda inhabitable (fotografía 6).
- 0.5 ha de terrenos de pastoreo.

5.1.3. Deslizamiento rotacional inactivos latentes 2 (DRIL2)

Cubre un área de 7 996 m² y un volumen de 13 324 m³, se ubica al noroeste del DRIL1; es apreciable debido a la deformación que causó al terreno; no descartando una reactivación del movimiento ante lluvias extremas o movimientos sísmicos intensos, lo que llevaría a no solo la afectación de la ladera, sino también a una trocha carrozable ubicado en su parte alta (figura 12).



Figura 12. Vista del deslizamiento rotacional inactivo latente 2, al oeste del sector Residencial Derrama Magisterial.

5.2. Peligros geológicos en el sector Prolongación Vía de Evitamiento

En el sector Prolongación Vía de Evitamiento, al este de la zona evaluada, se han cartografiado 3 deslizamientos rotacionales activos y un derrumbe activo (figura 13 mapa 5); además, mediante el cartografiado con dron, también se han identificado 4 derrumbes activos ubicados al sur del sector Prolongación Vía de Evitamiento (figura 13) cuya área combinada suma 3 631 m², generados por la excavación de las laderas para la conformación de las vías de comunicación.



Figura 13. Derrumbes activos ubicados al sur del sector Prolongación Vía de Evitamiento.

5.2.1. Deslizamientos rotacionales activos 3 y 4 (DRA3 y DRA4)

Descripción

Los deslizamientos rotacionales activos de este sector se encuentran próximos el uno del otro (figura 14), han afectado a la prolongación de la vía de evitamiento (figura 15), generando la necesidad de realizar actividades de relleno para la rehabilitación de la vía.



Figura 14. Vista de los deslizamientos DRA3 y DRA 4 en el sector Prolongación Vía de Evitamiento.



Figura 15. Vista de los deslizamientos DRA3 (arriba, coordenadas E: 182895; N: 9308919); DRA 4 (abajo, Coordenadas E: 182918; N: 9308857).

Además, estos deslizamientos han puesto en peligro a dos viviendas ubicadas en la parte posterior de su corona (figura 15) y a una vivienda ubicada entre ambos deslizamientos (figura 16).



Figura 16. Vivienda en peligro ubicada al margen izquierdo del deslizamiento DRA3 (arriba) y a la margen derecha del deslizamiento DRA4 (abajo). **Coordenadas:** E: 182898; N: 9308879; Z: 2401.

El deslizamiento DRA3 muestra un salto vertical de hasta 4m (figura 17), mientras el deslizamiento DRA4 tiene un salto vertical de hasta 1 m (figura 18).



Figura 17. Salto vertical del escarpe principal del deslizamiento DRA3. **Coordenadas:** E: 182913; N: 9308904; Z: 2401.



Figura 18. Salto vertical del escarpe del deslizamiento DRA4. **Coordenadas:** E: 182907; N: 9308843; Z: 2402.

Análisis longitudinal del DRA3

En la figura 19 se muestra el perfil longitudinal B-B', donde se observa la distribución de los suelos coluvio deluviales y de la Formación Inguilpata en la zona del deslizamiento DRA3; además, en la figura 20 se observa la ubicación del escarpe principal (sobre la prolongación de la Vía de evitamiento) y del escarpe secundario (bajo la trocha).

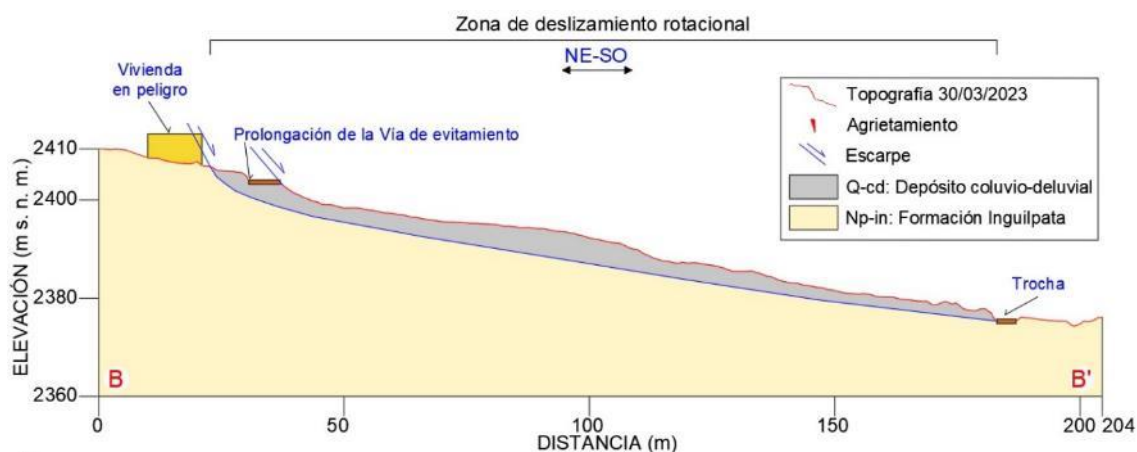


Figura 19. Perfil B-B' que muestra la distribución de los materiales geológicos e infraestructura afectada por el deslizamiento rotacional activo 3.



Figura 20. Vista del escarpe principal (en amarillo) y del secundario (en rojo) del deslizamiento DRA3. **Coordenadas:** E: 182914; N: 9308921; Z: 2405.

Características visuales y morfométricas del DRA3

- Tipo de movimiento: Deslizamiento rotacional en suelos.
- Estado: Activo.
- Tipo de avance: Retrogresivo.
- Velocidad: Moderado (algunos centímetros al mes).
- Deformación del terreno: Escalonado.
- Composición: arcillas de alta plasticidad (tabla 4).

Morfometría del DRA3

- Área: 4 122 m².
- Perímetro: 376 m.
- Volumen: 8 623 m³.
- Diferencia de alturas corona y pie de deslizamiento: 31 m.
- Longitud horizontal corona a punta: 183 m.
- Ángulo de corona al pie del deslizamiento: 9.6°.
- Dirección del movimiento: N204° (NE-SO).
- Ancho de la superficie de falla: 24 m.
- Salto principal: 4 m.

Daños ocasionados por el DRA3 Y DRA4

- 50 m de vía afirmada.
- 3 viviendas que pueden ser afectadas.

5.2.2. Deslizamiento rotacional activo 5 y 6 (DRA5 y DRA6)

Estos deslizamientos se ubican al oeste de los deslizamientos DRA3 y DRA4, próximos a una quebrada local (figura 21) y han sido cartografiados gracias al levantamiento fotogramétrico de la zona.

El deslizamiento DRA5 abarca un área de 3 321 m² y un volumen de 4 031 m³ y solo ha afectado a terrenos de pastoreo.

El deslizamiento DRA6 abarca un área de 338 m² y un volumen de 306 m³ pone en peligro a una vivienda ubicada muy próxima a su escarpe.

Estos deslizamientos se han desarrollado sobre terrenos de media a fuerte pendiente (5° a 25°) que conforman geformas de vertiente con depósito de deslizamiento; estos terrenos tienen abundante agua subterránea, reflejado en varios manantiales y bofedales.

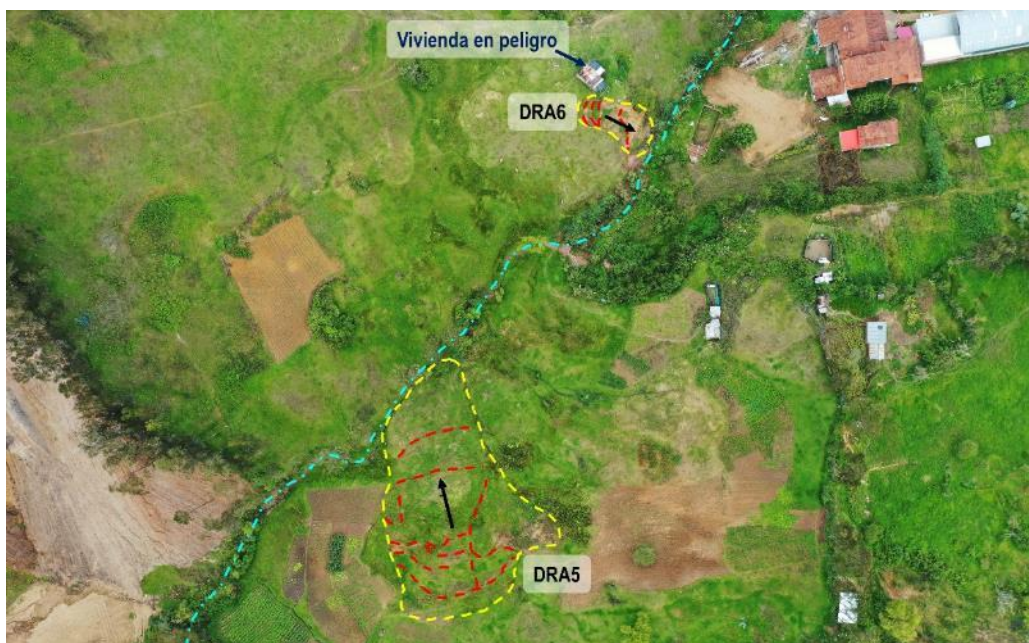


Figura 21. Vista de los deslizamientos rotacionales activos 5 y 6.

5.2.3. Derrumbe activo 1 (DA1)

Este movimiento en masa se ubica al norte del deslizamiento DRA3 y pone en peligro a una vivienda ubicada en su parte baja (figura 22).

Abarca un área de 261 m² y un volumen de 294 m³ se han desarrollado sobre un terreno de fuerte pendiente (15° a 25°) que conforman geoformas de vertiente coluvio deluvial que cubre los conglomerados y areniscas muy fracturadas y altamente meteorizadas de la Formación Inguilpata.

Se ha desarrollado debido a la excavación antrópica, sumado las lluvias de intensidad extrema del 2023 (Figura 3).



Figura 22. Vista del derrumbe activo DA1 que pone en peligro a una vivienda ubicada en su parte inferior.

5.3. Peligros geológicos en el sector IV Centenario – Tres Esquinas

Este sector se ubica al norte de la zona de estudio, está conformado por los terrenos aledaños a la intersección de las vías IV Centenario y Tres Esquinas, donde se ha cartografiado 3 derrumbes activos y una zona de reptación de suelos inactiva latente (mapas 6, 7)

5.3.1. Reptación de suelos inactiva latente 1 (R1)

Descripción

Este movimiento en masa se ubica al oeste de la calle Tres Esquinas (figura 23) abarcando terrenos de un establecimiento de salud inhabitable y de algunas viviendas que presentan fracturas estructurales.

El proceso de reptación ha sido estudiado por el Ingemmet con anterioridad (Vílchez Mata, 2007) donde se indicó que las infraestructuras del establecimiento de salud (Antiguo hospital del IPSS) “se construyeron en 1992 y seis meses después presentó problemas estructurales..., que hizo que se declare inhabitable, razón por la cual hasta la actualidad no es utilizada”.

Durante los trabajos de campo se corroboraron los daños estructurales en la infraestructura (fotografía 9), con ausencia de nuevos daños durante los meses recientes; sin embargo, no se descarta la reactivación del movimiento ante sobresaturación del terreno por lluvias extremas o movimiento sísmico intenso.



Figura 23. Vista de la zona de reptación de suelos inactiva latente 1.



Fotografía 9. Estado de las instalaciones del establecimiento de salud afectado por reptación de suelos. Coordenada: E: 182791; N: 93309746; Z: 2367.

Análisis longitudinal

En la figura 24 se muestra el perfil longitudinal C-C'; donde se aprecia la distribución de los suelos coluvio deluviales limo arcillosos donde se ha producido el proceso de reptación, además de las infraestructuras afectadas por el movimiento.

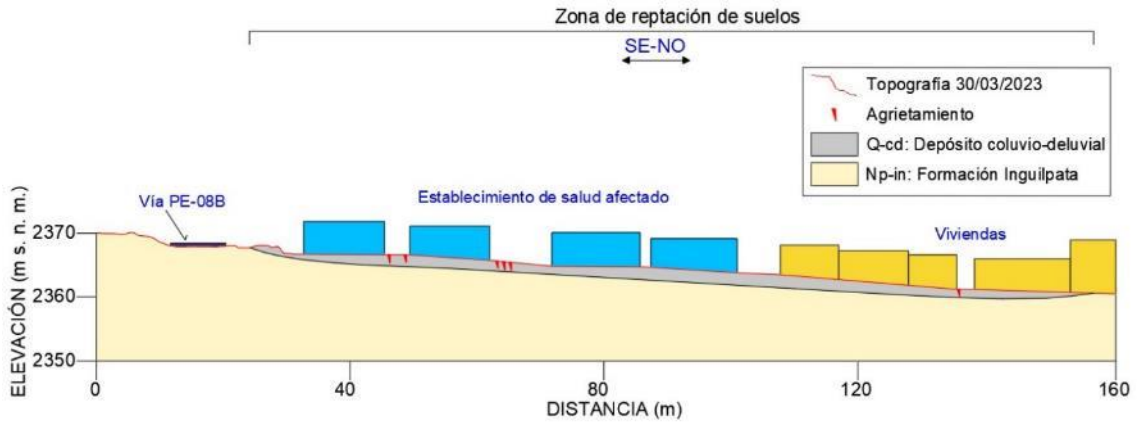


Figura 24. Perfil C-C' que muestra la distribución de los materiales geológicos e infraestructura afectadas en la zona de reptación de suelos RIL1.

Los daños en el establecimiento de salud, en paredes (fotografía 10) y pisos (fotografía 11), sin alguna medida de mitigación de riesgos; hasta el momento de la evaluación en campo, han generado que la infraestructura permanezca inhabitable, para perjuicio de los usuarios de esta infraestructura pública.



Fotografía 10. Muestra de agrietamientos en paredes del establecimiento de salud afectado por reptación de suelos.



Fotografía 11. Muestra de agrietamientos en veredas del establecimiento de salud afectado por reptación de suelos.

Las viviendas ubicadas al oeste también han sido afectadas por la reptación de los suelos, provocando hundimientos (fotografía 12) y alzamientos del terreno, que a su vez han fracturado a las infraestructuras de las viviendas.



Fotografía 12. Viviendas afectadas por hundimiento debido al proceso de reptación de suelos.
Coordenadas: E: 182727; N: 9309770; Z: 2360.

Características visuales y morfométricas

- Tipo de movimiento: Reptación de suelos.
- Estado: Inactivo Latente.
- Velocidad del movimiento: Muy lento (algunos centímetros al año).
- Deformación del terreno: Escalonado-Ondulado.
- Composición: Suelos arcillo limosos de alta plasticidad.

Morfometría

- Área: 8 578m².
- Perímetro: 352 m.
- Volumen: 14 935 m³.
- Diferencia de alturas del punto más alto y más bajo: 10 m.
- Longitud horizontal del movimiento: 163 m.
- Ángulo de corona al pie del deslizamiento: 3.5°.
- Dirección del movimiento: N297° (E-O).
- Ancho del movimiento: 75 m.
- Longitud promedio de agrietamientos: 10 a 20 m.
- Ancho promedio de agrietamientos: 5 a 20 cm.

Daños ocasionados

- 1 establecimiento de salud inhabitable (4 edificaciones).
- 10 afectadas.

5.3.2. Derrumbes activos 2, 3 y 4 (DA2, DA3 y DA4)

Descripción

Corresponden a tres derrumbes ubicados al oeste de la calle IV Centenario (figura 25), en terrenos con pendiente fuerte a muy fuerte (25° a 45°) y sobre suelos areno limosos de depósitos coluvio deluviales que cubren a areniscas y limolitas muy fracturadas y altamente meteorizadas de la Formación Inguilpata.



Figura 25. Vista de los derrumbes activos 2, 3 y 4 al oeste de la calle IV Centenario.

Los derrumbes 2 y 3 suman un área afectada de 332 m² y un volumen de 403 m³ han sido desencadenados por excavaciones antrópicas con fin de habilitación de terrenos para construcción de viviendas (figura 26); dichas excavaciones han quitado resistencia al talud, provocando desprendimiento de rocas y suelos, afectando a una vivienda en la parte baja y poniendo en peligro a otras dos en la parte alta.



Figura 26. Vista de los derrumbes activos 2 y 3. **Coordenadas:** E: 182833; N: 9309977; Z: 2385.

El derrumbe 4 tiene un área de 43 m² y un volumen de se ha generado en una ladera deforestada y sobresaturada, por la falta de drenajes adecuados (figura 27), el evento puede afectar una vivienda ubicada en su parte alta.



Figura 27. Vista del derrumbe activo 4. **Coordenadas:** E: 182838; N: 9310007; Z: 2391.

Además, se resalta la inadecuada cimentación de viviendas en el área circundante, reflejado en habituales agrietamientos en las paredes recién construida (fotografía 13).



Fotografía 13. Fractura en una pared de una vivienda aledaña a los derrumbes activos.
Coordenadas: E: 182827; N: 9309936; Z: 2379.

Análisis longitudinal del DA2

En la figura 28 se muestra el perfil longitudinal D-D' donde se aprecia el derrumbe de suelos y rocas provocado por la excavación de la ladera para construcción de viviendas, además se muestra la vivienda afectada en la parte inferior y las viviendas en peligro ubicadas en la parte superior.

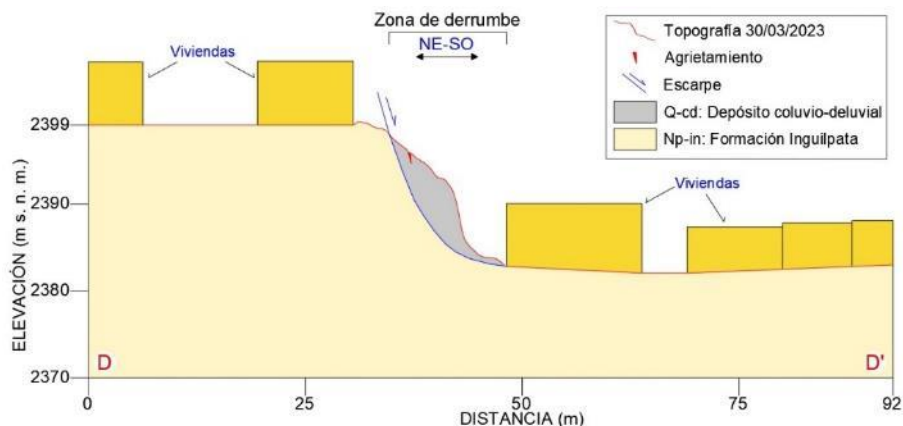


Figura 28. Perfil D-D' donde se muestra la distribución de los materiales geológicos e infraestructuras afectadas en la zona del derrumbe DA2.

Características visuales y morfométricas del DA2

- Tipo de movimiento: Derrumbe.
- Estado: Activo.
- Velocidad: Rápido (algunos metros por hora).
- Deformación del terreno: Escalonado.
- Composición: Arenas limosas de un depósito coluvio deluvial (tabla 5).

Morfometría del DA2

- Área: 215 m².
- Perímetro: 69 m.
- Volumen 250 m³.
- Altura del derrumbe: 12 m.
- Longitud horizontal: 13.6 m.
- Ángulo del derrumbe: 41.4°.
- Dirección del movimiento: N240° (NE-SO).
- Ancho de la superficie de falla: 15 m.

Daños ocasionados por los Derrumbes 2, 3 y 4

- 1 vivienda afectada y 3 viviendas que pueden ser afectadas.

5.3.3. Reptación de suelos inactiva latente 2 (R2) y deslizamientos rotacionales inactivos latente 3 y 4 (DRI3 y DRI4)

Estos movimientos cartografiados por Ingemmet (Vílchez Mata, 2007), describe escarpes, agrietamientos y afectaciones a terrenos de pastoreo y a la vía nacional asfaltada PE-08B; los terrenos donde se han generado los movimientos no tenían edificaciones hasta el 2010, sin embargo, en la actualidad se pueden apreciar diversas viviendas y otras infraestructuras presentes (figura 29).

La zona de reptación de suelos RIL2 afectó 100 m de vías asfaltadas, debido al asentamiento de los terrenos; como parte de los factores del movimiento se tienen a los suelos coluvio deluviales presentes (arcillo-limosos de alta plasticidad), pendiente moderada a fuerte del terreno (de 5° a 20°), sobresaturación del terreno por lluvias intensas y surgencias de agua en forma de bofedales (fotografía 14); además de la sobre carga producto de la construcción de la vía nacional PE-08B (Vílchez Mata, 2007).



Figura 29. Vista de las áreas que corresponden a la zona de reptación inactiva latente 2 (en amarillo) y de los deslizamientos rotacionales inactivos latentes 3 y 4 (en anaranjado), en julio del 2005 (arriba) y en marzo del 2023 (abajo).



Fotografía 14. Asentamiento en una vía producto de la reptación de suelos (izquierda) y bofedales en los terrenos aledaños (derecha). **Fuente:** Vilchez Mata, 2007.

Los deslizamientos DRIL 3 y 4 se ubican en el sector Loja Pata donde afectaron a terrenos de pastoreo y la vía PE-08B; los escarpes de los deslizamientos tuvieron un salto vertical de hasta 5 m y un ancho de 80 m (figura 30); mientras los agrietamientos presentaban Santos de 10 a 20cm; los movimientos en masa estuvieron condicionados por la presencia de suelos arcillo-limosos de alta plasticidad, pendiente del terreno de mediana a fuerte (5° a 20°), abundante presencia de afloramiento de agua subterránea, inadecuado sistema de drenaje y sobrecargas debido a la construcción de la vía.



Figura 30. Deslizamiento DRIL3 durante la etapa de campo del 2007. **Fuente:** Vilchez Mata, 2007.

En la actualidad, tanto los deslizamientos como la zona de reptación no presentan actividad (nuevos agrietamientos o deformación del terreno recientes); sin embargo, no se descarta su reactivación durante eventos de lluvias extremas o movimientos sísmicos intensos.

5.4. Factores condicionantes y desencadenante

Factores condicionantes para los deslizamientos

- Litología y naturaleza incompetente del depósito, compuesto por bloques y gravas en una matriz de arcillas de alta plasticidad, así como de conglomerados y areniscas muy fracturados y altamente meteorizados de la Formación Inguilpata.
- Ladera de pendiente de moderada a fuerte (5° a 25°), que conforman geformas de vertientes con depósito de deslizamiento, muy susceptibles a erosionarse.
- Ausencia de drenajes adecuados.
- Material de relleno acumulado para conformación de vías.

Factores condicionantes para las reptaciones de suelos

- Litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por suelos arcillo limosos de alta plasticidad de depósitos coluvio-deluviales.
- Ladera de pendiente suave (1° a 5°), que conforman geformas de vertientes coluvio deluvial, muy susceptibles a reptación de suelos.
- Ausencia de drenajes adecuados.
- Abundancia de agua subterránea.

Factores condicionantes para los derrumbes

- Litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por arenas limosas de depósitos coluvio-deluviales, así como areniscas muy fracturadas y altamente meteorizadas de la Formación Inguilpata.
- Ladera de pendiente de fuerte a muy fuerte (15° a 45°), que conforman geformas de vertientes coluvio deluvial, muy susceptibles a derrumbes.
- Ausencia de drenajes adecuados.
- Excavación antrópica para construcción de viviendas.

Factor detonante de los movimientos en masa

- Precipitaciones pluviales de intensidad extrema, como la ocurrida el 13 de marzo del 2023, cuando la estación Chachapoyas registró 45.1 mm/día mm/día (figura 3).

6. CONCLUSIONES

Sector Residencial Derrama Magisterial

- a. En el sector Residencial Derrama Magisterial, se han cartografiado 2 deslizamientos rotacionales activos, de 8 246 y 15 184 m³ de volumen, y 2 deslizamientos rotacionales inactivos latentes de 13 492 y 13 324 m³ de volumen; que han afectado a la vía departamental AM-109 en 80 m, una vivienda y 0.5 ha de terrenos de pastoreo.
- b. Los movimientos en masa se han desarrollado en suelos de bloques y gravas con matriz de limos y arcillas de origen coluvio deluvial, que cubren a los conglomerados y areniscas muy fracturados y altamente meteorizados de la Formación Inguilpata.
- c. Los terrenos presentan pendientes de mediana a fuerte pendiente (5° a 25°) y conforman geoformas de vertientes con depósito de deslizamientos.
- d. El factor detonante del evento del 2013, fueron las precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, que se registraron en la estación Chachapoyas el 13 marzo del 2023 (45.1 mm/día).
- e. Las áreas de impacto por deslizamiento rotacional, cartografiados en el sector Residencial Derrama Magisterial, por las condiciones geomorfológicas y geodinámicas, se consideran como de **Zonas Críticas de Peligro Alto a Muy Alto** ante deslizamiento.

Sector Prolongación Vía de Evitamiento

- a. En el sector Vía de Evitamiento, se han cartografiado 4 deslizamientos rotacionales activos, de 8 623, 830, 4 031 y 306 m³ de volumen, y 1 derrumbe activo de 294 m³ de volumen; que han afectado a la prolongación de la vía de evitamiento en 80 m y puesto en peligro a 4 viviendas.
- b. Los movimientos en masa se han desarrollado en suelos de arcillas de alta plasticidad de origen coluvio deluvial, que cubren a los conglomerados y areniscas muy fracturados y altamente meteorizados de la Formación Inguilpata.
- c. Los terrenos presentan pendientes de mediana a fuerte pendiente (5° a 25°) y conforman geoformas de vertientes con depósito de deslizamiento y vertiente coluvio deluvial.
- d. El factor detonante son las precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, como la registrada en la estación Chachapoyas, el 13 marzo del 2023 (45.1 mm/día).
- e. Las áreas de impacto por deslizamiento rotacional y derrumbe, cartografiados en el sector Prolongación Vía de Evitamiento, por las condiciones geomorfológicas y geodinámicas, se consideran como de **Zonas Críticas de Peligro Alto a Muy Alto** ante movimientos en masa.

Sector IV Centenario – Tres Esquinas

- a. En el sector IV Centenario – Tres Esquinas, se han cartografiado 3 derrumbes activos de 250, 117 y 51 m³ de volumen, y una zona de reptación de suelos inactiva latente de 14 935 m³ de volumen; que han afectado a un establecimiento de salud, 11 viviendas y puesto en peligro a otras 3 viviendas.
- b. También se han delimitados las áreas con deslizamientos rotacionales y reptación que se encuentran inactivo-latentes, cartografiados en un trabajo anterior del Ingemmet; que, si bien no muestran actividad reciente, no se descarta su reactivación ante lluvias extremas o movimientos sísmicos intensos.
- c. Los movimientos en masa se han desarrollado en suelos de arcillas limosas de alta plasticidad y arenas limosas de origen coluvio deluvial, que cubren a las areniscas y limolitas muy fracturadas y altamente meteorizadas de la Formación Inguilpata.
- d. El terreno afectado por reptación de suelos presenta pendiente suave (1° a 5°) que conforma una geoforma de vertiente coluvio deluvial.
- e. Los terrenos afectados por derrumbes presentan pendientes fuertes a muy fuertes (15° a 45°) y conforman geoformas de vertientes coluvio deluviales.
- f. El factor detonante fue las precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, como las registradas en la estación Chachapoyas el 13 marzo del 2023 (45.1 mm/día); además de excavaciones antrópicas realizadas en las laderas con fines de habilitación para viviendas.
- g. Las áreas de impacto por deslizamiento rotacional, cartografiados en el sector Residencial Derrama Magisterial, por las condiciones geomorfológicas y geodinámicas, se consideran como de **Peligro Alto** ante movimientos en masa.

7. RECOMENDACIONES

Sector Residencial Derrama Magisterial

- a) Reubicar la vivienda inhabitable.
- b) Construir cunetas impermeables y muros de contención en el sector susceptible a deslizamiento de la vía departamental AM-109, los mismos que deberán contar con estudios geotécnicos adicionales que aseguren su estabilidad.
- c) Construir drenes de coronación y perimetrales impermeabilizados alrededor de todos los terrenos afectados por deslizamientos (Anexo 2A – figura 31).
- d) Reforestar las laderas con especies nativas y de raíces densas (Anexo 2b – figura 32 y fotografía 15).
- e) Monitorear la posible reactivación de los deslizamientos.
- f) Capacitar a la población en peligro en Gestión del Riesgo de Desastres.
- g) Elaborar estudios EVAR con el fin de determinar medidas de control a largo plazo y delimitar posibles zonas con riesgo muy alto no mitigable.

Sector Prolongación Vía de Evitamiento

- a) Reubicar las viviendas próximas a los deslizamientos.
- b) Construir cunetas impermeables y muros de contención en el sector susceptible a deslizamiento de la prolongación de la vía de evitamiento, los mismos que deberán contar con estudios geotécnicos adicionales que aseguren su estabilidad.
- c) Prohibir la excavación vertical de las laderas con fines de construcción de viviendas; dichas excavaciones deberán tener un ángulo de estabilidad adecuado y conformar bancos que no superarán los 3 m de altura.
- d) Construir drenes de coronación y perimetrales impermeabilizados alrededor de todos los terrenos afectados por deslizamientos (Anexo 2A – figura 31).
- e) Reforestar las laderas con especies nativas y de raíces densas (Anexo 2b – figura 32 y fotografía 15).
- f) Monitorear la posible reactivación de los movimientos en masa.
- g) Capacitar a la población en peligro en Gestión del Riesgo de Desastres.
- h) Elaborar estudios EVAR con el fin de determinar medidas de control a largo plazo y delimitar posibles zonas con riesgo muy alto no mitigable.

Sector IV Centenario – Tres Esquinas

- a) Reubicar la vivienda afectada por derrumbe.
- b) Prohibir la excavación vertical de las laderas con fines de construcción de viviendas; dichas excavaciones deberán tener un ángulo de estabilidad adecuado y conformar bancos que no superarán los 3 m de altura.
- c) Construir drenes de coronación y perimetrales impermeabilizados alrededor de todos los terrenos afectados por derrumbes (Anexo 2A – figura 31).
- d) Reforestar las laderas con especies nativas y de raíces densas (Anexo 2b – figura 32 y fotografía 15).
- e) Monitorear la posible reactivación de los movimientos en masa.
- f) Capacitar a la población en peligro en Gestión del Riesgo de Desastres.
- g) Elaborar estudios EVAR con el fin de determinar medidas de control a largo plazo y delimitar posibles zonas con riesgo muy alto no mitigable.

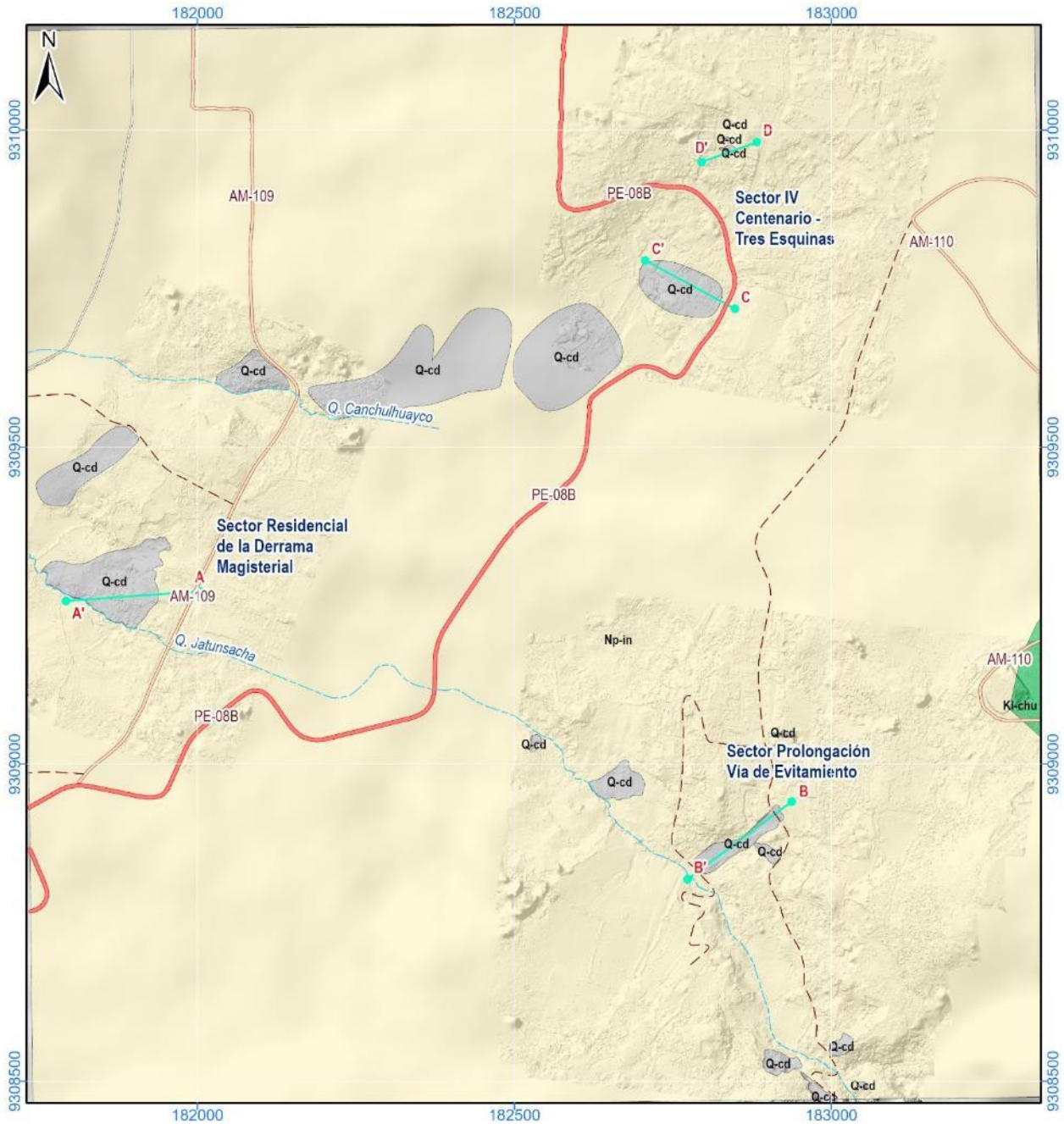

LUIS MIGUEL LEON ORDAZ
Ingeniero Geólogo
Reg.CIP. N° 215610


Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. BIBLIOGRAFÍA

- INEI. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- Ingemmet. (2021). *Mapas geológicos integrados 50k ver 2021*. <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- Medina Allca, L., Vilchez Mata, M., & Dueñas Bravo, S. (2009). *Riesgo Geológico en la Región Amazonas. Ingemmet Boletín N° 39, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*.
- PMA. (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas* (1a ed.). Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas.
- Sánchez Fernández, A. (1995). *Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar. Ingemmet Boletín N° 56 Serie A*.
- Senamhi. (2014). *Umbrales y precipitaciones absolutas*.
- Senamhi. (2020). *Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional*. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (Ltda, Ed.; 1a ed.). Publicaciones UIS.
- Suárez Díaz, J. (2007). *Deslizamientos - Técnicas de Remediación* (1a ed.). Erosion.com.
- Vilchez Mata, M. (2007). *Reconocimiento de peligros geológicos en la zona "El Carrizal" sector Tushpuna y Villa "El Molino" - Chachapoyas. Región Amazonas. Ingemmet, Informe Técnico A5819, 19p*.
- Vilchez Mata, M. S. (2008). *Evaluación de la susceptibilidad a los movimientos en masa en las áreas de Chachapoyas y Luya (Amazonas - Perú)* [Máster Internacional Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Minerales]. Red DESIR.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras* (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

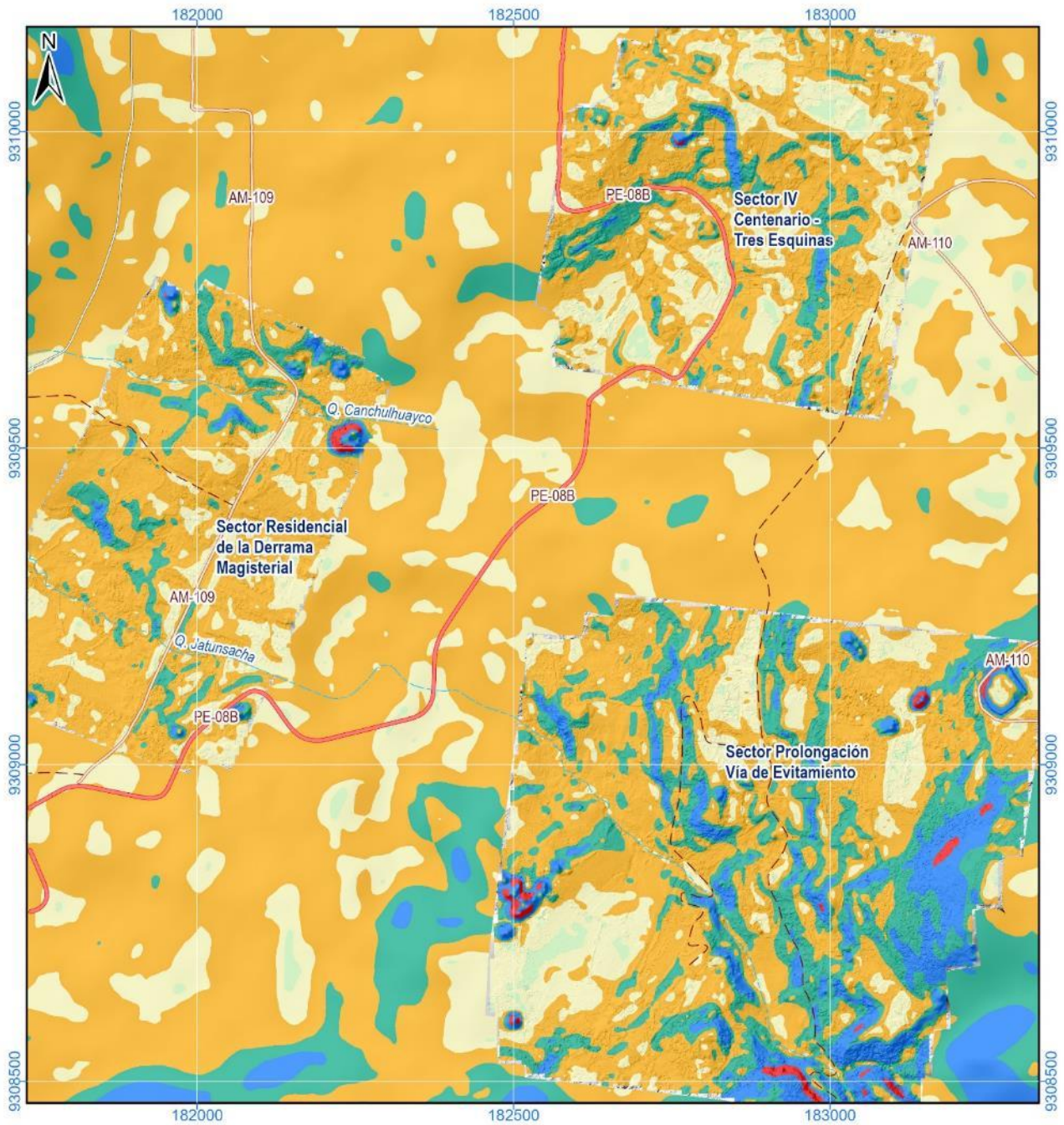
ANEXO 1. MAPAS



SIMBOLOGÍA	
	Quebrada
	Vía nacional asfaltada
	Vía departamental afirmada
	Vía vecinal afirmada
	Trocha carrozable
	Línea de perfil

LEYENDA	
	Q-cd: Depósito coluvio deluvial
	Np-in: Formación Inguilpata
	Ki-chu: Formación Chúlec

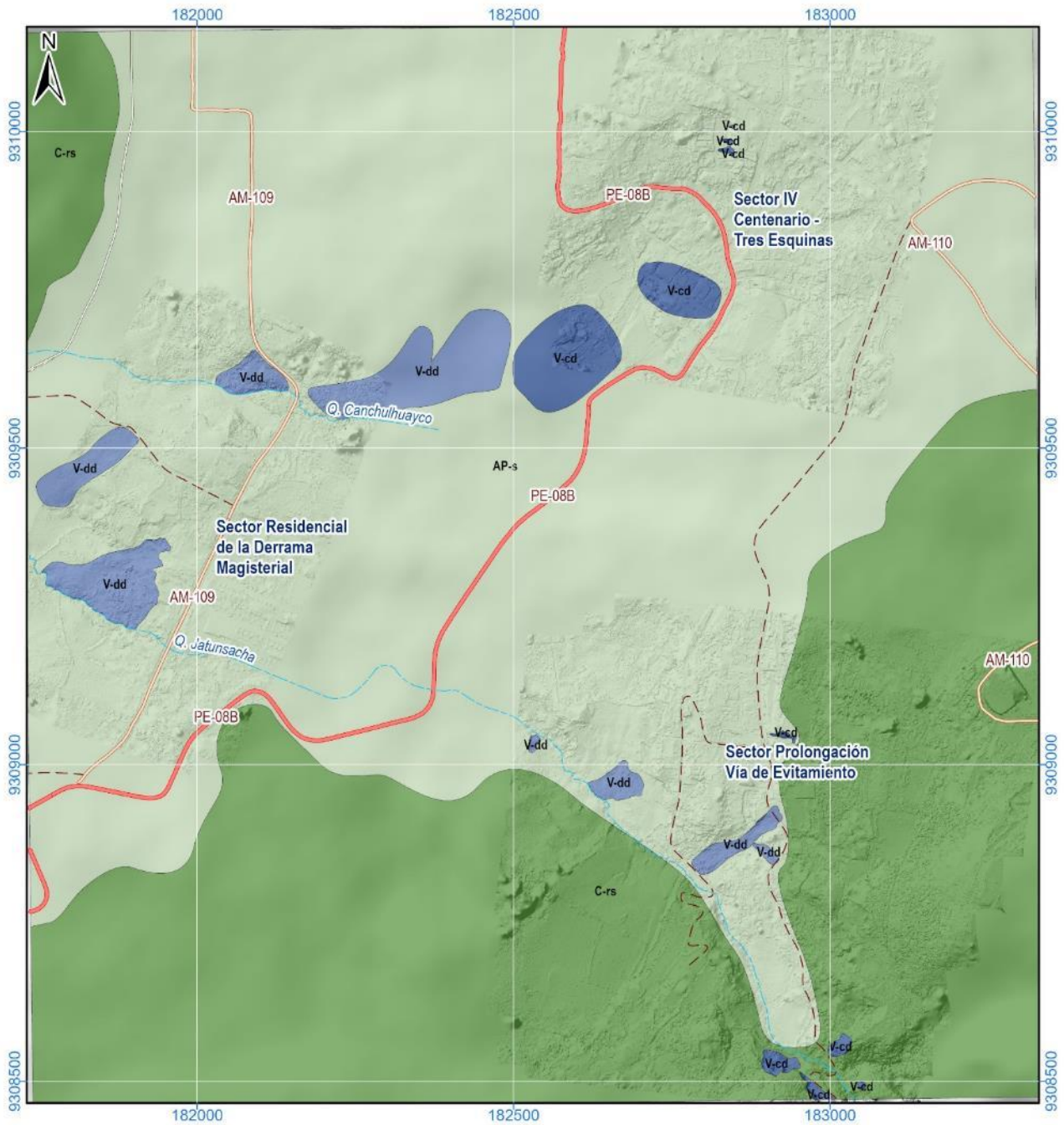
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS	
GEOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE CHACHAPOYAS	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/10,000	Versión digital: 2023
MAPA 1	



SIMBOLOGÍA	
	Quebrada
	Vía nacional asfaltada
	Vía departamental afirmada
	Vía vecinal afirmada
	Trocha carrozable

LEYENDA	
	<1°: Terreno llano
	1°-5°: Terreno inclinado con pendiente suave
	5°-15°: Pendiente moderada
	15°-25°: Pendiente fuerte
	25°-45°: Pendiente muy fuerte o escarpada
	>45°: Terreno muy escarpado

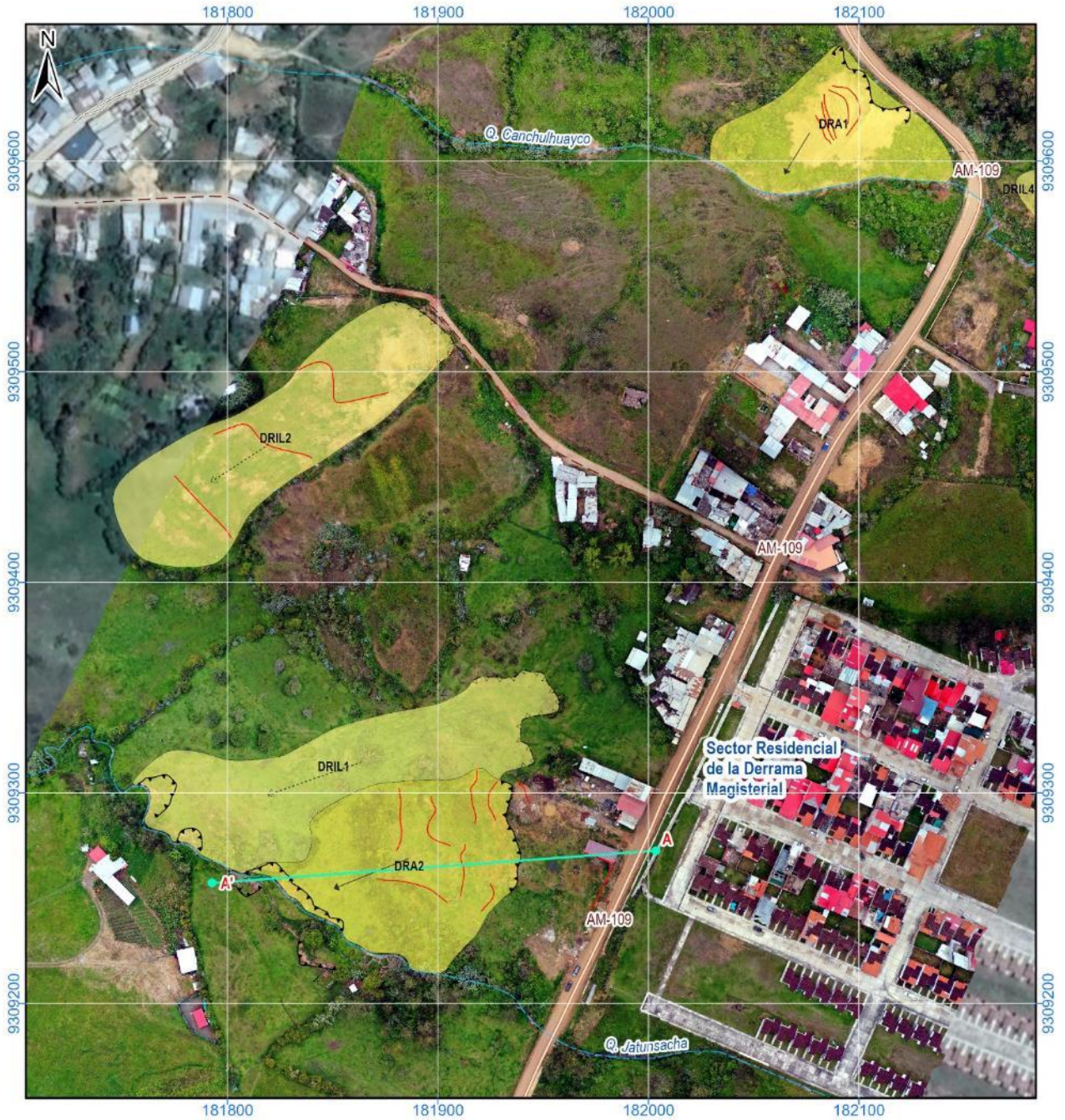
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS	
PENDIENTES DEL TERRENO EN LA LOCALIDAD DE CHACHAPOYAS	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/10,000	Versión digital: 2023
MAPA 2	



SIMBOLOGÍA	
	Quebrada
	Vía nacional asfaltada
	Vía departamental afirmada
	Vía vecinal afirmada
	Trocha carrozable

LEYENDA	
	C-rs: Colina en roca sedimentaria
	V-cd: Vertiente coluvio deluvial
	V-dd: Vertiente con depósito de deslizamiento
	AP-s: Altiplanicie sedimentaria

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS		
GEOMORFOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE CHACHAPOYAS		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	MAPA 3
Proyección: UTM - Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/10,000	Versión digital: 2023	



SIMBOLOGÍA	
	Quebrada
	Vía departamental afirmada
	Vía vecinal afirmada
	Trocha carrozable
	Agrietamiento
	Escarpe de deslizamiento activo
	Escarpe de deslizamiento inactivo
	Dirección de movimiento inactivo
	Dirección de movimiento activo
	Línea de perfil

LEYENDA	
	Deslizamiento rotacional activo
	Deslizamiento rotacional inactivo-latente

 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS	
CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE CHACHAPOYAS - SECTOR RESIDENCIAL DE LA DERRAMA MAGISTERIAL	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/3,000	Versión digital: 2023
MAPA 4	



SIMBOLOGÍA	
	Quebrada
	Trocha carrozable
	Agrietamiento
	Escarpe de derrumbe activo
	Escarpe de deslizamiento activo
	Dirección de movimiento activo
	Línea de perfil

LEYENDA	
	Derrumbe activo
	Deslizamiento rotacional activo

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS	
CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE CHACHAPOYAS - SECTOR PROLONGACIÓN VÍA DE EVITAMIENTO	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/3,000	Versión digital: 2023
MAPA 5	



SIMBOLOGÍA	
	Vía nacional asfaltada
	Agrietamiento
	Escarpe de derrumbe activo
	Dirección de movimiento inactivo
	Dirección de movimiento activo
	Línea de perfil

LEYENDA	
	Derrumbe activo
	Reptación de suelos inactiva-latente

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS	
CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE CHACHAPOYAS - SECTOR IV CENTENARIO - TRES ESQUINAS	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/2,000	Versión digital: 2023
MAPA 6	



SIMBOLOGÍA	
	Quebrada
	Vía nacional asfaltada
	Dirección de movimiento inactivo

LEYENDA	
	Deslizamiento rotacional inactivo-latente
	Reptación de suelos inactiva-latente

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS	
CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE CHACHAPOYAS - SECTOR IV CENTENARIO - TRES ESQUINAS	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/3,000	Versión digital: 2023
MAPA 7	

ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

Para deslizamientos y reptación de suelos

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo de los movimientos en masa. Los métodos de estabilización de los deslizamientos, que contemplan el control del agua, tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y generalmente más económicos que la construcción de grandes obras de contención, desactivan y disminuyen la presión de los poros, considerada el principal elemento desestabilizantes en laderas. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia de la ladera (Suárez Díaz, 1998). Las medidas de drenaje recomendadas son:

a. Drenaje Superficial

Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de los movimientos en masa, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del movimiento en masa. Éstas deben ser construidas en la parte superior al escarpe principal del deslizamiento (Figura 31). En las obras construidas - zanjas de drenaje es necesario impermeabilizar la caja hidráulica captando y evitando totalmente la infiltración de las aguas de escurrimiento la ladera, según las imágenes adjuntas.

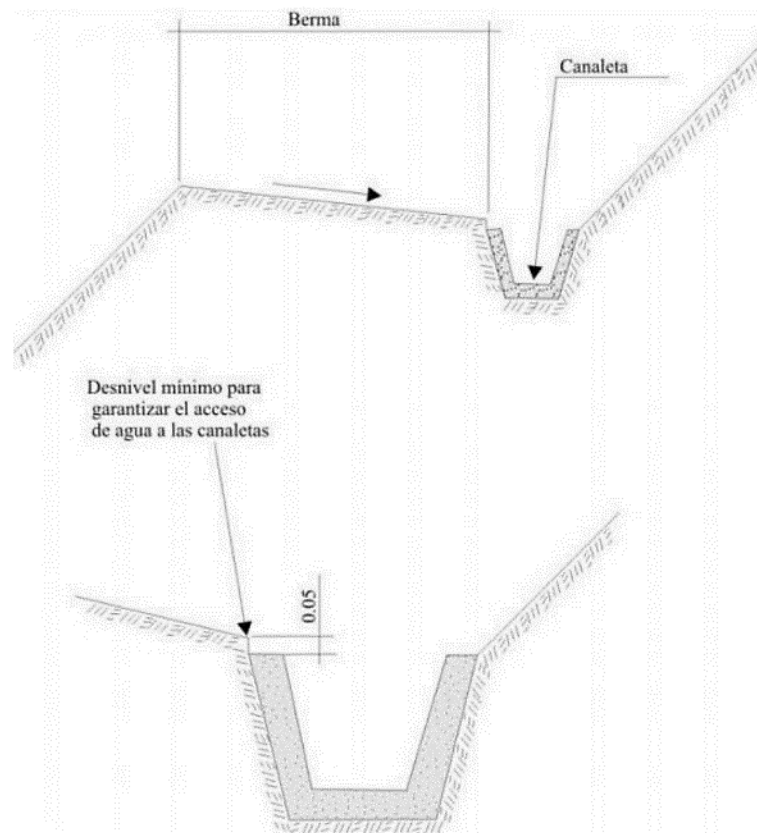


Figura 31. Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

b. Revegetación y bioingeniería

Los árboles y arbustos de raíz profunda aportan una resistencia cohesiva significativa a los mantos de suelo más superficiales y al mismo tiempo, facilitan el drenaje subterráneo, reduciendo en esta forma la probabilidad de movimientos en masa poco profundos (Suárez Díaz, 2007).

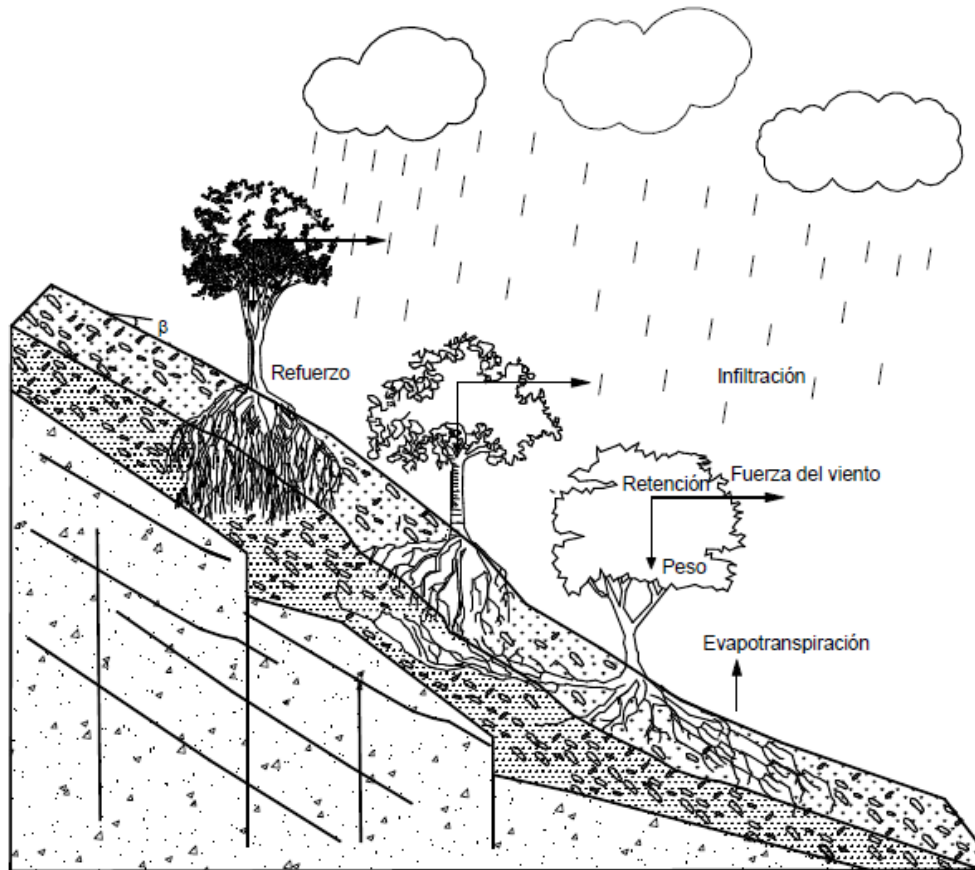


Figura 32. Estabilización de taludes utilizando vegetación. **Fuente:** Suarez, Díaz 2007.



Fotografía 15. Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.