

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7734**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR PACHABAMBA

Departamento: Huánuco

Provincia: Huánuco

Distrito: Santa María del Valle



MARZO  
2026

## EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR PACHABAMBA

(Distrito Santa María del Valle, Provincia y Departamento Huánuco)



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

*Equipo técnico:*

*Wilson Gómez Cahuaya  
Guisela Choquenaira Garate*

### Referencia bibliográfica

*Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2026). "Evaluación de peligro geológico por deslizamiento en el sector Pachabamba". Distrito Santa María del Valle, Provincia y Departamento Huánuco, Informe Técnico N°A7734, Ingemmet 37p.*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Objetivos del estudio .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Aspectos generales.....</b>	<b>5</b>
1.3.1. Ubicación.....	5
1.3.2. Población.....	6
1.3.3. Accesibilidad.....	7
1.3.4. Clima .....	8
<b>2. DEFINICIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Depósitos Cuaternarios .....</b>	<b>11</b>
3.1.1. Depósitos coluvio-deluviales.....	11
3.1.2. Depósitos coluviales .....	12
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1. Pendiente del terreno .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2. Unidades geomorfológicas.....</b>	<b>15</b>
4.2.1. Vertiente coluvio-deluvial (V-cd).....	15
4.2.2. Vertiente coluvial .....	15
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA.....</b>	<b>16</b>
<b>5.1. Deslizamiento activo .....</b>	<b>19</b>
<b>5.2. Factores condicionantes.....</b>	<b>24</b>
<b>5.3. Factores desencadenantes.....</b>	<b>24</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO 1: MAPAS .....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO 2: PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS.....</b>	<b>34</b>

## RESUMEN

El presente informe expone los resultados de la evaluación de peligros geológicos asociados a movimientos en masa en el sector Pachabamba, ubicado en el Distrito Santa María del Valle, Provincia y Departamento Huánuco. El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico cumple con el rol de brindar asistencia técnica especializada, a los tres niveles de gobierno.

En la geología local del sector Pachabamba, destacan potentes y extensos depósitos coluvio-deluviales acumulados al pie de la ladera sur del cerro Allgayhuachana. Estas se componen por fragmentos heterométricos monomícticos de bolones, gravas y gravilla de esquistos subangulosos a subredondeados, inmersos en una matriz color gris beige rojizo de arena, limos y arcillas. Por su naturaleza no consolidada, presentan baja competencia geomecánica y reducida cohesión, provocando baja resistencia al corte y a la erosión de los materiales, lo que las convierten en zonas susceptibles a movimientos en masa y a procesos de intenso carcavamiento.

Los depósitos coluvio-deluviales provienen de procesos antiguos de avalanchas y deslizamientos, que descendieron del flanco sur del cerro Allgayhuachana y fueron alojados sobre una pendiente moderada al pie del talud. Posteriormente fueron afectados por un intenso proceso erosivo que configuran zonas de carcavamiento que disectaron profundamente el material incompetente, que luego en su proceso de propagación lateral, dieron lugar al desarrollo de deslizamientos.

El resultado de la evaluación muestra un deslizamiento en la margen lateral de una profunda cárcava, originada a lo largo de la quebrada Ñahuirajra. Se trata de un evento que involucra material coluvio-deluvial y afecta la zona sur del poblado de Pachabamba. Su escarpe principal presenta una morfología semicircular cóncava, de 153 m de longitud y un salto vertical visible de 2 a 3 m. Las grietas de tensión se concentran principalmente en la parte media superior del cuerpo del deslizamiento, el cual revela la dinámica del movimiento activo con avance ascendente y retrogresivo.

Los factores desencadenantes se atribuyen principalmente a las intensas precipitaciones registradas entre los meses de febrero y marzo, periodo donde se produce la mayor cantidad de infiltración hídrica. Los sismos locales podrían ocasionar inestabilidad del talud y contribuir con la aceleración de estos procesos geodinámicos. Además, factores antrópicos que contribuyen a la desestabilización del terreno, como canales de riego sin revestir y pozas artesanales de almacenamiento de agua sin revestir, sobresaturan el suelo. En conjunto, ocasionan la pérdida progresiva de la resistencia al corte del suelo incompetente.

De acuerdo con las características y condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se considera al sector Pachabamba como **Peligro Alto** frente a la ocurrencia de deslizamientos.

Se recomienda a las autoridades competentes y tomadores de decisiones, implementar medidas para mitigar los peligros geológicos, tales como, la construcción de zanjas de coronación en la cabecera de la zona de escarpe principal, con una sección de material impermeable, sellar los agrietamientos a fin de evitar la infiltración de agua y reforestar las laderas con especies nativas y raíces densas a fin de contribuir con una mayor resistencia y cohesión a los suelos incompetentes. Además, se recomienda realizar el EVAR por deslizamiento.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Servicio de Asistencia Técnica en la Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital Santa María del Valle; según oficio N°148-2025-MDSMV/A. Es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los Ingenieros Wilson Gómez Cahuaya y Guisela Choquenaira Garate para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva en el sector Pachabamba, el cual se efectuó el 12 de julio del 2025, en coordinación con los representantes del centro poblado de Pachabamba.

La evaluación técnica se ejecutó en 03 etapas: la etapa de pre-campo empezó con la recopilación de antecedentes de estudios de geología, geodinámica externa y geomorfología por parte del INGEMMET; etapa de campo consistió en la observación geológica, toma y medición de datos estructurales (captura de imágenes fotográficas), cartografiado al detalle, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento digital e interpretación de toda la data extraída en campo, que involucra fotointerpretación cartográfica geológica y geodinámica para la identificación de procesos de movimientos en masa a través de imágenes satelitales que ofrece la plataforma Google Earth, elaboración de mapas, figuras temáticas y finalmente redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital Santa María del Valle, Provincia Huánuco, Gobierno Regional Huánuco e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

### 1.1. Objetivos del estudio

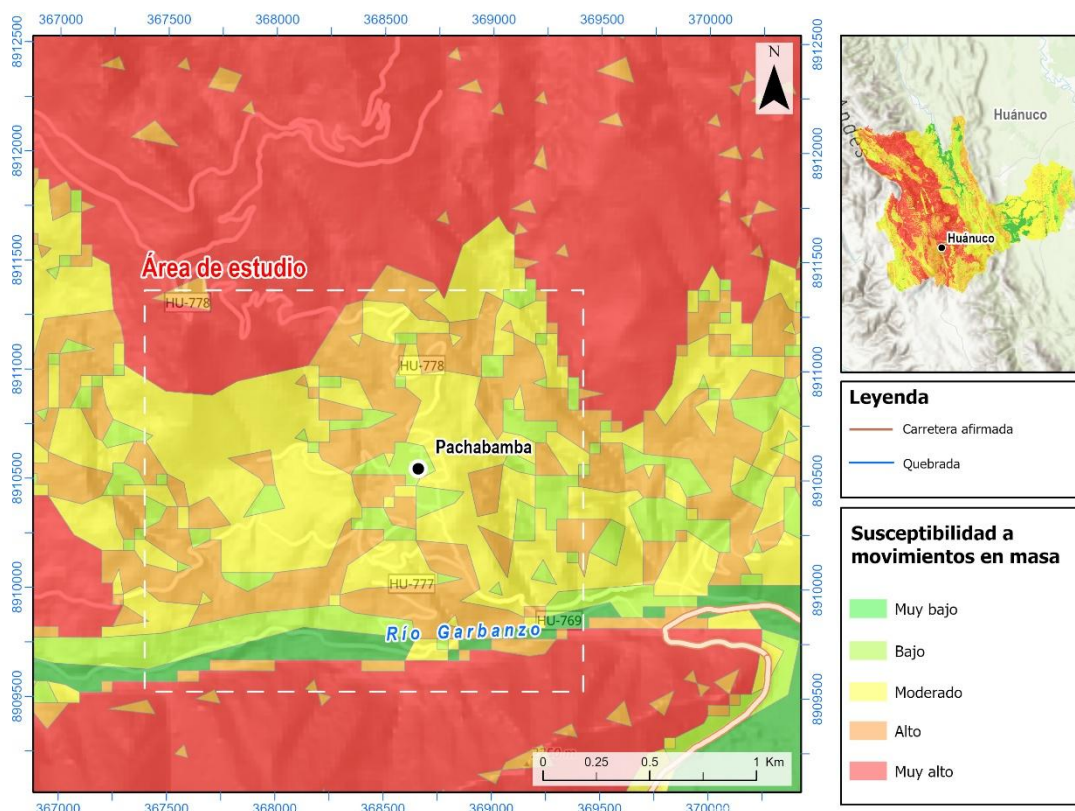
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Pachabamba, Distrito Santa María del Valle, Provincia y Departamento Huánuco.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención y mitigación de riesgos generados por los peligros geológicos evaluados.

## 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a la geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes.

- a) Boletín N°34, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco” de Zavala & Vilchez (2006). Este trabajo presenta un mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:250 000, donde el sector Pachabamba se encuentran en zona de susceptibilidad alta a muy alta (**Figura 1**).
- b) Boletín N°75, seria A, Carta Geológica Nacional (Escala 1:100,000): Geología del cuadrángulo de Huánuco – 20K. Realizado por Quispesivana, L (1996). Menciona que las unidades estudiadas abarcan edades desde el Neoproterozoico hasta la actualidad, diferenciándose series metamórficas y los depósitos cuaternarios.



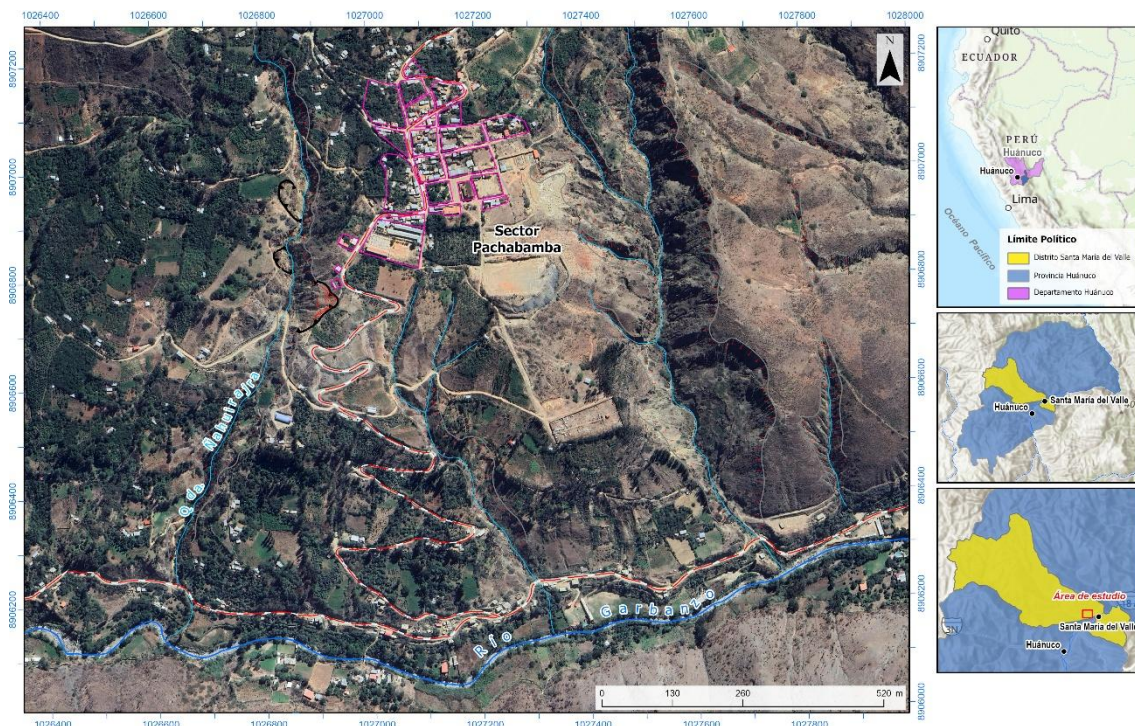
**Figura 1.** Susceptibilidad por movimientos en masa del sector Pachabamba. Tomado de Zavala & Vílchez et al., (2006).

## 1.3. Aspectos generales

### 1.3.1. Ubicación

El sector Pachabamba se ubica políticamente en el Distrito Santa María del Valle, Provincia y Departamento Huánuco. Está comprendido entre las siguientes coordenadas UTM WGS 84: 368445 Este y 8910325 Norte (**Figura 2**).

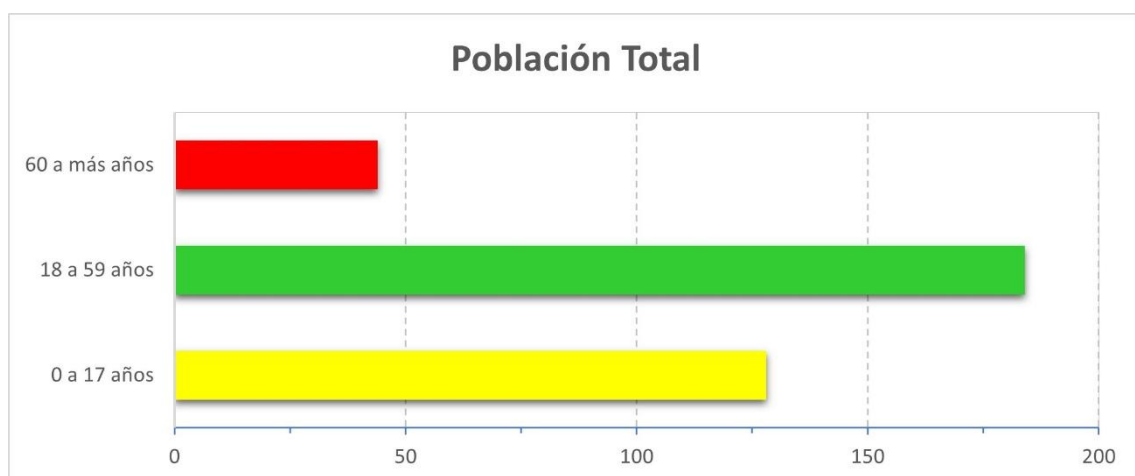
Desde el punto de vista morfoestructural, el sector Pachabamba se encuentra en la margen oeste de la Cordillera Oriental del centro del Perú.



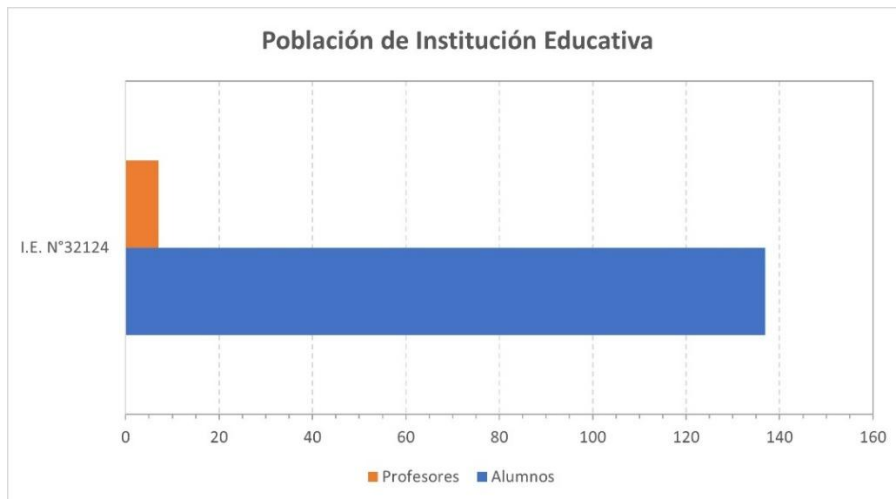
**Figura 2.** Ubicación del sector Pachabamba, sobre imagen satelital de Google Earth. Distrito Santa María del Valle, Provincia y Departamento Huánuco.

### 1.3.2. Población

De acuerdo con la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas del 2017 (INEI). La población total susceptible a movimientos en masa en el sector Pachabamba es de 356 habitantes, distribuida en 106 viviendas (**Figura 3**). Asimismo, la población estudiantil expuesta a peligro por movimientos en masa es de ~137 alumnos, mientras que, el de docentes asciende a 07 (**Figura 4**).



**Figura 3.** Distribución poblacional asentada del Sector Pachabamba expuesta a peligro geológico (<https://censo2017.inei.gob.pe/>). Fuente: Elaboración propia.



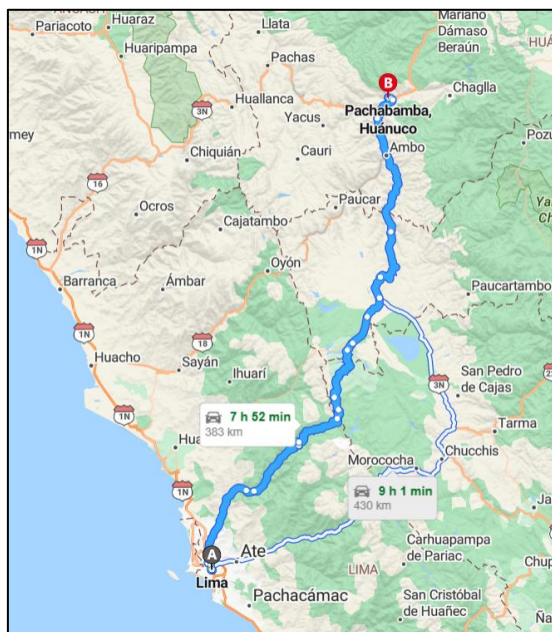
**Figura 4.** Población de alumnos y docentes de la Institución Educativa N°32124 expuestos a peligro por movimientos en masa en el sector Pachabamba. Fuente: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa>.

**1.3.3. Accesibilidad**

Para acceder al área de evaluación, desde la sede principal del INGEMMET, ubicada en el distrito de San Borja, Lima, se sigue la ruta que se presenta en la siguiente tabla y figura.

**Tabla 1.** Ruta y acceso a la zona evaluada.

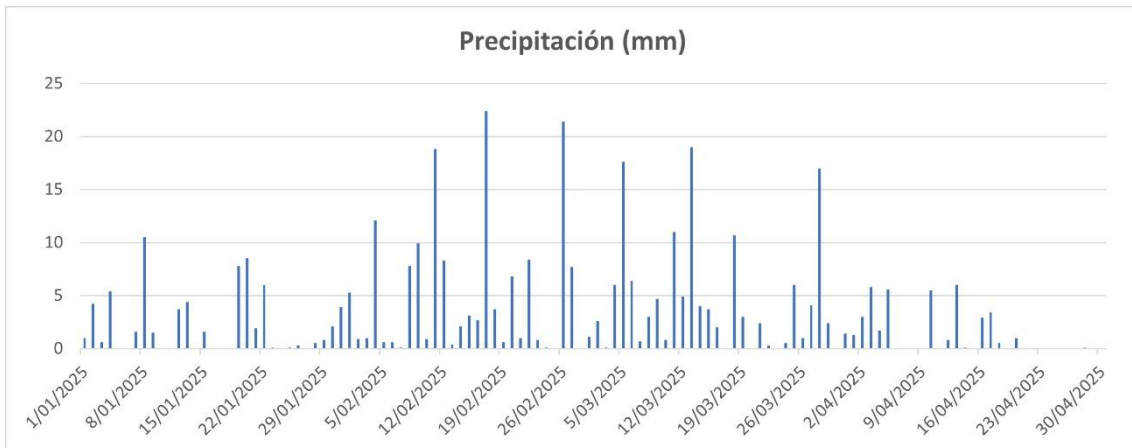
Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Lima (INGEMMET) – Distrito Pachabamba - Santa María del Valle	Asfaltada	383	07 horas con 52 min



**Figura 5.** Ruta de acceso al sector Pachabamba, distrito Santa María del Valle, provincia y departamento Huánuco. Fuente: <https://www.bing.com/maps>

### 1.3.4. Clima

Se tiene datos de precipitaciones recopilados y disponibles de la estación Santa María del Valle (Senamhi), en la que se tiene datos más puntuales en la zona evaluada que corresponden al año 2025 (enero a abril). Estos datos muestran que las precipitaciones más altas y anómalas registradas, corresponden a los meses de febrero y marzo, fecha en que reportaron movimientos en masa en el sector Pachabamba (**Figura 6**).



**Figura 6.** Precipitaciones diarias registradas en la estación Santa María del Valle (Estación Meteorológica Huánuco, Senamhi). Fuente: Elaboración propia.

## 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 (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 se refiere a 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 (WP/WLI, 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.
- **Derrumbe:** Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.
- **Erosión de laderas.** Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.
- **Escarpe.** 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.
- **Deslizamiento.** Son movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud (Cruden, 1991). Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc.
- **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.
- **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:** Fenómeno de remoción en masa (Colombia, Argentina), proceso de remoción en masa (Argentina), remoción en masa (Chile), 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.
- **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.
- **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. ASPECTOS GEOLÓGICOS

De acuerdo con la Carta Geológica Nacional, en el sector Pachabamba, afloran secuencias del Cuaternario, tales como depósitos coluvio-deluviales y coluviales. Aquí se describen las unidades que están intrínsecamente relacionadas con los movimientos en masa.

#### 3.1. Depósitos Cuaternarios

##### 3.1.1. Depósitos coluvio-deluviales

En el sector Pachabamba, estos depósitos se alojan al pie de la ladera sur del cerro Allgayhuachana. Se trata de secuencias inconsolidadas provenientes de eventos antiguos de avalanchas y deslizamientos que involucraron rocas del substrato rocoso (Complejo del Marañón) y que, geodinámicamente descendieron de la ladera sur del cerro Allgayhuachana. Estos depósitos fueron acumulados debido a la combinación de procesos gravitacionales con dinámica deluvial (**Figura 10 y Anexo 01: Mapa geológico**).

Estos depósitos están conformados por fragmentos heterométricos monomícticos, constituidos por bolones, gravas y gravilla de esquistos subangulosos a subredondeados, inmersos en matriz color gris beige rojizo de arena, limos y arcillas. Por su naturaleza suelta e incompetente, se caracterizan por tener una baja cohesión que ofrecen una baja resistencia al corte y a la erosión, lo que las convierten en zonas susceptibles a movimientos en masa y a procesos de carcavamiento (**Fotografías 1 y 2**).



**Fotografía 1.** Depósitos coluvio-deluviales provenientes de avalanchas y deslizamientos antiguos que fueron acumulados al pie de la ladera sur del cerro. Vista en dirección sur.



**Fotografía 2.** Detalle de los depósitos coluvio-deluviales acumulados al pie de la ladera sur del cerro Allgayhuachana, en el sector Pachabamba. Vista en dirección norte.

### **3.1.2. Depósitos coluviales**

Estos depósitos se encuentran en ambas márgenes de la quebrada Ñahuirajra. El origen de la acumulación de estos depósitos está relacionado a procesos de deslizamientos que afectan dicha quebrada.

Estos depósitos están constituidos por materiales heterométricos subangulosos que van de 0.2 a 0.80 m de diámetro, envueltos en matriz areno limosa (**Figura 8**).

## **4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS**

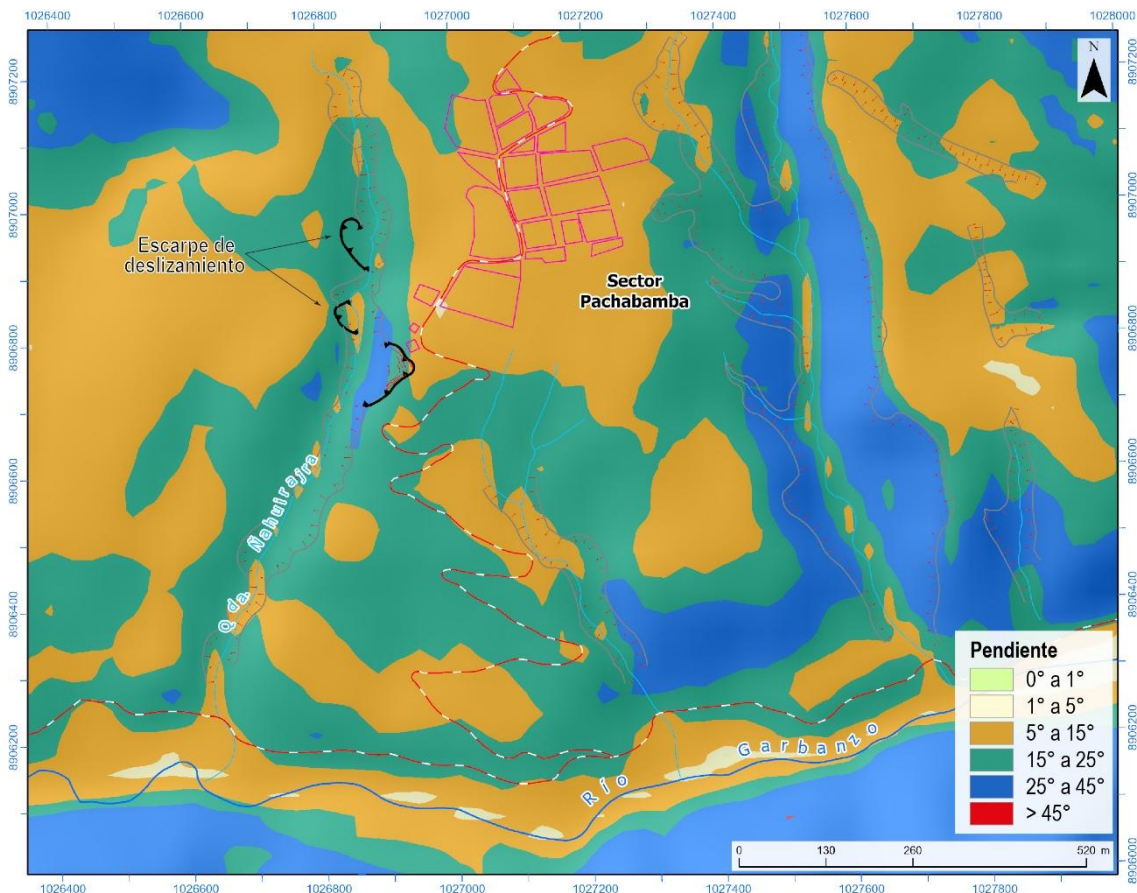
### **4.1. Pendiente del terreno**

El análisis de la pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la propagación de las mismas.

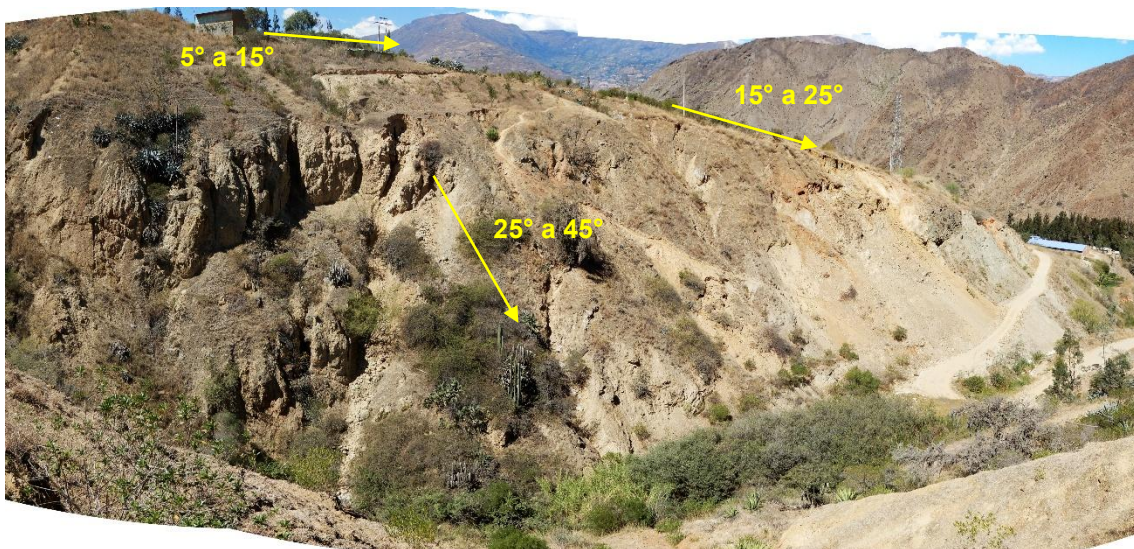
Se consideraron seis rangos de pendientes que van de 0° a 1° considerados terrenos llanos; 1° a 5° terrenos inclinados con pendiente suave; 5° a 15° pendiente moderada; 15° a 25° pendiente fuerte; 25° a 45° pendiente muy fuerte a escarpado; finalmente, mayor a 45° terreno como muy escarpado.

Para el sector Pachabamba, se elaboró un mapa de pendientes a partir de un modelo de elevación digital (DEM) de resolución de 30 m/pixel (**Figura 7**).

El área muestra un relieve accidentado en la ladera sur del cerro Allgayhuachana, con pendientes muy pronunciadas que van de moderado a muy fuertes, que oscilan entre 15° a 45°. Las paredes de cárcavas configuran zonas de pendientes muy fuertes, donde se desarrollaron deslizamientos asociados principalmente al cambio brusco de pendiente (**Figuras 7, 8 y 9**).



**Figura 7.** Mapa de pendientes en el sector Pachabamba, donde se observa la relación del escarpe de los deslizamientos y la incisión de cárcavas con la pendiente.



**Figura 8.** Relieve muy accidentado en la ladera sur del cerro Allgayhuachana, con pendientes que van de moderado a muy fuertes, relacionado al desarrollo de deslizamientos en el sector Pachabamba. Al fondo de observan depósitos coluviales, margen izquierda de la quebrada Ñahuirajra. Vista en dirección sureste.



**Figura 9.** Pendientes muy fuertes que oscilan entre 25° a 45° en la parte media baja de la ladera sur del cerro Allgayhuachana y margen izquierda de la quebrada Ñahuirajra. Vista en dirección norte.

## 4.2. Unidades geomorfológicas

### 4.2.1. Vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

En el sector Pachabamba, estas geoformas se observan en la parte media y baja de la ladera sur del cerro Allgayhuachana.

Se componen de suelos con materiales de origen coluvial combinadas con la dinámica deluvial, que resultaron de procesos denudativos de avalanchas antiguas y deslizamientos que afectaron gran parte sur del cerro Allgayhuachana. Esta vertiente se adosa sobre laderas con pendientes muy pronunciadas que van de 15° a 45°, el cual, presenta características físicas que son fácilmente removidas por escorrentía superficial y procesos de carcavamiento, lo que les convierte en zonas inestables asociadas a procesos de remoción en masa, como, deslizamientos y derrumbes (**Fotografía 3**).



**Fotografía 3.** Unidad de vertiente coluvio-deluvial dispuesta en la parte media y baja de la ladera sur del cerro Allgayhuachana, en el sector Pachabamba. Esta unidad presenta fuerte incisión por carcavamiento a lo largo de la quebrada Ñahuirajra. Vista en dirección noroeste.

### 4.2.2. Vertiente coluvial

Estas geoformas involucran procesos gravitacionales que afecta las márgenes de la quebrada Ñahuirajra. Estos materiales son acumulados sobre terrenos con pendientes muy fuertes que oscilan entre 25° a 45° y que están relacionados principalmente a desprendimientos de material ocasionado por deslizamientos (**Fotografía 4**).



**Fotografía 4.** Vertiente Coluvial al pie de la ladera del cerro Allgayhuachana asociado con movimientos en masa tipo deslizamiento. Vista en dirección sur.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

En el área estudiada se identificaron y cartografiaron procesos de movimientos en masa, lo que configuran como peligros geológicos según la clasificación sugerida por el “Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007”.

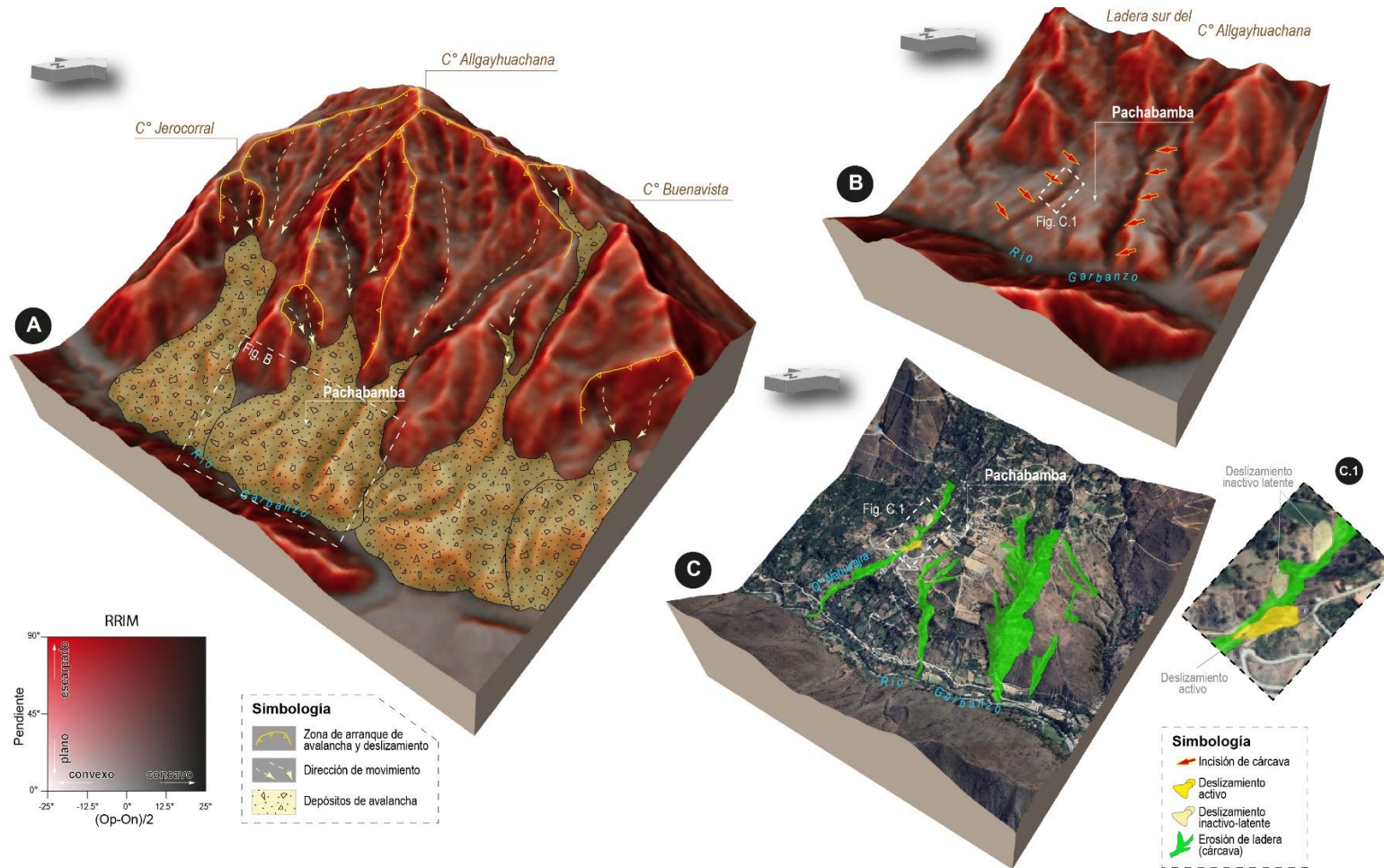
La caracterización de los movimientos en masa, se llevó a cabo mediante un análisis detallado de los rasgos geológicos, geomorfológicos y geodinámicos durante los trabajos de campo y gabinete. Se identificaron y cartografiaron los diferentes tipos de movimientos en masa, a través de la toma de datos estructurales, basado en la observación y caracterización morfométrica in situ. Asimismo, se realizó el registro fotográfico a nivel de terreno, el cual fue complementado con el análisis e interpretación de imágenes satelitales de la plataforma Google Earth y Sentinel 2.

Para caracterizar los movimientos en masa, se generaron mapas ráster del tipo *Red Relief Image Map* (RRIM, de Chiba et al, (2008)), a partir de un Modelo de Elevación Digital (DEM) de 30 m de resolución. Se trata de una técnica moderna de modelamiento de visualización tridimensional del relieve superficial terrestre, mediante una escala cromática usando colores con tonos rojos para simular variaciones de la pendiente topográfica, concavidades y convexidades en un mismo entorno geomorfológico. Esto facilita la delimitación de geoformas asociadas a procesos geodinámicos y permite resaltar características importantes del terreno (**Figura 10**).

De acuerdo con el ráster RRIM, se logra observar un relieve muy abrupto que revela una intensa actividad geodinámica tanto pasada y reciente en el flanco sur del cerro Allgayhuachana.

En la figura 10 se observa eventos antiguos que involucraron un macizo rocoso previamente muy fracturado y deformado atribuido al Complejo del Marañón, donde se desarrollaron avalanchas y deslizamientos antiguos que afectaron la ladera sur del sistema montañoso (**Figura 10A**). Sus depósitos fueron acumulados el pie de la ladera, donde actualmente son disectados por intensos procesos de carcavamiento (**Figura 10B**). Dichas zonas también son afectadas por procesos de propagación lateral, el cual indujeron a la generación de movimientos en masa tipo deslizamientos que afectan infraestructura vial y terrenos de cultivo (**Figura 10C**).

En este análisis, se la logrado observar la interacción de la dinámica de los procesos antiguos y recientes, como deslizamientos activos el cual representan un peligro para los pobladores situadas al pie de la ladera sur del cerro Allgayhuachana, en el sector Pachabamba (**Figura 10C**).



**Figura 10.** Block diagrams tridimensional donde se muestra los procesos de movimientos en masa en el sector Pachabamba. A) RRIM, donde resalta las características morfológicas del terreno, atribuidas a procesos antiguos de avalanchas que afectaron la cara sur del sistema montañoso Allgayhuachana. B) RRIM donde se observa la incisión de las cárcavas sobre terrenos coluvio-deluviales (provenientes de antiguas avalanchas). C) Imagen satelital (2024, Google Earth), donde se observa los deslizamientos en la parte media inferior de la ladera sur del cerro Allgayhuachana y margen izquierda de la quebrada Nahuirajra.

## 5.1. Deslizamiento activo

En la ladera media inferior del sistema montañoso comprendido entre los cerros Jerocorral, Allgayhuachana y Buenavista, se alojan depósitos coluvio-deluviales proveniente de procesos denudativos de antiguas avalanchas y deslizamientos. Sobre la margen izquierda de la quebrada Ñahuirajra, se desarrolla y emplazada un deslizamiento que involucra y moviliza, precisamente este material coluvio-deluvial poco competente. Según las características morfológicas de las zonas de arranque, sugieren que para la zona de Pachabamba, estos materiales descendieron de ladera sur del cerro Allgayhuachana (**Figura 10A**).

Se ha identificado un deslizamiento en estado activo que presenta características morfológicas de desarrollo y evolución en el tiempo, el cual se describe a continuación:

El deslizamiento, presenta una geometría circular algo elongada y apretada entre sus flancos. En la zona proximal (hundimiento) presenta un ancho de ~43 m, mientras que, en la distal (acumulación) tiene un ancho de ~95 m, y el desnivel desde la corona alcanza una altura de ~51 m. Dicho deslizamiento afecta un área de 6.8 Ha (**Figura 11**).

El escarpe principal se origina en la cota 2332 m s.n.m y presenta una geometría semicircular y continua que recorre ~153 m de longitud, asimismo, presenta un salto vertical que va de 2 a 3 m (**Fotografía 6**). Los escarpes secundarios tienen formas semicirculares, irregulares y discontinuas que se disponen semiparalelas al escarpe principal, y presentan saltos que van de 0.3 a 0.8 m, expresando una morfología característica de tipo escalonada en dirección de la quebrada Ñahuirajra. En conjunto, la distribución espacial del escarpe principal con los secundarios, delimita una zona semicircular, cuya deformación del terreno alcanza un ancho de 2 a 5 m con respecto a la horizontal (**Figura 11**).

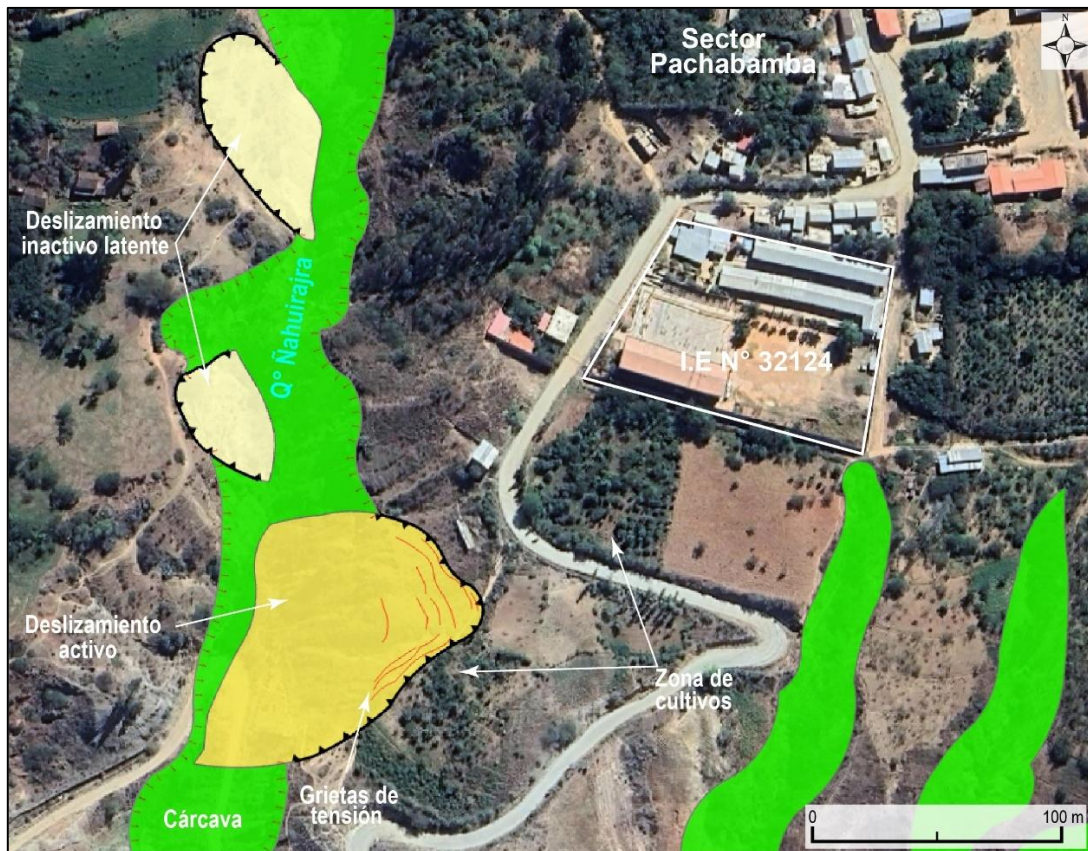
Por otra parte, se evidencian múltiples grietas tensionales transversales a la dirección del movimiento, que se concentran principalmente en la parte superior del cuerpo del deslizamiento. Estas se disponen de manera escalonada distanciadas sub paralelamente (**Figura 12C**).

Las grietas sugieren un proceso activo y deformación progresiva del terreno, además de una dinámica de movimiento activo con evidencias de un avance ascendente y retrogresivo. Este proceso podría acelerarse e intensificarse ante condiciones desencadenantes, como las precipitaciones prolongadas o sismos locales que puedan desestabilizar el equilibrio natural del talud (**Figura 12C**).

Los daños ocasionados por el deslizamiento se registran en su flanco izquierdo. Se trata de un poste de tendido eléctrico, cuya base se encuentra atravesado por el escarpe principal. El avance retrogresivo del deslizamiento afectaría la estabilidad del poste (**Fotografía 8**).

Así mismo, los daños posibles se registrarían en la zona de la corona, debido al avance retrogresivo del deslizamiento activo, que podría afectar la trocha carrozable hacia poblados adyacentes. También podría causar daños a las torres de tendido eléctrico de alta tensión (**Fotografía 9**) y áreas de cultivo de frutas. Por otro lado, el cerco perimétrico de la I.E N°32124 se encuentra a ~116 m del escarpe principal y viviendas aledañas a

tan solo ~100 m, lo que le convierte en una zona altamente susceptible a ser afectados por este deslizamiento (**Figura 11**).



**Figura 11.** Extracto de mapa de cartografía de peligros geológicos sobre imagen satelital de Google Earth, donde se muestra el deslizamiento activo que afecta la margen izquierda de la quebrada Nahuirajra. El escarpe principal se encuentra a ~116 m de la I.E N°32124 y a 100 m de las viviendas del poblado Pachabamba.

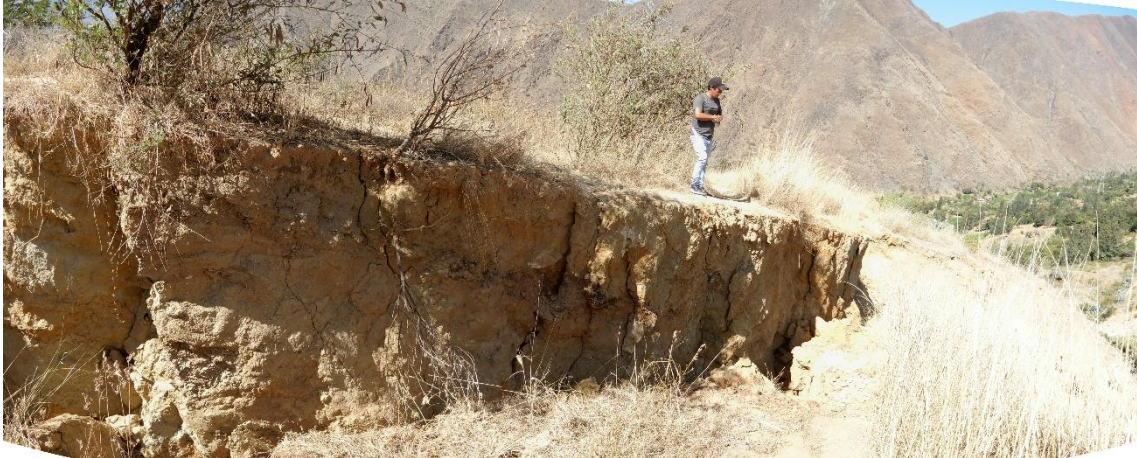


**Figura 12.** A) Deslizamiento activo ubicado en la parte media baja del cerro Allgayhuachana, margen izquierda de la quebrada Ñahuirajra. B) Grietas tensionales ubicadas en la corona y escarpe principal del deslizamiento, que afectan una trocha temporal. C) Grietas tensionales concentradas en el cuerpo del deslizamiento, revelan deformaciones internas y movimiento activo del evento.



**Fotografía 5.**

Grietas de tensión ubicadas en la cabecera y corona del deslizamiento, dispuestos de manera escalonada. Presenta una abertura de 10 a 20 cm y una profundidad visible de 30 cm.



**Fotografía 6.** Escarpe principal ubicado en el flanco izquierdo del deslizamiento. Presenta un salto de 2 a 3 m de desnivel con respecto a la vertical. Vista en dirección al sureste.



**Fotografía 7.** Escarpe secundario del deslizamiento activo. Presenta una abertura de 30 a 50 cm de ancho y una profundidad visible de hasta 1.2 m. Vista en dirección al noroeste.



**Fotografía 8.** El escarpe ocasionó daños en la base del cemento del poste de tendido eléctrico, en el sector Pachabamba.



**Fotografía 9.** Postes de tendido eléctrico de alta tensión ubicados encima de la corona del deslizamiento activo que posiblemente podrían ser afectados por el avance retrogresivo.

## 5.2. Factores condicionantes

Los factores condicionantes del deslizamiento se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 2.** Factores condicionantes de los deslizamientos.

<b>Factores</b>	<b>Características asociadas</b>
<b>Litológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suelos residuales y depósitos coluvio-deluvial inconsolidados, poco resistentes y de poca cohesión que se emplazan en la ladera media y superior dispuestas en pendientes fuertes a muy fuertes, lo cual las convierten en zonas inestables propicias a la generación de deslizamientos.</li> </ul>
<b>Geomorfológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los deslizamientos ocurren en la parte media inferior de la ladera con vertiente coluvio-deluvial.</li> <li>El relieve con morfología accidentada presenta pendientes que van de moderado a muy fuerte.</li> </ul>

## 5.3. Factores desencadenantes

Los principales factores desencadenantes son.

**Tabla 3.** Factores desencadenantes de los movimientos en masa.

<b>Factores</b>	<b>Características asociadas</b>
<b>Precipitaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, principalmente entre los meses de noviembre a abril.</li> </ul>
<b>Hidrológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aguas de escorrentía superficial que discurren sobre la corona del deslizamiento y saturan terrenos incompetentes.</li> </ul>
<b>Sismos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La inestabilidad de laderas podría estar relacionado a sismos superficiales y locales, el cual podrían acelerar los procesos geodinámicos.</li> </ul>
<b>Antrópicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cortes de carretera y ensanchamiento de las trochas en el pie del deslizamiento.</li> <li>Canales sin revestimiento ubicados en la cabecera de la masa deslizada.</li> <li>Uso de suelo inadecuado y riego no tecnificado que sobresatura el terreno ubicado sobre de la corona del deslizamiento.</li> <li>Pozas artesanales de almacenamiento de agua sin revestimiento, que sobresaturan los suelos incompetentes.</li> </ul>



**Fotografía 10.** Canales sin revestir (indican flechas amarillas) para riego de cultivos frutales. Estos canales se encuentran encima de la corona del deslizamiento activo.



**Fotografía 11.** Riego por inundación que sobresaeta el terreno inestable. Zona de cultivos de frutas como el durazno y la palta requieren grandes cantidades de agua, por lo que, el riego por inundación y prolongado es perjudicial para la zona.



**Fotografía 12.** Reservorio artesanal de 3 m x 1.5 m sin revestir para el almacenamiento de agua, ocasionan sobresaturación del suelo. Se ubica a 25 m de escarpe principal del deslizamiento activo.

## 6. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica de la zona de estudio, así como a los trabajos de campo y la evaluación de peligros geológicos, se emiten las siguientes conclusiones.

- 1) En el sector Pachabamba, afloran extensos depósitos coluvio-deluviales al pie de la ladera sur del cerro Allgayhuachana. Su litología se compone de fragmentos heterométricos monomícticos constituidos por bolones, gravas y gravilla de esquistos subangulosos a subredondeados inmersos en una matriz color gris beige rojizo de arena, limos y arcillas. Por su naturaleza suelta e incompetente, se caracterizan por tener una baja cohesión que ofrecen una baja resistencia a la erosión, lo que las convierten en zonas susceptibles a movimientos en masa y a procesos de carcavamiento.
- 2) El origen de los depósitos coluvio-deluviales provienen de procesos antiguos de avalanchas y deslizamientos que descendieron de la cara sur del cerro Allgayhuachana y fueron alojados sobre una pendiente moderada a fuerte que oscilan entre 15° a 45° al pie del talud. Posteriormente, estos depósitos fueron afectados por un intenso proceso erosivo que configuran zonas de carcavamiento que disectaron profundamente el material incompetente, que más adelante dieron lugar al desarrollo de deslizamientos en su proceso de propagación lateral.
- 3) El deslizamiento se encuentra en la margen lateral de una profunda cárcava, a lo largo de la quebrada Ñahuirajra. Se trata de un evento que involucra material coluvio-deluvial y afecta la parte sur del centro poblado Pachabamba. Su escarpe principal presenta una morfología semicircular cóncava de 153 m de longitud y un salto vertical visible de 2 a 3 m. Las grietas de tensión se concentran principalmente en la parte media superior del cuerpo del deslizamiento, el cual revela una dinámica de movimiento activo con un avance ascendente y retrogresivo.
- 4) Los daños ocasionados por el deslizamiento activo se reflejan en la base y cimiento de un poste de tendido eléctrico, donde es atravesado por el escarpe principal. Así también, zonas de cultivo de frutas. Los daños futuros posibles, debido al avance retrogresivo del deslizamiento, involucra la trocha carrozable, áreas de cultivo de frutas. Además, el cerco perimétrico de la I.E N°32124 se encuentra a 116 m del escarpe principal y viviendas aledañas a tan solo 100 m, lo que configura como zona altamente susceptible a movimientos en masa del tipo deslizamiento.
- 5) Los factores desencadenantes se atribuyen principalmente a las intensas precipitaciones que se manifiestan entre los meses de febrero y marzo, periodo donde se produce la mayor cantidad de infiltración hídrica. Los sismos locales podrían ocasionar la aceleración de estos procesos geodinámicos. Además de factores antrópicos que contribuyen a la desestabilización del terreno, como canales de riego sin revestir y pozas artesanales de almacenamiento de agua sin revestir, que sobresaturan el suelo, que en conjunto ocasionan la pérdida progresiva de la resistencia al corte del suelo incompetente.
- 6) De acuerdo con las características y condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se considera al sector Pachabamba como **Peligro Alto** frente a la ocurrencia de deslizamientos.

## 7. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en sector Pachabamba.

### Transversales a autoridades y población

- 1) Incluir los peligros geológicos identificados por el Ingemmet en los planes específicos de la Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad Distrital de Santa María del Valle.
- 2) Identificar rutas de evacuación y zonas seguras ante la ocurrencia de peligros geológicos. Posteriormente, implementar simulacros de evacuación y simulaciones, con la finalidad de contar con una respuesta rápida y adecuada en situaciones de emergencia.
- 3) Implementar Sistemas de Alerta Temprana-SAT en coordinación con el INDECI, para la inmediata información de ocurrencia de peligros geológicos en el sector Pachabamba.
- 4) Elaborar la Evaluación de Riesgos (EVAR) por deslizamiento con los insumos (mapas a detalle) presentados en el presente informe, con la finalidad de determinar el nivel de riesgo de los elementos expuestos en el sector Pachabamba. Este informe deberá determinar las medidas correctivas y definitivas que atenúen el peligro.

### Ante deslizamientos

- 5) Construir canales de drenaje/coronación con una sección de material impermeable (como geomembranas o arcillas), a fin de evitar filtraciones, además de continuos trabajos de mantenimiento de estos.
- 6) Implementar un sistema de drenaje a fin de disminuir la saturación del terreno en el cuerpo del deslizamiento y alrededores.
- 7) Prohibir la construcción de viviendas u otra infraestructura en áreas de ocurrencia de deslizamientos ubicados al pie de la ladera.
- 8) Sellar los agrietamientos a fin de evitar la infiltración del agua durante lluvias intensas.
- 9) Suspender inmediatamente el riego por inundación en zonas de cultivos e implementar riego más tecnificado corroboradas por el Ministerio de Agricultura.
- 10) Reforestar las laderas con especies nativas y de raíces densas a fin de dar una mayor resistencia y cohesión a los suelos superficiales, principalmente en la parte media superior de la ladera sur del cerro Allgayhuachana.
- 11) Construir zanjas de coronación en la cabecera del escarpe del deslizamiento, para derivar las aguas de escorrentía superficial a otro cauce.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Chiba, T.; Kaneta, S.; Suzuki, Y. (2008). Red relief image map: new visualization method for three dimensional data. *Int Arch Photogramm Remote Sens Spat Inf Sci* 37:1071–1076
- Cruden, D. M., Varnes, D.J., (1996). Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., *Landslide's investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportation researchs board Special Report 247*, p. 36-75.
- Evans, S. G., y Hungr, O., (1993). The analysis of rock fall hazard at the base of talus slope: *Canadian Geotechnical Journal*, v. 30p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2000). Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N° 1. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 23, 330 p.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017). Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.
- ISRM (1981). Suggest method for the quantitative description of discontinuities in rock masses: *International Journal of Rock Mechanics, Min. Sci. & Geomech. Abstr.* V. 18, p. 85-110.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas*. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Quispesivana, L. (1996). Geología del cuadrángulo de Huánuco. Hoja: 20-k. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 75, 138 p.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENAMHI (2020). Mapa de clasificación climática del Perú (Texto). Lima, Perú.
- Suárez Díaz, J. (2007). *Deslizamientos - Técnicas de Remediación (1a ed.)*. Erosion.com.
- WP/WLI, (1993). A suggest method for describing the activity of a landslide: *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, N°47. p. 53-57.
- Zavala, B.; & Vilchez, M. (2006). Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco. Boletín N°34, Serie C. INGEMMET.

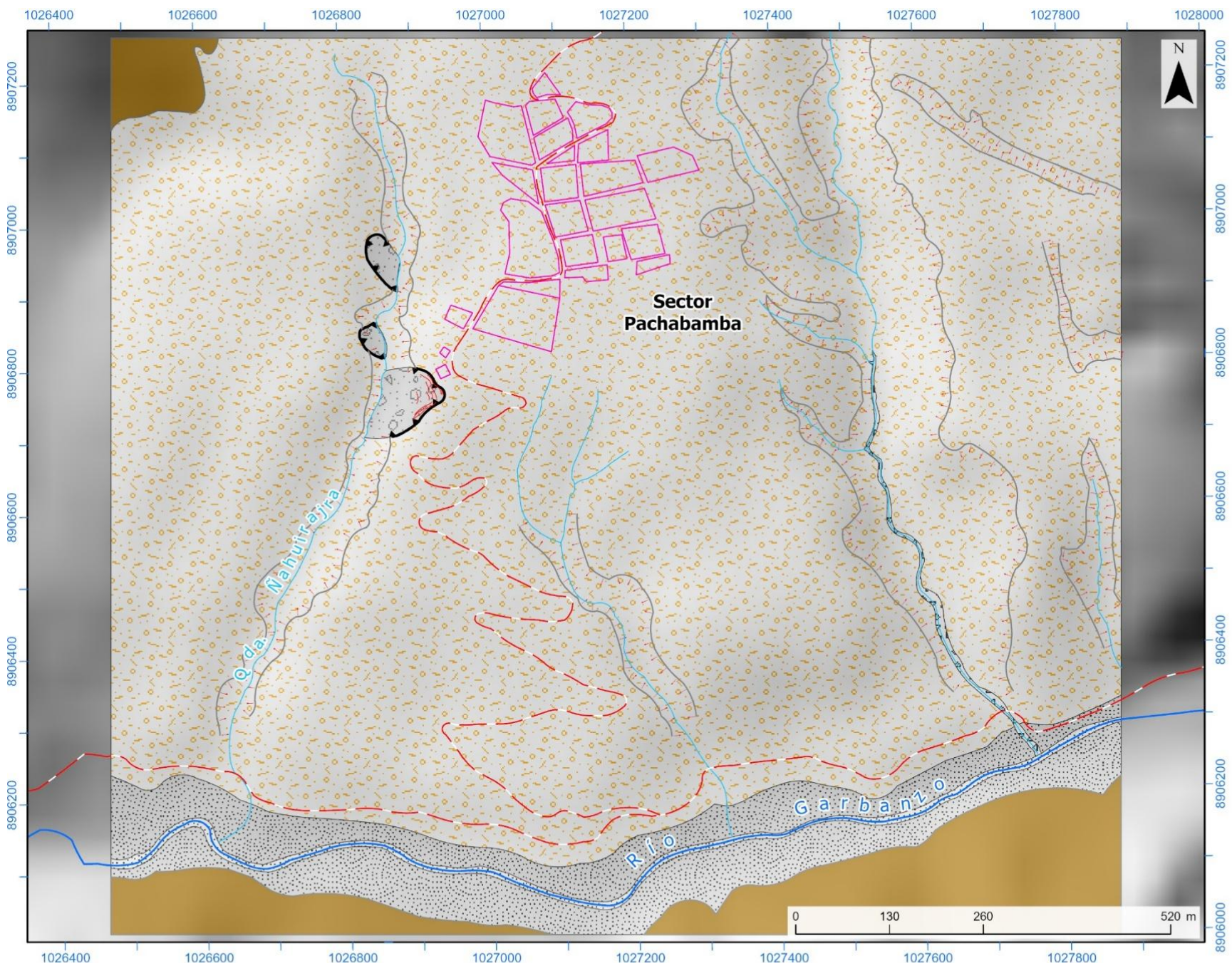
## **ANEXO 1: MAPAS**

### **MAPAS DEL SECTOR PACHABAMBA**

**Mapa 01:** Mapa Geológico

**Mapa 02:** Mapa Geomorfológico

**Mapa 03:** Mapa de Cartografía de Peligros Geológicos



**Unidades litoestratigráficas**

	Depósitos Proluviales		Depósitos fluviales
	Depósitos Coluviales		Depósitos Aluviales
	Depósitos Coluvio-deluviales		Complejo del Maraño

**Simbología**

	Escarpe de deslizamiento
	Grietas de tensión
	Escarpe de erosión

	Drenaje
	Río
	Trocha carrozable
	Curvas maestras
	Curvas secundarias



**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

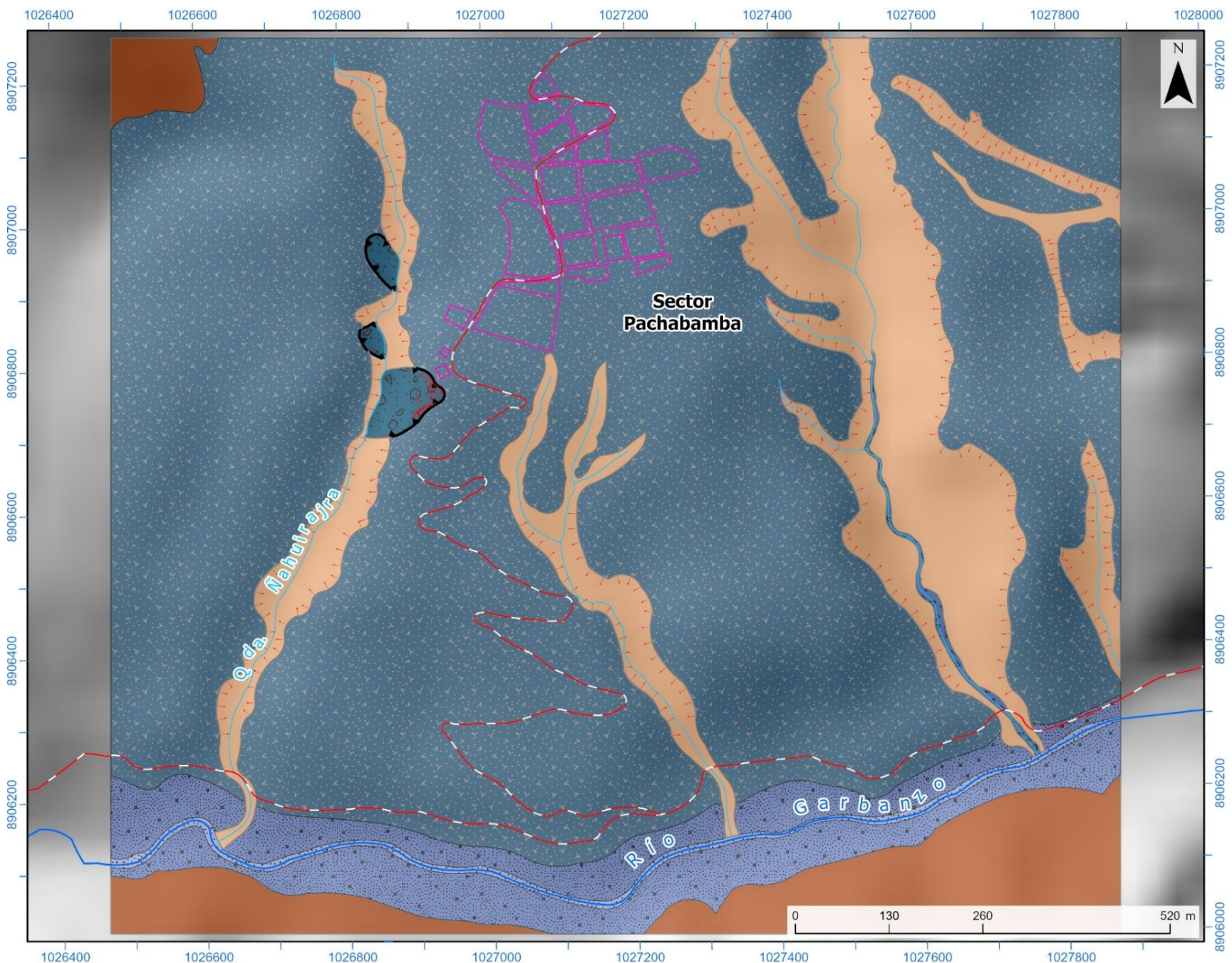
**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

**Mapa Geológico**

Datum: UTM-WGS84, Zona 18s  
 Versión digital: año 2025, Versión Impreso: 2025

**01**



**Unidades geomorfológicas**

	Montaña en roca metamórfica
	Vertiente coluvio-deluvial
	Vertiente coluvial

	Piedemonte proluvial
	Terraza fluvial
	Terraza aluvial
	Cárcava

**Simbología**

	Escarpe de deslizamiento
	Grietas de tensión
	Escarpe de erosión

	Drenaje
	Río
	Trocha carrozable
	Curvas maestras
	Curvas secundarias

**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

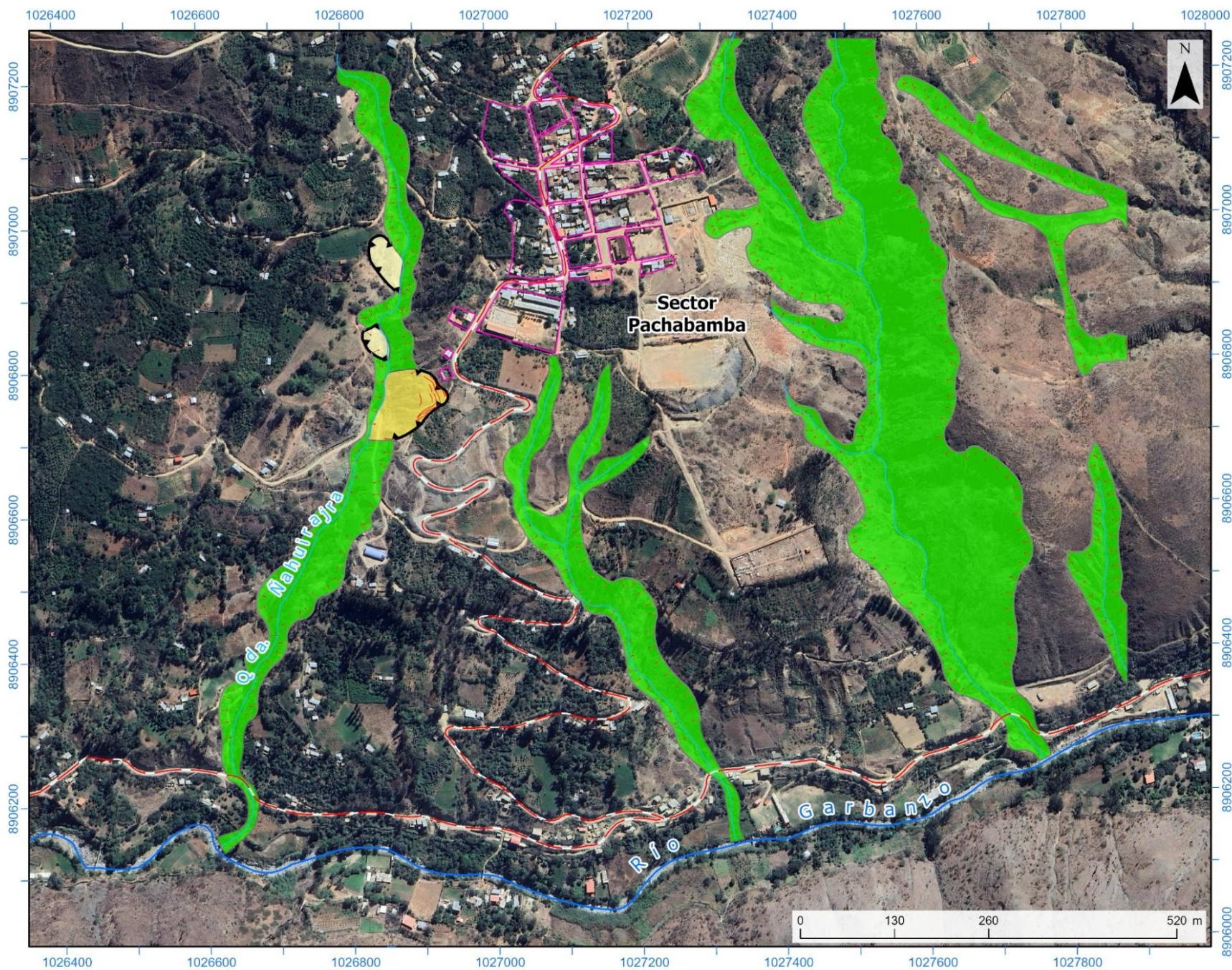
**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

**Mapa Geomorfológico**

Datum: UTM-WGS84, Zona 18s  
 Version digital: año 2025, Version Impreso: 2025

**02**



**Cartografía de peligros geológicos**

- Deslizamiento activo
- Deslizamiento inactivo latente
- Erosión de ladera

**Simbología**

- Escarpe de deslizamiento
- Grietas de tensión
- Escarpe de erosión

- Drenaje
- Río
- Trocha carrozable
- Curvas maestras
- Curvas secundarias

**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Cartografía de peligros Geológicos

Datum: UTM-MGSS84, Zona 18s  
Version digital: año 2025. Version impreso: 2025

03

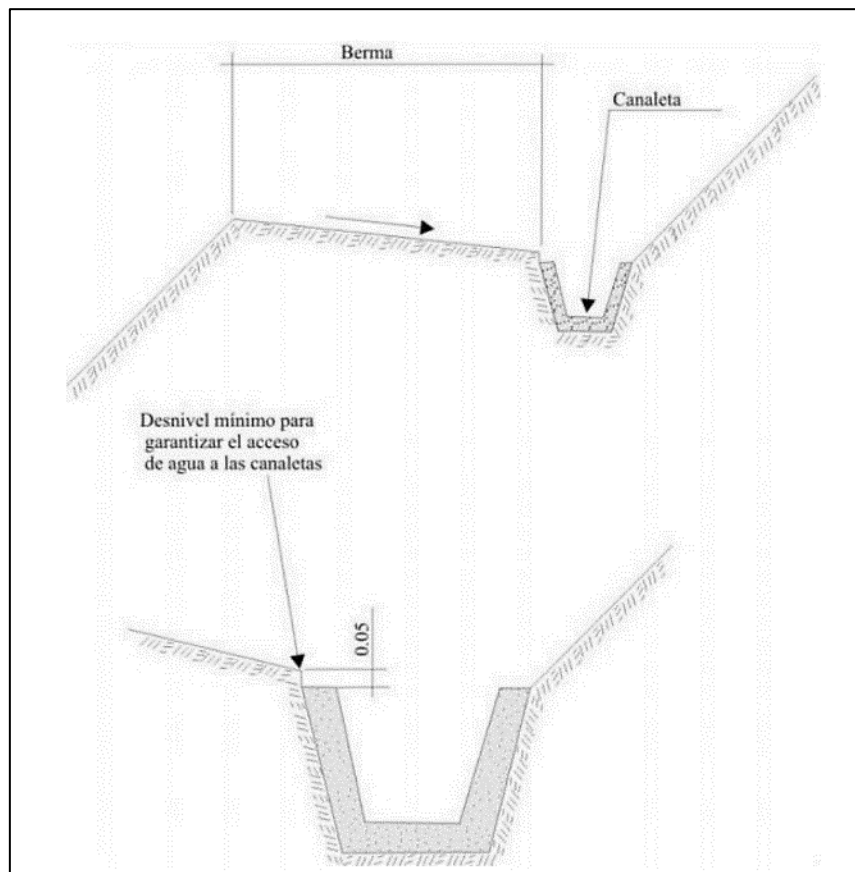
## **ANEXO 2: PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS**

## Para deslizamientos

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo en movimiento. Los métodos de estabilización de los movimientos en masa, 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

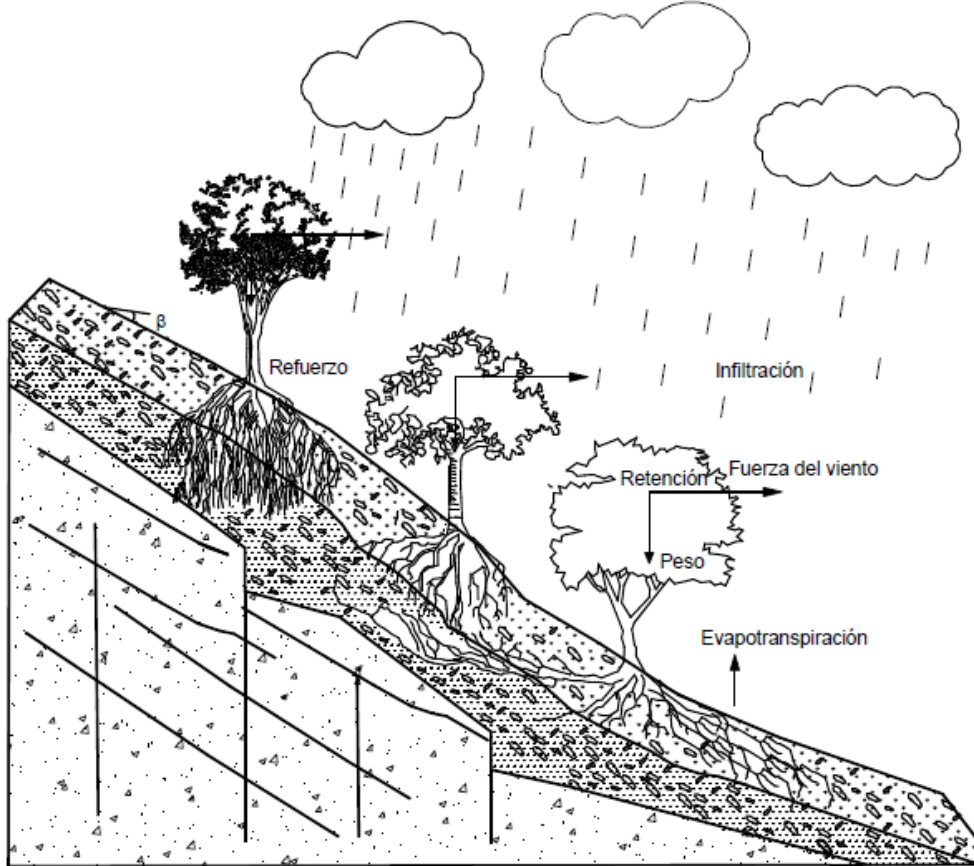
Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de la zona afectada, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del movimiento. Éstas deben ser construidas en la parte superior de la zona en movimiento (**Figura 2.1**). 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 2.1.** Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

**b. Revegetación**

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 2.2.** Estabilización de taludes utilizando vegetación. Fuente: Suarez, Díaz (2007).



**Figura 2.3.** Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.