

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7218**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR MIRAFLORES, CASERÍO LA PRIMAVERA

Departamento San Martín  
Provincia Mariscal Cáceres  
Distrito Huicungo



ENERO  
2022

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTO EN EL  
SECTOR MIRAFLORES, CASERÍO LA PRIMAVERA.**

***Distrito Huicungo***

***Provincia Mariscal Cáceres***

***Departamento San Martín***

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

*Equipo de investigación:*

*Luis Miguel León Ordáz.*

*Cristhian Anderson Chiroque Herrera.*

**Referencia bibliográfica**

*Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). Evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en el sector Miraflores, caserío Primavera, distrito Huicungo, provincia Mariscal Cáceres, departamento San Martín. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N° A7218, 27p.*

## INDICE

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1    Objetivos del estudio .....	5
1.2    Antecedentes.....	5
2. ASPECTOS GENERALES .....	8
2.1    Ubicación.....	8
2.2    Accesibilidad .....	8
3. DEFINICIONES .....	10
4. ASPECTO GEOLÓGICO.....	12
4.1    Unidades litoestratigráficas .....	12
5. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS .....	13
5.1    Pendiente del terreno .....	13
5.2    Unidades Geomorfológicas.....	13
5.3    Unidad de Montaña.....	14
6. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	15
6.1    Deslizamiento en el sector Miraflores.....	15
CONCLUSIONES.....	21
RECOMENDACIONES .....	22
ANEXO 1. MAPAS.....	23
ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS .....	25

## RESUMEN

El sector Miraflores, caserío La Primavera, pertenece al distrito de Huicungo, provincia de Mariscal Cáceres, departamento San Martín; en cuyo sector se registró un deslizamiento con fecha 25 de febrero del 2020, trayendo consigo la destrucción de una vivienda, causando la muerte de cuatro personas.

Litológicamente, el deslizamiento se desarrolla en una ladera conformada por un depósito coluvial, constituido por bloques con diámetros mayores a 2 m; gravas con clastos de hasta 2 cm, soportados en una matriz areno-limosa. Este tipo de suelo no consolidados, son considerados de mala calidad, susceptibles a originar movimientos en masa; los cuales conforman sub unidad geomorfológica de Montaña con laderas de moderadas a fuerte pendiente mayor a los 30°.

La roca madre está conformada por calizas grises muy fracturadas, altamente meteorizadas, de la Formación Condorsinga.

El movimiento en masa identificado es un deslizamiento rotacional, cuyo escarpe principal tiene un salto vertical de 2 a 3 m. La parte baja que limita con la quebrada Miraflores, fue obturada temporalmente, en aproximadamente 200 metros por el material transportado por el movimiento.

Es necesario mencionar que el 21 de febrero del 2020, se registró un incremento inusual del caudal de la quebrada Miraflores, que generó un acarreo de sedimentos y restos de árboles, que originó erosión de riberas en la parte baja, debilitó el pie del talud y originó el deslizamiento.

En la parte posterior al cuerpo del deslizamiento se observó agrietamientos con aberturas de hasta 30 cm, con longitudes de 7 m y desplazamientos verticales de 40 cm de desplazamiento vertical, cuya dirección es predominante paralela al escarpe principal; lo que indica que el deslizamiento tiene un avance retrogresivo.

Por las características del evento, los daños ocasionados y las condiciones de inestabilidad del terreno que aún se presentan en la zona, el caserío La Primavera, se considera como una **zona crítica de peligro muy alto** por deslizamientos.

Se debe implementar un sistema de drenaje, que evite la infiltración de agua y por ende la saturación de los terrenos, los cuales podrían reactivar el deslizamiento actual y ocasionar el movimiento de los terrenos de cultivo que se encuentran en la parte posterior.

La vivienda cercana al evento debe ser reubicada.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El Ingemmet, ente técnico – científico desarrolla, a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional”, contribuyendo de esta forma con entidades gubernamentales, en los tres niveles de gobierno, mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo las solicitudes de la Municipalidad Distrital de Omia a través de su alcalde, el señor Juan Gerardo Tafur Vargas, mediante oficio N° 046 – 2020 – MDO – ALCALDÍA, solicita al INGEMMET realizar una evaluación geológica a la altura del sector Miraflores perteneciente al caserío La Primavera (zona afectada por un deslizamiento que ocasionó el deceso de 4 personas).

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Luis Miguel León Ordáz y Cristhian Anderson Chiroque Herrera para realizar la evaluación de peligros geológicos.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet y/o otras instituciones. Los datos obtenidos durante el trabajo de campo como el cartografiado geológico y geodinámico, colocación de puntos de control GPS, fotografías terrestres, así como el levantamiento fotogramétrico con dron (con el fin de observar mejor el alcance del evento); datos que sirvieron para la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Omia, donde se consignan los resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### **1.1 Objetivos del estudio**

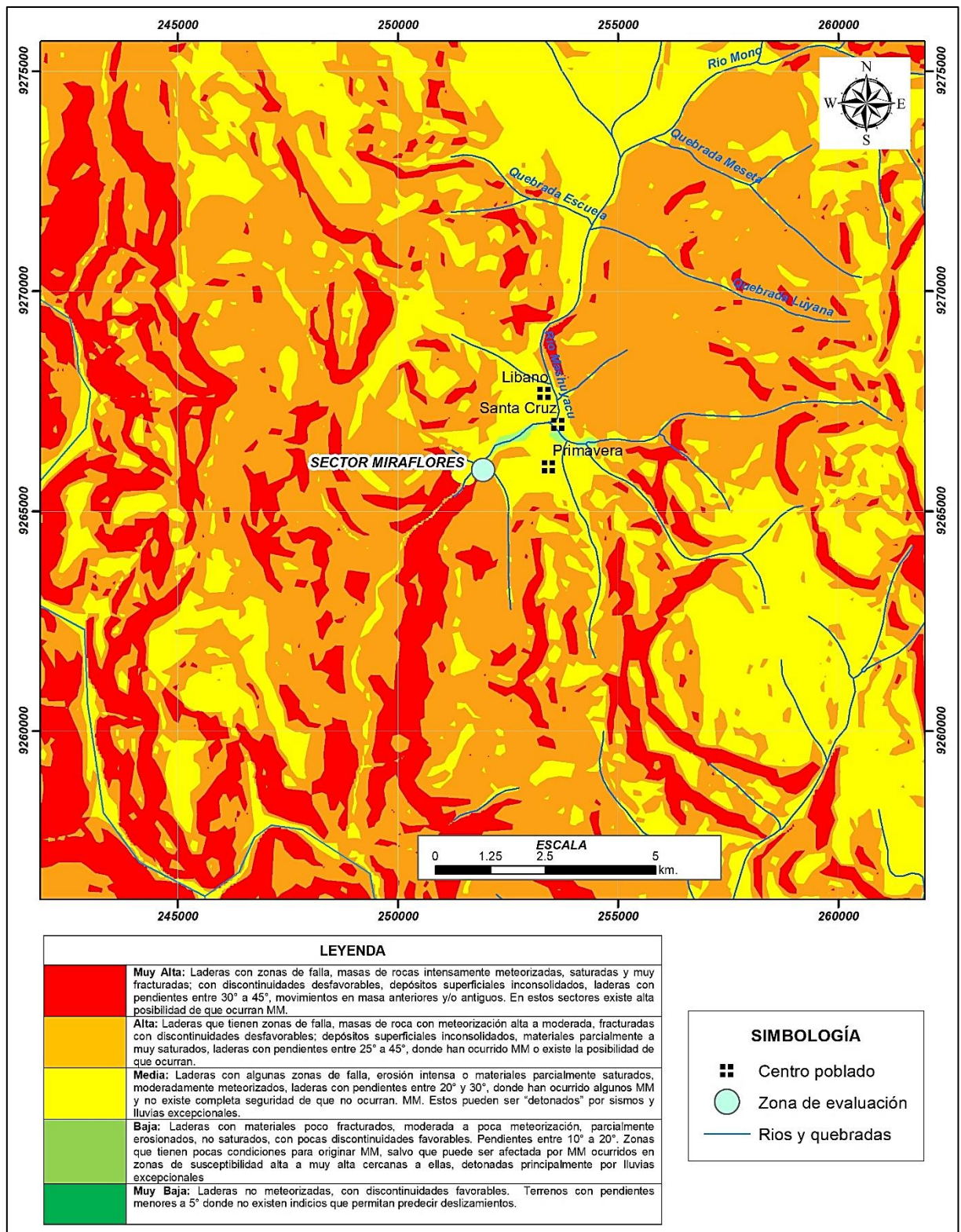
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar el deslizamiento que se presenta en el sector Miraflores, caserío Omia, detonado el 21 de febrero del 2020.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia del deslizamiento.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos identificados en los trabajos de campo.

### **1.2 Antecedentes**

Se han recopilado todos los informes y reportes que abarquen los aspectos geodinámicos de la zona de estudio, los cuales se mencionan a continuación:

- Geología de los Cuadrángulos de Leimebamba (hojas 14h1, 14h2, 14h3, 14h4) y Huayabamba (hojas 14i1, 14i2, 14i3 y 14i4) (Rodríguez, et al. 2020). Según la geología descrita a escala 1:50 000, en la zona evaluada los sedimentos están conformados por calizas de color gris de la Formación Condorsinga, que dan origen a relieves suaves y muy erosionables; hacia el norte arenisca rojas cuarzo-feldespática con laminación oblicua intercaladas con lutitas rojas y esporádicos estratos de areniscas amarillentas y yeso de la Formación Sarayaquillo, al este un Depósito fluvial conformado por Arenas, grava y limos ubicados en el borde del río.
- En el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa descrito en el Boletín N° 42, Serie C, Estudio de Riesgo Geológico en la Región San Martín (Nuñez, et al. 2010), la zona de estudio presenta una susceptibilidad alta a la ocurrencia de procesos de remoción en masa (figura 1).



**Figura 1.** Susceptibilidad a movimientos en masa del centro poblado Sector Miraflores y alrededores.  
**Fuente:** Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la región San Martín, elaborado a escala 1:250 000 por Núñez et al., 2008.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1 Ubicación

El sector Miraflores, se encuentra ubicado en el distrito Huicungo, provincia Mariscal Cáceres y departamento de San Martín (figura 2). Con coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18S:

**Cuadro 1.** Coordenadas del área de estudio en el distrito de La Peca.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		COORDENADAS DECIMALES	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	251925	9265932	-6.635966°	-77.243762°
2	252064	9265932	- 6.635972°	- 77.242505°
3	252064	9265819	- 6.636993°	- 77.242510°
4	251971	9265819	- 6.636987°	- 77.243766°
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
C	251971	9265898	- 6.636275°	- 77.243347°

### 2.2 Accesibilidad

La principal vía de acceso desde la ciudad de Cajamarca con destino al SECTRO Miraflores, es mediante desplazamiento terrestre, a través de una carretera Asfalta y afirmada, tal como se detalla en la siguiente ruta (cuadro 2):

**Cuadro 2.** Rutas y acceso a la zona evaluada

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
<i>Cajamarca – Jaén – Bagua Grande.</i>	<i>Asfaltada</i>	<i>349.3</i>	<i>7 h 53 min</i>
<i>Bagua Grande – Chachapoyas</i>	<i>Asfaltada</i>	<i>125</i>	<i>2 h 55 min</i>
<i>Chachapoyas – Rodríguez de Mendoza</i>	<i>Asfaltada</i>	<i>85</i>	<i>2 h 45 min</i>
<i>Rodríguez de Mendoza – Omía</i>	<i>Trocha</i>	<i>15</i>	<i>20 min</i>
<i>Omía – La Primavera</i>	<i>Trocha</i>	<i>50</i>	<i>2 h 20 min</i>
<i>La Primavera - Miraflores</i>	<i>Camino</i>	<i>4</i>	<i>25 min</i>



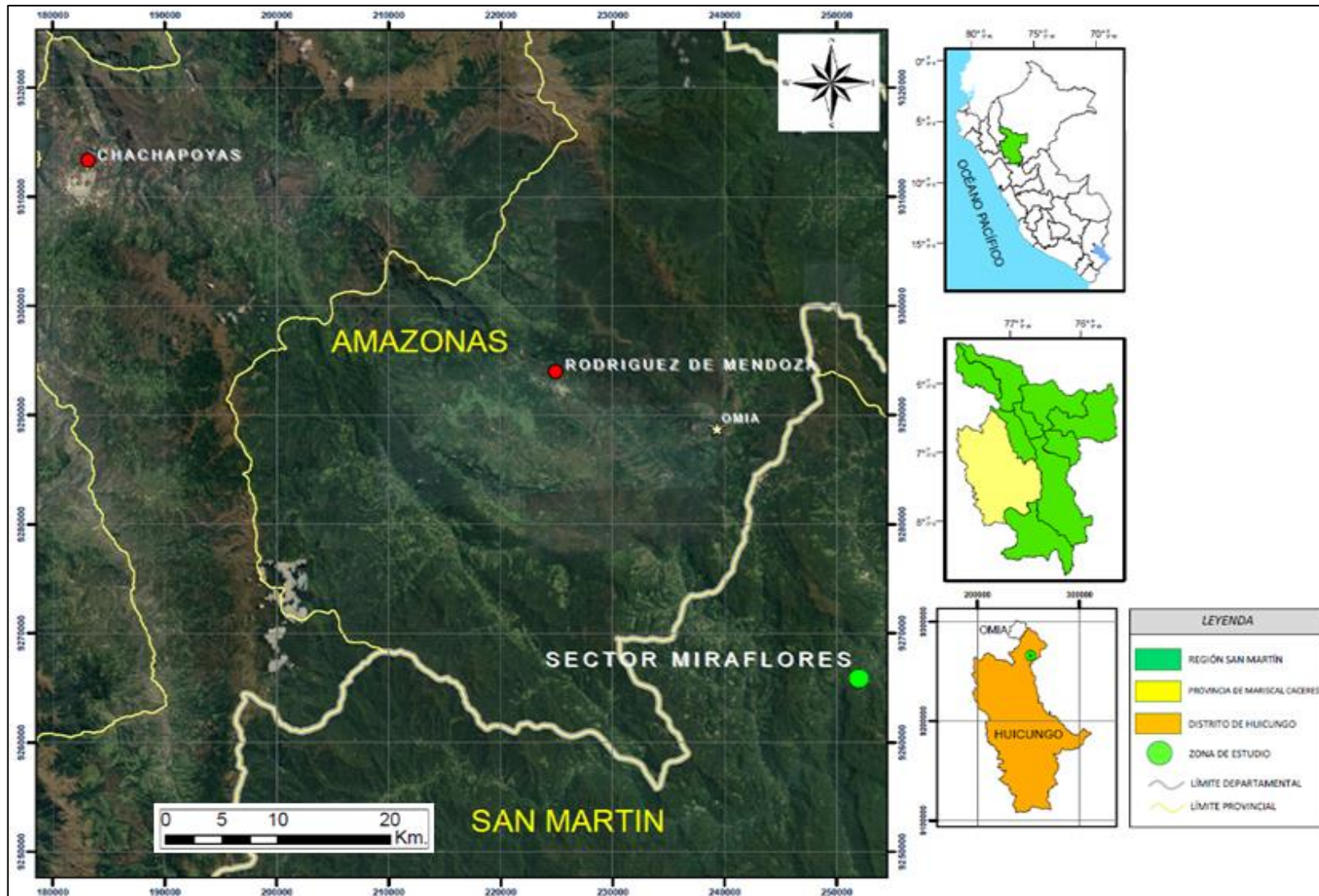


Figura 2. Ubicación de sector Miraflores

### 3. DEFINICIONES

En el presente Glosario se describe según los términos establecidos en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas.:

**a) Agrietamiento (cracking)**

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

**b) Corona (crown)**

Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento, ladera abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción.

**c) Escarpe (scarp)**

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.

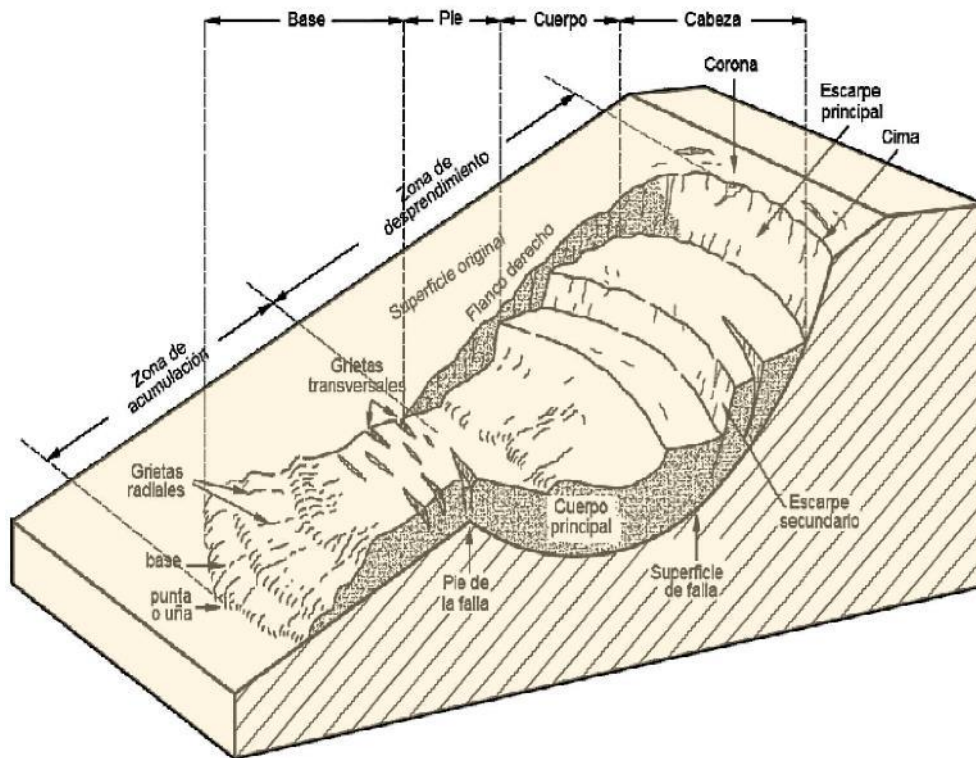
**d) Deslizamiento**

Según la Guía para Evaluación de Amenazas de Movimientos en Masa en la Región Andina (PMA, 2007), los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante (figura 3).

**e) Deslizamiento rotacional**

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava; presentan una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto estabilizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. (Suarez, 2009).



**Figura 3.** Esquema general de un deslizamiento rotacional modificado de (Suarez, 2009).

### **Fractura (crack)**

Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

### **Meteorización (weathering)**

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.

## 4. ASPECTO GEOLÓGICO

Geología de los Cuadrángulos de Leimebamba (hojas 14h1, 14h2, 14h3, 14h4) y Huayabamba (hojas 14i1, 14i2, 14i3 y 14i4) (Rodríguez, et al. 2020), también se realizó trabajos en campo, análisis de imágenes satelitales, fotogrametría con dron para caracterizar y delimitar las diferentes unidades litológicas considerando su grado de resistencia y susceptibilidad a procesos de erosión (mapa 1).

### 4.1 Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en los alrededores de la zona evaluada corresponden a la Formación Condorsinga, la cual pertenece al Grupo Pucará y en la zona afectada por el deslizamiento encontramos depósitos coluviales detallados a continuación:

#### a) Grupo Pucará

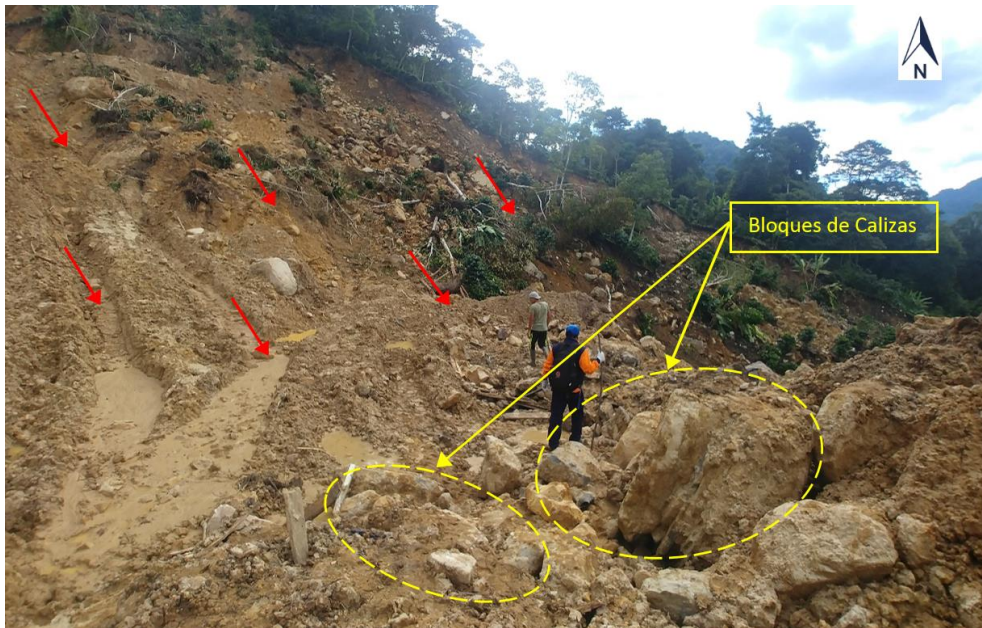
compuesto en la parte inferior por calizas gris oscuras wackstone, en estratos de 0.2 a 1 m (Formación Chambará). En la parte media se encuentra, principalmente, limolitas bituminosas negras y lutitas de color oscuro a beige, siendo esta secuencia la más fosilífera del grupo (Formación Aramachay). Finalmente, la parte superior está compuesta por calizas packstone bioclásticas y oolíticas (Formación Condorsinga). En promedio, el espesor puede variar entre los 2500 y 3600 m.

#### b) Depósito coluvial (Q-co)

Constituidos por material polimíctico, ubicados en las márgenes de la quebrada Miraflores, compuesto por bloques de hasta 2 m de diámetro y gravas con clastos de hasta 2 cm (de areniscas y calizas); en una matriz de arenas limosas y arcillosas, su permeabilidad varía entre media a alta (figura 4 y 5).



**Figura 4.** En la parte alta se aprecia el depósito coluvial compuesto de clastos y bloques con tamaños que van desde los 2 cm. hasta 1 m.



**Figura 5.** Material coluvial no consolidado en la parte media del deslizamiento.

## 5. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

El origen de las geoformas observadas está relacionado a la ocurrencia de antiguos procesos de remoción en masa, la interacción de sedimentos y rocas con los agentes atmosféricos los cuales modelaron el relieve de la zona evaluada.

### 5.1 Pendiente del terreno

La pendiente es uno de los factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2022), es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa como factor condicionante.

Se puede decir que es más fácil que ocurran movimientos en masas en laderas y cauces cuya pendiente principal varía entre media a fuerte ( $>30^\circ$ ), también es más alta la erosión en laderas (laminar, sucos y cárcavas), en colinas o montañas, por que a mayor pendiente facilita el escurrimiento superficial y por ende la erosión hídrica o pluvial (Vílchez et. al., 2013).

El sector evaluado comprende un pendiente fuerte promedio de  $30^\circ$ , esta superficie es ocupada por áreas destinadas a cultivos de café y pastoreo.

### 5.2 Unidades Geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el sector evaluado en Centro Poblado San Isidro, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a los aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019); así también se ha

empleado los trabajos de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en estudios de Ingemmet.

### **5.2.1 Geformas 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 estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas, dentro de este grupo se tiene la siguiente unidad:

### **5.3 Unidad de Montaña**

Se reconocen como cumbres y estribaciones que resultan por las deformaciones sufridas por la erosión y otros eventos de diferente naturaleza (levantamiento, glaciación, etc.). Están constituidas por rocas de tipo metamórficas, intrusivas, extrusivas (volcánicas) y sedimentarias, con un moderado estado de meteorización superficial y de erosión.

Las laderas presentan complejidad tanto en su litología como en su configuración externa; con moderada intensidad de disección y erosión en rocas sanas, e intensa disección y erosión en rocas meteorizadas de edad neógena, generalmente ubicadas debajo de la cima. (Lucio et. al., 2009).

Tiene una altura mayor a los 300 m con respecto al nivel de la base local, así se tienen las siguientes subunidades de montaña diferenciadas según el tipo de roca que la conforman.

#### **Sub unidad de montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)**

Corresponde a elevaciones del terreno que forman parte de las cordilleras levantadas por la actividad tectónica y su morfología actual depende de procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia – escorrentía, aguas de subsuelo, con fuerte incidencia de la gravedad.

El relieve montañoso de la zona de estudio está Ubicada al suroeste de la zona evaluada. Muestran laderas de pendiente pronunciada a fuerte, generalmente las pendientes se encuentran por encima de los 30°, (figura 6).

En la zona de estudio donde ocurrió el deslizamiento, esta unidad se presenta sobre un depósito coluvial con bloques producto de rocas sedimentarias conformadas por bloques de calizas y areniscas en una matriz de arenas, limos y arcillas.



**Figura 6:** Pendiente del terreno que oscila entre 25° y 40°, que favorece el desplazamiento de material.

## 6. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los movimientos en masa son parte de los procesos de denudación que moldean el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre.

La meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la actividad antrópica), actúan sobre las laderas desestabilizándolas y cambian el relieve a una condición más plana (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA, 2007).

El peligro geológico identificado en la zona de estudio, corresponde a un movimiento en masa de tipo deslizamiento descrito a continuación:

### 6.1 Deslizamiento en el sector Miraflores

A través de las imágenes satelitales, fotos aéreas tomadas con dron y reconocimiento en campo, en el sector Miraflores se identificó un deslizamiento (figura 7), en el talud adyacente a la quebrada del mismo nombre, la corona principal se encuentra entre la cota 1200 - 1293 m s.n.m.

El evento está ubicado con coordenadas UTM WGS-84, 251981 E; 9265887 N. Además, existe una alta probabilidad de reactivación de este fenómeno durante el periodo de lluvias intensas.



**Figura 7.** Se puede apreciar en el cuerpo del deslizamiento que se erradicó las especies nativas para ocuparlos por cultivos de café y plátano, probablemente sin implementación de drenajes adecuados, permitiendo el incremento de la saturación del terreno.

La velocidad del movimiento es rápida, presenta grietas dispersas en diferentes direcciones, con longitudes que varían entre los 10m a 65m, con una apertura que varía entre los 0.30 m hasta 1.3 m (figura 8 y 9); el movimiento presenta un comportamiento retrogresivo, con aparición de grietas sobre los escarpes principales.



**Figura 8.** Grieta con desplazamiento vertical de 30 centímetros, en la parte posterior del deslizamiento.





**Figura 9.** Grieta con longitud mayor a los 10 m, se ubica en la parte posterior de la escarpa principal.

El cuerpo del deslizamiento al desplazarse por la ladera, llegó hasta el cauce de la quebrada Miraflores, lo cual originó la obstrucción del mismo de manera temporal, en una longitud aproximada de 181 m.

El cuerpo deslizado está conformado por material heterogéneo clastos y bloques de areniscas y calizas en matriz de arenas, limos y arcillas, las primeras permiten la rápida filtración de agua al subsuelo y las dos últimas retienen el agua, teniendo suelos saturados, esto genera la inestabilidad del terreno.

En la parte superior al evento se encontró dos dolinas, según versión de los moradores de la zona, el agua de escorrentía se pierde dentro de la misma, con el comportamiento de un sumidero (figura 10 y 11).



**Figura 10.** Hundimiento en la parte posterior al deslizamiento, comportamiento de un sumidero.



**Figura 11:** Hundimiento en la parte posterior al deslizamiento, se puede apreciar la erradicación de las especies nativas.

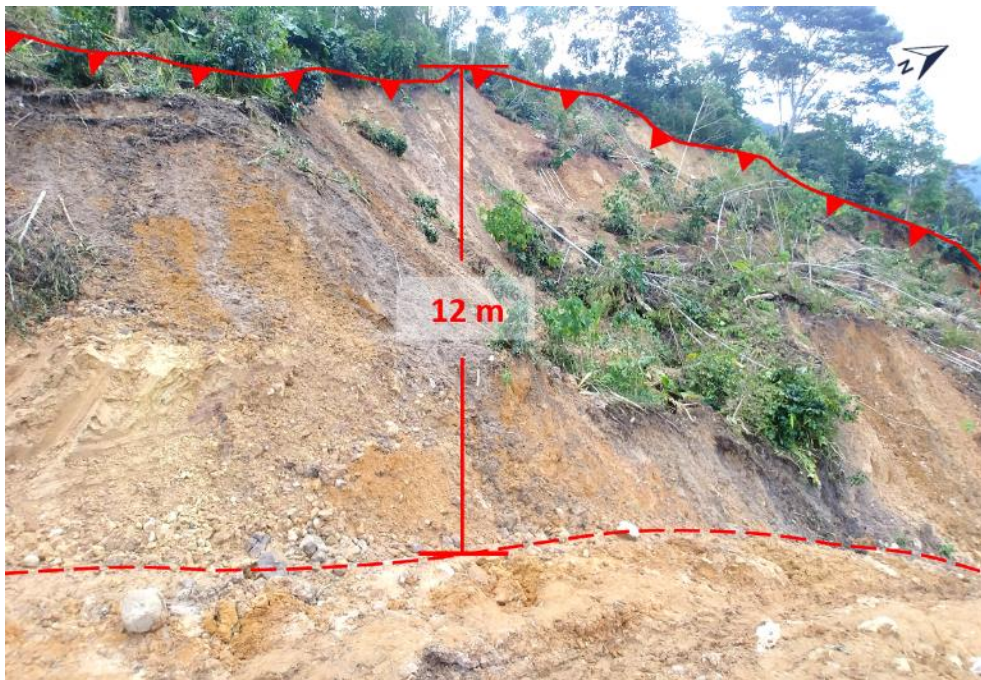
### **Características del deslizamiento**

- a) Estado: Activo.
- b) Forma de la escarpa: Irregular.
- c) Longitud de la escarpa: 330 m.

- d) Desnivel entre la escarpa y el pie: 70 m.
- e) Superficie de rotura: Rotacional.
- f) Salto principal o desplazamiento vertical (DV): de 12 m (figura 12 y 13).



**Figura N° 12.** Se puede observar la surgencia de agua dentro del cuerpo deslizado, indicativo que los suelos se encuentran totalmente saturados.



**Figura N° 13.** Escarpe principal, se evidencia una altura de 12 metros.

### Factores condicionantes

- a) Litología incompetente ladera conformada por gravas y bloques de origen calcáreo no consolidado en matriz de arena, limo y arcilla, la cual permite la

filtración y retención del agua, llegando a saturar al terreno, y, por ende, la disminuye resistencia de los materiales.

- b) Terreno con pendiente entre 25° y 40°, con escasa vegetación, esto permite la filtración de agua y erosión directa de la ladera.
- c) El aumento de peso de la masa inestable por la saturación del terreno, al encontrarse en alta pendiente y bajo acción de la gravedad, ayuda a desestabilizar el terreno.

### Factores detonantes

Los factores son lluvias intensas y sismos.

### Daños ocasionados por el deslizamiento

- a) Afectó 1 vivienda, en la cual fallecieron 4 personas.
- b) Afectó 1 ha con cultivos de café.



Figura N° 8. Vivienda sepultada a consecuencia del deslizamiento.

## CONCLUSIONES

- a. El deslizamiento ocurrido el día 25 de febrero 2020, destruyó una vivienda en la cual perdieron la vida 4 personas; así mismo estrechó el cauce de la quebrada Miraflores, causando su obturación temporal a lo largo de aproximadamente 181 m.
- b. El deslizamiento es rotacional, de avance retrogresivo, con un escarpe principal de 181 m y un salto promedio de 12 m.
- c. El movimiento se desencadenó a consecuencia de las lluvias intensas presentadas desde el 21 de febrero, que saturaron el terreno.
- d. La ladera donde se encuentra ubicado el sector deslizado, está compuesta por clastos y bloques en matriz de arenas, limos y arcillas, muy susceptibles a la generación de movimientos en masa.
- e. La roca madre está conformada por está conformada por calizas grises muy fracturadas, altamente meteorizadas, de la Formación Condorsinga.
- f. La dolina ubicada en la parte superior es originada por la disolución de las calizas encontradas en la parte superior al deslizamiento.
- g. Por las características del evento y los daños ocasionados y las condiciones de inestabilidad del terreno que aún muestra, se considera como una zona crítica por peligro geológico, de peligro muy alto; la cual podría reactivarse ante la ocurrencia de lluvias intensas o extraordinarias.

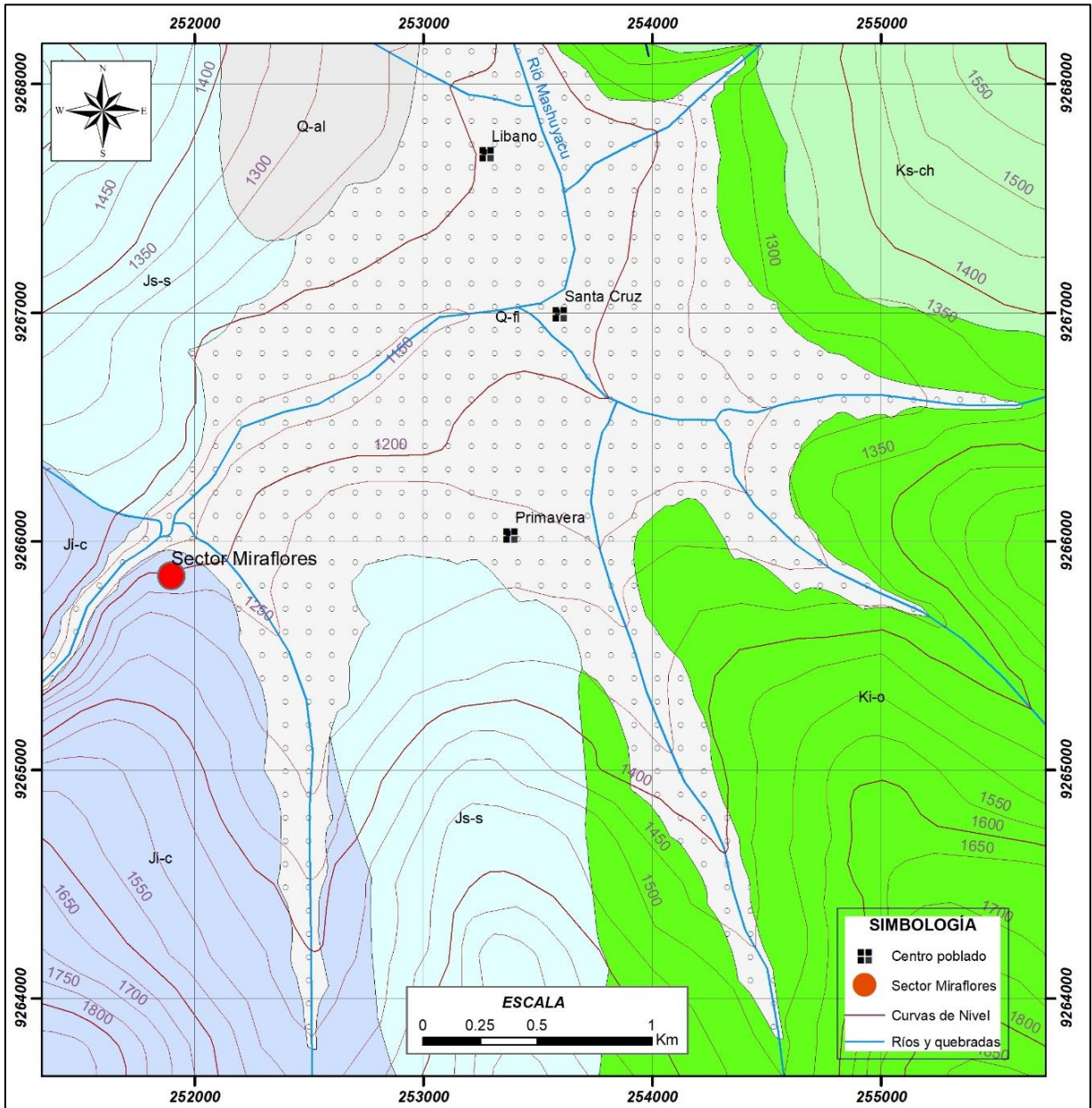
## RECOMENDACIONES

- a. Construir una zanja de coronación, un sistema de drenaje, evitando el ingreso de las aguas de escorrentía al cuerpo del deslizamiento, derivándolas hacia la quebrada.
- b. Implementar un sistema de monitoreo de la zona del deslizamiento visual. De detectarse movimientos en el terreno (Avance del deslizamiento), se informará a los habitantes de las viviendas cercanas para que pueda realizar la evacuación y posterior reubicación.
- c. Disminuir la carga del talud inestable con la construcción de banquetas, diseñadas por un especialista en geotecnia.
- d. La instalación de cultivos en las laderas, con nuevas especies deben estar orientadas por especialistas, de tal manera que se implementen sistemas de drenajes adecuados, para evitar la saturación de los terrenos y futuros deslizamientos.
- e. Es necesario el monitoreo constante del avance del deslizamiento, si se evidencia el avance del mismo, se tendrá que realizar la reubicación de la vivienda ubicada en la parte posterior al deslizamiento activo.

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

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

# ANEXO 1. MAPAS



**LEYENDA**  
UNIDADES LITOLÓGICA

ERA	SERIE	SISTEMA	UNIDADES LITOLÓGICA
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	<b>Depósito Fluvial</b> Arenas, gravas y limos abicados en los bordes de los ríos. <b>Q-fl</b>
			<b>Depósito Aluvial</b> Gravas polimórficas con clastos subredondeados que se encuentran en quebradas y ríos. Generalmente presentan niveles de arenas y limos, preferentemente cerca al cauce de los ríos, como en el río Uchubambá. <b>Q-al</b>
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	<b>Formación Chonta</b> Lutitas grises con algunas intercalaciones de areniscas finas y calizas en la base de la secuencia. El medio sedimentario corresponde a una plataforma carbonatada que pasa a un medio deltaico. <b>Ks-ch</b>
		INFERIOR	<b>Grupo Oriente</b> Areniscas cuarzosas finas, intercaladas con lutitas verdes en estratos de 0.5 - 1 m. Presentan laminación paralela y cruzada. Las facies corresponden a un ambiente de litoral fluvio-deltaico. <b>Ki-o</b>
	JURASICO	SUPERIOR	<b>Formación Sarayquillo</b> Areniscas rojas cuarzo-félsica con laminación oblicua intercaladas con lutitas rojas y esporádicos estratos de areniscas amarillentas y yesos. El medio sedimentario corresponde a un ambiente fluvial con zonas evaporíticas. <b>Js-s</b>
		INFERIOR	<b>Formación Condorsinga</b> Caliza gris clara pedregosa de color gris, malvasa se presentan en estratos litológicos de 0.2 a 0.6 m. En algunos sectores está compuesta por calizas pedregosas localizadas. El medio sedimentario corresponde a una plataforma carbonatada. <b>Ji-c</b>

**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

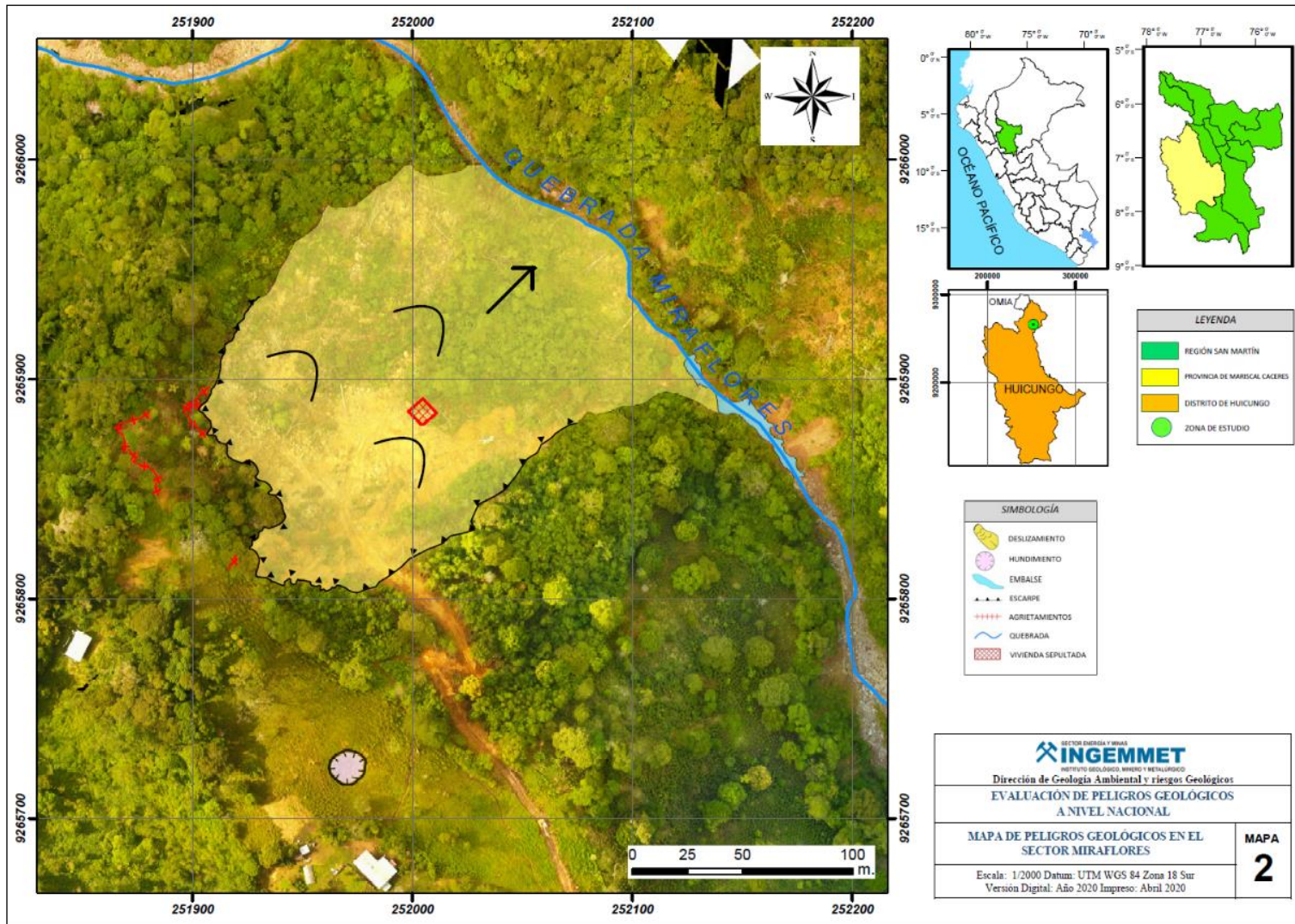
**Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos**  
**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL**  
 DEPARTAMENTO SAN MARÍN  
 PROVINCIA MARISCAL CÁCERES  
 DISTRITO HUICUNGO

---

**GEOLOGÍA SECTOR MIRAFLORES**

Escala: 1/24000 Datum: UTM WGS 84 Zona 18 Sur  
 Versión Digital: Año 2021

**MAPA**  
**1**



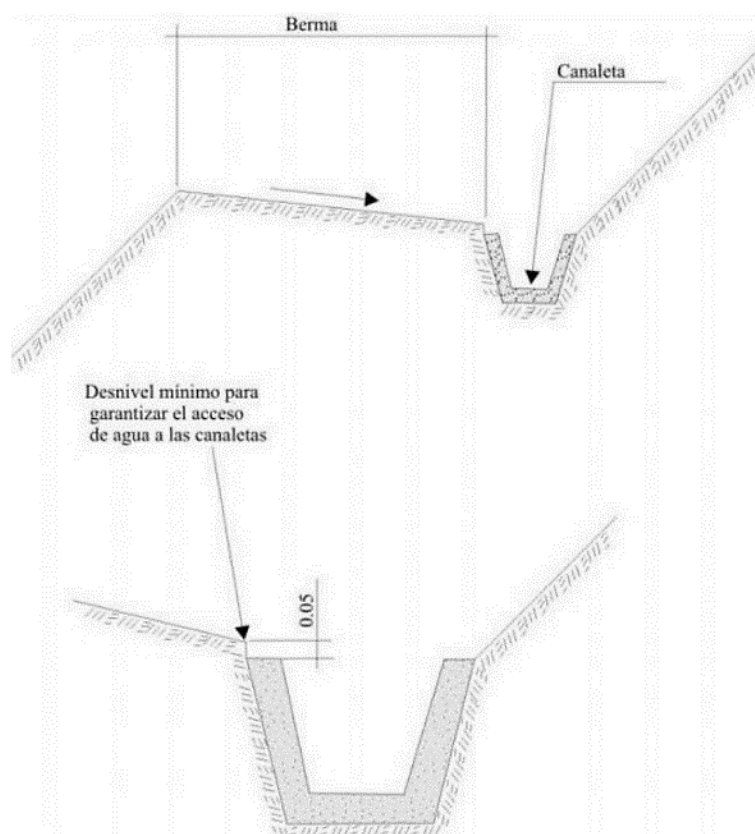


## ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo de deslizamiento. 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 desestabilizante en laderas. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia de la ladera (Suarez, 1998). Las medidas de drenaje recomendadas son:

### a. Drenaje Superficial

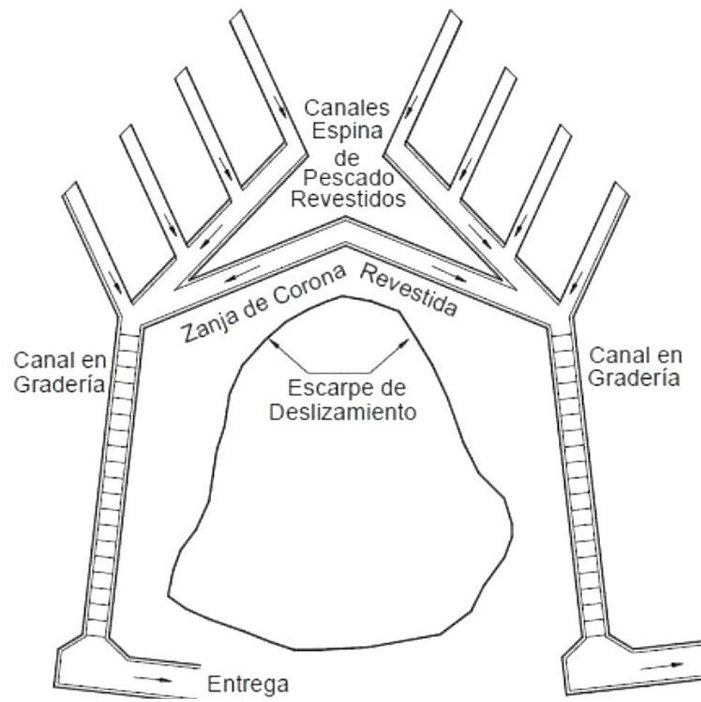
Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de deslizamiento, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del deslizamiento. Éstas deben ser construidas en la parte superior al escarpe principal del deslizamiento (figura A1). 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 A1.** Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

### b. Drenaje tipo Espina de Pescado

Construcción de canales colectores, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas a torrenteras (figura A2). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua.



**Figura A2.** Esquema en planta de canales colectores Espina de Pescado. (Suarez, J. 2010)

## BIBLIOGRAFÍA

- c) Rodríguez, et al. (2020) Geología de los Cuadrángulos de Leimebamba (hojas 14h1, 14h2, 14h3, 14h4) y Huayabamba (hojas 14i1, 14i2, 14i3 y 14i4), Boletín, Serie L N° 1: 124p.
- d) Núñez, et al. (2010). Riesgo geológico en la Región San Martín. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 42: 200 p.
- e) 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.
- f) Lucio, et al. (2009). Riesgo geológico en la Región Amazonas. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 39: 212 p.
- g) Lucía, A.; Vicente, F.; Martín-Moreno, C.; Martín-Duque, J.F.; Sanz, M.A.; De Andrés, C.; Bodoque, J.M. (2008) - Procesos geomorfológicos activos en cárcavas del borde del piedemonte norte de la Sierra de Guadarrama (Provincia de Segovia, España). Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geol.), 102: 47-69.
- h) Shruthi, R.B.V.; Kerle, N.; Jetten, V. (2011) - Object-based gully feature extraction using high spatial resolution imagery. *Geomorphology* 2011, 134, 260–268.
- i) Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC (Departamento Nacional de Estadística).