

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7247**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR HUAYLLA - QUILLA

Departamento Ayacucho  
Provincia Victor Fajardo  
Distrito Colca



ABRIL  
2022

## **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR HUAYLLA - QUILLA**

*(Distrito de Colca, provincia Victor Fajardo, departamento Ayacucho)*

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

*Equipo de investigación:*

*Ely M. Ccorimanya Chalco*

*Angel G. Luna Guillén*

### **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022) - *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Huaylla - Quilla. Distrito Colca, provincia Victor Fajardo, departamento Ayacucho.* Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7247, 41 p.

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	6
<b>1.1. Objetivos del estudio</b> .....	6
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores</b> .....	6
<b>1.3. Aspectos generales</b> .....	7
1.3.1. Ubicación .....	7
1.3.2. Accesibilidad.....	8
1.3.3. Clima .....	8
<b>2. DEFINICIONES</b> .....	9
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	11
<b>3.1. Unidades litoestratigráficas</b> .....	11
3.1.1. Grupo Mitu – Miembro Sedimentario (PEIT-mi/sed4).....	11
3.1.2. Unidad Ccascabamba - Aplita (Nm-to/a) .....	12
3.1.3. Depósito coluvio - deluvial (Q-cd) .....	13
3.1.4. Depósito aluvial (Qh-al) .....	14
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	15
<b>4.1. Pendientes del terreno</b> .....	15
<b>4.2. Unidades geomorfológicas</b> .....	16
4.2.1. Unidad de montañas .....	16
4.2.2. Unidad de piedemonte.....	17
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	18
<b>5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa</b> .....	19
5.1.1. <b>Deslizamiento rotacional activo (Sector Huaylla)</b> .....	19
5.1.2. Factores condicionantes.....	28
5.1.3. Factores desencadenantes.....	30
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	32
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	33
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	34
<b>ANEXO 1: MAPAS</b> .....	35
<b>ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN</b> .....	40

## RESUMEN

El presente informe, es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Huaylla del Anexo Quilla, perteneciente al distrito de Colca, provincia Victor Fajardo, departamento de Ayacucho. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología, en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

Los materiales rocosos aflorantes en el área de evaluación, pertenece al Grupo Mitu – Miembro sedimentario, y están constituidos por conglomerados, areniscas y limolitas. Los fragmentos de roca de los conglomerados varían de formas subangulosos a subredondeados son de naturaleza polimíctica (varios tipos de roca) y distribuidos caóticamente. Las areniscas varían de grano grueso a medio, se presentan en estratos medianos intercalados con conglomerados y limolitas. La Unidad Ccasccabamba, constituida por aplitas muy fracturadas y altamente meteorizadas. Todas estas unidades se encuentran cubiertas por depósitos coluvio – deluviales y aluviales.

El movimiento en masa es de tipo deslizamiento, que afecta depósitos coluvio-deluviales, específicamente en la masa del cuerpo de un deslizamiento antiguo. Este depósito está compuesto por fragmentos de roca comprendidos entre 1 a 35 cm, son de formas subredondeados a subangulosos, conformados por areniscas, aplitas, y limolitas; en matriz arcillo-limoso, plástica, poco compacta y parcialmente saturada.

Geomorfológicamente, el movimiento en masa se encuentra ubicado en una vertiente con depósitos de deslizamiento antiguo, donde se observan pendientes entre 5° y 35° (desde moderada a muy fuerte), relacionados a ondulaciones que se generaron por la ocurrencia del movimiento en masa.

El principal peligro geológico identificado en el sector Huaylla, corresponde a una reactivación de un deslizamiento rotacional cuyo cuerpo presenta múltiples grietas longitudinales. También se identificó grietas de tracción y algunos saltos de terreno por encima de la corona del deslizamiento, lo cual evidencia una actividad retrogresiva, esto quiere decir que la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado.

La reactivación del deslizamiento antiguo ocurrió en enero del 2021, a manera de deslizamiento donde el escarpe principal presenta salto de 60 cm. Durante la inspección realizada el 04 de febrero del 2022, este escarpe principal tenía 90 cm, lo cual indica un desplazamiento de 30 cm entre el 2021 y 2022. Tiene una longitud del escarpe principal de 60 m, también se observa agrietamientos longitudinales en el cuerpo del deslizamiento y grietas de tracción sobre la corona principal, que varían desde los 10 a 40 m de longitud con separación de 0.20 a 0.35 m.

Los principales factores que condicionan la ocurrencia de procesos por movimientos en masa en el sector Huaylla, corresponde al factor litológico-estructural por el tipo de material medianamente consolidados y parcialmente saturados, así como la geomorfología y pendiente.

Entre los factores antropogénicos, tenemos el riego por gravedad, canales artesanales no impermeabilizados, que usan para los terrenos de cultivos (maíz y frutales); esto ayuda a saturar el terreno.

Por las evidencias encontradas en el terreno, el factor desencadenante corresponde a infiltraciones de agua acumuladas en el período lluvioso que ayudan a humedecer el material

detrítico en la ladera. Otro factor es el factor sísmico, que también puede activar el deslizamiento.

Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y dinámicas, el sector Huaylla del anexo Quilla se considera de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamientos, reptación y erosión de laderas, los cuales pueden ser desencadenados por lluvias excepcionales y/o prolongadas; el evento podría aumentar en área y volumen. Además, por presentar actividad retrogresiva afectaría más terrenos de cultivos y de plantas frutales.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades competentes tomadores de decisiones pongan en práctica en el área evaluada con la finalidad de minimizar las ocurrencias de daños que pueden ocasionar el deslizamiento.

## 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)”, 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 del Gobierno -Regional de Ayacucho, Oficio N° 076-2021- GRA/SIREDECI-ST; en el marco de nuestras competencias se realizó la evaluación del evento de tipo deslizamiento rotacional reactivado que afecta áreas de cultivo, terrenos frutales.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los geólogos Gonzalo Luna Guillén y Ely Ccorimanya Challco para realizar la evaluación de peligros geológicos in situ

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de la información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres, levantamiento fotogramétrico con dron con el fin de observar mejor el alcance del evento), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realiza la redacción del informe técnico.

Este documento técnico se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Colca, Gobierno Regional de Ayacucho y entidades encargadas de la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastre, a fin de que sea un instrumento para la toma de decisiones.

### 1.1. Objetivos del estudio

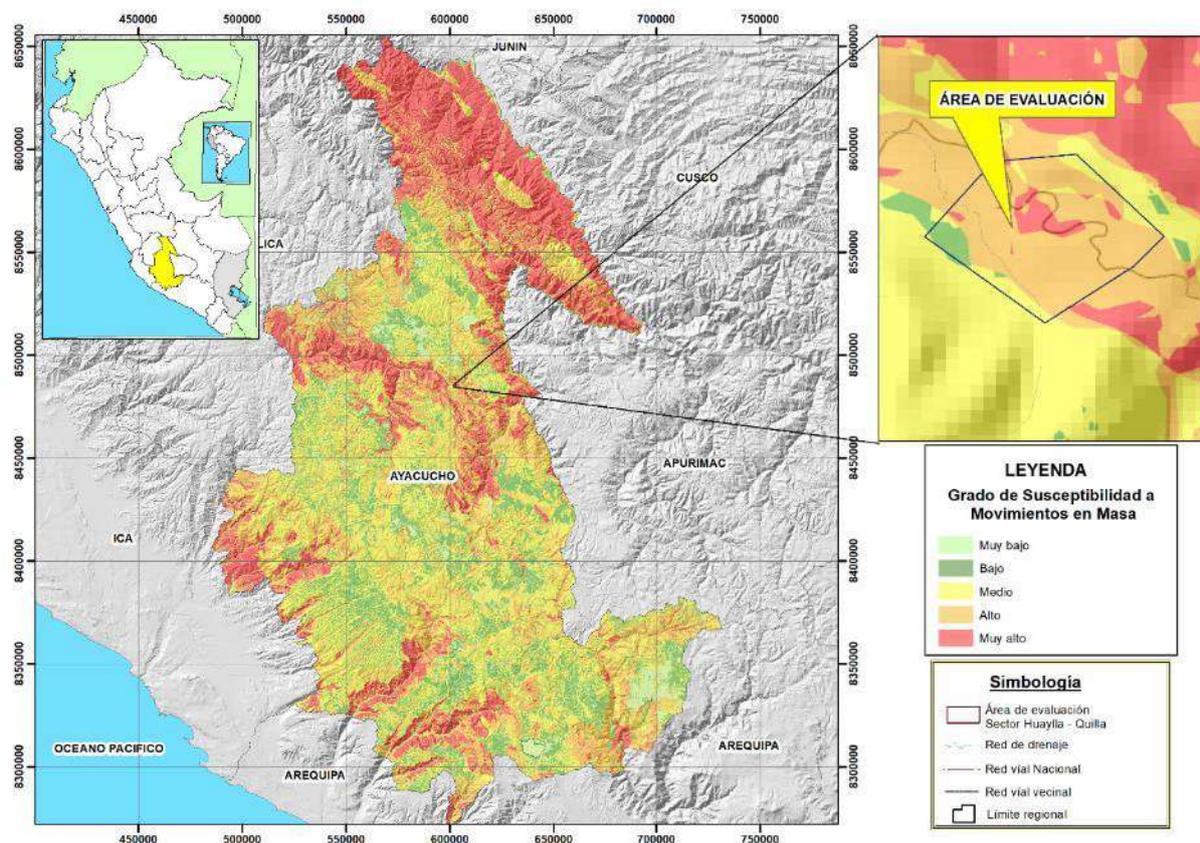
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar el peligro geológico por movimientos en masa.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros por movimiento en masa.
- c) Proponer alternativas de prevención, reducción y mitigación ante el peligro geológico identificado en trabajo de campo.

### 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional, que involucra la zona de evaluación, tenemos:

- A) El boletín de **Peligro Geológico en la Región Ayacucho** de la Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, elaborado por Vílchez et al. (2019), en el que por escala de análisis (1:300 000.) se caracteriza al área de estudio como susceptibilidad baja a muy alta a la ocurrencia de movimientos en masa (figura 1).
- B) Informe N° 003-2021-MDC/GM-STDC/DNCH, elaborado por el secretario técnico de Defensa Civil – Ing. Dobbie N. Chuchón Huamani; donde indica que a consecuencia de las lluvias ocurridas el 07 de enero del 2021, se observó deslizamientos, grietas de hasta 50 cm de ancho y 60 m de largo, en un área aproximado de 950 m<sup>2</sup>.



**Figura 1.** Susceptibilidad a movimientos en masa del Sector Huaylla - Quilla  
 Fuente: Vílchez et al., 2019.

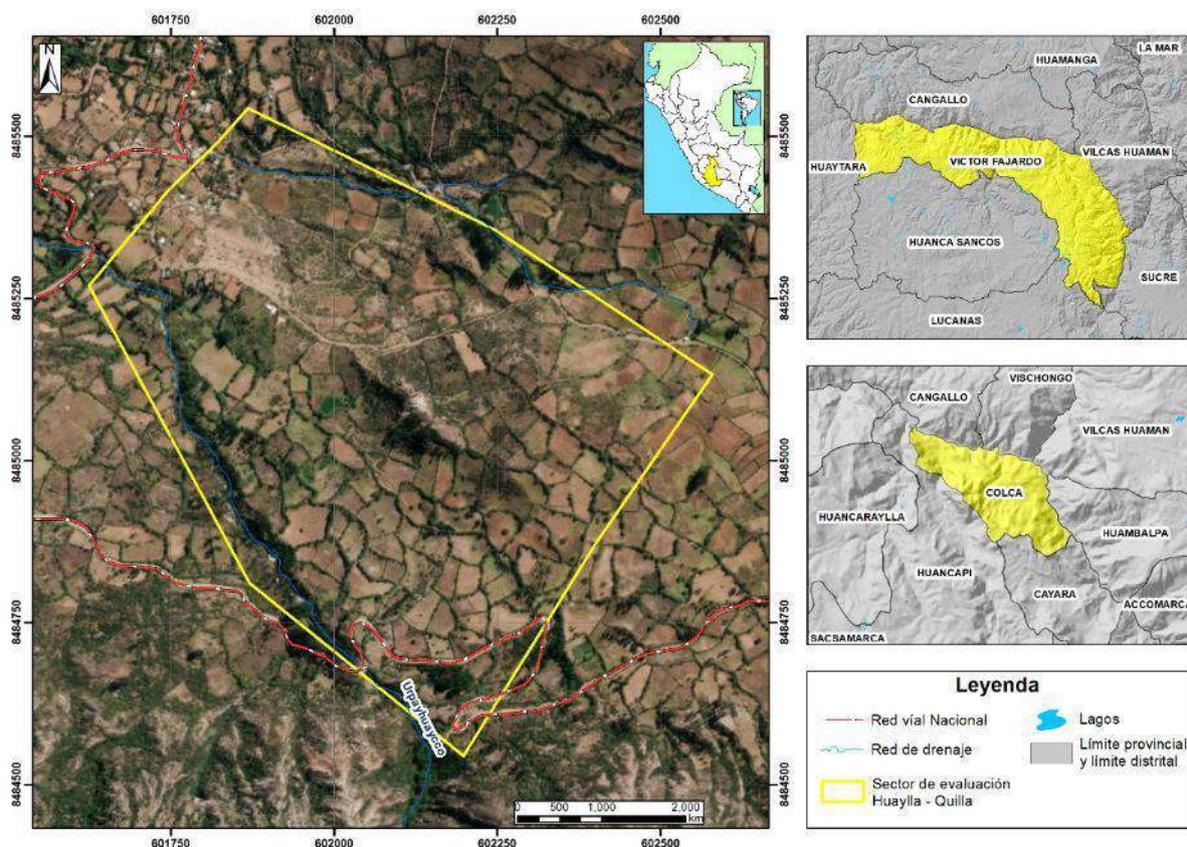
### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

El sector evaluado corresponde al sector Huaylla del anexo Quilla políticamente pertenece al distrito Colca, provincia Victor Fajardo, departamento de Ayacucho (figura 2). el sector Huaylla se ubica al sureste del anexo de Quilla. Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) se muestran en el cuadro 1:

**Cuadro 1.** Coordenadas del área de evaluación Sector Huaylla

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	602578.288075	8485133.71073	-13.69558°	-74.051394°
2	602198.327993	8484544.09809	-13.700922°	-74.054886°
3	601625.345983	8485268.26887	-13.694397°	-74.060210°
4	601868.40511	8485543.74467	-13.691899°	-74.057972°
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
C	601812.671178	8485149.65323	-13.695463°	-74.058474°



**Figura 2.** Ubicación del área de evaluación – Sector Huaylla.

### 1.3.2. Accesibilidad

Para acceder al área de evaluación, desde la ciudad de Lima por vía terrestre, siguiendo las siguientes rutas mencionadas en el cuadro 2:

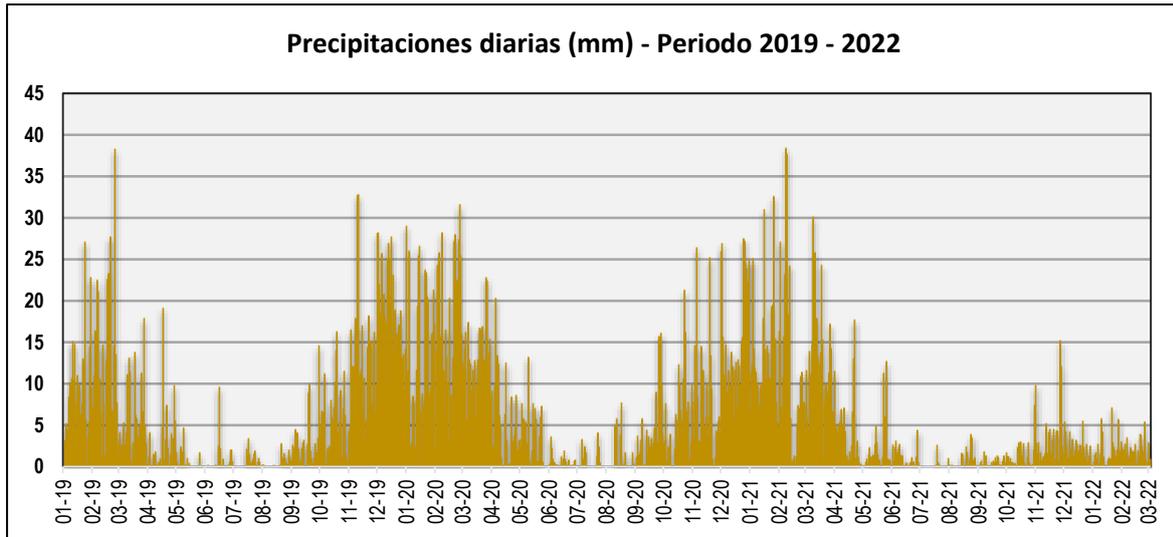
**Cuadro 2.** Rutas y accesos

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Lima – Puquio	Carretera asfaltada	603	10 horas
Puquio – Colca	Carretera asfaltada y trocha	192	5 horas
Colca – Sector Huaylla - Quilla	Trocha carrozable	7.8	20 minutos

### 1.3.3. Clima

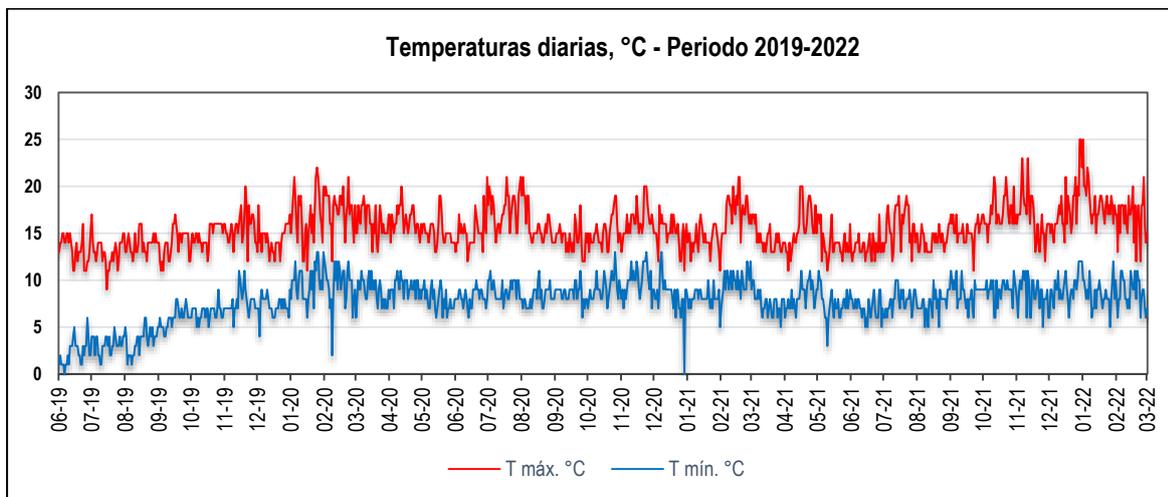
Según el Mapa de Clasificación Climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020). el sector Huaylla – Quilla se encuentra dentro de dos tipos de clima semiseco templado y lluvioso frío con otoño e invierno seco.

En cuanto a la cantidad de lluvia según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos ráster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el último periodo 2019-2022, fue de 38.4 mm (figura 3). Cabe recalcar que las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de noviembre a abril.



**Figura 3.** Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo 2019-2022. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen a la ocurrencia de procesos de movimientos en masa. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>

La temperatura en la zona de estudio oscila entre un máximo de 25 °C en verano y un mínimo de 0 °C en invierno (figura 4), y humedad promedio de 66.18 % durante casi todo el año, (Servicio aWhere).



**Figura 4.** Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo 2019-2022. La figura permite analizar a partir de datos históricos, la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>

## 2. DEFINICIONES

Considerando que el presente informe de evaluación técnica está dirigido a las autoridades, personal no especializado y tomadores de decisiones que no son necesariamente geólogos; es por ese motivo que se desarrolla algunas definiciones relevantes en términos sencillos como son:

**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.

**Aluvial:** Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.

**Bloque:** Con relación a la granulometría de un suelo para propósitos de clasificación se refiere a la porción de una masa rocosa limitado por discontinuidades, caso en el cual se tienen en cuenta el tamaño y forma de los bloques para describir un macizo rocoso.

**Canto:** Suelo con tamaño de grano entre 75 y 300 mm de acuerdo con la Clasificación Unificada de Suelos (USCS).

**Corona:** 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

**Deslizamientos:** Movimiento ladera debajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. 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).

**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:** Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste en el arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua, el viento y el hielo, o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clasificar en eólica, fluvial, glaciar, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo con las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.

**Escarpe, sin.: (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.

**Formación geológica.** Es una unidad litoestratigráfica formal que defino cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

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

**Lutita:** Roca sedimentaria de grano muy fino, de textura pelítica, es decir integrada por detritos clásticos constituidos por partículas de tamaños de la arcilla y del limo.

**Grava:** Grano de un suelo cuyo tamaño o diámetro medio está entre 2.0 mm (ó 4.76 mm) a 150 mm.

**Inactivo:** Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional.

**Latente:** Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen.

**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.

**Movimientos en masa:** Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. En el territorio peruano, los tipos más frecuentes corresponden a caídas, deslizamientos, flujos, reptación de suelos, entre otros.

**Peligro o amenaza geológica:** Es un 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:** Los procesos de reptación se refieren a aquellos movimientos lentos 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 o denominarse verdadera cuando hay desplazamiento relativamente continuo en el tiempo (con o sin presencia de lluvias).

**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.

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La caracterización de los aspectos geológicos (mapa 1) se realizó en base al mapa geológico actualizado del cuadrángulo de Huancapi, hoja 28ñ cuadrante 1, elaborado a escala 1/50 000 por Valdivia et al. (2021). Además, se realizó trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo.

#### 3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el área evaluada (mapa 1), están conformadas por secuencias de origen sedimentaria del Grupo Mitu, roca intrusiva de la Unidad Ccasccabamba y depósitos aluviales, coluvio-deluviales. La descripción se desarrolló en base a la información de Valdivia et al. (2021).

##### 3.1.1. Grupo Mitu – Miembro Sedimentario (PEIT-mi/sed4)

Aflora al norte y este de la zona de estudio, se caracterizan por estar compuesto de conglomerados, areniscas y limolitas. Los conglomerados son polimícticos. Los clastos pueden variar de subangulosos, caóticamente distribuidos a subredondeados (figura 5).

Las areniscas son principalmente arcósicas y cuarzo feldespáticas. Las areniscas arcósicas son las más frecuentes, varían de grano grueso a medio y se presentan en estratos medianos. Asociadas en conjunto con los conglomerados y limolitas (figura 6).



**Figura 5.** Afloramiento de los conglomerados polimícticos que corresponden al Grupo Mitu-Miembro sedimentario ubicado en el flanco sur del cerro Lasaraya.



**Figura 6.** Afloramiento rocoso conformado por conglomerados, areniscas y limolitas del Grupo Mitu-Miembro sedimentario ubicado al sureste del Anexo Quilla. Con coordenadas UTM (WGS 84): 601875 E; 8485306 S.

### 3.1.2. Unidad Ccascabamba - Aplita (Nm-to/a)

Aflora principalmente al sur de la zona de estudio, corresponde a roca intrusiva (aplita), se encuentran muy fracturada donde las fracturas son muy próximas entre sí. Se separan en bloques tabulares, altamente meteorizada más del 50% está descompuesta a suelo (figura 7).



**Figura 7.** Afloramiento de roca intrusiva aplita muy fracturada y meteorizada.

### 3.1.3. Depósito coluvio - deluvial (Q-cd)

Agrupación de depósitos de origen gravitacional, acumulados en la vertiente o márgenes del valle; constituye escombros de laderas que cubren parcialmente a los afloramientos del Grupo Mitu – Miembro sedimentario.

En la zona de estudio, se originó por eventos de deslizamientos antiguos y pequeños derrumbes. Está conformado por materiales gruesos de naturaleza heterogénea y heterométrica compuesto por fragmentos de roca comprendidos entre 1 a 35 cm, son de formas subredondeados a subangulosos, conformados por areniscas, aplitas, y limolitas; en matriz arcillo-limosa, plástica, poco compacta y parcialmente saturada. Sobre esta unidad, de naturaleza poco consolidada, se desarrolla deslizamiento, derrumbes y procesos de reptación (figura 8).

Al norte de la zona de evaluación ocurre erosión de ladera en surco por acción del agua superficial de escorrentía dando origen al depósito coluvio-deluvial.



DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES														
TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	<b>GRANULOMETRÍA</b>		<b>FORMA</b>	<b>REDONDES</b>	<b>PLASTICIDAD</b>					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	7	Bolos	<input checked="" type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/>	Redondeado	<input type="checkbox"/>	Alta plasticidad		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	40	Cantos	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input type="checkbox"/>	Subredondeado	<input checked="" type="checkbox"/>	Med. Plástico		
	<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	20	Gravas	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input checked="" type="checkbox"/>	Anguloso	<input type="checkbox"/>	Baja Plasticidad		
	<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial		Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Subanguloso	<input type="checkbox"/>	No plástico		
	<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral	15	Arenas	<input type="checkbox"/>	<b>ESTRUCTURA</b>	<input type="checkbox"/>	<b>TEXTURA</b>	<input type="checkbox"/>	<b>CONTENIDO DE</b>	<b>%</b>	<b>LITOLÓGIA</b>
	<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar	8	Limos	<input type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia Orgánica	<input type="checkbox"/>	Intrusivos
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		10	Arcillas	<input type="checkbox"/>	Estratificada	<input type="checkbox"/>	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>	Volcánicos
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input type="checkbox"/>	Aspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>	Matamórficos
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Sedimentarios
<b>COMPACIDAD</b>														
<b>SUELOS FINOS</b>			<b>SUELOS GRUESOS</b>				<b>CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.</b>							
Limos y Arcillas		Arenas		Gravas										
<input checked="" type="checkbox"/>	Blanda	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	<b>SUELOS GRUESOS</b>	<input type="checkbox"/>	<b>SUELOS FINOS</b>	<input type="checkbox"/>	<b>CH</b>			
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input checked="" type="checkbox"/>	Densa	<input checked="" type="checkbox"/>	Med. Consolidada	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>GP</b>	<input type="checkbox"/>	<b>SW</b>	<input type="checkbox"/>	<b>CL</b>	<input type="checkbox"/>	<b>OH</b>	
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada	<input type="checkbox"/>	<b>GM</b>	<input type="checkbox"/>	<b>SP</b>	<input type="checkbox"/>	<b>OL</b>	<input type="checkbox"/>	<b>PT</b>	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada	<input type="checkbox"/>	<b>SM</b>	<input type="checkbox"/>	<b>SC</b>	<input type="checkbox"/>	<b>MH</b>	<input type="checkbox"/>		

Figura 8. Depósitos coluvio-deluviales ubicados en el sector Huaylla – Quilla.

### 3.1.4. Depósito aluvial (Qh-al)

Este depósito es el resultado de la acumulación de limos, arenas, gravas y arcillas, con clastos subangulosos a subredondeados de diferente composición transportados por la corriente de los ríos y quebradas a grandes distancias en forma de terrazas incluye también los depósitos de piedemonte que descienden de los sistemas montañosos (figura 9). En la zona de estudio el anexo Quilla y el sector huaylla se encuentra asentada sobre este depósito.



DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES														
TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	<b>GRANULOMETRÍA</b>		<b>FORMA</b>	<b>REDONDES</b>	<b>PLASTICIDAD</b>					
	<input type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	(%)									
	<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	15	Bolos	<input checked="" type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/>	Redondeado	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta plasticidad		
	<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	40	Cantos	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input checked="" type="checkbox"/>	Subredondeado	<input type="checkbox"/>	Med. Plástico		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	20	Gravas	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Anguloso	<input type="checkbox"/>	Baja Plasticidad		
	<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial		Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Subanguloso	<input type="checkbox"/>	No plástico		
	<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral				<b>ESTRUCTURA</b>		<b>TEXTURA</b>		<b>CONTENIDO DE</b>	<b>%</b>	<b>LITOLOGÍA</b>
	<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar	10	Arenas	<input type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia Orgánica	<input type="checkbox"/>	Intrusivos
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		6	Limos	<input type="checkbox"/>	Estractificada	<input type="checkbox"/>	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>	Volcánicos
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		9	Arcillas	<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input type="checkbox"/>	Aspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>	Matamórficos
<b>COMPACIDAD</b>														
<b>SUELOS FINOS</b>			<b>SUELOS GRUESOS</b>				<b>CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.</b>							
Limos y Arcillas			Arenas		Gravas									
<input checked="" type="checkbox"/>	Blanda	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	<b>SUELOS GRUESOS</b>		<b>SUELOS FINOS</b>					
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input checked="" type="checkbox"/>	Densa	<input checked="" type="checkbox"/>	Med. Consolidada	<input checked="" type="checkbox"/>	GW	<input type="checkbox"/>	GC	<input type="checkbox"/>	ML	<input type="checkbox"/>	CH	
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GP	<input type="checkbox"/>	SW	<input type="checkbox"/>	CL	<input type="checkbox"/>	OH
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada	<input type="checkbox"/>	GM	<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	OL	<input type="checkbox"/>	PT	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	SM	<input type="checkbox"/>	SC	<input type="checkbox"/>	MH	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Sedimentarios	

Figura 9. Depósitos aluviales en el sector Huaylla – Quilla.

## 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### 4.1. Pendientes del terreno

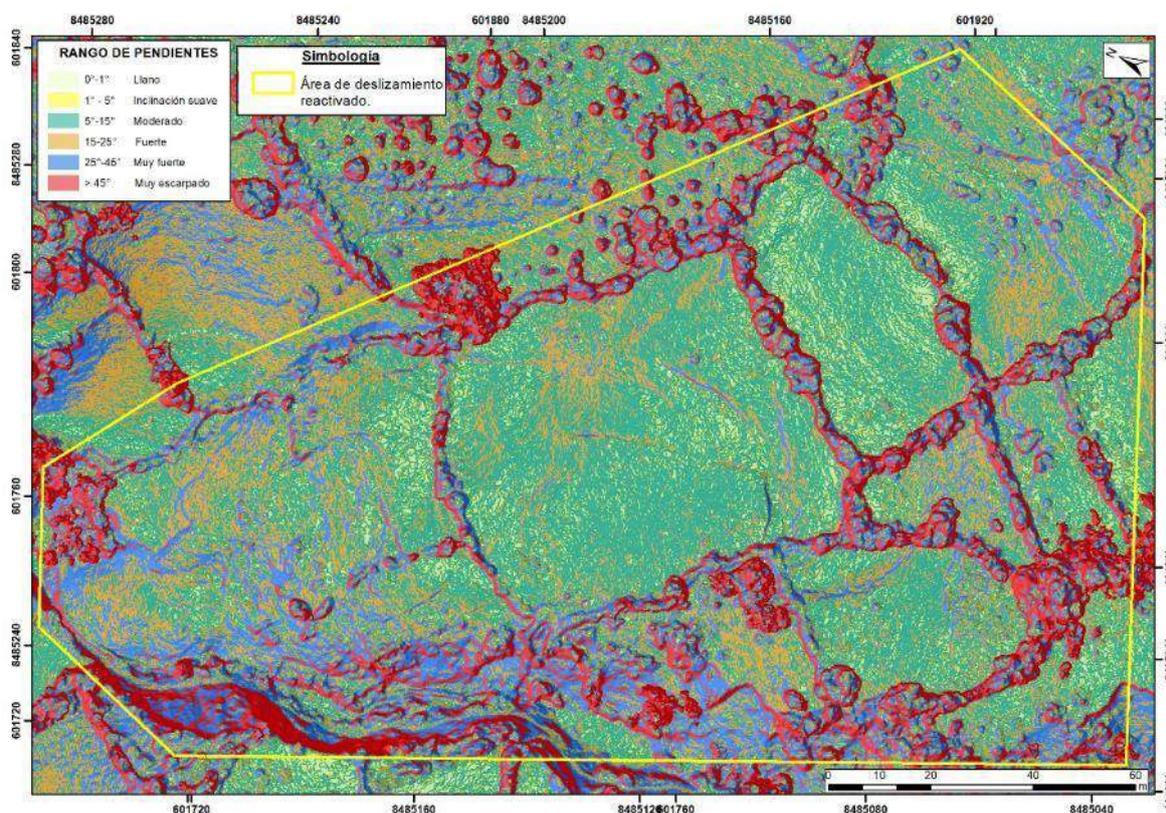
La pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como uno de los factores condicionantes y dinámicos en la generación de movimientos en masa.

En el mapa 02, se presenta el mapa de pendientes de la zona de estudio y alrededores elaborado en base a la información producto de ALOS PALSAR DEM con 12.5 de resolución.

Se consideraron 6 rangos de pendientes como son: de 0°-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.

La figura 10, muestra el mapa de pendientes del sector Huaylla, elaborado en base al Modelo de Elevación Digital (con 0.146 m de resolución) resultado del levantamiento fotogramétrico con dron en la zona de estudio.

A nivel general, la pendiente del terreno en el área del deslizamiento varía de 5° a 40°, los cuales se categorizan desde pendiente moderado hasta muy fuerte (mapa 2).



**Figura 10.** Pendiente del terreno en los alrededores del sector Huaylla

*Fuente: Elaborada en base al modelo de elevación digital, resultado del levantamiento fotogramétrico con Dron.*

## 4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas en el área de estudio se realizó utilizando el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve.

Asimismo, para la delimitación de las subunidades geomorfológicas, se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (substrato rocoso y depósitos superficiales).

En el mapa 3, se presentan las subunidades geomorfológicas modeladas y conformadas en el área de evaluación.

### 4.2.1. Unidad de montañas

Las montañas, presentan la mayor distribución en la zona de evaluación; son geofomas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (citado por Villota, 2005) donde se reconocen cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza. Se encuentran conformadas por alineamientos constituidos principalmente de rocas intrusivas y sedimentarias.

Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades.

#### Montaña en roca intrusiva (RM-ri)

Corresponde a relieve moldeado sobre roca intrusiva aplita de la unidad Ccasccabamba; debido a la forma del terreno mixto (cóncavo y convexo) las pendientes de la ladera de las montañas varían principalmente de 35° a 50° considerado como pendiente muy fuerte a muy escarpado.

Esta subunidad geomorfológica se encuentra al sur de la zona de estudio (figura 11).

#### Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)

Esta subunidad geomorfológica corresponde a relieve moldeado sobre roca sedimentaria del Grupo Mitu – miembro sedimentario conformada por conglomerados, areniscas, limolitas. Geodinámicamente se encuentra asociado a movimientos en masa de tipo deslizamiento, derrumbes y erosión en surcos.

### 4.2.2. Unidad de piedemonte

Corresponde a la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afecta las unidades de montaña, generalmente se encuentran en las laderas y piedemontes, aquí se tienen:

#### Piedemonte o vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

Corresponde a los paisajes originados por procesos gravitacionales, varían de pequeños a grandes dimensiones, probablemente detonados por lluvias excepcionales.

Agrupar depósitos de piedemonte de origen gravitacional y fluvio-gravitacional, acumulado en las vertientes o márgenes del valle; en muchos casos, son resultado de una mezcla de ambos, constituyendo escombros de laderas que cubren parcialmente los afloramientos del Grupo Mitu – miembro sedimentario.

Esta subunidad en el área de evaluación corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa antiguos y recientes, así como a las acumulaciones de material fino y detrítico movilizadas por escorrentía superficial, los que se acumulan lentamente en las laderas.

Se componen de depósitos inconsolidados a ligeramente consolidado; muestran una composición litológica homogénea, tratándose de depósitos con corto a mediano recorrido, relacionados a laderas superiores adyacentes.

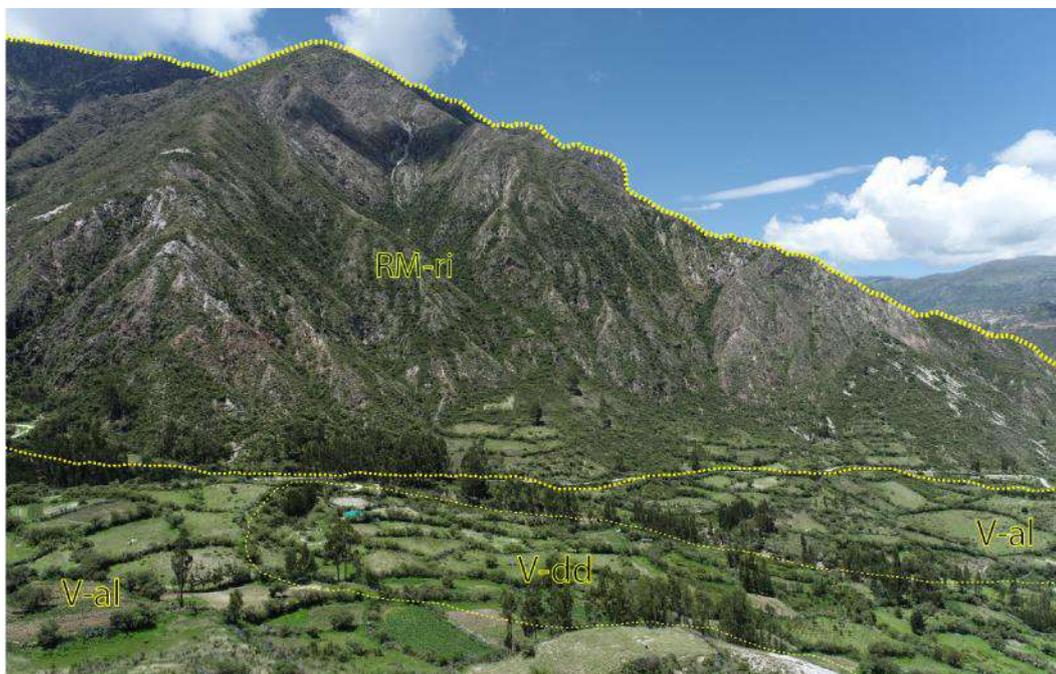
#### Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Corresponde a zonas de acumulaciones en laderas originadas por procesos de movimientos en masa de tipo deslizamientos antiguos y recientes. Generalmente su composición litológica es heterogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados de corto a mediano recorrido. Cuya morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular en relación con la zona de arranque del deslizamiento (figuras 11 y 12).

Estas geoformas se observaron como cuerpos de deslizamientos antiguos y recientes depositadas en la ladera al noreste y en el mismo sector Huaylla, donde las pendientes van desde moderada a fuerte.

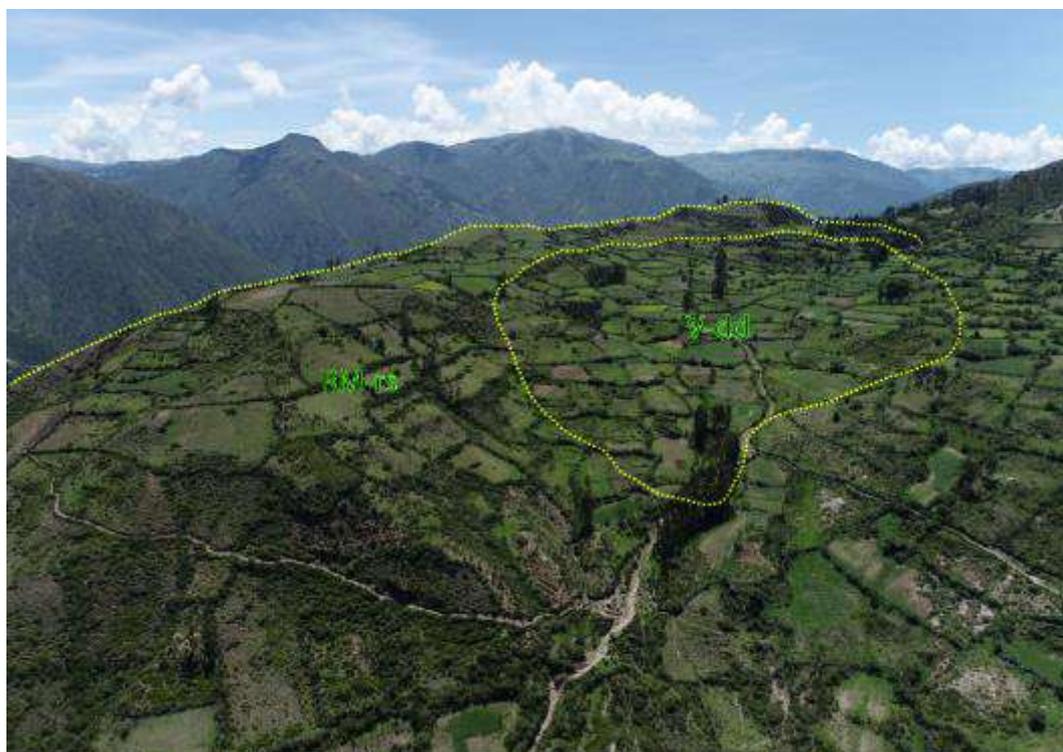
#### Piedemonte o vertiente aluvial (V-al)

Su composición litológica es resultado de la acumulación de limos, arenas, gravas y arcillas. Sobre estos terrenos se asienta la población del anexo Quilla y se desarrollan zonas de cultivo y áreas frutales (figura 11).



**Figura 11.** Subunidades geomorfológicas conformadas por montaña en roca intrusiva (RM-ri), Vertiente aluvial (V-al) y Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd).

*Fuente: Imagen tomada con dron Phantom 4pro*



**Figura 12.** Subunidades geomorfológicas conformadas por montaña en roca sedimentaria (RM-rs) y Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd).

*Fuente: Imagen tomada con dron Phantom 4pro*

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

## 5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada corresponden a los movimientos en masa de tipo deslizamiento, reptación, derrumbe.

La caracterización de los eventos geodinámicos, se realizó en base a la información recabada durante los trabajos de campo, donde se identificó el tipo de peligro, los factores condicionantes basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se toma puntos GPS, fotografías del terreno y el levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.146 y 0.073 m/pixel respectivamente, complementada con la fotointerpretación de las imágenes satelitales.

Cabe mencionar que el sector Huaylla es considerada como susceptibilidad alta a muy alta a la ocurrencia de movimientos en masa (Vílchez et al., 2019).

### 5.1.1. Deslizamiento rotacional reactivado (Sector Huaylla).

Los trabajos de campo realizados el 04 de febrero del 2022 permitieron identificar 01 deslizamiento reactivado de tipo rotacional, ubicado en el sector Huaylla, sobre cuyo pie del deslizamiento ocurren procesos de reptación de suelos.

Según testimonios de los pobladores dueños de los terrenos afectados e INFORME N° 003-2021-MDC/GM-STDC/DNCH, elaborado por el secretario técnico de Defensa Civil del distrito de Colca: Ing. Dobbie N. Chuchón Huamaní, indica lo siguiente:

- A causa de las precipitaciones intensas ocurridas el 07 de enero del 2021, se observa deslizamientos y grietas de hasta 50 cm de ancho y 60 m de largo, aproximadamente en un área de 950 m<sup>2</sup>.

Es importante mencionar que el deslizamiento corresponde a una reactivación de un deslizamiento antiguo y presenta una actividad retrogresiva, se considera así por la presencia de grietas longitudinales y pequeños saltos distribuidos sobre la corona principal del deslizamiento.

Para el análisis del estado de la actividad del movimiento del evento se realizó una comparación de fotografías de enero del 2021 y 04 de febrero del 2022 (01 año), donde se muestra el desplazamiento del cuerpo de 0.30 m/año (figura 13) cuya velocidad es lenta según la escala de velocidades de movimientos de ladera de Cruden y Varnes (1996).

El área afectada por el deslizamiento está ocupada por pastizales, cultivos y área de plantas frutales. Por otro lado, se muestra la ocurrencia de un derrumbe en enero del 2021, donde actualmente el 04 de febrero del 2022 se identificó procesos de reptación de suelos (figura 14).



**Figura 13.** Muestra la comparación de la dimensión del escarpe principal del deslizamiento, enero 2021 y febrero 2022.

*Fuente: Fotografía adquirida por Defensa civil – Colca (enero del 2021) y fotografía capturada el día de inspección en el sector Huaylla (04/02/2022).*



**Figura 14.** En la imagen de la izquierda se muestra un derrumbe que ocurrió en enero del 2021 y en la imagen de la derecha se muestra procesos de reptación de suelos (febrero 2022).

*Fuente: Fotografía adquirida por Defensa civil – Colca (enero del 2021) y fotografía capturada el día de inspección en el sector Huaylla (04/02/2022).*

### Características visuales del evento

La ocurrencia del deslizamiento se originó en el sector Huaylla a 400 m al sureste del anexo Quilla.

El deslizamiento rotacional activo identificado en el sector Huaylla, anexo Quilla, distrito Colca, provincia Victor Fajardo presenta las siguientes características y dimensiones (figura 16):

- Corresponde a una reactivación de deslizamiento de tipo rotacional.
- La forma de la escarpa principal es semicircular y elongada.
- El salto del escarpe principal es de 90 cm.

- El escarpe principal es reciente el cual no se encuentra erosionado, tampoco cubierto por vegetación.
- La longitud del escarpe principal es de 60 m.
- El desnivel entre escarpa y pie es de 29 m.
- La velocidad del movimiento de ladera es lento.
- El deslizamiento rotacional tiene una actividad retrogresiva.
- Se observa agrietamientos longitudinales tanto en el cuerpo del deslizamiento y sobre la corona principal del deslizamiento que varían desde los 10 a 40 m de longitud con una separación de 0.20 a 0.35 m.

### **Reptación de suelos al pie del deslizamiento rotacional activo (Sector Huaylla)**

Los procesos de reptación se refieren a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla.

En el sector Huaylla, al pie del cuerpo del deslizamiento activo se identificó procesos de reptación, la ocurrencia se debe al tipo de suelo (coluvio-deluvial con matriz arcillo-limoso) parcialmente saturado por precipitaciones pluviales y por aguas que discurren por canales no impermeabilizados.

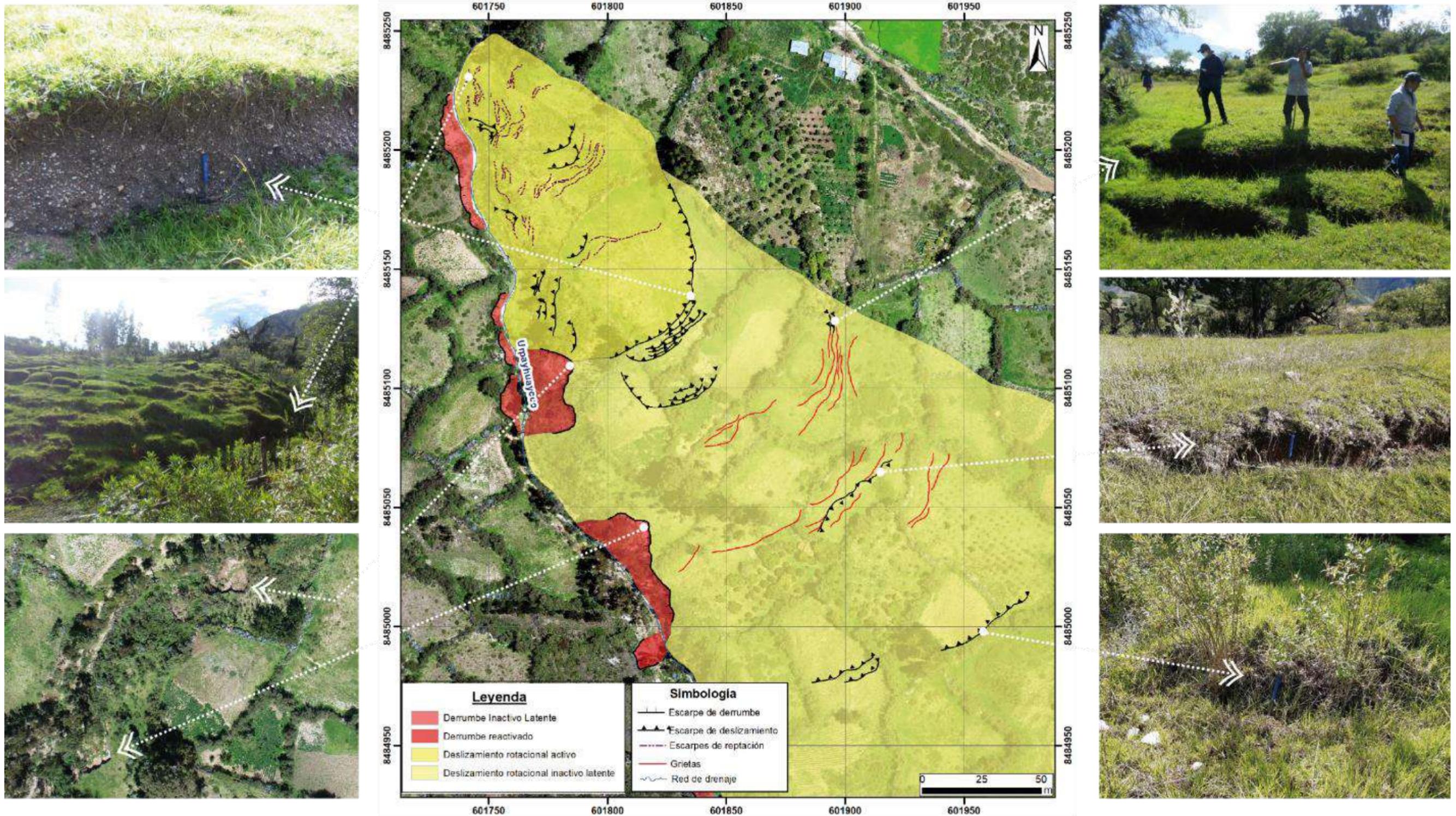
Algunas características visuales son los terrenos ondulados, agrietamientos de aperturas de 10 a 25 cm con saltos de terreno que va hasta los 35 cm (figura 15).



**Figura 15.** Se observa en línea dentada de color blanco escarpes de reptación de suelo, que presentan saltos de hasta 35 cm

### **Derrumbes en la Quebrada Urpayhuaycco (Sector Huaylla)**

En el sector Huaylla, específicamente en la quebrada Urpayhuaycco se identificaron más de 10 derrumbes entre antiguos y recientes, se distribuyen en ambas márgenes de la quebrada. Estos eventos ocurren sobre depósitos aluviales y coluvio-deluviales.



**Figura 16.** Deslizamiento rotacional reactivado, donde se muestra el escarpe principal, las grietas longitudinales (líneas de color rojo) que muestran una distribución o actividad retrogresiva; Se muestra también algunas fotografías con flechas de color blanco puntos de interés que muestran el evento.

## Ocurrencia de otros peligros geológicos al noreste del Anexo Quilla

En el flanco sur del cerro Lasaraya se identificó procesos de reptación de suelos originados en suelos coluvio-deluviales con matriz arcillo-limoso parcialmente saturados por las precipitaciones pluviales y el tipo de riego por gravedad que usan para los cultivos (figuras 17,18 y 19).

Se debe tomar en cuenta estos procesos, ya que pueden preceder a la ocurrencia de un deslizamiento, debido a la deformación acumulada durante años de ocurrencia, que lleva a la masa reptante a su límite de resistencia.

De igual manera se registró un punto de surgencia de agua con coordenadas UTM (WGS 84), 602555.70 E; 8485194.21 S (fotografía 1)



**Figura 17.** Se muestra el proceso de reptación de suelos enmarcado con líneas de color rojo. Con coordenadas UTM (WGS 84): 602485 E; 8485103 S.



**Figura 18.** Se muestra el proceso de reptación de suelos enmarcado con líneas de color amarillo, ubicado en el flanco sur del cerro Lasaraya. Con coordenadas UTM (WGS 84): 602765 E; 8485231 S.



**Figura 19.** Se muestra el proceso de reptación de suelos enmarcado con líneas de color rojo, ubicado en el flanco sur del cerro Lasaraya. Con coordenadas UTM (WGS 84): 602693.63 E; 8485372.23 S.



**Fotografía 1.** Se observa surgencia de agua con coordenadas UTM (WGS 84), 602555.70 E; 8485194.21 S.

Otro peligro geológico identificado al sureste del anexo Quilla, de tipo erosión de laderas en surco, que se desarrolla sobre secuencias de conglomerados, areniscas y limolitas del Grupo Mitu – Miembro sedimentario (figura 20).

Cabe mencionar que en la cabecera de la erosión se presentan grietas con aperturas desde 15 cm hasta 35 cm y una profundidad estimada de 2 m (figura 21). Estas grietas podrían desencadenar un deslizamiento o derrumbe el cual afectaría viviendas de 4 familias que se encuentran asentadas en la parte baja del margen izquierdo de la erosión en surco.



**Figura 20.** Se muestra erosión de ladera en surco enmarcado con líneas de color azul y grietas con líneas de color rojo, ubicado al sureste del Anexo Quilla. Con coordenadas UTM (WGS 84): 601875 E; 8485306 S.

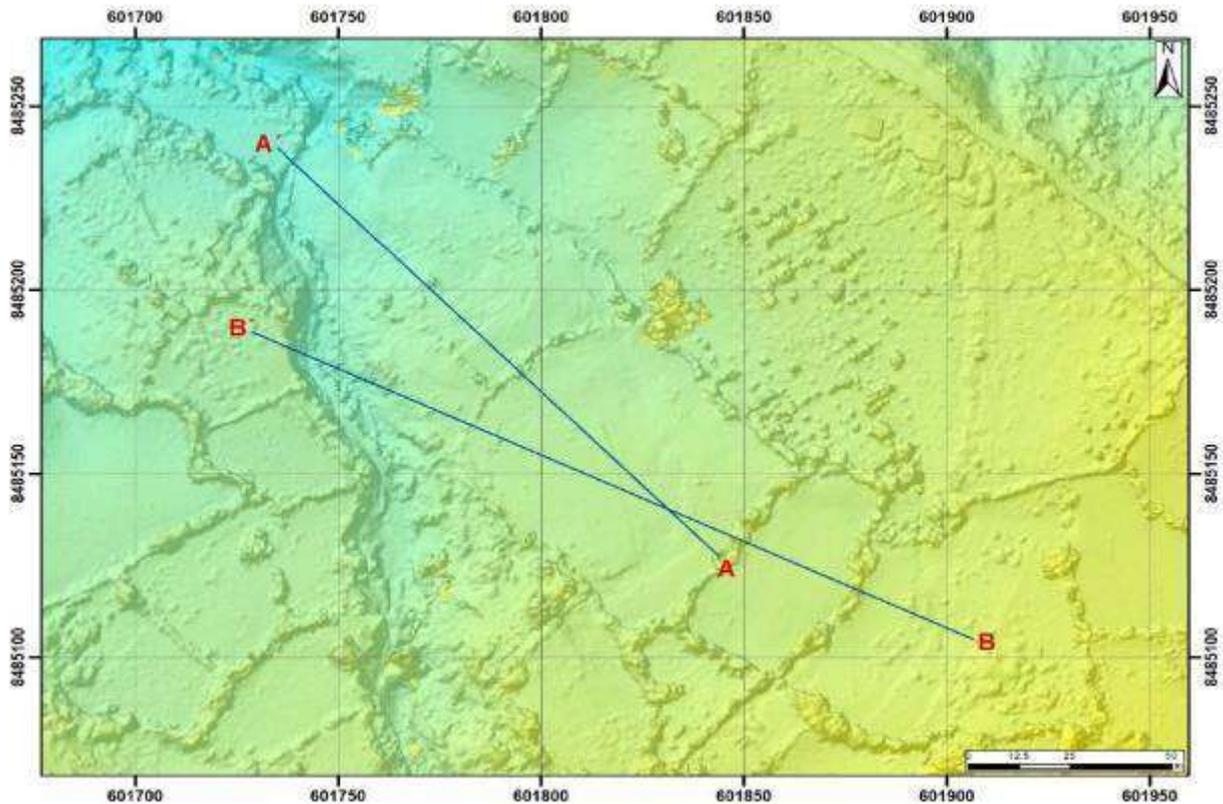


**Figura 21.** Se muestra grietas de hasta 35 cm de apertura, ubicada en la cabecera de la erosión de ladera. Con coordenadas UTM (WGS 84): 601866.93 E; 8485283.36 S.

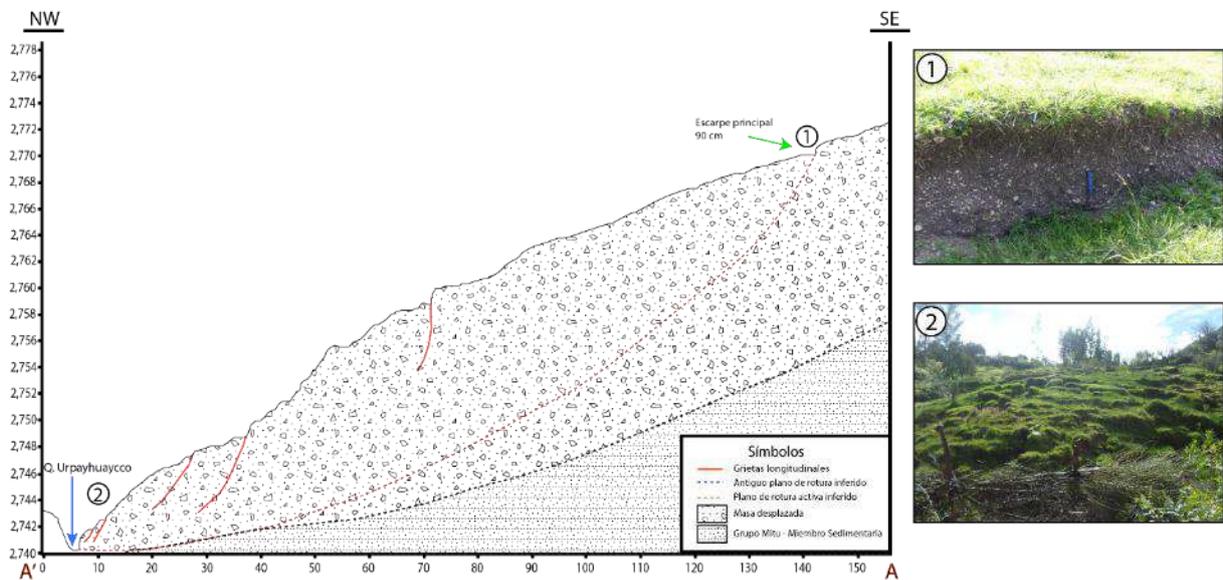
#### **Análisis de perfiles transversales:**

En base al levantamiento fotogramétrico con “dron” se generó el Modelo Digital de Terreno (MDT) (figura 22) y se elaboró dos perfiles transversales (figuras 23 y 24) con el objetivo de caracterizar la morfometría de la reactivación del deslizamiento rotacional, el cual se describe a continuación:

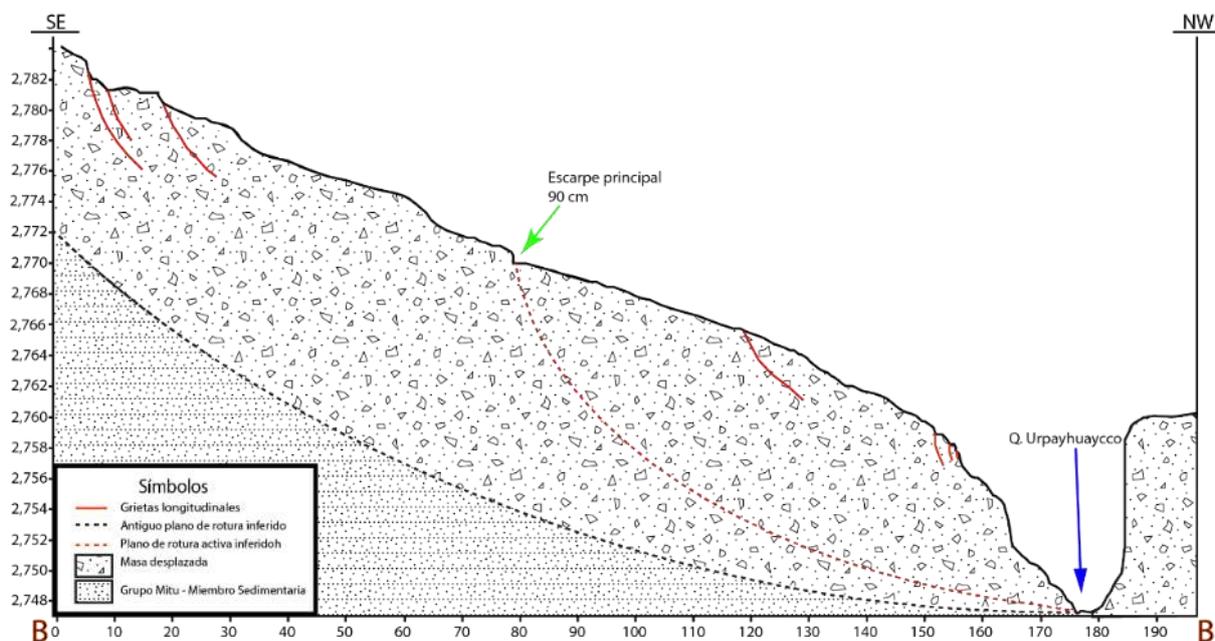
Los perfiles A-A´ y B-B´, muestra gráficamente el cuerpo del deslizamiento de tipo rotacional de diferentes ángulos. Se evidencia el salto de 0.90 m, que corresponde al escarpe principal, además se observa grietas longitudinales en el cuerpo del deslizamiento y sobre la corona del deslizamiento el cual indica una actividad retrogresiva; además, se muestra los planos de rotura inferido activo y antiguo.



**Figura 22.** Sección A-A' y B-B' sobre el modelo digital de terreno (MDT), el cual fue generado en base al levantamiento fotogramétrico con dron.



**Figura 23.** Perfil transversal A-A' sobre el modelo (MDT), se muestra la geometría del deslizamiento de tipo rotacional y las grietas longitudinales (líneas rojas) en el cuerpo del deslizamiento.



**Figura 24.** Perfil transversal B-B' sobre el modelo (MDT), se muestra el perfil del deslizamiento y las grietas sobre el escarpe principal el cual muestra la actividad retrogresiva en el sector Huaylla.

### 5.1.2. Factores condicionantes

#### **Factor litológico-estructural**

Substrato rocoso que afloran en la zona de estudio corresponden a rocas sedimentarias del Grupo Mitu – miembro sedimentario, conformado por conglomerados, areniscas y limolitas. Los conglomerados son polimícticos sus clastos pueden variar de subangulosos a subredondeados, las areniscas varían de grano grueso a medio.

Rocas intrusivas de la Unidad Ccascabamba – corresponde a aplitas que se encuentra muy fracturada y altamente meteorizada, estas unidades litoestratigráficas se encuentran cubiertas por depósitos coluvio-deluviales sobre el cual ocurre el deslizamiento rotacional, este se encuentra medianamente consolidado y saturado, este depósito corresponde al cuerpo de un deslizamiento antiguo.

#### **Factor geomorfológico**

Vertiente con depósito de deslizamiento con pendiente que varían principalmente entre moderada a muy fuerte (5° - 35°).

#### **Factor antropogénico**

En el sector Huaylla se puede visualizar que uno de los principales factores condicionantes viene a ser los canales no impermeabilizados que discurren a 550 m ladera arriba de las grietas que existen en el cuerpo del deslizamiento antiguo.

Según el testimonio de un poblador de la zona, menciona que la trayectoria del agua que discurre por el canal de riego denominado Cruz Quilla Cruz Ccasa, fue normal hasta el año 2010 y pasado los años en el sector Paccha Tuna empezaron a observar que el agua que discurría por el canal se infiltraba en el suelo y se perdía gran cantidad de agua (figura 25).



**Figura 25.** 1) Muestra el punto (A) lugar donde inicia la infiltración del agua que discurre por el canal de regadío no impermeabilizado. 2) Se muestra la distancia entre los puntos (A y B) trayecto en el cual ocurre infiltración del agua (se pierde gran cantidad de agua) que discurre por el canal de regadío, el cual es usado también como cuneta. Ubicado en el sector Pacha Tuna con coordenadas UTM (WGS 84): 602355.60 E; 8484631.84 S.

Con coordenadas UTM (WGS 84): 602756.199 E; 8484593.377 S. se encuentra el reservorio Quilla Pata Pata de 33 m de lado, el cual era alimentado por aguas que provienen de Huancapi (Chiriqmayo Ccocha).

Por deterioro de la geomembrana que cubre el reservorio (fotografía 2), los pobladores mencionan que hace 5 años no hacen uso del reservorio.

Se observa también que los canales de regadío que alimentaba el reservorio se encuentran obstruidas por material que provienen de pequeños derrumbes que ocurren sobre el canal (fotografía 3) y por debajo del canal, este último provoca la inestabilidad del terreno sobre el cual se asienta el canal de regadío, presentando grietas en la estructura (figura 26).



**Fotografía 2.** Reservorio Quilla Pata Pata, donde se observa el deterioro de la geomembrana por lo que no se hace uso del reservorio.



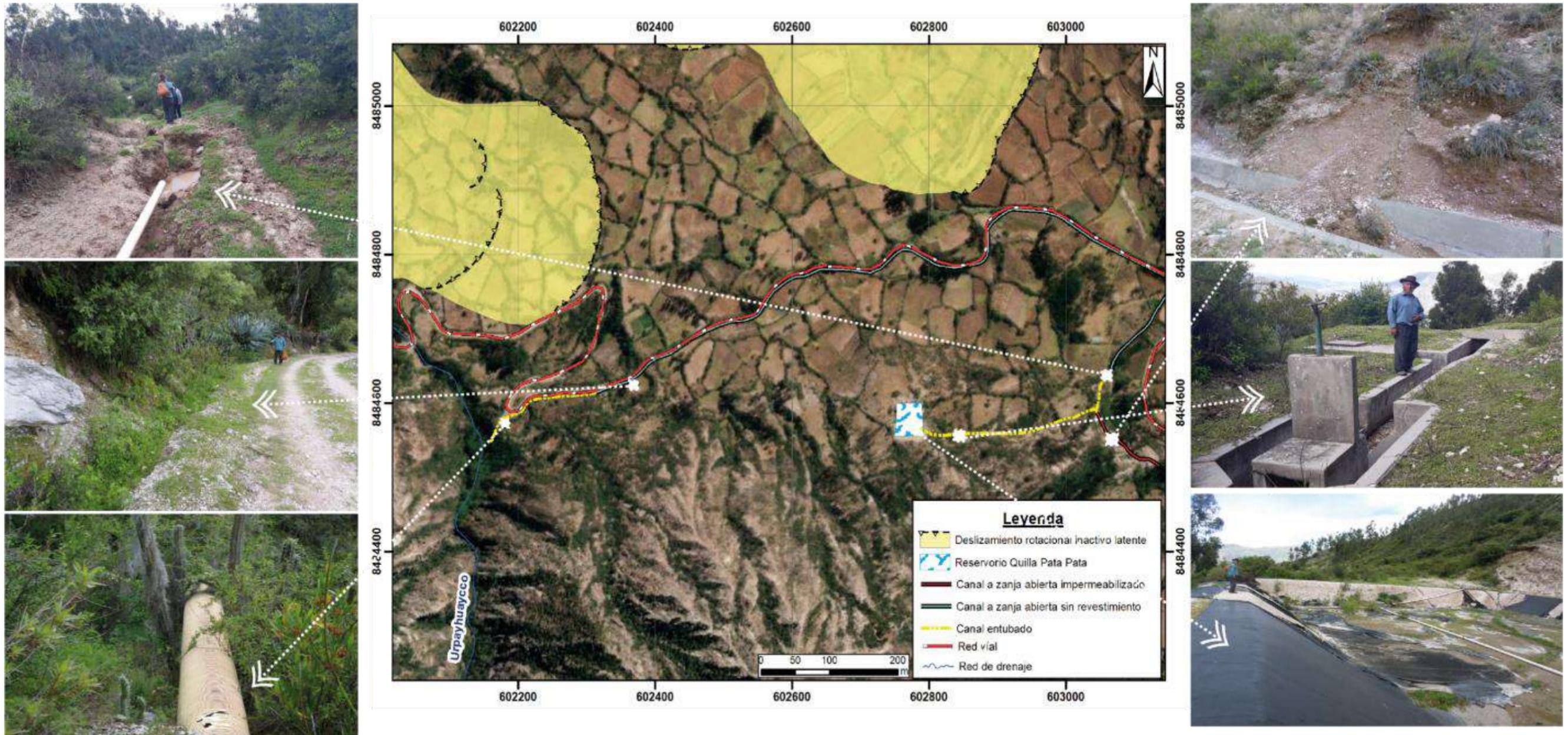
**Fotografía 3.** Canal de regadío obstruido con material de derrumbes que ocurren en el talud.



**Figura 26.** Se observa desplazamiento de 4 cm de la estructura del canal de regadío por el cual se infiltra agua y desestabiliza el terreno, pudiendo desencadenar derrumbes de mayor magnitud.

### 5.1.3. Factores desencadenantes

El factor desencadenante correspondería a infiltraciones de agua acumuladas en el período lluvioso que ayudarían a humedecer el material detrítico en la ladera e infiltraciones de agua en los canales no impermeabilizados que ocurren en el sector denominado como Paccha Tuna (según testimonio de un poblador de la zona), ubicado ladera arriba del deslizamiento; provocando sobresaturación y pérdida de cohesión en el terreno.



**Figura 27.** Muestra el trayecto del canal de riego denominado Cruz Quilla Cruz Ccasa, donde se muestra con fotografías algunos puntos de interés que muestran el estado de los canales de regadío, ubicado ladera arriba del sector Huaylla.

## 6. CONCLUSIONES

1. El sector Huaylla se emplaza sobre depósitos coluvio-deluviales (cuerpo de un deslizamiento antiguo), compuesto por fragmentos de roca comprendidos entre 1 a 35 cm, son de formas subredondeados a subangulosos, conformados por areniscas, aplitas, y limolitas; en matriz arcillo-limoso, plástica, poco compacta y parcialmente saturada.
2. Geomorfológicamente, la ocurrencia del movimiento en masa se encuentra ubicada sobre vertiente con depósito de deslizamiento. La ladera presenta pendientes comprendidas entre 5° y 35° (de moderada a muy fuerte), que están relacionados a ondulaciones que se generaron por la ocurrencia del movimiento en masa.
3. El principal peligro geológico identificado corresponde a la reactivación de un deslizamiento antiguo, con actividad retrogresiva, es decir que la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado. Otros peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el sector corresponden a procesos de reptación, que se presentan al pie del deslizamiento, y derrumbes antiguos reactivados distribuidos en ambas márgenes de la quebrada Urpayhuaycco.
4. La reactivación del deslizamiento antiguo ocurrió en enero del 2021, a manera de deslizamiento donde el escarpe principal presenta salto de 60 cm. Durante la inspección realizada el 04 de febrero del 2022, este escarpe principal tenía 90 cm, lo cual indica un desplazamiento de 30 cm entre el 2021 y 2022. Tiene una longitud del escarpe principal de 60 m, también se observa agrietamientos longitudinales en el cuerpo del deslizamiento y grietas de tracción sobre la corona principal, que varían desde los 10 a 40 m de longitud con separación de 0.20 a 0.35 m.
5. Los factores que condicionan la ocurrencia de los procesos por movimientos en masa en el sector Huaylla corresponde al factor litológico-estructural por el tipo de material medianamente consolidados y parcialmente saturados, así como la geomorfología y pendiente.
6. Entre los factores antropogénicos, tenemos el riego por gravedad, canales artesanales no impermeabilizados, que usan para los terrenos de cultivos (maíz y frutales); esto ayuda a saturar el terreno.
7. Por las evidencias encontradas en el terreno, el factor desencadenante corresponde a infiltraciones de agua acumuladas en el período lluvioso que ayudan a humedecer el material detrítico en la ladera. Otro factor es el factor sísmico, que también puede activar el deslizamiento.
8. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el sector Huaylla del anexo Quilla se considera de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamientos, reptación y erosión de laderas, los cuales pueden ser desencadenados por lluvias excepcionales y/o prolongadas; el evento podría aumentar en área y volumen. Además, por presentar actividad retrogresiva afectaría más terrenos de cultivos y de plantas frutales.

## 7. RECOMENDACIONES

1. Impermeabilizar los canales de riego que discurren en el sector Huaylla y derivar las aguas en canales revestidos hacia un cauce natural (quebrada), ubicado a la margen izquierda del deslizamiento.
2. Cambiar el sistema de riego por gravedad a sistemas de riego tecnificados por goteo y/o aspersión, para no saturar el terreno.
3. Realizar limpieza y mantenimiento del canal de riego impermeabilizado que alimenta el reservorio Quilla-Pata Pata.
4. Prohibir la construcción de viviendas e infraestructura sobre el cuerpo del deslizamiento antiguo y alrededores, como también al pie de la erosión de laderas (ubicado al sureste del Anexo Quilla).
5. Monitorear las grietas que se presentan en la cabecera del proceso de erosión de laderas, ubicado al sureste del Anexo Quilla. De presentarse un incremento en profundidad, longitud y ancho de las grietas evacuar las familias asentadas en la parte baja de la margen izquierda de este proceso.
6. Sensibilizar a la población a través de talleres o charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos para evitar asentamientos de viviendas o infraestructura en zonas de riesgo.



Segundo A. Núñez Juárez  
Jefe de Proyecto-Act. 11

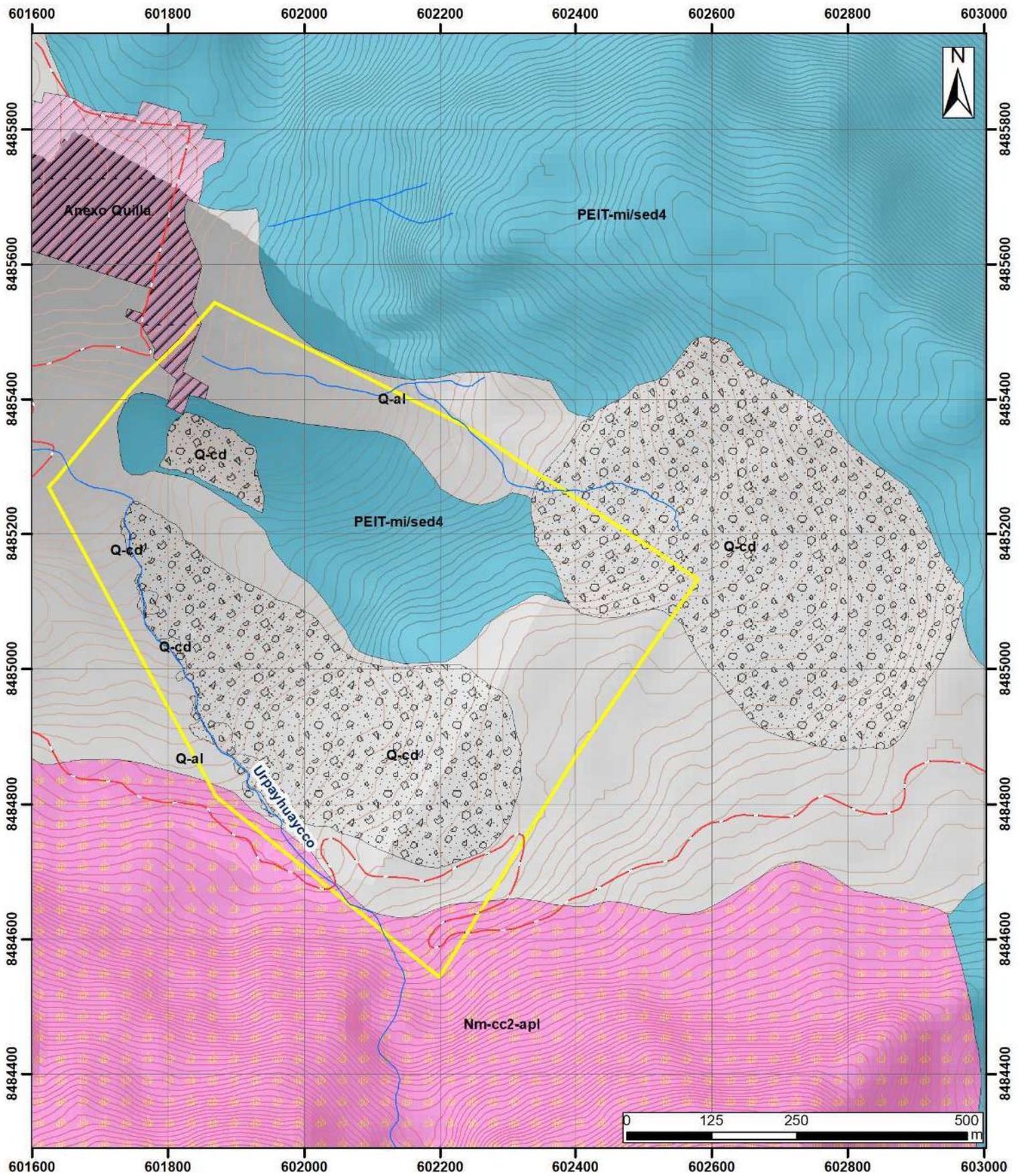


Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL  
Director  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del Servicio aWhere, Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2009) - *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: Naciones Unidas, UNISDR, 38 p. [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)
- Valdivia, W., et al. (2021) – Actualización Carta Geológica Nacional: Boletín N° 31, Serie L: Geología del cuadrángulo de Huancapi hojas 28ñ1, 28ñ2, 28ñ3, 28ñ4 Escala 1:50 000. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3174>
- Vílchez, M., Ochoa, M., & Pari, W. (2019). Peligro geológico en la región Ayacucho. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; N° 70. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2480>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Villota, H. (2005) - *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

## ANEXO 1: MAPAS



**LEYENDA**

Litoestratigrafía	Etiqueta	Trama
Depósito coluvio-deluvial	Q-cd	
Depósito aluvial	Q-al	
Grupo Mito - Miembro Sedimentario	PEIT-mi/sed4	
Unidad Ccascabamba - Aplita	Nm-cc2-apl	

**Simbología**

- Red de drenaje
- Red vial Nacional
- Curvas de nivel
- Área de Evaluación
- Anexo Quilla

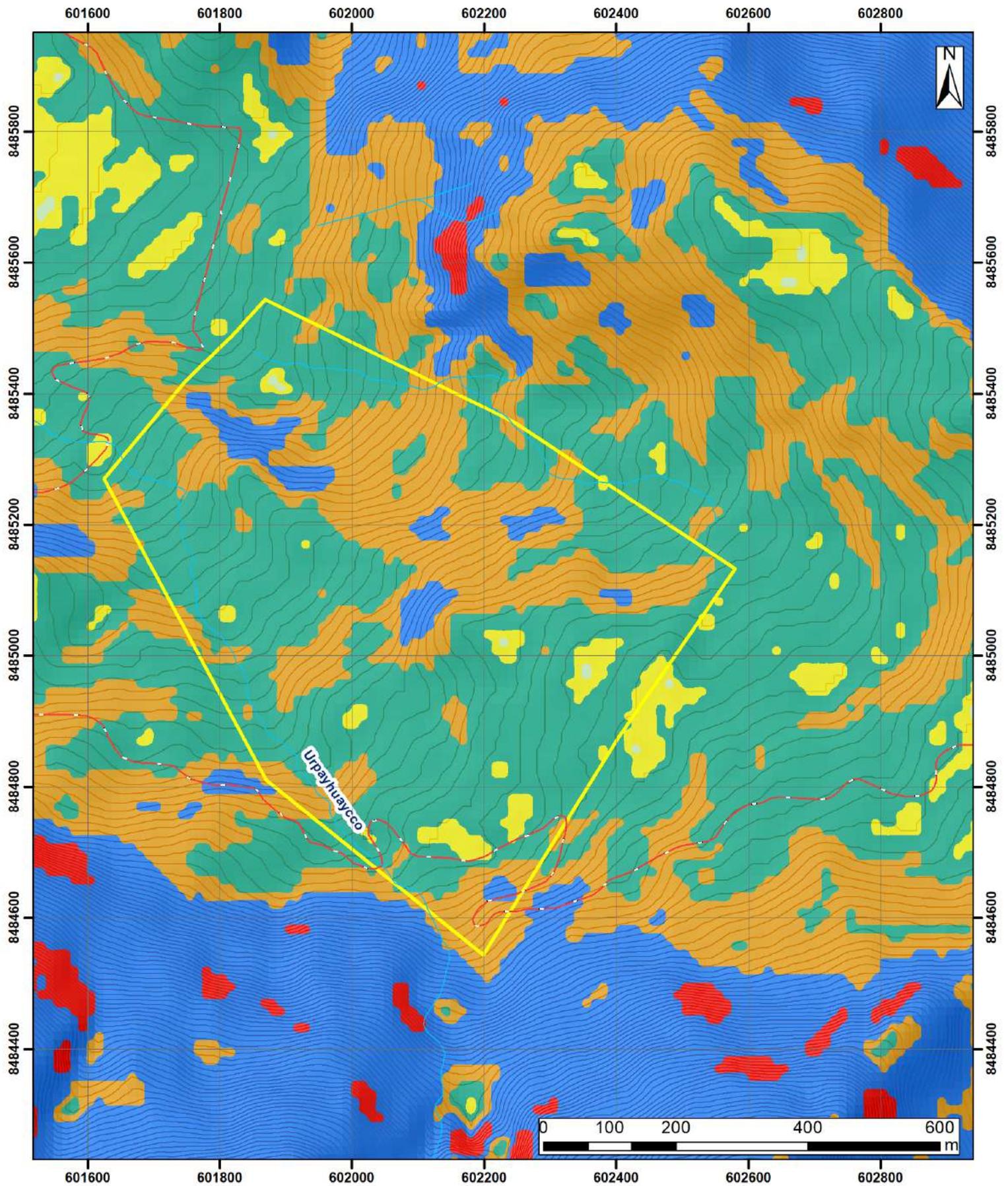
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Región Ayacucho  
Provincia Víctor Fajardo  
Distrito Colca  
Sector Huaylla - Quilla

**MAPA GEOLÓGICO**

Escala: 1/7500 Proyección: UTM Zona 18 Sur Versión digital 2022	Datum: WGS 84 Impreso: Marzo 2022	<b>MAPA</b>  <b>01</b>
---	--------------------------------------	------------------------------



**RANGO DE PENDIENTES**

	0°-1°	Llano
	1° - 5°	Inclinación suave
	5°-15°	Moderado
	15-25°	Fuerte
	25°-45°	Muy fuerte
	> 45°	Muy escarpado

**Simbología**

	Red de drenaje
	Red vial Nacional
	Curvas de nivel
	Área de Evaluación



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Región Ayacucho  
Provincia Víctor Fajardo  
Distrito Colca  
Sector Huaylla - Quilla

**MAPA DE PENDIENTES**

Escala: 1/7500

Proyección: UTM Zona 18 Sur

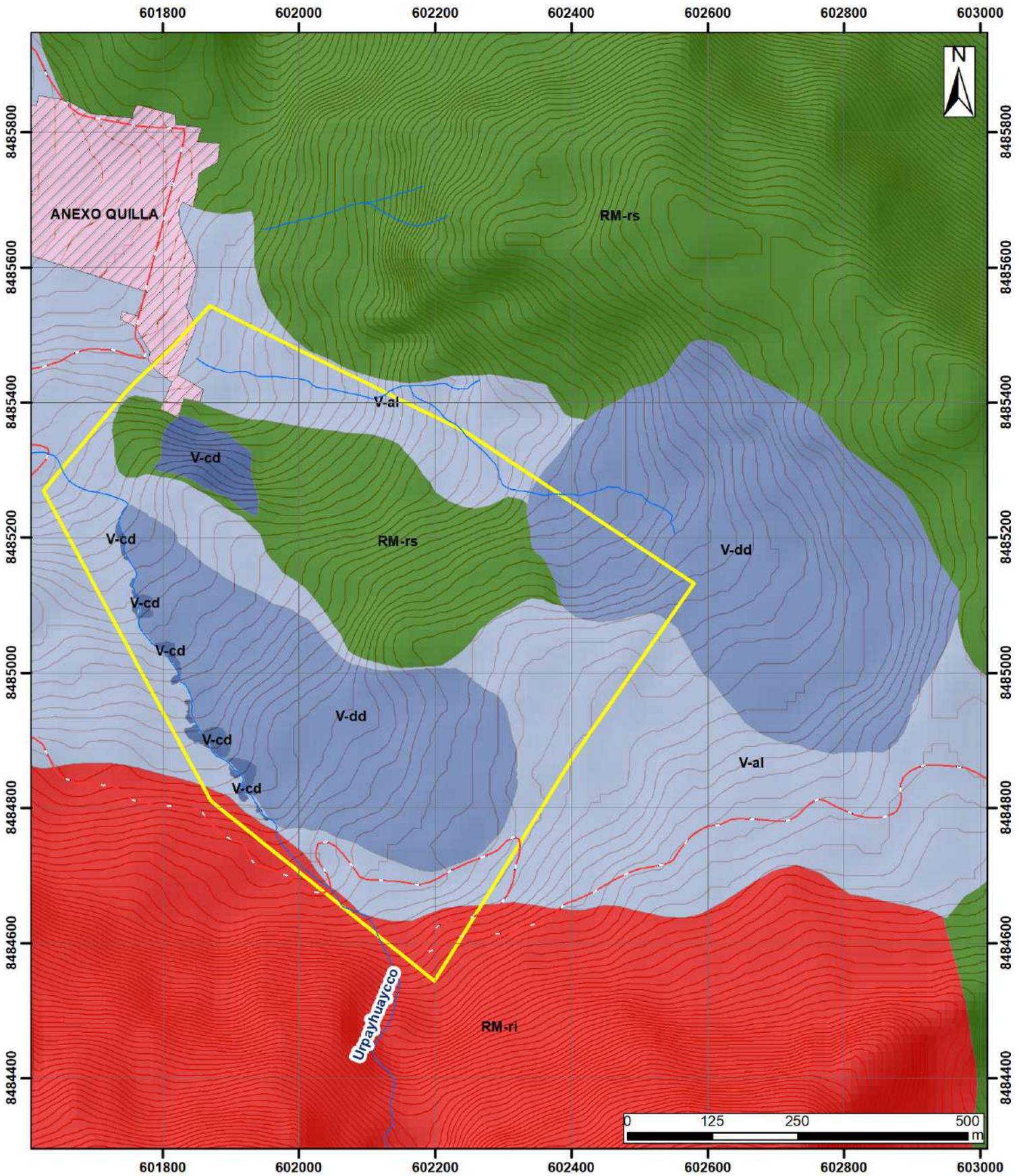
Datum: WGS 84

Versión digital 2022

Impreso: Marzo 2022

**MAPA**

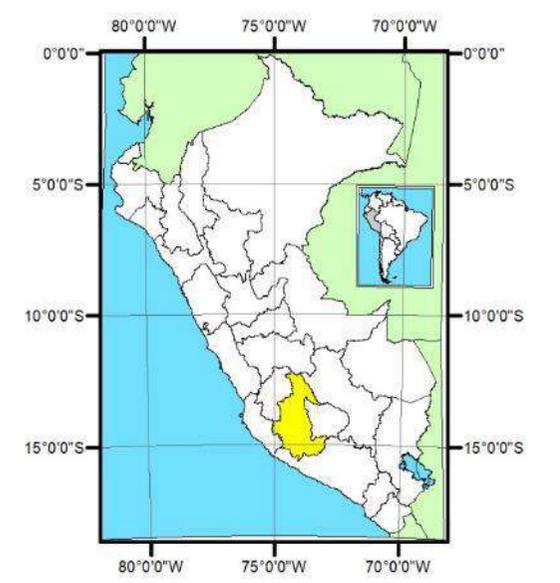
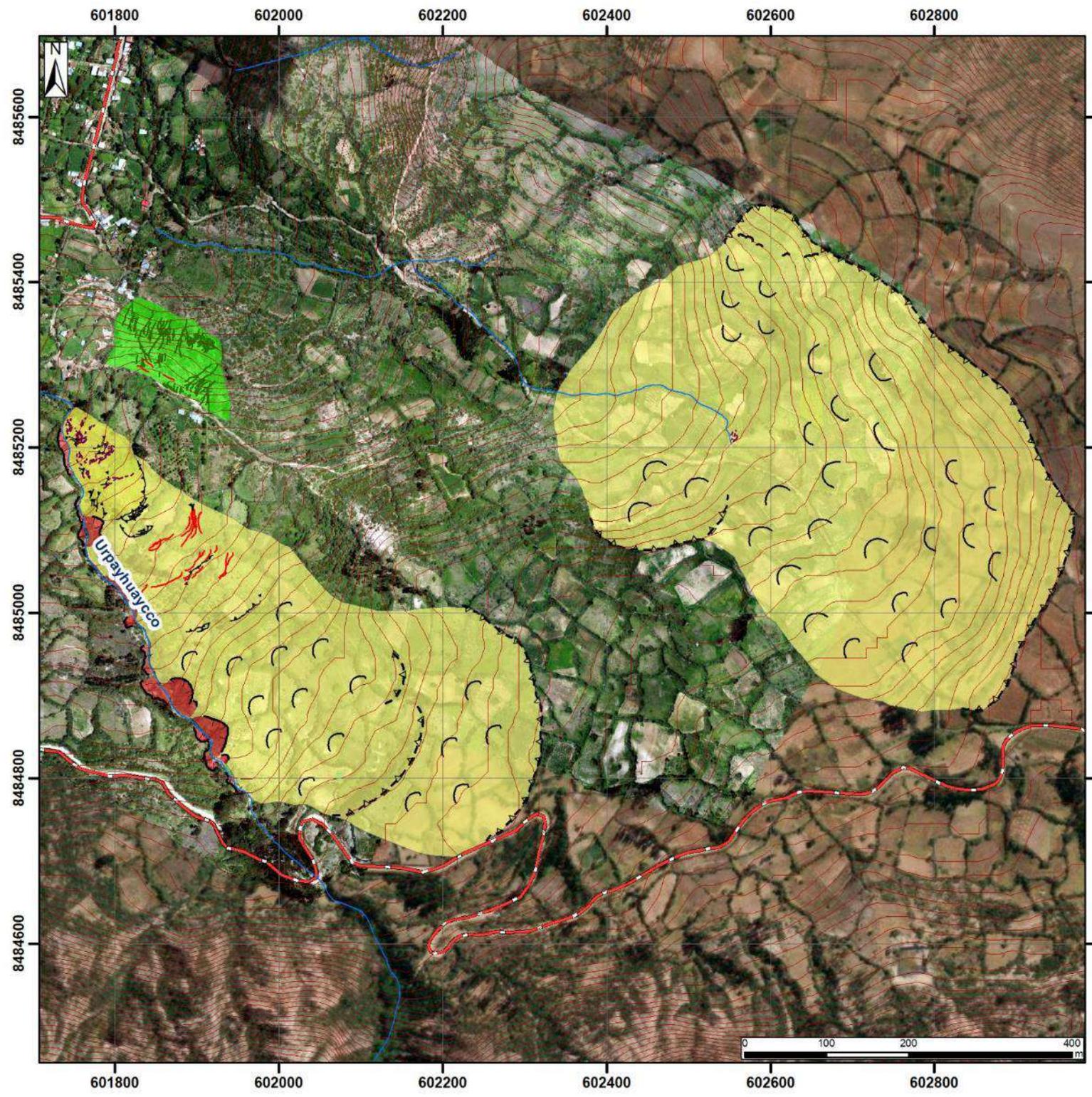
**02**



LEYENDA			
Unidad Morfológico	Sub unidad Geomorfológica	Etiqueta	Trama
Montaña	Montaña en roca sedimentaria	RM-rs	
	Montaña en roca intrusiva	RM-ri	
Piedemonte	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial	V-cd	
	Vertiente o piedemonte aluvial	V-al	
	Vertiente con depósito de deslizamiento	V-dd	

Simbología	
	Red de drenaje
	Red vial Nacional
	Curvas de nivel
	Área de Evaluación
	Anexo Quilla

 <b>INGEMMET</b> <small>INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</small>	
<b>DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO</b>	
<small>Región Ayacucho          Provincia Victor Fajardo          Distrito Colca          Sector Huaylla - Quilla</small>	
<b>MAPA GEOMORFOLÓGICO</b>	
<small>Escala: 1/7500</small>	<b>MAPA</b>
<small>Proyección: UTM Zona 18 Sur    Datum: WGS 84</small>	<b>03</b>
<small>Versión digital 2022</small>	<small>Impreso: Marzo 2022</small>



**Simbología**

- Erosión de ladera en surcos
- Escarpe de derrumbe
- Escarpe de deslizamiento activo
- Escarpe de deslizamiento inactivo latente
- Escarpes de reptación
- Grietas
- Curvas de nivel
- Red de drenaje
- Red vial

**LEYENDA**

Peligros geológicos	Tipo de peligro	Trama
Movimientos en masa	Deslizamiento rotacional inactivo latente	
	Deslizamiento rotacional activo	
	Derrumbe reactivado	
	Derrumbe inactivo latente	
Otro peligro	Erosión de laderas en surco activo	

**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

Región Ayacucho  
 Provincia Víctor Fajardo  
 Distrito Colca  
 Sector Huaylla - Quilla

**MAPA DE PELIGROS**

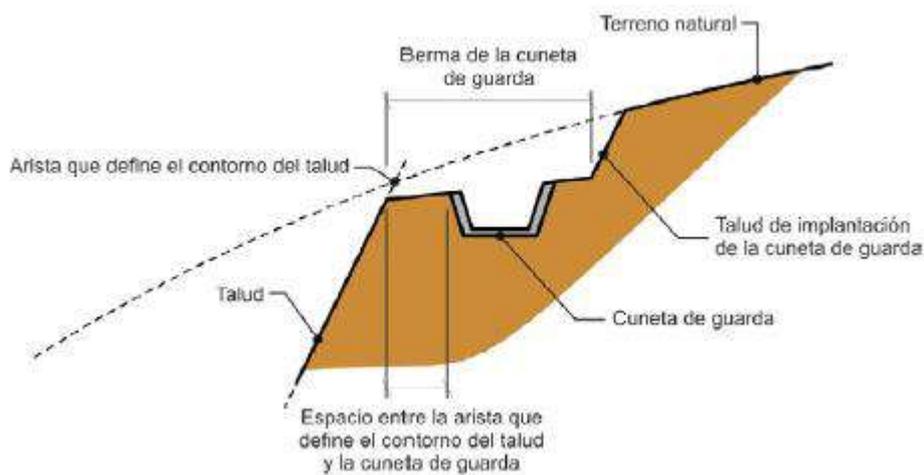
Escala: 1/6500	<b>MAPA 04</b>
Proyección: UTM Zona 18 Sur    Datum: WGS 84	
Versión digital 2022    Impreso: Marzo 2022	

## ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

**Drenaje Superficial:** Su fin es recoger las aguas superficiales o aquellas recogidas por los drenajes profundos y evacuarlas lejos del talud, evitándose la infiltración y la erosión.

El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro lejos del deslizamiento.

Las aguas de escorrentía se evacuan por medio de zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no y aproximadamente paralelas al talud. Estas deben situarse a poca distancia de la cresta del talud y detrás de la misma, de manera que eviten la llegada del agua a las grietas de tensión que podrían existir o no.



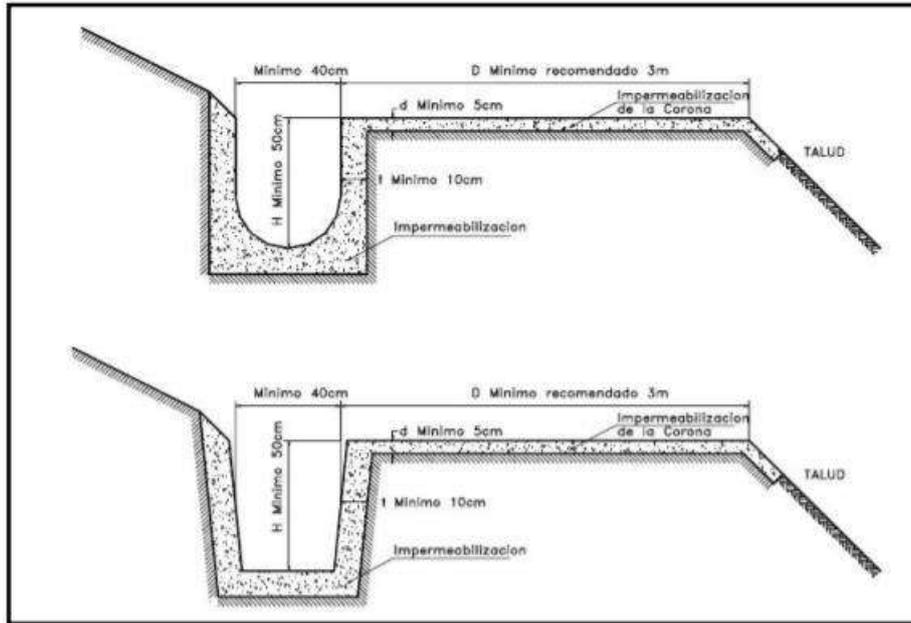
**Figura 1:** Detalle de una canaleta de drenaje superficial (Zanjas de coronación). Fuente: [http://www.carreteros.org/normativa/drenaje/5\\_2ic2016/apartados/3.htm](http://www.carreteros.org/normativa/drenaje/5_2ic2016/apartados/3.htm)

### **Canales o zanjas de corona**

Las zanjas en la corona o parte alta de un talud son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias, evitando su paso por el talud.

La zanja de coronación no debe construirse muy cerca al borde superior del talud, para evitar que se conviertan en el comienzo y guía de un deslizamiento en cortes recientes o de una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos ya producidos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe.

Se recomienda que las zanjas de coronación sean totalmente impermeabilizadas, así como debe proveerse una suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua captada. La recomendación de impermeabilizar se debe adicionar con un correcto mantenimiento. Se sugiere que al menos cada dos años se deben reparar las zanjas de coronación para impermeabilizar las fisuras y grietas que se presenten (figura 2)



**Figura 2.** Detalle de zanjas de coronación para el control de aguas superficiales en un talud.  
(Suarez, J. 2010)