

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7293**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA CUENCA DEL RÍO DELICIAS - HUACAYOC - TEREVINTO

Departamento Cusco  
Provincia La Convención  
Distrito Echarati



SETIEMBRE  
2022

***EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA CUENCA DEL RÍO DELICIAS - HUACAYOC – TEREVINTO.***  
(Distrito Echarati, provincia La Convención, departamento Cusco)

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

*Responsable de la investigación:*

*Gael Araujo*

**Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la cuenca del río Delicias - Huacayoc – Terevinto*. Distrito Echarati, provincia La Convención, departamento Cusco. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7293, 38 p.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN .....	5
1.1. Objetivos del estudio.....	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores.....	5
1.2. Aspectos generales.....	7
1.2.1. UBICACIÓN.....	7
1.2.2. POBLACIÓN.....	8
1.2.3. ACCESIBILIDAD .....	8
1.2.4. CLIMA.....	9
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	12
2.1. Unidades litoestratigráficas .....	12
2.1.1. ROCAS INTRUSIVAS Y META-SEDIMENTARIAS .....	12
- PLUTON QUILLOC MESAPELADA (PE-quim-sgr) .....	12
- GRUPO SAN JOSÉ (Oim-sj) .....	12
- FORMACIÓN SANDIA (Os-s) .....	14
- FORMACIÓN ANANEA (SD-a) .....	15
2.1.2. DEPÓSITOS NO CONSOLIDADOS.....	16
- DEPÓSITOS COLUVIO - DELUVIALES (Qh-cd).....	16
- DEPÓSITOS ALUVIALES (Qh-al).....	18
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	19
3.1. Pendientes del terreno .....	19
3.2. Unidades geomorfológicas.....	20
3.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL .....	20
3.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL.....	22
4. PELIGROS GEOLÓGICOS .....	24
4.1. Caracterización del Peligros por Movimientos en Masa .....	24
4.1. Parte Alta de la Cuenca del río Delicias - Huaycayoc - Terevinto .....	26
4.2. Parte media de la Cuenca del río Delicias - Huaycayoc - Terevinto .....	26
4.3. Parte baja de la Cuenca del río Delicias - Huaycayoc - Terevinto .....	27
4.4. Factores condicionantes y desencadenantes .....	31
4.4.1. FACTORES CONDICIONANTES.....	31
4.4.2. FACTORES DESENCADENANTES .....	31
5. CONCLUSIONES .....	32
6. BIBLIOGRAFÍA .....	34
ANEXOS.....	35

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la cuenca del río Delicias – Huacayoc - Terevinto, distrito de Echarati, provincia La Convención, departamento de Cusco.

Con este trabajo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – Ingemmet cumple con la función de brindar asistencia técnica en el tema de peligros geológicos a los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

En la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto, afloran rocas intrusivas del Plutón Quilloc Mesapelada y metasedimentarias del Grupo San José, Formación Sandia y Ananea (pizarras y metareniscas), las cuales se encuentran ligeramente meteorizadas a muy fracturadas. Además, de depósitos superficiales no consolidados: coluvio – deluviales y aluviales, acumulados en laderas empinadas de ambos flancos de los ríos Delicias – Huacayoc – Terevinto, quebradas y lechos de río. Estos materiales son generados por intemperismo, gravedad, movimientos sísmicos, precipitaciones intensas y/o prolongadas; así como activación de movimientos en masa (deslizamiento, derrumbes y flujo de detrito).

Las unidades geomorfológicas, según su carácter tectónico degradacional, están representadas por montañas en roca intrusiva y metasedimentarias; mientras que en las geoformas de carácter depositacional se tienen vertientes con depósitos de deslizamientos y aluviotorrenciales, dispuestas sobre pendientes que varían de baja a abrupta ( $1^\circ$  a  $> 45^\circ$ ). Sin embargo, en la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto, predominan pendientes fuertes a muy fuertes ( $15^\circ$  a  $45^\circ$ ).

Del ocho al dieciseis de febrero del 2021, la activación de deslizamientos y derrumbes en quebradas que disectan el cerro de Aputinya y sus alrededores, dio lugar a un flujo de detritos (huayco) que se extendió por más de 12 km sobre el cauce de los ríos Delicias – Huacayoc – Terevinto, hasta desembocar en el río Vilcanota. Este evento causó la activación de nuevos derrumbes y socavamiento / erosión de ambos flancos del río, ensanchando su cauce de 15 a más de 42 m, afectando obras de infraestructura de transporte (estribos de los puentes de Alcuzama y Pasarela Taquila), destruyendo más de 01 hectárea de terrenos de cultivos, infraestructura de riego (bocatoma y tubos de riego) y 01 vivienda del caserío de Terevinto. Por lo tanto, el área de estudio se considera **de peligro muy alto** a la ocurrencia de movimientos en masa en temporada de lluvias intensas y/o prolongadas.

El presente informe se pone a disposición de las autoridades, a fin de que las conclusiones y recomendaciones sirvan como instrumento y guía en el marco de la gestión de riesgos de desastres.



## 1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT11)”, contribuye 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 la solicitud de la Municipalidad Distrital de Echarati, según oficio N° 0129-2022-A-MDE/LC, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, de tipo deslizamientos, derrumbes y flujo de detritos (huaycos), ocurridos del 8 al 16 de febrero de 2021 en la cuenca del río Delicias - Huacayoc – Terevinto.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a la ingeniera Gael Araujo, realizar una evaluación técnica de peligros geológicos por movimientos en masa en la cuenca del río Delicias – Huacayoc - Terevinto, llevada a cabo el 20 de marzo de 2022.

La evaluación técnica se basó en etapas de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET, etapas de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada, y para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, elaboración de mapas/figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Echarati e instituciones técnico normativas del SINAGERD (INDECI y CENEPRED), a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

### 1.1. Objetivos del estudio

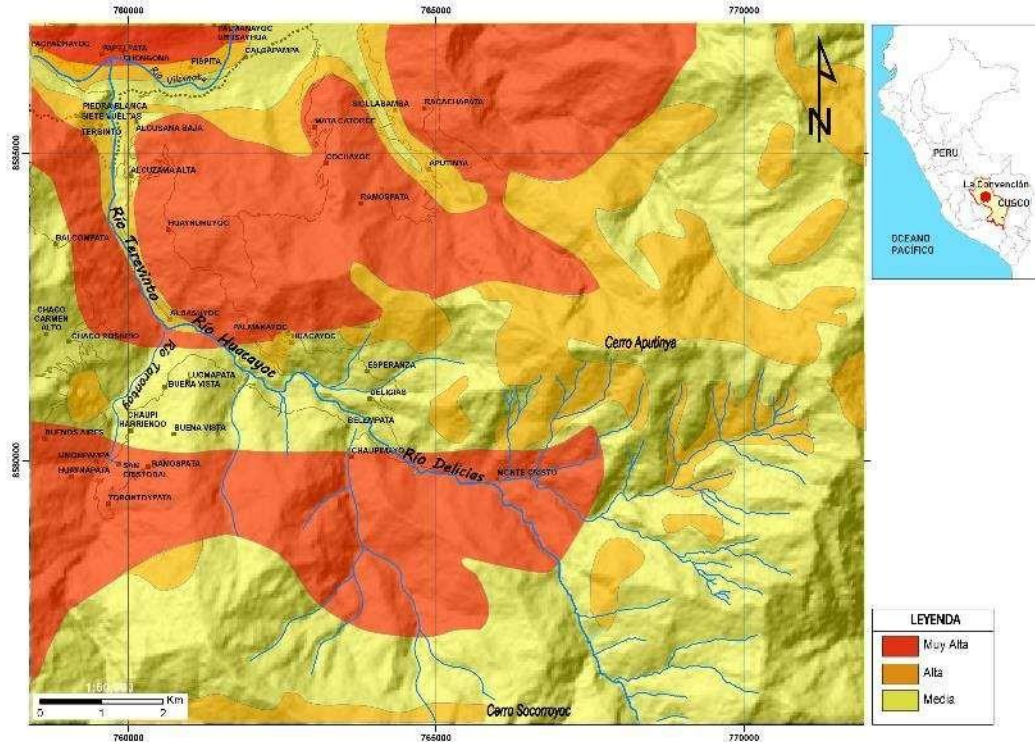
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar, cartografiar y caracteriza peligros geológicos por movimientos en masa en la cuenca del río Delicias - Huacayoc – Terevinto..
- b) Emitir conclusiones y recomendaciones que contribuyan en los planes de prevención y/o mitigación del riesgo de desastre por movimientos en masa.

### 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

- A) En el boletín N°74, serie C: Peligros Geológicos en la región Cusco (Vílchez et al., 2020) se ha elaborado el mapa de susceptibilidad regional a escala 1:250 000; esta información de referencia sumada a la evaluación técnica de campo, permitió corroborar y zonificar en la cuenca del río Delicias - Huacayoc – Terevinto, niveles de susceptibilidad media a muy alta, debido a

la presencia de montañas empinadas y taludes casi verticales (40° a >60°) donde se generan deslizamientos y derrumbes que dan lugar a flujo de detritos que se extienden a lo largo de quebradas secundarias y ríos principales (figura 1 y cuadro 1).



**Figura 1.** Niveles de susceptibilidad a movimientos en masa del área de estudio. Fuente: modificado de Vilchez et al., 2020

GRADO	CARACTERÍSTICAS DE LOS TERRENOS	RECOMENDACIONES
<b>MEDIA</b>	Aquí algunas condiciones pueden favorecer la ocurrencia de movimientos en masa. Estas áreas presentan pendientes bajas a medias (5°-15°). Así se tienen depósitos aluviales y coluvio-deluviales. Con substratos de rocas meta-sedimentarias fracturadas. En algunos sectores se hallan alteradas (meteorizadas) por efectos del clima. Compromete depósitos coluvio-deluviales de antiguos movimientos en masa, superpuestos sobre rocas del Pluton Quilloc Mesapelada.	Es probable que cuando se construyan obras de infraestructura en estas áreas se generen movimientos en masa, por lo que se recomienda conocer en detalle las propiedades de los terrenos y también conocer las condiciones geodinámicas del área circundante.
<b>ALTA</b>	En esta zona confluyen la mayoría de condiciones de terreno favorables a generar movimientos en masa, cuando se desestabilizan las laderas por causas naturales o por acción antrópica. La zona de estudio está disectada por quebradas sobre una pendiente de fuerte (15° a 25°) a muy fuerte (25° a 45° inclinación), que condiciona la ocurrencia de movimientos en masa de tipo derrumbes y deslizamientos que pueden generar flujo de detritos	Se debe restringir el desarrollo de infraestructura urbana y de instalaciones o esta debe ser muy bien planificada y contar con sus respectivos estudios de zonificación por peligros,
<b>MUY ALTA</b>	Presentan condiciones del terreno muy favorables para que se generen movimientos en masa. Estas áreas presentan pendientes de muy fuertes (25° a 45°) a abrupta (> 45°), compromete suelos coluvio-deluviales derivados de antiguos movimientos en masa; dispuestos sobre el sustrato de rocas meta-sedimentarias de la formación Ananea y San José. Además de laderas en proceso de erosión y socavamiento.	Se recomienda prohibir el desarrollo de toda infraestructura de cualquier tipo (carreteras, puente, presas, hidroeléctricas) o habitación urbana.

**Cuadro 1.** Niveles de Susceptibilidad en el área de estudio. Fuente: Vilchez et al. 2020

A) El cuadrángulo de Quillabamba (26q) y Machupicchu (27q) (Carlotto et al. 1999); el boletín N°8, serie L. Geología del cuadrángulo de Quillabamba (hojas 26q1,

26q2, 26q3, 26q4) (Ramos W. & Minaya I. 2021) y del boletín N°74, serie L: de peligros geológicos en la región Cusco, describen las unidades geológicas presentes en la zona evaluada.

## 1.2. Aspectos generales

### 1.2.1. UBICACIÓN

Políticamente, la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto pertenece al distrito de Echarati, provincia de La Convención, departamento del Cusco, y su área de influencia esta ubicado en las coordenadas UTM WGS84 y geográficas mostradas en el cuadro 2.

La cuenca tiene 16.5 km de longitud y 0.7 km de ancho y está representado por un río principal con 3 denominaciones distintas por tramos (río Delicias, Huacayoc y Terevinto), a lo largo de un cauce de 12 km de extensión, desde la falda del cerro Aputinya hasta desembocar en el río Vilcanota o Urubamba.

El ancho de su cauce varía de 5 m a 62 m y su lecho se ubica 20 m más profundo que sus flancos, sobre los que se asientan más de 15 centros poblados (figura 2).



Figura 2. Ubicación del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	759772	8586544	12°46'30"S	72°36'26"O

2	759070	8586152	12°46'43"S	72°36'49"O
3	768919	8574310	12°53'05"S	72°31'19"O
4	770886	8581741	12°49'02"S	72°30'16"O
<i>Coordenada Central</i>				
C	760502	8582388	12°48'45"S	72°36'00"O

**Cuadro 2.** Coordenadas UTM y geográficas del área de estudio

### 1.2.2. POBLACIÓN

Según cifras oficiales del IX Censo Nacional de Población y VI de Vivienda (INEI 2007), la población del distrito de Echarati es de 42,676 habitantes. Pero de las proyecciones realizadas al 2012, la población superaría los 50 mil habitantes aproximadamente. El distrito de Echarati esta conformado por 12 comunidades Nativas, 04 anexos, 72 grupos de colonos, 04 unidades agropecuarias y 88 caserios, de los cuales 16 son caserios y anexos ubicados a ambos flancos del río Delicias – Huacayoc – Terevinto (Lucmapata, Alcuzama Alta, Albasuyoc, Chaupimayo, Blempata, Huacayoc, Delicias, Esperanza, Balcompata, Monte Cristo, Piedra Blanca, Terevinto, Palmanayoc, Alcusama Baja, Huayruruyoc, Siete vueltas) (figura 2).

### 1.2.3. ACCESIBILIDAD

Partiendo de la ciudad del Cusco, en dirección al oeste se continua por las carreteras departamentales CU-110 (ruta Cusco a Pachar) y 28B (ruta Pacchar a Echarati). La zona de estudio se ubica 10 min al oeste del centro poblado de Echarati y es accesible por la parte baja de la cuenca del río Delicias – Huacayoc - Terevinto (caserío de Alcuzama), desde la cual se observa el río Vilcanota o Urubamba. El tramo de acceso a la parte alta de la cuenca es siguiendo la trocha carrozable del flanco derecho del río hasta el centro poblado de monte Cristo (faldas del cerro Aputinya), con un recorrido de 1 hora. Puede accederse al flanco izquierdo del río, cruzando el puente Alcuzama (parte media de la cuenca) o volviendo al centro poblado de Alcuzama.

El tiempo total de viaje de la ciudad del Cusco a la zona de evaluación (cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terrevinto) es de 5 horas con 20 minutos (cuadro 3).

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Cusco – Pachar	Carretera naciona CU-110	49	1 hr 05 min
Pachar - Echarati	Carretera nacional 28B	169	3 hr 40 min
Echarati – Caserío Alcuzama (Parte baja de la cuenca del río Delicias – Huacayoc - Terevinto)	Carretera Echarati Carretera naciona CU-110	2.5	5 min
Caserío Monte Cristo _ faldas del cerro Aputinya (Parte alta de la cuenca del río Delicias –Huacayoc - Terevinto)	Trocha Albasuyoc	15	30 min

**Cuadro 3.** Rutas de acceso al área de inspección



### 1.2.4. CLIMA

#### - Temperaturas y precipitaciones

Según el Mapa climático Nacional del SENAMHI (2020), En el área de estudio, se registran precipitaciones anuales entre 1200 mm a 3000 mm, dividido en 3 tipos de clima: Lluvioso con invierno seco en la parte alta o nacientes de la cuenca del río Delicias - Huacayoc – Terevinto; lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año en la parte media – baja de la cuenca, en un tramo del recorrido del río Delicias hasta empalmar a los ríos Huacayoc y un tramo de Terevinto: Un clima semiseco con abundante humedad todas las estaciones del año en parte baja de la cuenca, en un tramo final del río Terevinto hasta su desembocadura en el río Vilcanota o Urubamba (figura 3).

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 17°C a 29°C de y temperaturas mínimas de 7°C a 17°C. Los acumulados anuales de lluvias en esta zona puede variar desde los 1200 mm hasta los 3000 mm aproximadamente (SENAMHI, 2022).



**Figura 3.** Distribución climática en la cuenca del río Delicias - Huacayoc – Terevinto . Fuente. Modificado de SENAMHI. 2022

## DEFINICIONES

El Perú es un país que por su variedad de climas, complejidad geológica y ubicación en el denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico”, está expuesto a diversos peligros geológicos que pueden convertirse en desastres. Con el fin de dar a conocer el resultado de los estudios a las autoridades y público en general, se brinda una definición de los términos más importantes acuñados en el presente informe

<b>PELIGROS GEOLOGICOS</b>	<p>Los peligros geológicos son procesos o fenómenos geológicos que podrían ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud. Daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, trastornos sociales y económicos o daños materiales. Pueden originarse al interior (endógenos) o en la superficie de la tierra (exógenos). Al grupo de endógenos pertenecen los terremotos, tsunamis, actividad y emisiones volcánicas; en los exógenos se agrupan los movimientos en masa (deslizamientos, aludes, desprendimientos de rocas, derrumbes, avalanchas, aluviones, huaicos, flujos de lodo, hundimientos, entre otros), erosión e inundaciones.</p>
<b>MOVIMIENTOS EN MASA</b>	<p>Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. Los tipos más frecuentes son: caídas, deslizamientos, flujos, vuelcos, expansiones laterales, reptación de suelos, entre otros. Existen movimientos extremadamente rápidos (más de 5 m por segundo) como avalanchas y/o deslizamientos, hasta extremadamente lentos (menos de 16 mm por año) a imperceptibles como la reptación de suelos.</p>
<b>DESLIZAMIENTOS</b>	<p>Movimientos ladera abajo 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).</p>
<b>CAÍDA</b>	<p>Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.</p>
<b>FLUJOS</b>	<p>Movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Existen tipos de flujos como flujos de lodo, flujos de detritos (huaicos), avalanchas de rocas y detritos, crecida de detritos, flujos secos y lahares (por actividad volcánica).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flujos de detrito (huayco): Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado</li> </ul>

a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.

ACTIVIDAD DEL  
MOVIMIENTO EN  
MASA

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

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

MAPA DE  
SUSCEPTIBILIDAD

Este mapa muestra las áreas propensas a movimientos en masa (deslizamientos, huaicos, caída de rocas, etc.) en el territorio nacional. A menor escala junto con el mapa de peligros determinan las zonas críticas ante peligros geológicos. Se cuenta también con mapas regionales y por cuencas.

## 2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología del Cuadrángulo de Quillabamba (hojas 26q1, 26q2, 26q3, 26q4), boletín N°8, serie L (Ramos W. & Minaya I. 2021), geología del cuadrángulo de Quillabamba (26q) y Machupicchu (27q), (Carlotto V, et al. 1999), y el mapa regional a escala 1:50,000 del cuadrángulo 26q2, describen las unidades litoestratigráficas en el área de estudio, donde afloran rocas meta sedimentarias del Grupo San José, Formación Sandia y Formación Ananea, así como depósitos de origen aluvial y coluvio-deluvial (anexo – mapa 1).

### 2.1. Unidades litoestratigráficas

A continuación, se realiza una descripción detallada de las unidades litoestratigráficas de la zona de estudio:

#### 2.1.1. ROCAS INTRUSIVAS Y META-SEDIMENTARIAS

##### - PLUTON QUILLOC MESAPELADA (PE-quim-sgr)

Cuerpo intrusivo de geometría irregular conformado por montañas elevadas de fuertes pendientes, ocupa una extensión de aproximadamente 170 Km<sup>2</sup> en la hoja 26q2 del cuadrángulo de Quillabamba (Ramos W. & Minaya I. 2021). En el área de estudio sus afloramientos fueron observados en el cerro Aputinya (Anexo – mapa 1).

Se componen de rocas de tonalidad gris blanquecina, compuesta por granos de cuarzo y plagioclasas con grado de alteración bajo, trabajos anteriores las clasifican como sienogranitos y cuarzomonzodioritas (Carlotto et al., 1999). Se encuentra intruyendo rocas de formación San José, Sandia y Ananea.

##### - GRUPO SAN JOSÉ (Oim-sj)

El Grupo San José es la unidad de mayor extensión en el cuadrángulo de Quillabamba.

En las localidades de Belepampa y Chaupimayo (parte media de la cuenca del río Delicias- Huacayoc - Terevinto), afloramientos del grupo San José está en contacto con el Plutón Quilloc Mesapelada. Mientras que en la parte baja de la cuenca, cerca al río Vilcanota sus afloramientos pueden llegar a observarse en Terevinto y Piedra Blanca (Anexo – mapa 1). Existe poca exposición de afloramientos, debidos a que extensas áreas son cubiertas por depósitos coluvio – deluviales producto de movimientos en masa antiguos.

Esta formación esta compuesta por limolitas pizarrosas terrosas grises y gris verdosas, pizarras negras ligeramente meteorizadas con decoloraciones en la roca y muy fracturadas, intercaladas con niveles finos de metareniscas pardas de grano fino (Ramos W. & Minaya I. 2021) (fotografía 1 y 2). Además una de las quebradas que confluye con el Río Delicias desde su flanco izquierdo, en la parte alta – media de la cuenca Delicias- Huacayoc – Terevinto, muestra el posible contacto de los afloramientos del Grupo SanJosé con intrusivos del Pluton Quilloc Mesapelada (fotografía 3).





**Fotografía 1.** Pizarras en el flanco izquierdo del río Delicias, ubicado en la parte alta de la cuenta del río Delicias – Huacayoc - Terevinto, en las coordenadas UTM X: 764136; Y: 8580131



**Fotografía 2.** Vista de depósitos de arenisca en el grupo Jan Jose . En las coordenadas UTM: X: 764044; Y: 8580228.





**Fotografía 3.** Contacto de los afloramientos del Grupo San José con intrusivos del Pluton Quilloc Mesapelada, en las coordenadas UTM: X: 764689XY:8579828.

- FORMACIÓN SANDIA (Os-s)

La Formación Sandia sobreyace concordante al Grupo San José y en la zona de estudio infrayace a la Formación Ananea (figura 4A). Se le asigna una edad Ordovícico superior (Ramos W. & Minaya I. 2021). En la parte alta, cerro Socorroyc, la formación Sandia se encuentra en contacto directo y entre el Plutón Quilloc Mesapelada y la formación San José. Mientras que en la parte baja se hace visible en el la localidad de Alcuzama (ver anexo – Mapa 1).

Litologicamente esta copuesto por pizarras grises intercaladas con niveles de grauvacas metamórficas de color pardo a gris y niveles delgados de metareniscas pardo amarillentas de grano medio (figura 4B). Anteriormente se consideraba a estos niveles como parte de la Formación San Gabán; pero por la falta de continuidad en la zona y espesor reducido se la considera como parte de la Formación Sandia (Ramos W. & Minaya I. 2021).



**Figura 4.** Vista de las secuencias detríticas de la Formación Sandia. A. Vista panorámica del contacto de la formación Ananea y Sandia. B. Afloramientos de la formación Sandia en la localidad de Alczama. Fuente; Ramos W. & Minaya I. 2021.

#### - FORMACIÓN ANANEA (SD-a)

La Formación Ananea aflora en el cerro Llactajasa y en las localidades de Albasuyoc y Huacayoc (parte baja de la cuenta Delicias – Huacayoc - Terevinto) (anexo – mapa 1). Litológicamente, está conformado por limolitas gris verdosas con niveles de pizarras, también se observan algunos niveles delgados de areniscas grises y pardas de grano fino y medio mal seleccionadas (figura 4); en diferentes zonas en las que aflora la unidad se las observa cortados por diques y sills.

Las secuencias de la Formación Ananea sobreyacen en concordancia con la Formación Sandia y con la Formación San Gabán e infrayacen en la misma relación con el Grupo Cabanillas. Por su posición estratigráfica a la Formación Ananea se le asigna la edad Siluro-Devoniano (Ramos W. & Minaya I. 2021).





**Figura 4.** Afloramientos de la Formación Ananea en los alrededores del cerro Lactajasa.. Fuente; Ramos W. & Minaya I. 2021.

## 2.1.2. DEPÓSITOS NO CONSOLIDADOS

### - DEPÓSITOS COLUVIO - DELUVIALES (Qh-cd)

Se encuentran conformados por bloques pizarrosos angulosos, de 5 cm a 10 cm de diámetro, envueltos en una matriz limo - arcillosa (fotografía 3), a lo largo de taludes de pendientes de fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) a muy fuerte ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) inclinación (anexo - mapa 2) (fotografía 4 y 5). Los principales agentes formadores de estos depósitos, son el intemperismo, la gravedad, movimientos sísmicos y precipitaciones intensas, que da lugar a la activación y/o reactivación de movimientos en masa antiguos y recientes, como deslizamientos, caída de rocas o suelo (derrumbes), movimientos flujos de detritos, etc.), ubicados en laderas y taludes empinados (fotografía 4).y a ambos flancos de la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto (fotografía 5).

Los depósitos coluvio-deluviales de movimientos en masa recientes se encuentran sueltos, sin cohesión y superpuestos sobre otros depósitos coluvio-deluviales poco consolidados de reactivaciones antiguas (fotografía 4 y 5).

En la zona de estudio los depósitos coluvio – deluviales están cubiertos por vegetación densa. Sin embargo la dinámica activa de movimientos en masa expone constantemente el talud de ambos flancos del río Delicias –Huacayoc – Terevinto (fotografía 5)..





**Fotografía 4:** Vista de depósitos coluvio-deluviales en el sector de Terevinto, ladera ubicada en flanco izquierdo de la cuenca del río Delicias – Huacayoc y Terevinto



**Fotografía 4:** Vista de depósitos coluvio-deluviales en el sector de Terevinto, talud ubicado en flanco izquierdo del río Terevinto.



- DEPÓSITOS ALUVIALES (Qh-al)

Estos depósitos, se encuentran distribuidos en las quebradas principales, secundarias y ríos principales de la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto, llanuras aluviales antiguas y/o niveles de terrazas adyacentes al mismo río.

Está compuesto por una mezcla de fragmentos heterométricos y heterogéneos de pizara, arenisca e intrusivos envueltos en una matriz de tipo arenoso, limoso y arcilloso, son transportados por la corriente de los ríos a grandes distancias. Además, conforman terrazas y abanicos aluviales extensos.

Dentro de esta unidad también se incluyen los depósitos fluviales visibles en ambas márgenes y cauce del río Delicias – Huacayoc – Terevinto (fotografía 6).. Son depósitos inconsolidados o sin cohesión, fácilmente removibles, con permeabilidad es alta.



**Fotografía 6.** Depósitos aluviales en el cauce del río Delicias – Huacayoc – Terevinto, arrastrados por el flujo de detritos de febrero de 2021.

### 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

#### 3.1. Pendientes del terreno

El mapa de pendientes, elaborado a partir del modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución, obtenido de la instalación de procesamiento de datos y estación de rastreo satelital de Alaska 'Alaska Satellite Facility', muestra la distribución de pendientes que varían entre baja (1° a 5°) a abrupta o muy escarpadas (> 45°) inclinación, en toda la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto.

La descripción de la clasificación de pendientes (ver anexo – mapa 2), se da en el cuadro 4:

PENDIENTES	DESCRIPCIÓN
<b>Baja</b>	Áreas poco susceptibles a movimientos en masa, de inclinación suave afectadas o cortadas por eventos que se generan en zonas más altas o de pendiente más inclinada, generalmente flujos de detritos que depositan los materiales que acarrean en estas zonas planas. Representan el cauce del río Delicias – Huacayoc –Terevinto y el río Vilcanota.
<b>Media</b>	Conforman relieves inclinados, sus laderas presentan una susceptibilidad media a los movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes). Algunos tramos de las laderas ubicadas a ambos flancos de la cuenca del río Delicias – Huacayoc –Terevinto tienen pendientes de media inclinación (5° a 15°).
<b>Fuerte</b>	Conforman relieves inclinados, se les considera altamente susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa. Las laderas ubicadas a ambos flancos de la cuenca del río Delicias – Huacayoc –Terevinto son pendientes de fuerte inclinación (15° a 25°), y las quebradas secundarias ubicadas en la parte alta del cuenca.
<b>Muy fuerte</b>	Caracterizado por presentar muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa. El 85% de la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto tiene pendientes de muy fuerte inclinación (25° a 45°), representadas por montañas sedimentarias.
<b>Abrupto/ Muy Escarpado</b>	Son zonas abruptas. La ocurrencia de peligros dependerá de las condiciones intrínsecas de la roca (grado de fracturamiento y orientación, estratificación, etc.), la presencia de suelo y de los detonantes (lluvia, sismos). Se les ha considerado con alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa.

**Cuadro 4.** Descripción de pendientes mostradas en la figura 4. Fuente: Vílchez et al, 2020

### 3.2. Unidades geomorfológicas

El mapa geomorfológico a escala 1:500 000 del boletín N° 74: Peligros Geológicos en la Región Cusco, la fotointerpretación de imágenes satelitales y los trabajos en campo, permitieron cartografiar morfológicamente la cuenca del río Delicias – Huacayoc - Terevinto en geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional (montañas en roca intrusiva y montañas meta-sedimentaria) y geoformas de carácter deposicional (vertiente coluvio-deluvial, aluvial, vertiente aluvio torrencial y llanura inundable) (anexo - mapa 3).

#### 3.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Están representadas por geoformas montañosas con pendientes pronunciadas. La erosión y degradación de su afloramiento en la parte alta originan geoformas de carácter deposicional, por transporte arrastre y acumulación de sedimentos,

##### 3.2.1.1. Montañas en roca intrusiva

Las masas de rocas ígneas solidificadas en profundidad a partir de intrusiones de magma se disponen como el plutón de Quilloc – Mesapelada (fotografía 6); expuestos por la remoción de las rocas suprayacentes y afectado por procesos denudativos fluvio-erosionales, que esculpen los paisajes montañosos generando redes de drenaje ramificados con disposición dendrítica, que dan lugar a quebradas principales y secundarias.

Esta unidad es disectada por ríos y quebradas que se abren camino hacia la amazononía y esculpen vertientes de topografía bastante abrupta con pendientes muy fuertes (25° a 45°) a abruptas (> 45°).

##### 3.2.1.2. Montañas en roca Meta-sedimentaria (RM-rms)

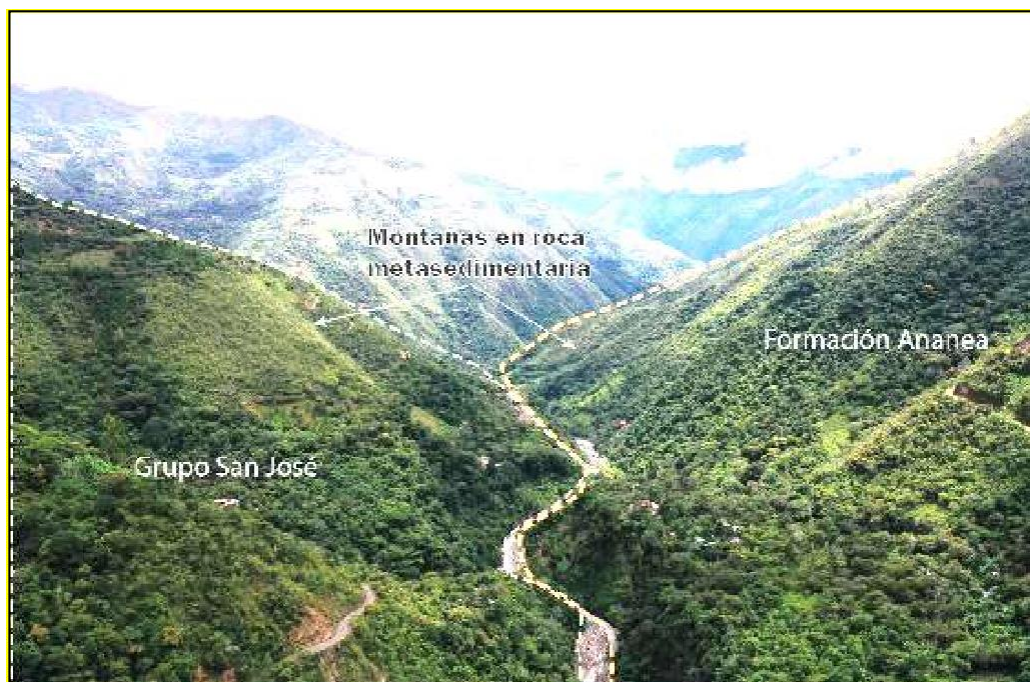
En esta subunidad geomorfológica se encuentran las elevaciones de terreno que hacen parte de las cordilleras levantadas por la actividad tectónica, cuya morfología actual depende de procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia de escorrentía, y agua de subsuelo, con fuerte incidencia de la gravedad. Esta unidad se cartografía como montañas en roca meta – sedimentaria por estar geológicamente constituida por unidades litológicas de rocas metamórficas (pizarras) y sedimentarias (limolitas y metareniscas) del Grupo San José, Formación Sandia y Ananea (fotografía 7), , cuyas pendientes son de muy fuerte inclinación (25° a 45°).

Los procesos erosivos de estas geoformas generaron y generan movimientos en masa de tipo deslizamientos, caídas (derrumbes) y flujos de detrito, debido a procesos denudativos (fluvio-erosionales), Por lo tanto da origen a geoformas de carácter deposicional como vertientes con depósito de deslizamiento y vertientes aluvio torrenciales (ver anexo - mapa 3).





**Fotografía 6.** Vista aérea de montañas en roca intrusiva y meta -sedimentaria en la parte alta y media de la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto.



**Fotografía 7.** Vista aérea de Montañas en meta -sedimentaria.a ambos flancos del río Delicias - Huacayoc - Terevinto

### 3.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL

Estas geoformas son el resultado de los varios procesos geomorfológicos, determinados por fuerzas de desplazamiento y factores extintivos móviles, como sismos, aguas pluviales y de escorrentía, quienes tienden a modificar la superficie de la tierra, mediante el desprendimiento de materiales sólidos en terrenos elevados producto de procesos denudativos. En la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto se han identificado vertientes con depósito de deslizamiento y vertientes aluvio torrenciales.

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

Esta unidad corresponde a acumulaciones de depósitos originadas por procesos de movimientos en masa, prehistóricos, antiguos y recientes (Vilchez et al. 2020), dispuestas sobre una pendiente de fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) a muy fuerte ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) inclinación.

Son producto del proceso erosivo de montañas en rocas intrusivas y meta-sedimentaria, en esta última se observa la disposición de fragmentos pizarrosos subangulosos envueltos en una matriz limo-arcillosa en taludes de fuerte inclinación (fotografía 8).



**Fotografía 8.**: Vista aérea de vertientes de depósito de deslizamiento en el flanco derecho del río Huacayoc.



### 3.2.2.2. Vertiente aluvio-torrencial (P-at)

Esta unidad corresponde a planicies ligeramente inclinadas y extendidas con pendientes de baja inclinación (1° a 5°), como el cauce del río Delicias - Huacayoc – Terevinto y el río Vilcanota, formadas por la acumulación de sedimentos que son acarreados por corrientes de agua de carácter excepcional relacionadas a lluvias ocasionales, extraordinarias y muy excepcionales.

Los sedimentos dispuestos sobre el cauce de los ríos son acarreados después de procesos de erosión fluvial y activación de flujos de detrito que modifican la geoforma del cauce (fotografía 9).



**Fotografía 9.** Sedimentos de flujo de detritos y erosión fluvial dispuestos sobre la vertiente aluvio-torrenciales del río Huacayoc.



## 4. PELIGROS GEOLÓGICOS

### 4.1. Caracterización del Peligros por Movimientos en Masa

Del 08 al 16 de febrero de 2021 (época de lluvia), la activación de deslizamientos y derrumbes en quebradas que disectan el cerro de Aputinya y sus alrededores, dió lugar a un flujo de detritos (huayco) que se extendió por más de 12 km sobre el cauce del río Delicias - Huacayoc - Terevinto (cauce de un río principal con 3 denominaciones distintas del río en 3 tramos de sus 12 km), hasta desembocar en el río Vilcanota o Urubamba. Este evento causó la activación de nuevos derrumbes y deslizamientos, debido a los procesos de erosión y socavamiento a ambos flancos de los ríos (anexo 1, mapa 4 y figura 5), el ancho del cauce de los mismos fue ampliado de 15 m a más de 42 m. El evento destruyó hectáreas de plantaciones de cacao y galpones de pollo / chancho, estribos de puentes, infraestructura de riego y viviendas de 03 familias (Anexo – mapa 4).

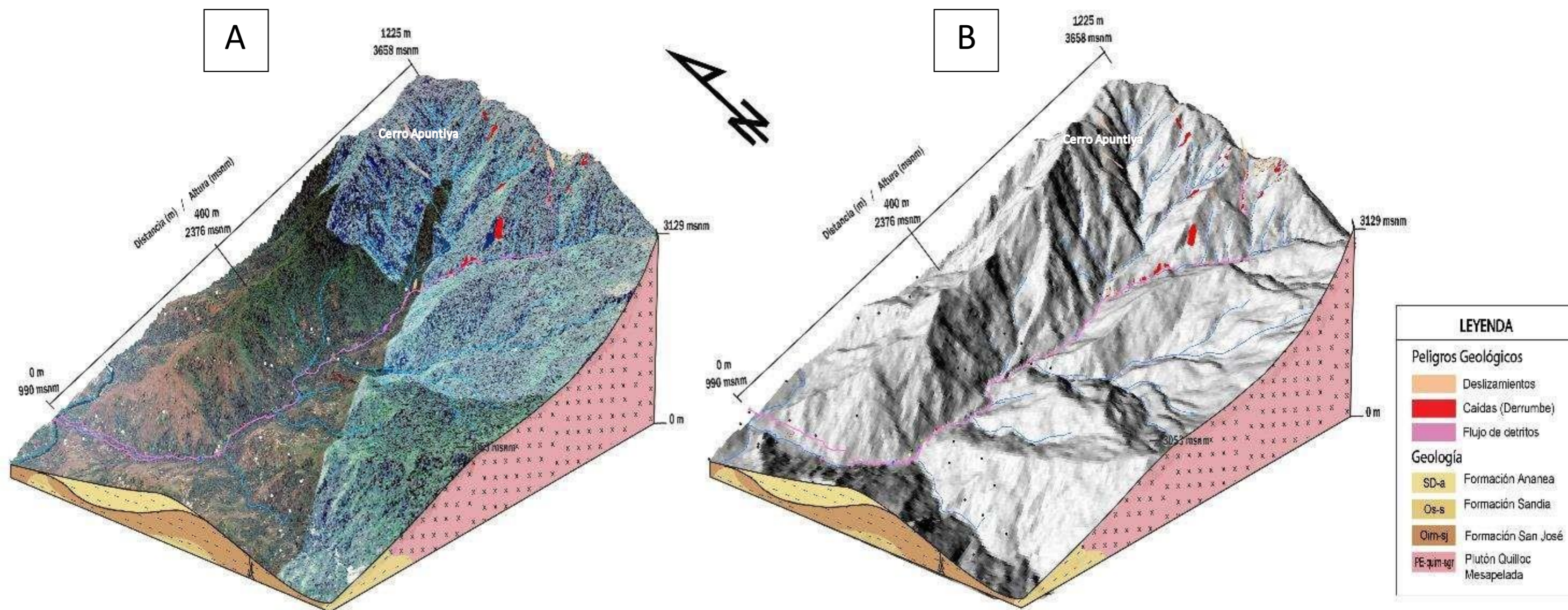
El valle de los ríos Delicias – Huacayoc – Terevinto se encuentra disectado por quebradas principales y secundarias de largas extensiones, En casi todo el trayecto, el cauce del río principal se ubica de 10 m a 15 m más profundo, que las terrazas a ambos flancos del río, cuyas laderas presentan una inclinación de 70° a 90° de inclinación (fotografía 10). Estas características geomorfológicas sumadas a la erosión, socavamiento del río en temporadas de lluvia y ocurrencia de huaycos que arrastran bruscamente material arcilloso y detrítico, conllevan a la activación de derrumbes y huaycos que amenazan con destruir infraestructura ubicadas en la parte alta (IE Albasuyoc 50297, Viviendas y terrenos de cultivo) (fotografía 10)



**Fotografía 10.** Vista de laderas empinadas a ambos flancos del río Huacayoc. Después del flujo de detritos de 2021, La I.E. Albasuyoc 50297 se encuentra a pocos metros del flanco derecho del río

Posteriormente, se describe la dinámica de la cuenca del río Delicias – Huacayoc - Terevinto en 3 tramos: Parte Alta, media y baja (ver anexo – mapa 3).





**Figura 5.** Bloc diagrama desde el cerro Apuntlya hasta la desembocadura del río Delicias – Huacayoc – Terevinto en el río Apurimac y geología representativa del sector. A. Vista satelital del área de estudio, con vegetación densa. B. Cartografiado de peligros geológicos por movimientos en masa sobre el Modelo de elevación digital.



#### 4.1. Parte Alta de la Cuenca del río Delicias - Huaycayoc - Terevinto

En la parte alta del cerro Aputinya y alrededores se cartografió más de 70 deslizamientos y derrumbes antiguos y recientes. La activación de estos movimientos en masa en las montañas da lugar a flujos de detritos constantes en el cauce del río Delicias - Huaycayoc – Terevinto, hasta desembocar en el río Vilcanota (ver anexo – mapa 4 y figura 5).

#### 4.2. Parte media de la Cuenca del río Delicias - Huaycayoc - Terevinto

En la parte media de la cuenca, los rios y quebradas secundarias de la cuenca alta confluyen formando el río Delicias, quien a lo largo de su cauce muestra bolones de rocas metamórficas y sedimentarias subredondeadas a subangulosas en una matriz arenosa. Además de la activación de deslizamiento y derrumbes a ambos flancos, después del evento de febrero de 2021 (fotografía 11) (ver anexo – mapa 4 y figura 5)..

Aguas abajo, a la altura del puente Alcuzama, el cauce del río Delicias se convierte en el río Huacayoc, el flujo de detritos de febrero de 2021 afectó la bocatoma ubicada a unos metros del puente (fotografía 12), la misma que abastecía de agua potable a 15 personas de comunidades aledañas. El flujo llegó a alcanzar una altura de 7 a 8 m, afectando ligeramente los estribos del puente, más no alcanzando la plataforma del mismo. A finales de marzo del 2022 los pobladores se encontraban entubando, el sector afectado.



**Fotografía 11.** Derrumbes en el flanco izquierdo del río Huacayoc, destruyeron terrenos de cultivos.





**Fotografía 11.** Bocatoma Afectada a pocos metros del lado derecho del puente Alcuzama (puente donde el río Delicias se convierte en el río Huacayoc)

#### 4.3. Parte baja de la Cuenca del río Delicias - Huacayoc - Terevinto

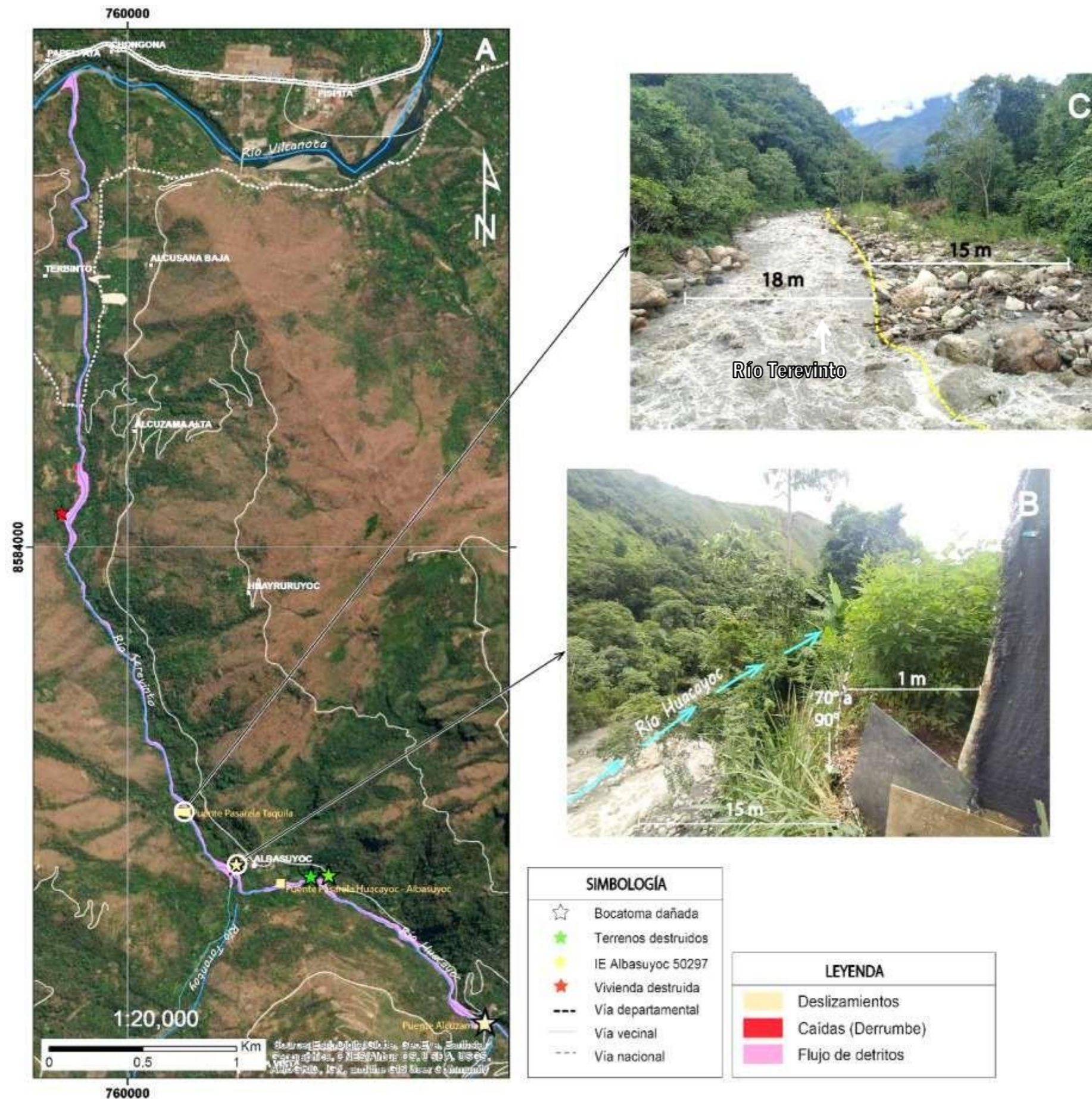
En la parte baja de la cuenca, continua el cauce del río Huacayoc (desde la parte media), donde se observa la existencia del puente Pasarela Huacayoc-Albasuyoc y Puente Pasarela Taquila (figura 6A), en este primero se inició las obras de descolmatación por tramos hasta la altura del centro poblado de Terevinto.

En este tramo, el flujo de detritos causó socavamiento y arrastre de material arcilloso y detritico de ambos flancos de su cauce. Los sectores mas representativos son: 260 m aguas arriba del puente Pasarela Huacayoc-Albasuyoc, donde 03 familias fueron perdieron 1 hectárea de plantaciones de cacao, galpones de pollo y chanco, y una vivienda se encuentra al límite del nuevo flanco derecho del río Huacayoc; Y la institución educativa Albasuyoc ubicada en el flanco derecho del río Huacayoc, donde el cauce del río socavó el pie del talud generando derrumbes del talud vertical (destruyendo entre 10 m a 15 m el ancho de terrenos en el límite del flanco derecho). Actualmente el cerco que delimita el área de la institución educativa se encuentra a sólo 1 m y sobre una pendiente de 70° a 90° de inclinación (figura 6B), por lo tanto los desprendimientos y derrumbes continúan.

Aguas abajo, los estribos del puente Pasarela Taquila, único acceso a las comunidades de Chaco Rosario y Buena vista donde habitan alrededor de 30 familias, fueron afectados por el flujo de detritos de enero de 2021. Es necesario realizar la limpieza y descolmatación de material detritico, así como el mantenimiento de los estribos del puente pasarela Taquila.

El puente pasarela Taquila marca el límite del río Huacayoc y el inicio del río Terevinto, desde este puente se observa la ampliación del cauce del río Terevinto de 18 m a 33 m, donde la acumulación de detritos se da en un ancho de 15 m del flanco derecho del cauce (figura 6C).





**Figura 6.** A. Peligros geológicos por movimientos en masa en la parte baja de la cuenca, B- Vista de material arcilloso y detrítico de 15 m de ancho en el flanco derecho del río Huacayoc, producto del derrumbe generado por socavamientos del río. Actualmente el cerco que delimita las extensiones de la IE Albusuyoc esta a solo 1 m del nuevo límite del flanco derecho del río, sobre unaladera con pendiente de 70° a 90°. C. La vista del río Terevinto desde el puente Pasarela Taquila, muestra la ampliación del ancho del cauce y acumulación de detritos en su flanco derecho.



En febrero de 2021, el flujo de detritos generó socavamiento y posteriores derrumbes en el flanco izquierdo del río Terevinto (figura 7A), El desprendimiento de grandes volúmenes de material arcilloso en el flanco izquierdo dejó expuesta una vivienda de concreto donde habitan 4 personas (figura 7A), ubicada a aproximadamente 42 m del límite de ladera antes de la ocurrencia del flujo de detritos.

Después del desprendimiento de todo este material detritico (42 m del ancho del cauce) se observa una ampliación del ancho del cauce del río Terevinto de 9 m a 61 m (figura 7B) .

En el mismo flanco izquierdo, 55 metros al NW de la vivienda se observó un canal de irrigación con problemas de ruptura y agrietamientos. Siguiendo por 160 y 220 m al NE (paralelo al cauce del río Terevinto) se identificó la activación de derrumbes en la tocha vecinal del caserío de Terevinto (figura 7C), quedestruyó tuberías de riego que abastece a 30 familias de los caserios de Terevinto y Piedra Blanca, construidas entre el 2007 y 2008 (figura 7C1 y 7C2),



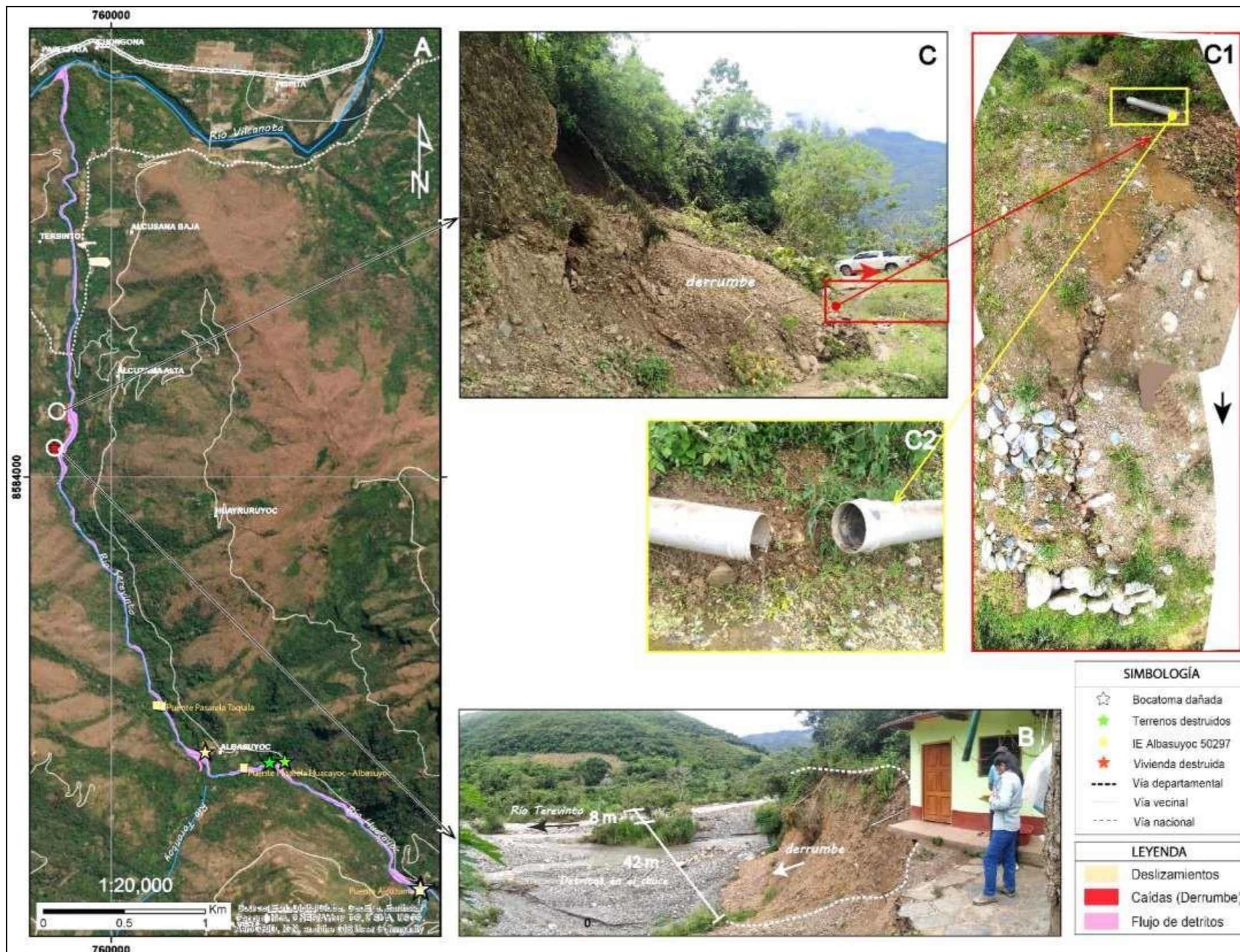


Figura 7. A. Cartografiado de peligros geológicos por movimientos en masa en la parte baja de la cuenca. B. Vivienda expuesta por el socavamiento y derrumbes del flanco izquierdo del río Terevinto. C. Derrumbes en la tocha vecinal del caserío de Terevinto, destruyeron tuberías de riego del 2007 – 2008



#### 4.4. Factores condicionantes y desencadenantes

##### 4.4.1. FACTORES CONDICIONANTES

- **LITOLÓGICO:** Las unidades geológicas que conforman el área de estudio son rocas intrusivas (Plutón Quilloc Mesapelada) y rocas meta-sedimentarias del Grupo San Jose, Formación Sandia y Formación Ananea, formadas principalmente por pizarras con niveles de areniscas, ligeramente meteorizadas y muy fracturadas. Cubriendo los afloramientos rocosos se cartografiaron también depósitos coluvio – deluviales y aluviales, acumulados en laderas empinadas ubicadas a ambos flancos de los ríos Delicias – Huacayoc y Terevinto, en quebradas y lechos de río, generados por intemperismo, gravedad, movimientos sísmicos, precipitaciones excepcionales y activación de movimientos en masa (deslizamiento, derrumbes y flujos de detrito).
- **GEOMORFOLOGÍA:** Las unidades geomorfológicas que conforman el área de estudio son montañas en rocas intrusivas en las quebradas que forman la nacient4e del río Delicias (parte alta), las montañas con roca intrusiva se ubica en desde la parte media a baja del cauce de los ríos Delicias – Huacayoc y Terevinto, quien a su vez da lugar a vertientes con depósito de deslizamiento y vertientes aluvio-torrenciales, ubicadas en las laderas empinadas quebradas y ríos a ambos flancos y en el cauce de los ríos Delicias – Huacayoc – Terevinto.
- **PENDIENTE:** A lo largo del valle de los ríos Delicias - Huacayoc - Terevinto se observan pendientes que varían de baja (1° a 5°) a abrupta (> 45°) inclinación, por el cauce del río Delicias – Huacayoc – Terevinto y las laderas ubicadas a ambos flancos del mismo respectivamente.

##### 4.4.2. FACTORES DESENCADENANTES

- **LLUVIAS INTENSAS Y PROLONGADAS:** En el área de estudio, se registran precipitaciones anuales entre 1200 mm a 3000 mm, dividido en 3 en climas lluvioso con invierno seco, lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año semiseco con abundante humedad todas las estaciones del año en la parte alta media y baja del recorrido de los ríos Delicias, Huacayoc - Terevinto.

## 5. CONCLUSIONES

- a) Geológicamente, en el área de estudio afloran rocas intrusivas del Plutón Quilloc Mesapelada y rocas meta-sedimentarias como pizarras y metareniscas del Grupo San José, Formación Sandía y Formación Ananea, que se encuentran ligeramente meteorizadas a muy fracturadas. Además, la presencia de unidades no consolidadas como depósitos coluvio – deluviales y aluviales, acumulados en laderas empinadas ubicadas a ambos flancos de los ríos Delicias – Huacayoc - Terevinto, en quebradas y lechos de río, generados por intemperismo, gravedad, movimientos sísmicos, precipitaciones excepcionales y activación de movimientos en masa (deslizamiento, derrumbes y flujos de detrito).
- b) Las unidades geomorfológicas que representan las áreas de estudio son geoformas de carácter tectónico degradacional, como montañas en roca intrusiva y meta-sedimentarias; y geoformas de carácter depositacional vertientes con depósito de deslizamiento y vertientes aluvio-torrenciales, dispuestas sobre pendientes que varían de baja (1° a 5°) a abrupta (> 45°) inclinación, por el cauce del río Delicias – Huacayoc – Terevinto y las laderas ubicadas a ambos flancos del mismo respectivamente.
- c) Ambos flancos del río Delicias – Huacayoc – Terevinto por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas que evidencian, se consideran dinámicamente **muy activas**, por lo tanto, las áreas de estudio tienen un nivel de **peligro muy alto** en temporada de lluvias intensas y prolongadas. Los peligros geológicos reconocidos, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento, derrumbes y flujo de detritos.
- d) Del 08 al 16 de febrero de 2021 (época de lluvia), la activación de deslizamientos y derrumbes en quebradas que disectan el cerro de Aputinya y sus alrededores, dio lugar a un flujo de detritos (huayco) que se extendió por más de 12 km sobre el cauce de los ríos Delicias - Huacayoc - Terevinto hasta desembocar en el río Vilcanota. Este evento causó la activación de nuevos derrumbes y deslizamientos, debido a los procesos de erosión y socavamiento a ambos flancos de los ríos, ensanchamiento del cauce. Siendo la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto **dinámicamente muy activa** a la ocurrencia de caídas (derrumbes), deslizamientos y flujo de detritos.
- e) .Los peligros geológicos por movimientos en masa de la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto, afectaron la bocatoma y puente Alcuzama en la parte alta de la cuenca, destruyeron una hectárea de plantaciones de cacao, galpones de pollo y chanco de tres familias, la I.E. Albasuyoc 50297, estribos del puente Pasarela Taquila en el flanco derecho del río Terevinto \_ parte baja de la cuenca, una vivienda, tramos del canal de irrigación / tuberías de riego, y más terrenos de cultivos en el flanco izquierdo del río Terevinto \_ parte baja de la cuenca. Considerandose una cuenca **altamente susceptible** a sufrir daños frente a la activación y/o reactivación de peligros geológicos.



## RECOMENDACIONES


- A) Realizar un estudio de delimitación de fajas marginales a ambos flancos del río Delicias – Huacayoc - Terevinto.
- B) Prohibir la construcción de nuevas viviendas en las laderas ubicadas en el límite de ambos flancos del río Delicias – Huacayoc – Terevinto, respetando límite establecido.
- C) Prohibir el estrechamiento o uso de cauce del río Delicias – Huacayoc – Terevinto como terreno de cultivo.

### Parte Media de la cuenca del río Delicias – Huacayoc - Terevinto.

- D) Culminar el proceso de entubado, limpieza de detritos y mantenimiento de la Bocatoma cerca del puente Alcuzama, para asegurar el funcionamiento del mismo.
- E) Realizar la limpieza de detritos y mantenimiento de estribos del puente Alcuzama.

### Parte baja de la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto.

- F) Desocupar las viviendas ubicadas cerca al nuevo límite de laderas y ambos flancos del cauce del río Delicias – Huacayoc - Terevinto.
- G) Colocar defensas rivereñas al pie del talud de la I.E. Albasuyoc 50297
- H) Realizar la limpieza de detritos y mantenimiento de los estribos del puente Pasarela Taquila.
- I) Reemplazar las tuberías destruidas en las extensiones del caserío de Terevinto, flanco izquierdo del río Terevinto.
- J) Realizar la limpieza permanente del cauce del río Delicias – Huacayoc – Terevinto.
- K) Reubicar los habitantes de la vivienda expuesta – destruida, perteneciente al C.P. Terevinto. Prohibir que la misma siga siendo habitada.

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

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

## 6. BIBLIOGRAFÍA

*Carlotto V., Cardenas J., Romero D., Valdivia W. & Tintaya D. 1999. Geología - Cuadrangulo de Quillabamba (26q) y Machupicchu (27q). INGEMMET*

*Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2007. Plataforma Sistema de Información Geográfica para emprendedores (SIGE).*

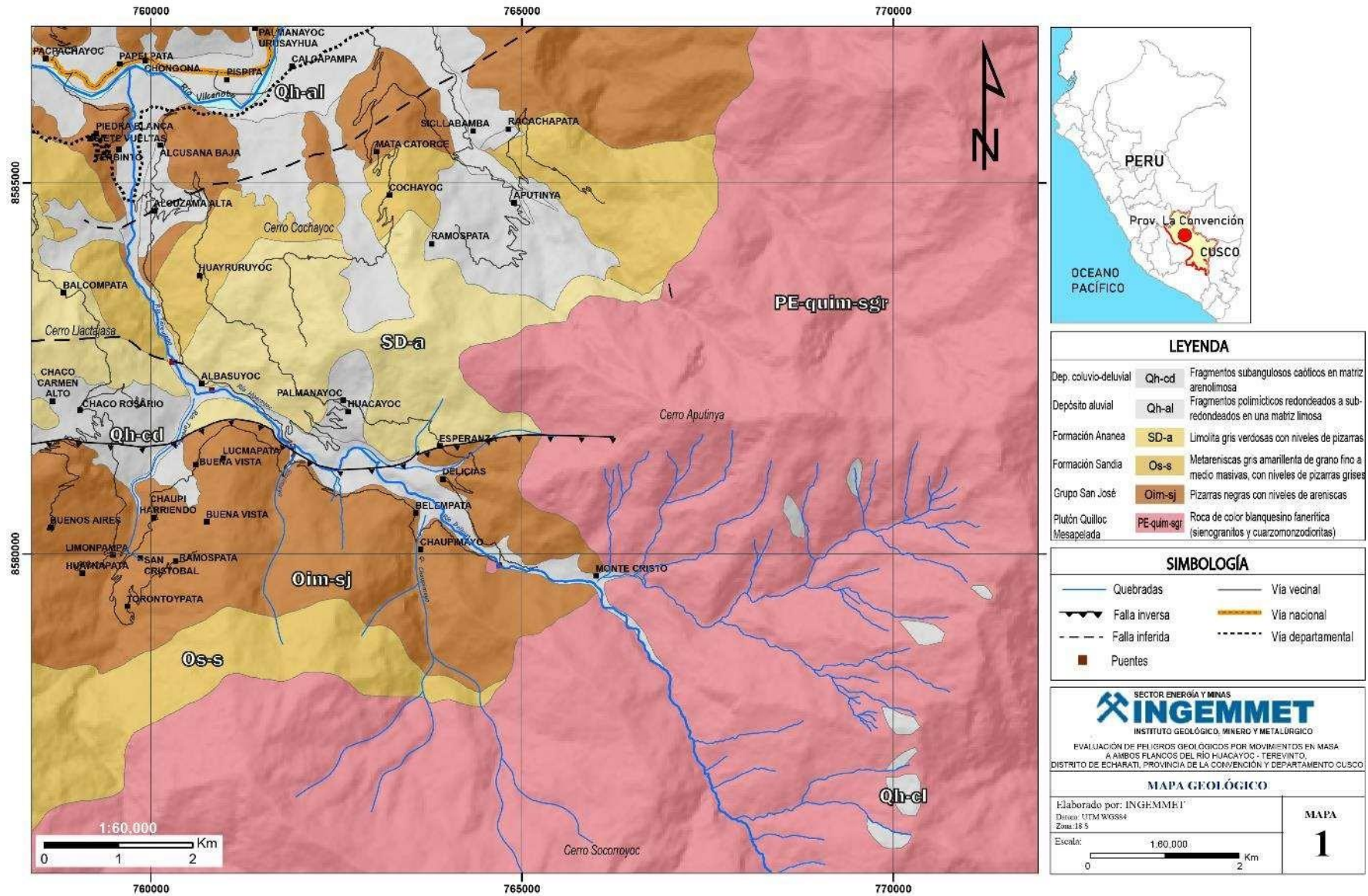
*Proyecto Multinacional Andino: GCA, 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas. Servicio Nacional De Geología Y Minería. Publicación Geológica Multinacional No. 4.*

*Ramos W & Minaya I. 2021. Geología del cuadrángulo de Quillabamba (hojas 26q1, 26q2, 26q3, 26q4). Boletín L 8. INGEMMET*

*SENAMHI, 2020. Climas del Perú. Mapa de Clasificación Climática Nacional. Resumen Ejecutivo. 7 p.*

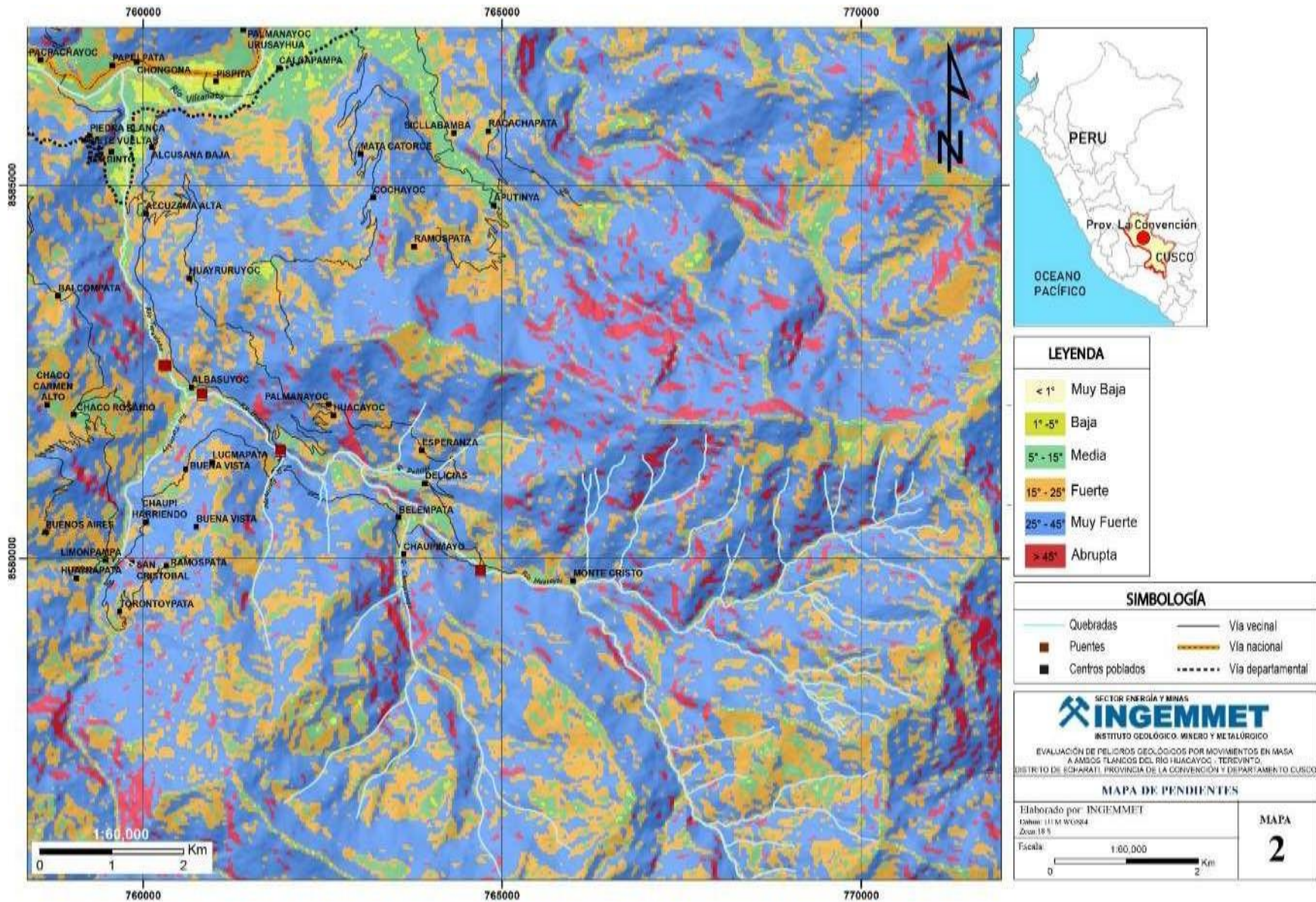
*Vilchez M., Sosa N.,Pari W., Peña F. (2020). Peligro Geológico en la región de Cusco. Boletín N° 74. Serie C. INGEMMET.*





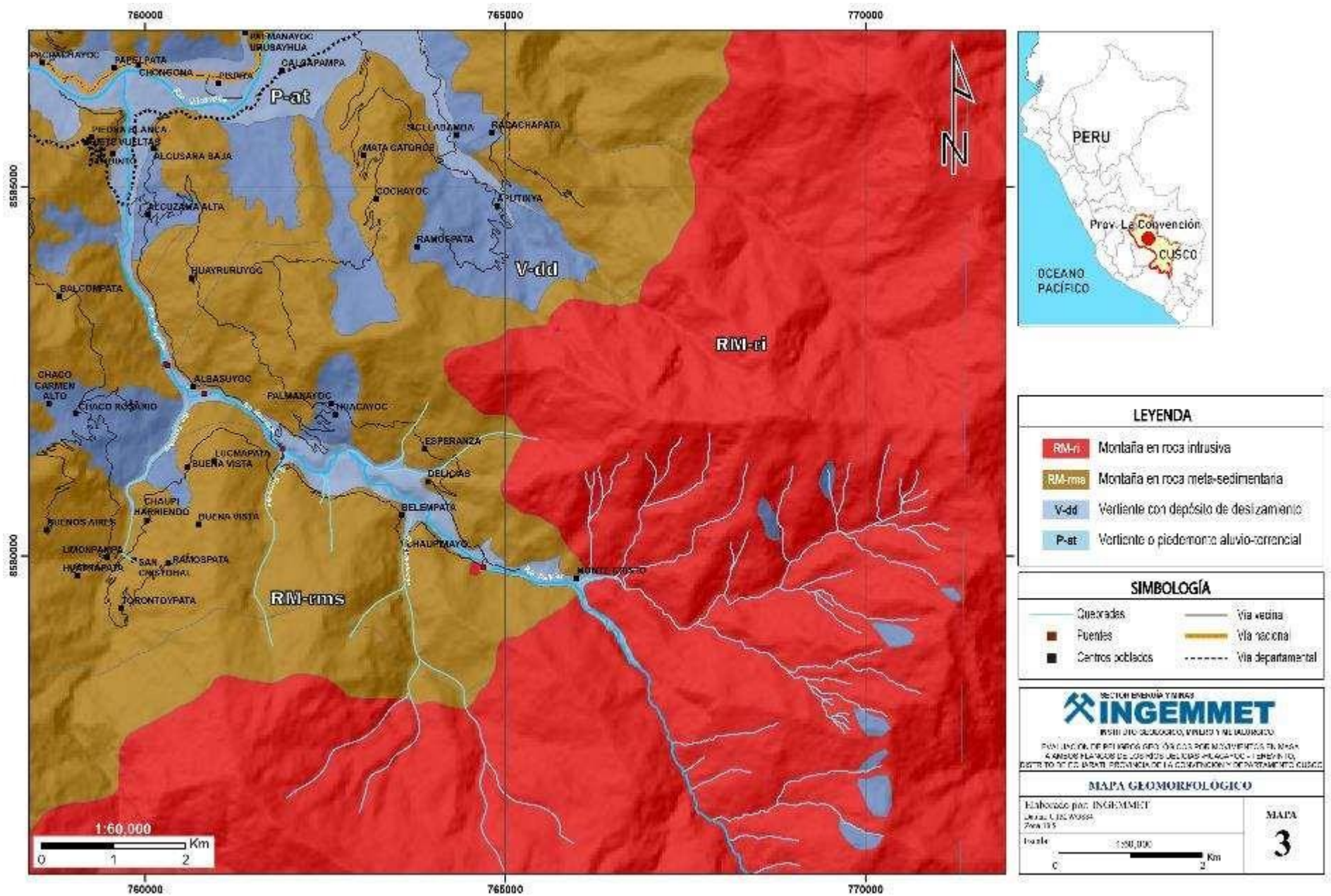
Mapa 1. Mapa geológico. Fuente: Ramos W. & Minaya I. 2021. INGEMMET 1 : 50,000





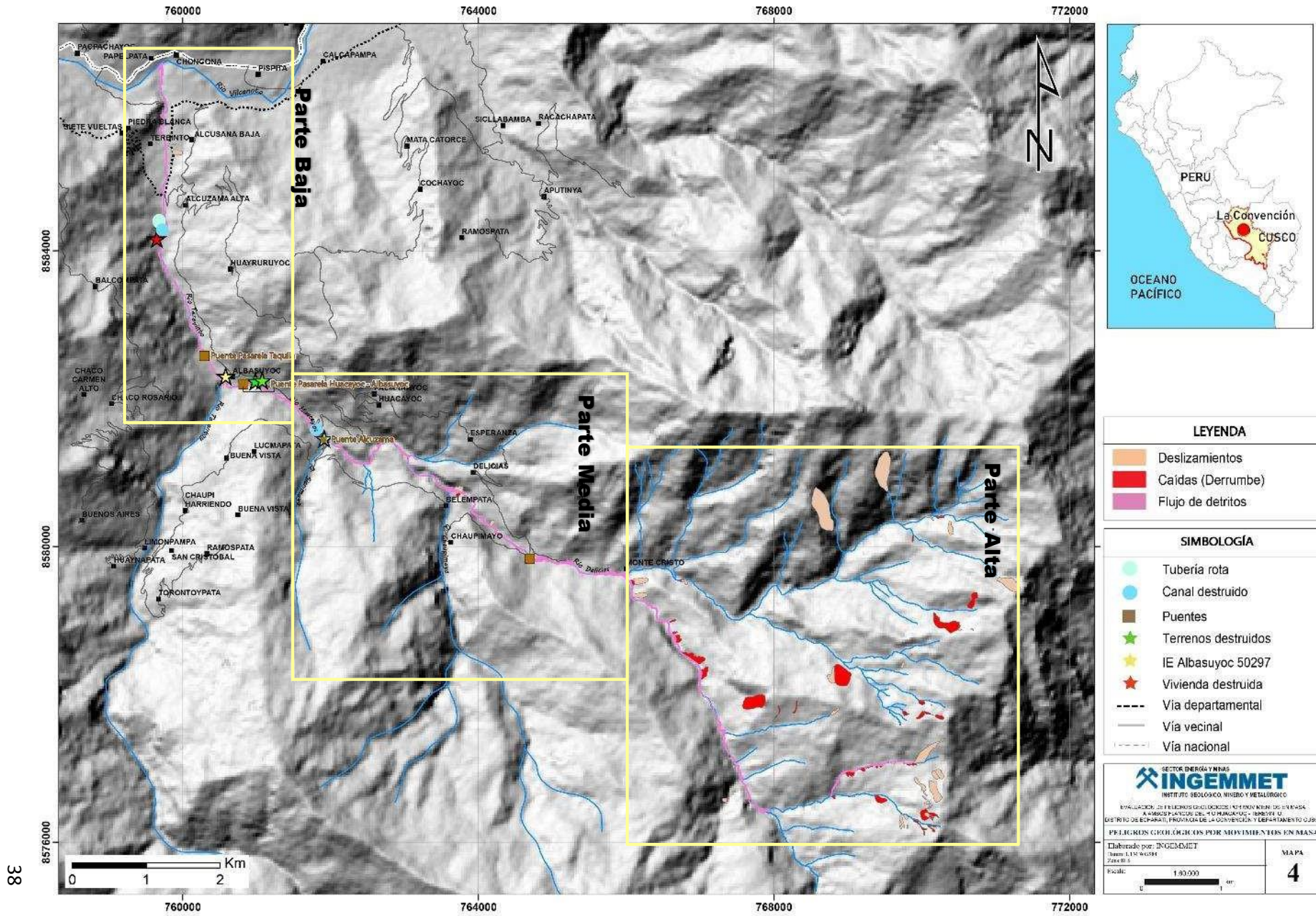
Mapa 2. Mapa de pendientes. Fuente DEM: Alaska satellite facility





Mapa 3. Mapa geomorfológico en el área de estudio. Fuente: Vilchez et al., 2020





Mapa 4. Peligros geológicos en la cuenca del río Delicias – Huacayoc - Terevinto.