

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7322

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN LOS SECTORES DE ICHIQIATO BAJO, CORIBENI, TALANCATO Y PALMA REAL

Departamento Cusco
Provincia La Convención
Distrito Echarati



NOVIEMBRE
2022

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN LOS SECTORES DE ICHIQIATO BAJO, CORIBENI, TALANCATO Y PALMA REAL

(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 Huamán

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). *Evaluación de peligros geológicos y geohidrológicos en los sectores de Ichiquiato Bajo, Coribeni, Talancato y Palma Real*. Distrito Echarati, provincia La Convención, departamento Cusco. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7322, 51 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	7
1.2.3. ACCESIBILIDAD	10
1.2.4. CLIMA	10
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	13
2.1. Unidades litoestratigráficas	13
2.1.1. FORMACIÓN ANANEA (SD-a)	13
2.1.2. GRUPO MITU (PET-m)	15
2.1.3. GRUPO TARMA – COPACABANA (CpPEc-t,c)	15
2.1.4. GRUPO CABANILLAS (D-c)	16
2.1.5. DEPÓSITOS SUPERFICIALES NO CONSOLIDADOS	16
- DEPÓSITOS COLUVIO - DELUVIALES (Q-cd)	16
- DEPÓSITOS PROLUVIALES (Q-pl)	16
- DEPOSITOS ALUVIALES (Q-al)	18
- DEPÓSITOS FLUVIALES (Q-fl)	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
25	
4. PELIGROS GEOLÓGICOS	26
4.1. Caracterización del Peligros por Movimientos en Masa	26
4.1.1. Río Coribeni: Sectores de Ichiquiato Bajo y Coribeni	26
4.1.2. Caserio Talancato	33
OBRAS DE REHABILITACION REALIZADAS EN EL CASERIO TALANCATO	35
4.1.3. Centro Poblado de Palma Real	38
4.2. Factores condicionantes y desencadenantes	41
4.2.1. FACTORES CONDICIONANTES	41
4.2.2. FACTORES DESENCADENANTES	41
5. CONCLUSIONES	42
6. BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	46
48	

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa y peligros geohidrológicos en los sectores de Ichiquiato Bajo, Coribeni, Caserío Talancato y Palma Real, distrito de Echarati, provincia de La Convención y región Cusco. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

En el área afloran rocas intrusivas del Plutón Quilloc Mesapelada y meta-sedimentarias como pizarras y metareniscas del Grupo San José, Formación Sandia 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.

Se visualizan geoformas de carácter tectónico degradacional, como montañas en roca sedimentarias; y depositacional como vertientes con depósito de deslizamiento, vertientes coluvio-deluvial, piedemonte proluvial o aluvio-torrenciales y vertientes aluviales, dispuestas sobre pendientes que varían entre baja a abrupta (1° a $> 45^\circ$) en todos los sectores de estudio. En el sector de Ichiquiato Bajo y caserío de Talancato se tienen pendientes de fuerte a muy fuerte (15° a 45°) y en el centro poblado de Palma Real de baja a media (1° a 15°).

Los peligros geológicos reconocidos en el sector de Ichiquiato Bajo y Coribeni son peligros geológicos por movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes y flujo de detritos. En el sector Talancato, peligros geológicos por movimientos en masa de tipo flujo de detritos y peligro geohidrológico por inundación fluvial. Y en el sector Palma Real se tiene peligros geohidrológicos por erosión e inundación fluvial.

El sector de Ichiquiato Bajo, Talancato y Palma Real 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** (Ichiquiato Bajo), **alto** (Talancato y Palma Real) respectivamente, en temporada de lluvias intensas y prolongadas.

El presente informe se pone a disposición de las autoridades, a fin de que las conclusiones y recomendaciones sirvan como instrumento, para contribuir en los planes de reducción de riesgo de desastre.

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 OFICIO N°218-2022-A-MDE-LC, OFICIO N°0215-2022-A-MDE-LC y OFICIO N°300-2022-A-MDE-LC es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa y peligros geohidrológicos, en los sectores de Ichiquiato Bajo, Coribeni, Caserío Talancato y C.P. Palma Real.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a la ingeniera Gael Araujo y David Prudencio, realizar una evaluación técnica de peligros geológicos por movimientos en masa en los sectores de Ichiquiato Bajo, Talancato y Palma Real, llevada a cabo el 04 de julio 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 el sector Ichiquiato Bajo, caserío de Talancato y centro poblado de Palma Real.
- 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) El boletín N°74, serie C: Peligros Geológicos en la región Cusco (Vílchez et al., 2020) con el mapa de susceptibilidad regional a escala 1:250 000 y mapa de susceptibilidad a inundaciones a escala 1: 500 000. Además del mapa de inundación fluvial en el Peru que el INGEMMET publicó el 2018 a escala 1:1 000 000; es información de referencia que sumada a la evaluación técnica de campo, permitió corroborar y zonificar las áreas de estudio. Donde el sector de:

- B) Ichiquiato Bajo presenta niveles de susceptibilidad medio a muy alto a la ocurrencia de movimientos en masa (figura y cuadro 1), debido a la presencia de montañas y taludes de pendiente fuerte a muy fuerte (20° a >45°), que dan lugar a deslizamientos y derrumbes en temporada de lluvia intensa y prolongada.
- C) El caserío de Talancato y Palma Real presenta una susceptibilidad media a la ocurrencia de movimientos en masa (figura y cuadro 1), de tipo flujo de detritos a lo largo del río Talancato y Palma Real. Sin embargo estos sectores al mismo tiempo presentan niveles de susceptibilidad de media a muy alta a la ocurrencia de inundaciones (figura 1 y cuadro 2), por el río Urubamba, que afectaría terrenos cultivos y urbanos.

Cuadro 1. Niveles de Susceptibilidad por movimientos en masa en el sector de Ichiquiato Bajo, caserío de Talancato y centro poblado de Palma Real. Fuente: Modificado de Vílchez et al. 2020

GRADO	CARACTERÍSTICAS DE LOS TERRENOS	RECOMENDACIONES
MEDIA	Aquí algunas condiciones pueden favorecer la ocurrencia de movimientos en masa. Estas áreas presentan pendientes medias a fuertes (5° a 25°). Así se tienen depósitos superficiales no consolidados de origen proluviales debido a la ocurrencia de flujo de detritos sobre las quebradas de Eyevacuare, Talancato y Palma Real en el sector de Ichiquiato Bajo, caserío de Talancato y centro poblado de Palma Real. Los depósitos no consolidados en el sector de Ichiquiato cubren afloramientos de rocas sedimentarias y metamórficas fracturadas en la margen izquierda del río Coribeni, sector de Ichiquiato Bajo.	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. En el sector de Ichiquiato Bajo Prohibir la construcción de viviendas.
ALTA	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 esta disectada por quebradas sobre una pendiente de fuerte (15° a 25°) a muy fuerte (25° a 45°0 inclinación), que condiciona la ocurrencia de movimientos en masa de tipo derrumbes y deslizamientos que pueden generar flujo de detritos	La ocurrencia de flujos de detrito en las quebradas Eyevacure, Talancato y palma Real es constante en temporada de lluvia intensa y prolongada, por lo tanto, Se debe restringir el desarrollo de infraestructura urbana y de instalaciones o esta debe de ser muy bien planificada y contar con sus respectivos estudios de zonificación por peligros,
MUY ALTA	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 afloramientos de rocas metamórficas y sedimentarias de la formación Ananea, Grupo Tarma – Copacabana y Cabanillas. 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.

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Cuadro 2. Niveles de Susceptibilidad a inundaciones en el sector de Talancato y centro poblado de Palma Real. Fuente: Vílchez et al. 2020

GRADO	CARACTERÍSTICAS DE LOS TERRENOS	RECOMENDACIONES
MEDIA	Inundaciones afectan terrazas medias y altas localizadas a ambas márgenes del río Urubamba, también resultan susceptibles a estos los abanicos aluviales y vertientes coluvio-deluviales, que presentan canales de drenaje en su depósito.	Se debe restringir el desarrollo de infraestructura urbana y de instalaciones o esta debe de ser muy bien planificada y contar con sus respectivos estudios de zonificación por peligros.
ALTA	Río Vilcanota o Urubamba: Se tiene zonas muy propensas a inundación a lo largo de todo su valle, que afecta las llanuras inundables, terrazas bajas y medias: así como bofedales cercanos al río por el levantamiento del nivel fretáico.	Se recomienda prohibir el desarrollo de toda infraestructura de cualquier tipo (carreteras, puente, presas, hidroeléctricas) o habitación urbana.

- A) 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 unidades geológicas y depósitos superficiales no consolidados característicos de las zonas evaluadas.

1.2. Aspectos generales

1.2.1. UBICACIÓN

Políticamente, los caseríos de Ichiquiato Bajo y Talancato; y centro poblado de Palma Real pertenecen al distrito de Echarati, provincia de La Convención, departamento del Cusco, y sus áreas de influencia están ubicadas en las coordenadas UTM WGS84 y geográficas mostradas en el cuadro 3.

El sector de Ichiquiato se encuentra en la margen derecha del río Coribeni, quien se enlaza al río Ichiquiato para confluir en el río Urubamba.

El caserío de Talancato es separado por el río Talancato, quien confluye con el río Urubamba, después de extenderse por 500 m. Mientras que el centro poblado de Palma Real se encuentra en la margen derecha del Urubamba

Cuadro 3. Coordenadas UTM y geográficas del área de estudio

<i>Lugar</i>	<i>UTM - WGS84 - Zona 18L</i>		<i>Geográficas</i>	
	<i>Este</i>	<i>Norte</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>
Sector Ichiquiato Bajo	740605	8599281	-12.661°	-72.784
Caserío Talancato	744219	8605664	-12.603°	-72.751°
C.P. Palma Real	750763	8603314	-12.624°	-72.691°

1.2.2. POBLACIÓN

Según las cifras oficiales del XII Censo Nacional de Población y Vivienda (INEI 2017). La población del caserío de Ichiquiato Bajo y Talancato tenía 100 y 60 habitantes. Mientras que en el C.P. Palma Real 1800 pobladores.

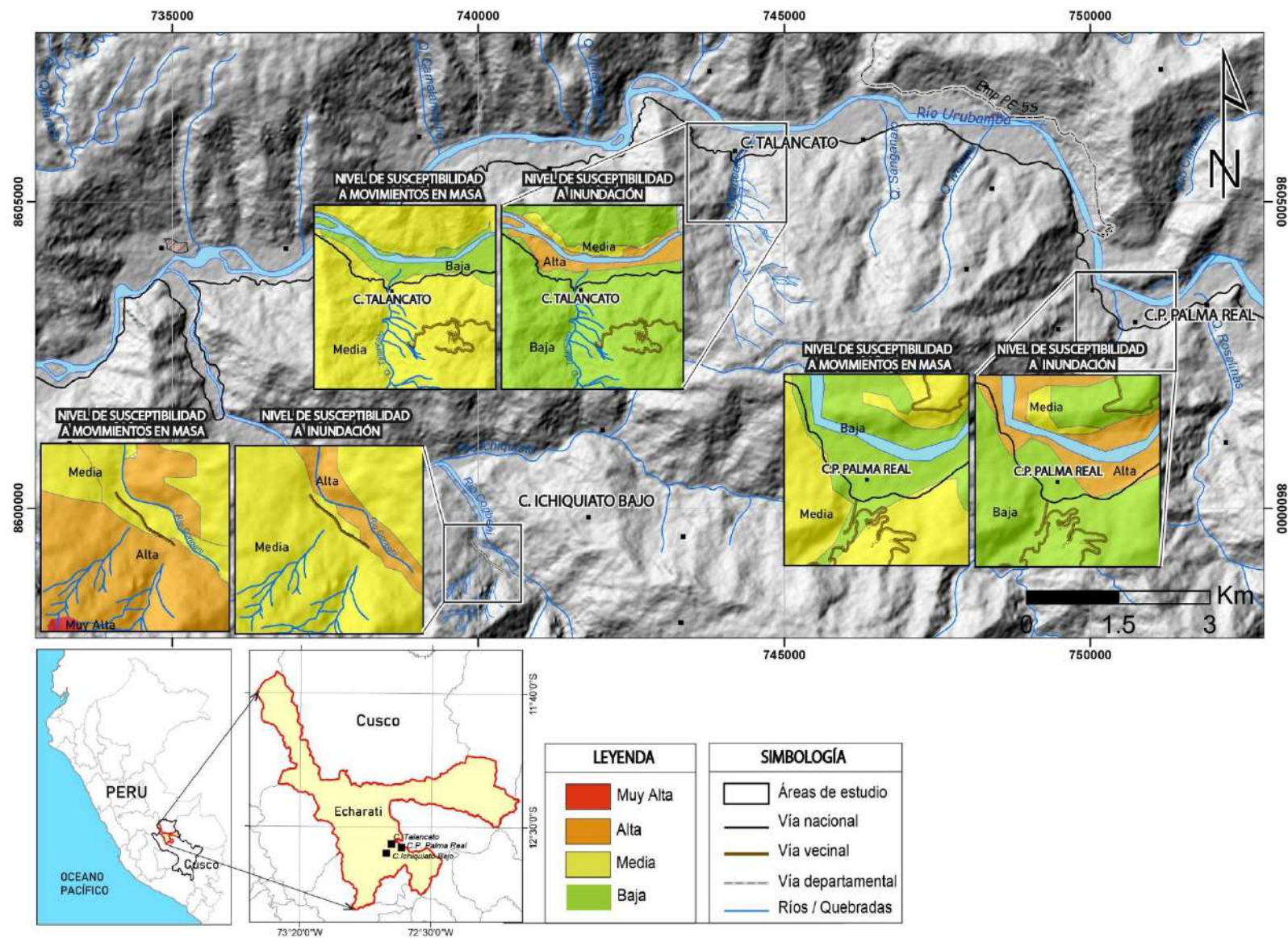


Figura 1. Niveles de susceptibilidad a movimientos en masa e inundación en el sector de Ichiquiato Bajo, caserío de Talancato y centro poblado de Palma Real. Fuente: Modificado de Vilchez et al., 2020 e INGGEMMET, 2018

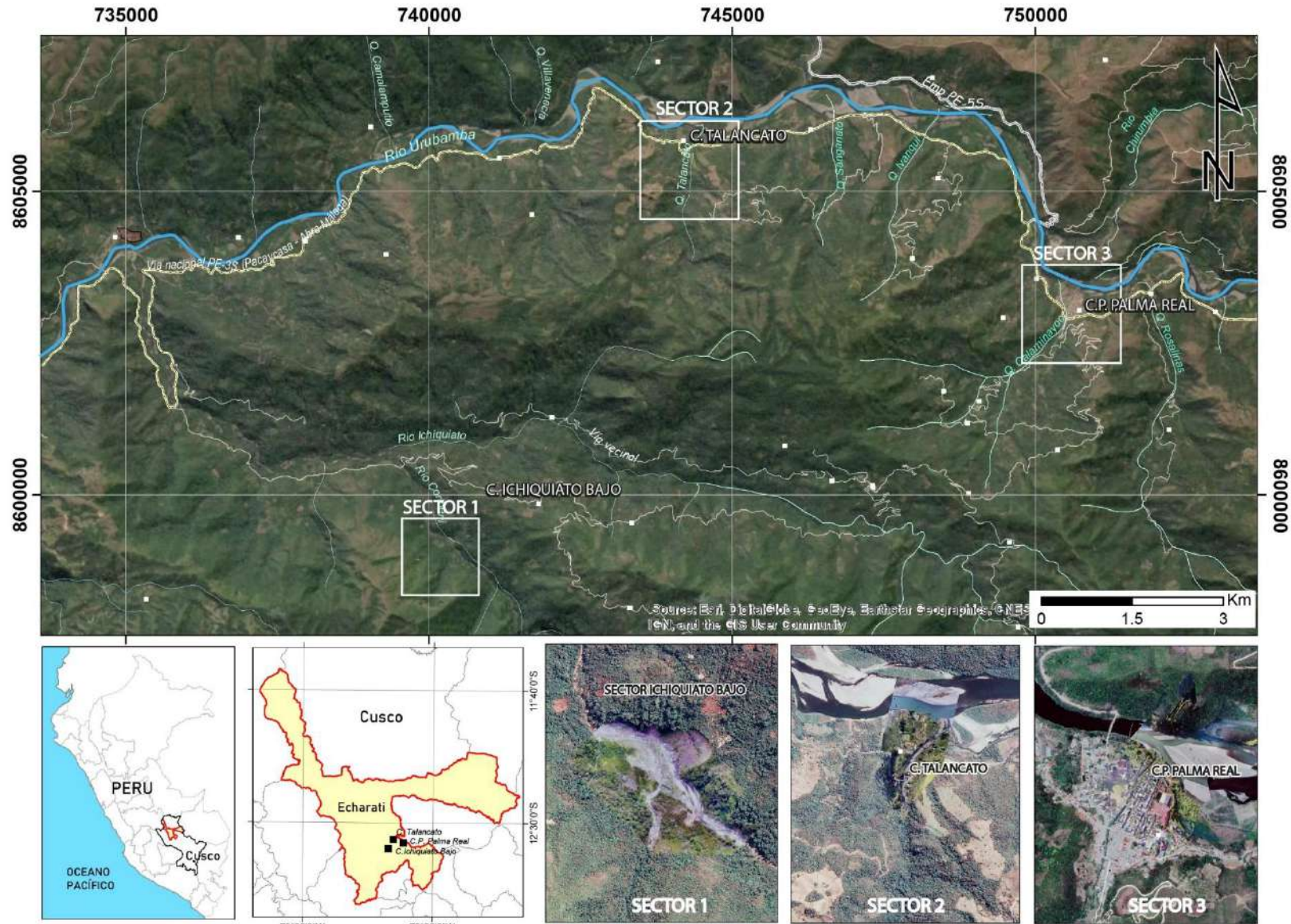


Figura 2. Ubicación de los 3 sectores evaluados respecto al río Urubamba: Sector 1- Ichiquito Bajo, sector 2 – caserío Talancato y sector 3 – C.P. Palma Real.

1.2.3. ACCESIBILIDAD

Partiendo de la ciudad del Cusco, en dirección al oeste se continua por las carreteras nacionales CU-110 (ruta Cusco a Pachar) y 28B (ruta Pacchar a Echarati).

Continuando por la carretera 28 B se llega al C.P.

El tiempo total de viaje de la ciudad del Cusco a las zonas de evaluación es de 6 horas con 26 min (cuadro 4).

<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 – Centro poblado Palma Real	Carretera Echarati Carretera naciona 28B	43.1	57 min
Centro poblado de Palma Real – caserío Talancato	Carretera Nacional 28S	10.2	14 min
Caserio Talancato a Sector Ichiquiato Bajo	Carretera Nacional 28S Trocha carrozable	17	30 min

Cuadro 4. Rutas de acceso al área de inspección

1.2.4. CLIMA

- Temperaturas y precipitaciones

Según el Mapa climático Nacional del SENAMHI (2020), los caserios de Ichiquiato Bajo y Talancato tienen un clima lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado. En el invierno, los friajes afectan indirectamente a esta región principalmente con precipitaciones, las cuales pueden llegar a ser intensas. Esta región presenta durante el año, en promedio temperaturas máximas de 21°C a 25°C y temperaturas mínimas de 7°C a 11°C. Los acumulados anuales de lluvias en estas zonas pueden alcanzar valores desde los 700 mm hasta los 2000 mm.

Mientras que en el C.P. Palma Real el clima es semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado. Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 25°C a 29°C de y temperaturas mínimas de 11°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).

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

PELIGROS GEOLÓGICOS	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.
MOVIMIENTOS EN MASA	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.
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.
DESLIZAMIENTOS	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).
CAÍDA	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.
FLUJOS	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).

- Flujos de detrito (huayco): Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado 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.

INUNDACIÓN

La inundación fluvial se define como el terreno aledaño al cauce de un río, que es cubierto por las aguas después de una creciente. Las causas principales de las inundaciones son las precipitaciones intensas, las terrazas bajas, la dinámica fluvial y, en algunos casos, la deforestación.

**EROSIÓN
FLUVIAL**

Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos al socavar los valles, profundizarlos, ensancharlos y alargarlos. Ocurre cuando periodos con abundantes o prolongadas precipitaciones pluviales, en las vertientes o quebradas, aumentan el caudal de los ríos principales o secundarios que drenan una cuenca.

**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 26-q-I, 26-q-II, 26-q-III, 26-q-IV), boletín N°8, serie L (Ramos W. & Minaya I. 2021), geología del cuadrángulo de Quillabamba (26q) y Machupicchu (27q), (Carlotto V, et al. de los caseríos de Ichiquiato Bajo, Talancato y C.P. Palma Real, donde 1999), y el mapa regional a escala 1:50 000 de la hoja 26-q-I y 26-q-IV, describen las unidades litoestratigráficas, afloran rocas sedimentarias y metamórficas Paleozoicas de la Formación Ananea, los grupos Mitu, Cabanillas y Tarma - Copacabana, así como depósitos superficiales no consolidados de origen proluvial, coluvio-deluvial, aluvial y fluvial (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. FORMACIÓN ANANEA (SD-a)

Esta unidad aflora extensamente en las montañas del caserío de Talancato, centro poblado de Palma Real, y margen derecha del río Coribeni - caserío de Ichiquiato Bajo. Se encuentra en contacto directo con afloramientos del Grupo Cabanillas.

Litológicamente consiste en limolitas gris verdosas, las cuales presentan esquistosidad tipo lápiz, con niveles de pizarras gris verdosas, compactas con textura foliada, tabulares (fotografía 1). También se observan algunos niveles delgados de areniscas grises y pardas de grano fino y medio mal seleccionadas; en diferentes zonas en las que aflora la unidad se las observa cortados por diques y sills gris verdosos afaníticos (Ramos W. & Minaya I. 2021).

Generalmente sus afloramientos están cubiertos por depósitos no consolidados producto de la activación de movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes y flujos de detrito (Fotografía 2) (Anexo 1 – Mapa 1).



Fotografía 1. Afloramientos de la Formación Ananea en ruta al caserío de Ichiqúato Bajo, margen derecha del río Coribeni, coordenadas UTM X: -72.794 Y: -12.650.



Fotografía 2. Vista frontal de depósitos superficiales no consolidados, cubren pizarras de la Formación Ananea, en el flanco derecho del río Coribeni.

2.1.2. GRUPO MITU (PET-m)

El Grupo Mitu aflora en la localidad de Simbeni, al sur de Ichiquiato Bajo (Parte alta de la quebrada Eyevacuare) (fotografía 3). Consiste en andesitas de color gris oscuro con tonalidad parduzca, medianamente fracturada y roca fresca. Presenta textura porfirítica y está compuesta por fenocristales de plagioclasas I y moldes de cristales de ferromagnesianos inmersos en una matriz compuesta por plagioclasas II, ferromagnesianos oxidados y minerales opacos. La intensidad de alteración es moderada (Ramos W. & Minaya I. 2021).

Al sur de Ichiquiato Bajo y Simbeni se pueden encontrar delgadas secuencias de subarcosas de color gris rojizo, grano soportada, compuesta por granos detríticos angulosos y subangulosos, mal seleccionados y de baja esfericidad (Ramos W. & Minaya I. 2021).

El Grupo Mitu sobreyace en aparente discordancia erosiva con el Grupo Tarma-Copacabana

2.1.3. GRUPO TARMA – COPACABANA (CpPEc-t,c)

Los afloramientos de los grupos Tarma-Copacabana se observan al sur de las localidades de Ichiquiato Bajo, Ichiquiato Alto (fotografía 3). Sus afloramientos se encuentran cubiertos, pero en las zonas donde se las ha podido identificar presentan secuencias detríticas y carbonatadas. Las secuencias detríticas consisten en areniscas pardas y blanquecinas de grano medio, intercalado con capas centimétricas (5 cm-10 cm) de limolitas arenosas gris verdosas, las limolitas tienen bajo contenido de micas (Ramos W. & Minaya I. 2021). Estos afloramientos se encuentran medianamente fracturados y ligeramente meteorizados.

El Grupo Tarma - Copacabana sobreyace concordante al Grupo Cabanillas e infrayace en aparente discordancia erosiva con el Grupo Mitu (Ramos W. & Minaya I. 2021).



Fotografía 3. Vista de afloramientos del Grupo Mitu y Tarma – Copacabana en el cerro Coribeni, montañas del flanco izquierdo del río Coribeni, frente al caserío Ichiquiato Bajo.

2.1.4. GRUPO CABANILLAS (D-c)

Esta unidad presenta sus afloramientos en el caserío de Ichiquiato Bajo y a ambos márgenes del río Coribeni (anexo 1 – mapa 1).

La base está compuesta por una predominancia de areniscas pardas de grano fino a medio, algunos niveles presentan una matriz limosa; son intercalados con limolitas y pizarras micáceas de brillo sedoso, muy fracturado y ligeramente meteorizado; ocasionalmente son cortadas por diques y sills de composición andesítica (Ramos W. & Minaya I. 2021).

2.1.5. DEPÓSITOS SUPERFICIALES NO CONSOLIDADOS

Esta unidad está compuesta por materiales poco o nada coherentes, de extensión y grosor variables, de naturaleza litológica heterogénea, heterométricas, depositados desde el Pleistoceno al Cuaternario reciente, y agrupados en función de su génesis

- DEPÓSITOS COLUVIO - DELUVIALES (Q-cd)

Estos depósitos se ubican a ambos flancos del río Coribeni formados por materiales movilizados por movimientos en masa tipo deslizamientos (fotografía 4 y 5). Conformados por bloques rocosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, acumulados al pie de taludes escarpados.

A ambos flancos del río Coribeni, los depósitos coluvio-deluviales expuestos por deslizamientos están compuestos por bolones en 3%, cantos en 47% y matriz limo – arcillosa en 50%

Forman piedemontes cuando hay varios depósitos ubicados consecutivamente. Los bloques angulosos más gruesos se depositan en la base y los bloques menores disminuyen gradualmente hacia el ápice. Carecen de relleno, aunque puede encontrarse material fino de arena y limo entre los clastos. Son sueltos, sin cohesión y conforman taludes de reposo poco estables (Vilchez M. et al., 2020).

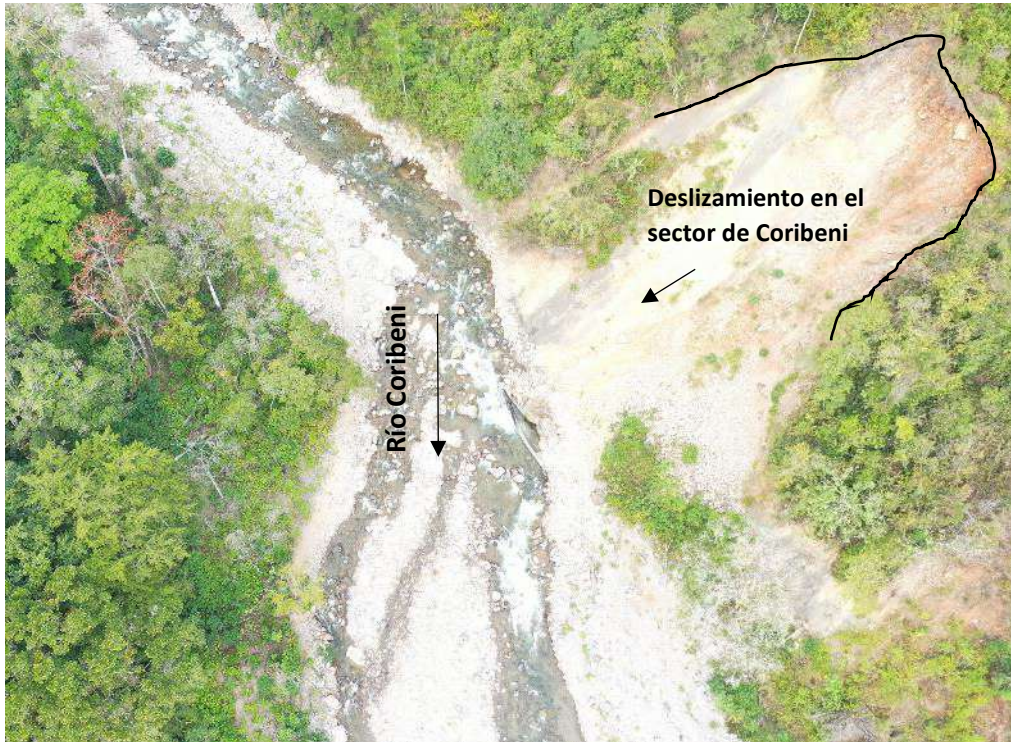
Los principales agentes formadores de estos depósitos son la meteorización, gravedad, movimientos sísmicos, movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes / caída de rocas o suelo, avalanchas y movimientos complejos, etc.).

- DEPÓSITOS PROLUVIALES (Q-pl)

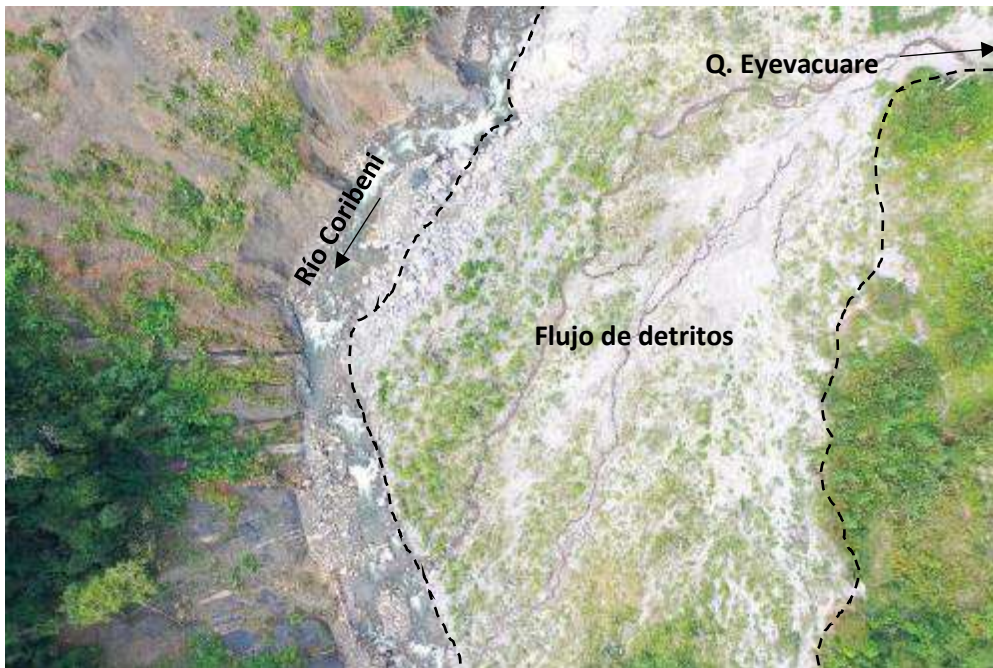
Conforman conos y abanicos de diferentes dimensiones en función a su dinámica y capacidad de transporte de ríos y quebradas. Son mal clasificados. Presentan fragmentos rocosos heterométricos (cantos 60(%), bolones 10(%), gravas 20(%) y matriz arenosa del 10 (%), con relleno fino arenoso-arcilloso depositado en el fondo de valles tributarios y conos deyectivos en la confluencia con el río. Puede presentar cierta estratificación, que representa la ocurrencia de varios flujos de detritos a través del tiempo.

Los materiales que conforman estas capas pueden ser gruesos y finos, dependiendo de la intensidad de la precipitación pluvial que los originó y la disposición de material suelto en la cuenca donde se originan (Vilchez et al., 2020). Se observa la presencia

de depósitos proluviales en la quebrada Eyevacuare y Talancato, debido a la ocurrencia de flujo de detritos en temporada de lluvia (fotografía 5). Según su disposición geomorfológica, el C,P, Palma Real se asienta sobre un depósito proluvial antiguo (fotografía 7 y 8)



Fotografía 4. Vista aérea de depósitos coluviales, por la ocurrencia de deslizamiento en la margen izquierda del río Coribeni



Fotografía 5. Vista aérea de depósitos proluviales, por la ocurrencia de flujo de detritos en la quebrada Eyevacuare.

- DEPOSITOS ALUVIALES (Q-al)

Está conformado por llanuras aluviales antiguas y/o niveles de terrazas adyacentes al valle principal del río Urubamba. Está compuesto por una mezcla de fragmentos heterométricos y heterogéneos (gravas 30 %, en matriz limo-arenosa de 70%), redondeados a subredondeados, transportados por la corriente de los ríos a grandes distancias. Además, conforman terrazas y abanicos aluviales extensos. Tienen regular a buena selección y se presentan estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial (Vilchez M., 2020) (fotografía 6 y 7).

- DEPÓSITOS FLUVIALES (Q-fl)

Son depósitos heterométricos constituidos por bolones (3%) y cantos (40%) subredondeadas en matriz arenosa o limosa (50%), mezcla de lentes arenosos y arenolimosos. Son transportados por la corriente de los ríos a grandes distancias en el fondo de los valles y depositados en forma de terrazas o playas en el cauce del río Urubamba (fotografía 6 y 7).



Fotografía 6. Vista aérea de depósitos aluviales y fluviales en el sector de Talancato



Fotografía 7. Vista aérea de depósitos proluviales, aluviales y fluviales en el centro poblado de Palma Real

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 pendientes que varían entre baja a abrupta (1° a $> 45^\circ$) en todos los sectores de estudio. Predominando en el sector de Ichiquiato Bajo y caserío de Talancato pendientes de fuerte a muy fuerte (15° a 45°) y en el centro poblado de Palma Real pendientes de baja a media (1° a 15°)

La descripción de la clasificación de pendientes (ver anexo – mapa 2), se da en el cuadro 5:

Cuadro 5. Descripción de pendientes mostradas en la figura 4. Fuente: Vílchez et al, 2020

PENDIENTES	DESCRIPCIÓN
Baja	Áreas susceptibles a movimientos en masa de tipo flujo de detrito. Estas pendientes representan el cauce de ríos y quebradas en el fondo de valles como es el caso del río Coribeni y río Urubamba
Media	Conforman relieves poco inclinados cerca al cauce de los ríos Coribeni y Urubamba. Presentan una susceptibilidad baja a media a la ocurrencia de movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes). Sin embargo en el sector de Ichiquiato Bajo estas pendientes albergan depósitos proluviales producto de flujos de detritos en la parte alta. Así como también representan terrazas aluviales cerca al río Urubamba, en el sector de Talancato y C.P. Palma Real
Fuerte	Conforman relieves inclinados, se les considera altamente susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa. Las laderas ubicadas a en el flanco izquierdo en el sector de ichiquiato Bajo generaron deslizamientos en temporada de lluvia

Muy fuerte	Caracterizado por presentar muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa. Da lugar a la ocurrencia de deslizamiento sobre laderas de muy fuerte pendientes (25° a 45°), tal es el caso del deslizamiento en la margen derecha de río Coribeni, sector Ichiquiato Bajo.
Abrupto/ Muy Escarpado	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. Estas pendientes son observadas al sur de Ichiquiato bajo. Históricamente la activación de derrumbes y deslizamientos sobre estas pendientes dio lugar a flujos de detritos sobre la quebrada Eyevacuare (margen izquierda del río Coribeni).

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).

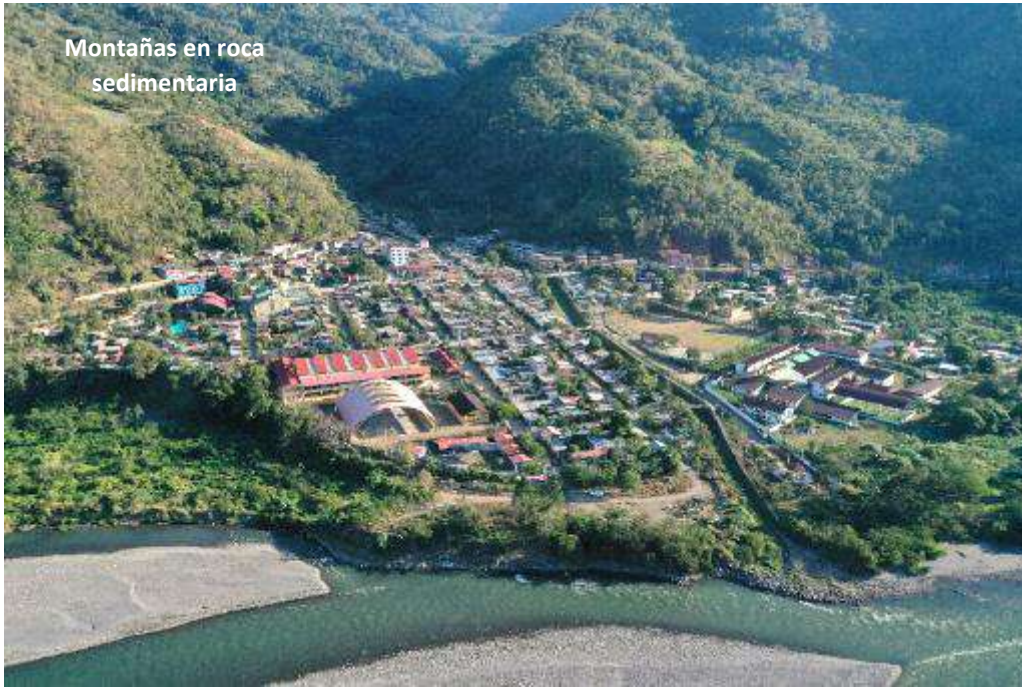
3.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

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.

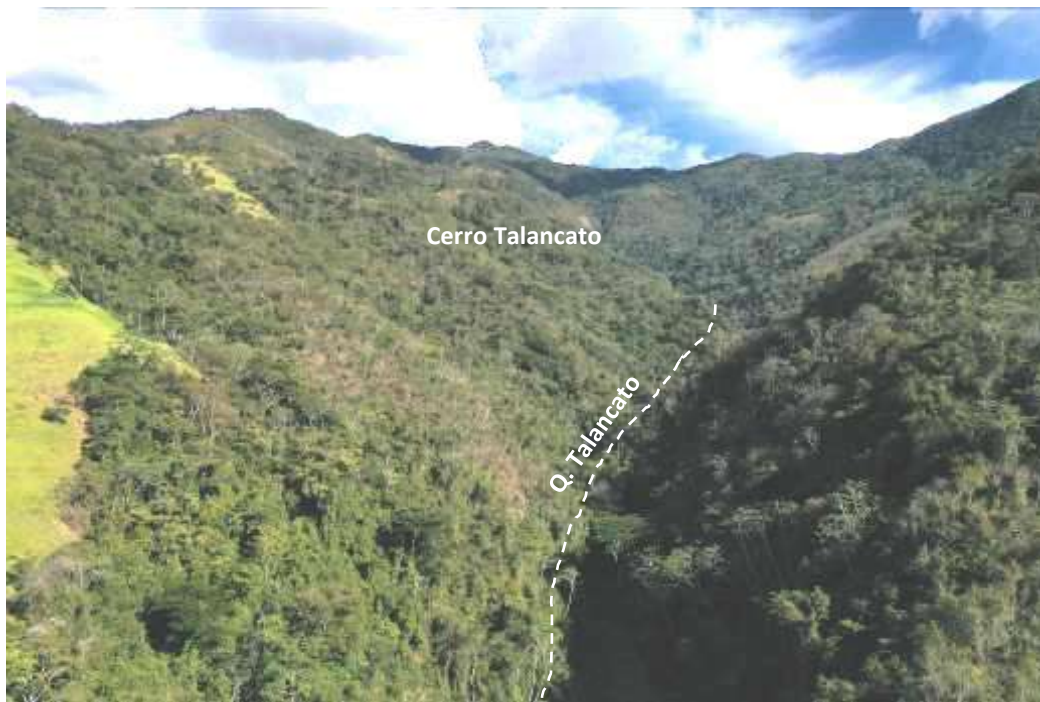
3.2.1.1. Montañas en roca sedimentaria (RM-rs)

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 8, 9 y 10), cuyas pendientes son de muy fuerte inclinación (25° a 45°).

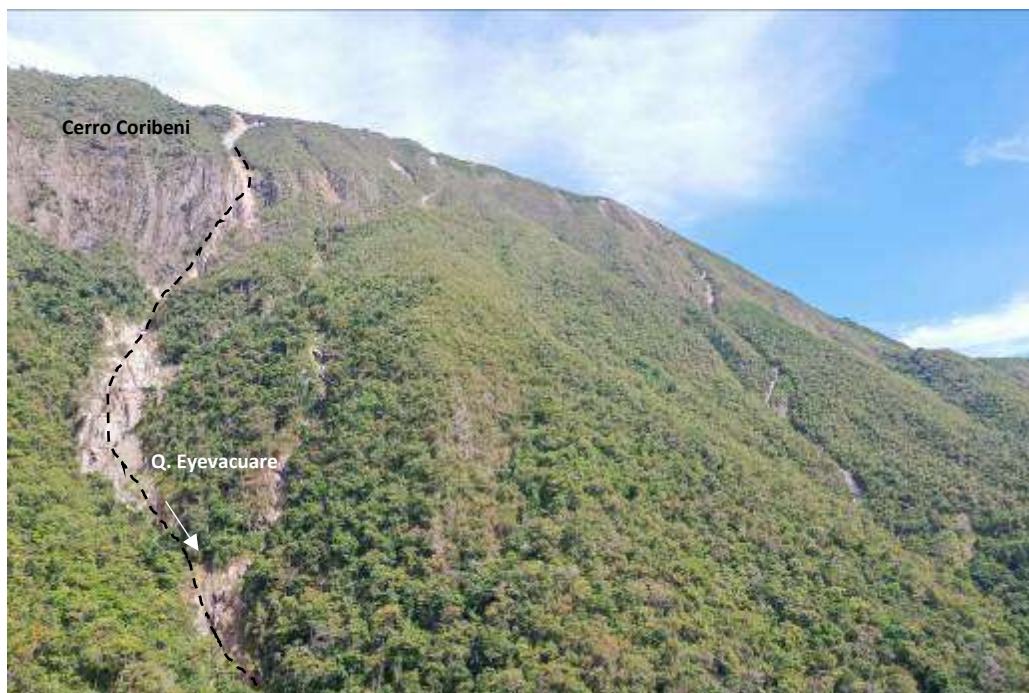
Los procesos erosivos de estas geoformas generaron y generan movimientos en masa de tipo deslizamientos, caídas (derrumbes) y flujos de detrito, debido a procesos denudativos (fluvio-erosionales), Por lo tanto da origen a geoformas de carácter deposicional como vertientes con depósito de deslizamiento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



Fotografía 8. Vista aérea de montañas en roca sedimentario en el centro poblado de Palma Real.



Fotografía 9. Vista aérea de montañas en roca sedimentario en la parte alta del río Talancato



Fotografía 10. Vista aérea de montañas en roca sedimentario en la parte alta de la quebrada Eyevacuare, al sur del caserío Ichiquiato Bajo.

3.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL

Estas geformas son el resultado de varios procesos geomorfológicos, determinados por fuerzas de desplazamiento y factores extinsecos móviles, como sismos, aguas pluviales y de escorrentía, quienes tienden a modificar la superficie de la tierra, mediante el desprendimiento de materiales solidos en terrenos elevados producto de procesos denudativos. En la cuenca del río Delicias – Huacayoc – Terevinto se han identificado vertientes con deposito 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° a 25°) a muy fuerte (25° a 45°) inclinación.

Son producto del proceso erosivo de montañas en rocas sedimentaria, en esta ultima se observa la disposición de fragmentos pizarrosos subangulosos envueltos en una matriz limo-arcillosa en taludes de fuerte inclinación (fotografía 11).



Fotografía 11. Vista aérea de vertientes de deposito de deslizamiento en la margen derecha del río Coribeni

3.2.2.2. Vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

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° a 25°) a muy fuerte (25° a 45°) inclinación.

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

3.2.2.3. Piedemonte proluvial o aluvio-torrencial (P-pral)

Están formadas por la acumulación de sedimentos que son acarreados por corrientes de agua de carácter excepcional y están relacionadas a lluvias ocasionales, extraordinarias y muy excepcionales que se presentan en el área de estudio (Modificado de Vilchez M, et al. 2022). Pueden estar asociadas al fenómeno de El Niño.

Esta unidad es susceptible a remoción por flujos de detritos en la quebrada Eyevacuare, río Coribeni del sector Ichiquiaito Bajo (fotografía 12), río Talancato y Palma Real. La pendiente de estos depósitos es suave a moderada ($1-15^\circ$).



Fotografía 12. Vista de piedemonte proluvial con depósitos de flujos de detritos en el río Coribeni.

3.2.2.1. Llanura de inundación (PI - i)

Son superficies bajas, adyacentes a los fondos de valles principales y al mismo curso fluvial (fotografías 13 y 14), sujetas a inundaciones recurrentes, ya sean estacionales o excepcionales. Morfológicamente se distinguen como terrenos planos compuestos de material gravo-arenoso con limos, no consolidado y removible con cada subida estacional del caudal del río

3.2.2.2. Terrazas aluviales (T-al)

Son porciones de terreno plano que se encuentran dispuestos a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río (fotografías 13 y 14). La altura a la que se encuentran estas terrazas representa niveles antiguos de sedimentación fluvial, donde las más antiguas están a mayor altura. Estas geoformas han sido disectadas por las corrientes fluviales como consecuencia de la profundización del valle. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas.



Fotografía 13. Vista de llanuras de inundación y/o terrazas aluviales en el río Urubamba, sector de Talancato.



Fotografía 14. Vista de llanuras de inundación del el río Urubamba, sector de Palma Real.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS

4.1. Caracterización del Peligros por Movimientos en Masa

En el Sector de Ichiquiatao Bajo y Coribeni se han cartografiado y/o fotointerpretado peligros geológicos por movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes y flujo de detritos. En el sector Talancato, flujo de detritos y peligro geohidrológico por inundación fluvial. Y en el sector Palma Real se tiene peligros geohidrológicos por erosión e inundación fluvial.

4.1.1. Río Coribeni: Sectores de Ichiquiatao Bajo y Coribeni

Las fotografías aéreas de 2011 y 2020 evidenciaron la activación y evolución de pequeños derrumbes y saltos de 5 a 12 m en terrenos forestales (naturales en 2011 y plantaciones desde el 2020) de la margen derecha del río Coribeni, sector Ichiquiatao Bajo. Además de aperturas de terrenos al pie de la ladera en el sector de Coribeni (figura 3).



Figura 3. Evidencia temporal de la activación de deslizamientos a ambas márgenes del río Coribeni: Sector Ichiquiatao Bajo y Coribeni 26

La vegetación coberturó las evidencias de activación del deslizamiento del 2011 (figura 3). Entre febrero y marzo del 2020, a consecuencia de las intensas lluvias, se reactivaron deslizamientos y derrumbes en el cerro Coribeni, que dieron lugar a un flujo de detritos (huaico) que se extendió por 1.5 km a lo largo de la quebrada Eyevacuare, para finalmente abrirse en cono de detritos, que destruyó 1 vivienda y 2 hectáreas de terrenos de cultivos, sobre la zona inundable del río Coribeni (margen izquierda), (fotografía 15, figura 4 y 5).

El flujo de detritos (huayco) impactó la margen derecha del río Coribeni y sectores adyacentes, activando deslizamientos rotacionales que destruyeron plantaciones frutales (fotografía 15) y amenaza con destruir viviendas, del caserío Ichiquiato Bajo y sector Coribeni, a pocos metros de la cabecera de los deslizamientos (figura 4 y 5).



Fotografía 15. Desde Se observa la la cabecera del deslizamiento de Ichiquiato Bajo, se observa la quebrada Eyevacuare y el depósito el cono de detritos generado en el evento de 2020, sobre la margen izquierda del río Coribeni

Sector Ichiquiato Bajo

En el sector Ichiquiato Bajo en el 2020 se reactivó un deslizamiento que destruyó la trocha Coribeni a Ichiquiato Bajo en un tramo 10 m y terrenos de cultivo (frutales/citricos) en 6 hectáreas

En la temporada de lluvia de 2022, el deslizamiento, nuevamente se reactivó amplió sus dimensiones, donde el escarpe principal presenta una longitud 552 m y saltos de 2 a 30 m (figura 5 y 6), la longitud de la corona al pie del deslizamiento es 170 m y presenta avance retrogresivo. El evento destruyó ½ hectárea más de las plantaciones frutales y puede afectar 03 viviendas que se encuentran a 35 m del escarpe principal (fotografía 16).

Después del evento del 2020 se observan saltos de 1.2 m a 1.5 m con aperturas de 1m, cubiertos por vegetación, en la cabecera del deslizamiento (fotografía 17).

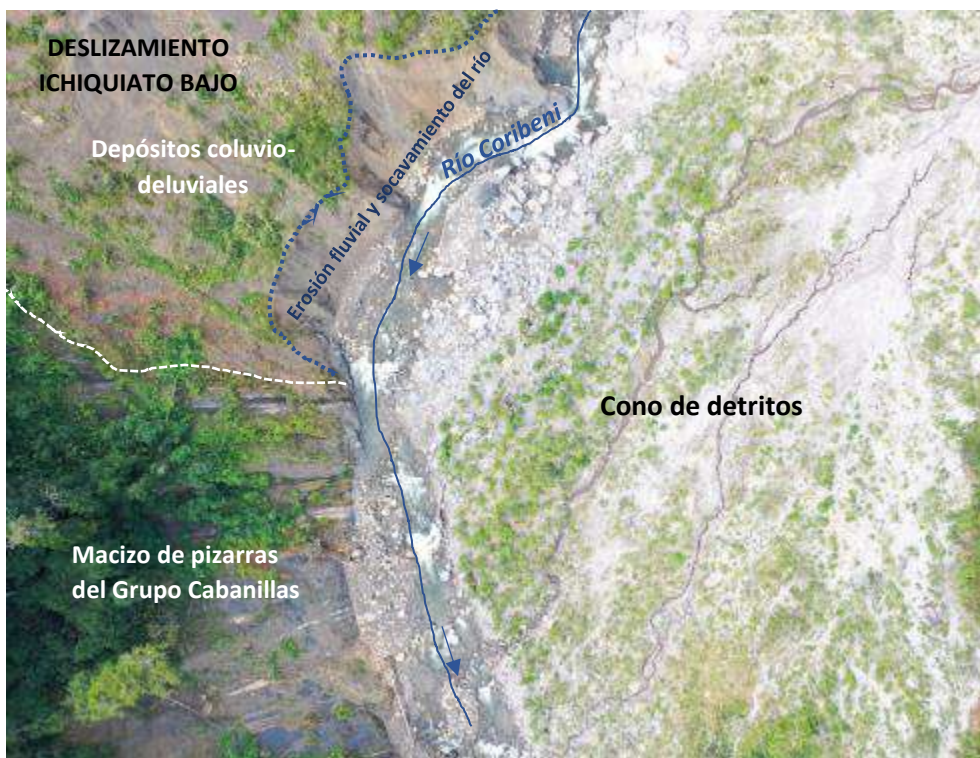


Fotografía 16. Viviendas ubicadas a 35 m de la escarpa principal del deslizamiento de Ichiquiato Bajo. Se detectó agrietamientos de 2m con aperturas de 1 cm, en dirección a la escarpa principal del deslizamiento.



Fotografía 17. Saltos y aperturas cerca a la escarpa del deslizamiento de Ichiquiato Bajo

El material desprendido por la activación del deslizamientos de Ichiquiato Bajo, esta conformado por bolones en 3%, cantos de areniscas y limolitas en 47% y matriz limo – arcillosa en 50%, en contacto directo con el cauce del río Coribeni al pie del talud, quien a su vez genera erosión fluvial y socavamiento. A diferencia de otros sectores aledaños cuyo depósitos no consolidados sobreyacen afloramientos de pizarras compactas del Grupo Cabanillas al pie del Talud, evitando un proceso de socavamiento y erosión intenso (fotografía 18).



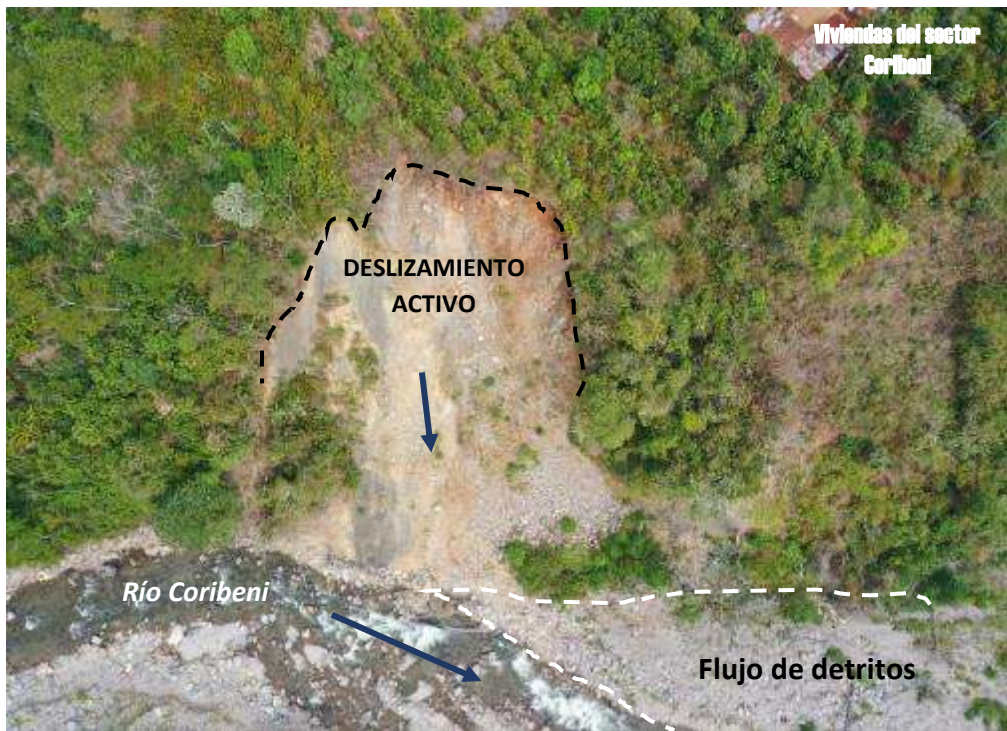
Fotografía 18. Vista del proceso de erosión y socavamiento intenso del río sobre depósitos coluvio-deluviales a diferencia del afloramiento de pizarras.

Sector Coribeni

El flujo de detritos de 2020, activó un deslizamiento que se encuentra en la margen izquierda del río Coribeni, el evento presenta un escarpe principal de longitud 170 m y saltos de 7 m (figura 5 y 6), la longitud de la corona al pie del deslizamiento es 60 m y de avance retrogresivo (fotografía 19, figura 5 y 6). Su actividad, puede afectar viviendas ubicadas a 40 m de su escarpa principal y 9500 m² de terrenos de cultivos del sector Coribeni (fotografía 19 y 20).

Además en el lado izquierdo del deslizamiento antes mencionado se ha cartografiado otro deslizamiento en proceso de reactivación con escarpa principal de longitud 130 m, además de longitud de la corona al pie del deslizamiento de 40 m (fotografía 20). Las imágenes dron obtenidas en julio de 2022 muestran que este deslizamiento actualmente es usado como terrenos de cultivo, actividad que detonaría su reactivación (fotografía 19).

Al igual que el deslizamiento de Ichiquiato Bajo, este presenta erosión fluvial y socavación intensa por estar sus depósitos no consolidados en contacto directo con río Coribeni (fotografía 19 y 20).



Fotografía 19. Deslizamiento activado en la margen izquierda del río Coribeni por flujo de detritos de 2020. El pie del talud es afectado por erosión fluvial y socavamiento.



Fotografía 20. Deslizamiento en proceso de reactivación a 40 m de viviendas del sector Coribeni.

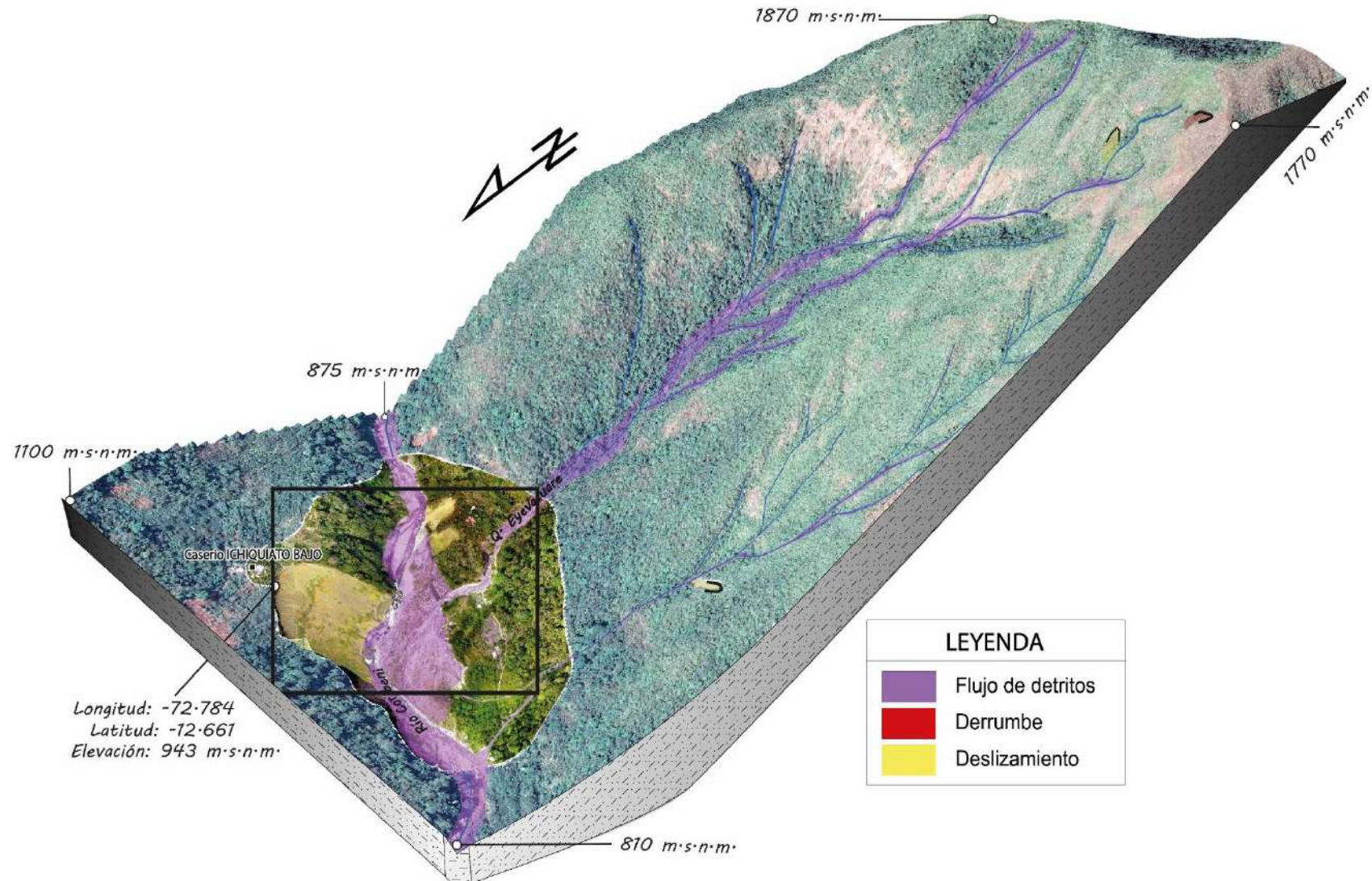


Figura 4. Representación tridimensional de peligros geológicos en el sector de Ichiquito Bajo. Imagen de TerraIncognita y sobrevuelo dron julio 2022

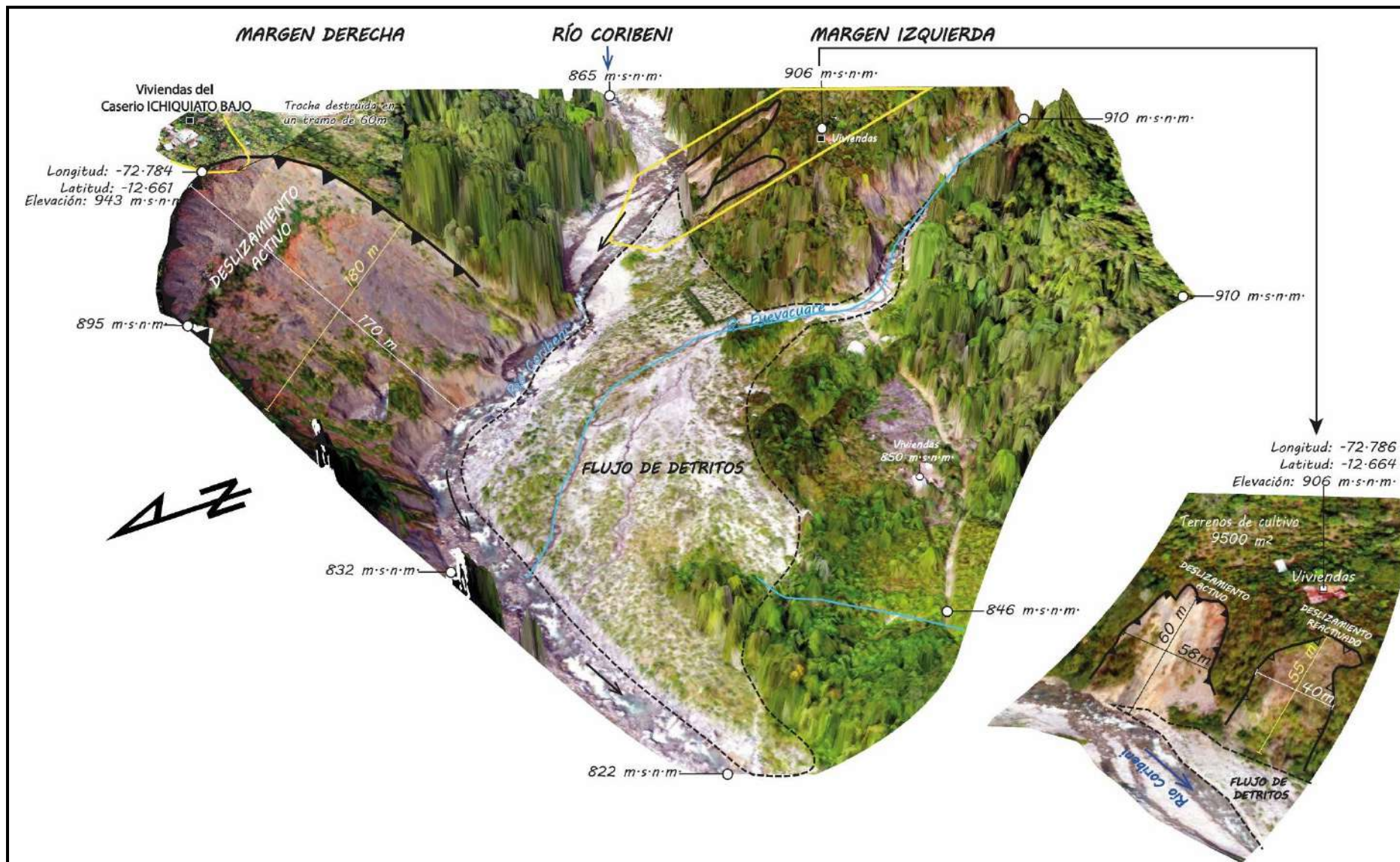


Figura 5. Vista de de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de IchiQuiato Bajo, ambas márgenes del río Coribeni. Imagen obtenida del sobrevuelo dron julio 2022

4.1.2. Caserío Talancato

En marzo de 2020, en el cerro Talancato (1740 m.s.n.m.) se reactivaron deslizamientos y derrumbes que dio lugar a la generación de un flujo de detritos, que se extendió 2.5 km a lo largo del río Talancato hasta desembocar en el río Urubamba (fotografía 22, figura 7 y 8). Este movimiento en masa amplió el cauce del río Talancato a 30 m y destruyó infraestructura del caserío Talancato (badén, puente peatonal Pasarela, Puente Talancato, salón comunal, 02 viviendas en la margen izquierda y 04 en la margen derecha del río Talancato; y medios de vida (piscigranjas y terrenos de cultivos en la margen izquierda de la quebrada).

El flujo de detritos de marzo de 2020, generó un depósito que contrajo bloques de arenisca y pizarra subangulosos a subredondeados con diámetros de 5 cm a 1.5 m, como envueltos en una matriz arenosa en el cauce y areno-limosa a ambas márgenes del río (figura 6).

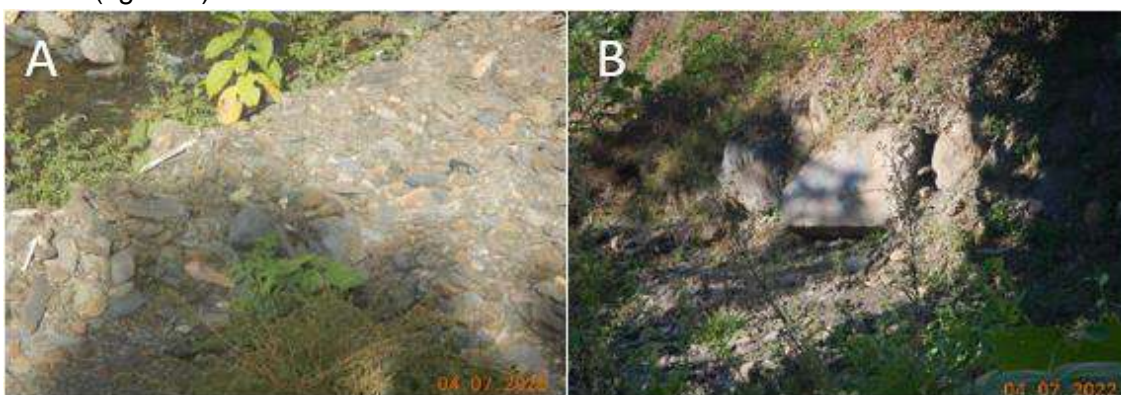


Figura 6. Bloques de pizarra y arenisca sobre A. El cauce y B. margen derecha del río Talancato

Sobre el río Talancato pueden discurrir flujos de detritos en temporada de lluvia (figura 7). Según el testimonio de pobladores, en temporada de lluvia regular el cauce del río Talancato puede crecer hasta 3 m de altura.

La salida de aguas residuales domésticas y/o riego sobre el flanco derecho del río Talancato, genera erosión del depósito proluvial no consolidado (fotografía 21).



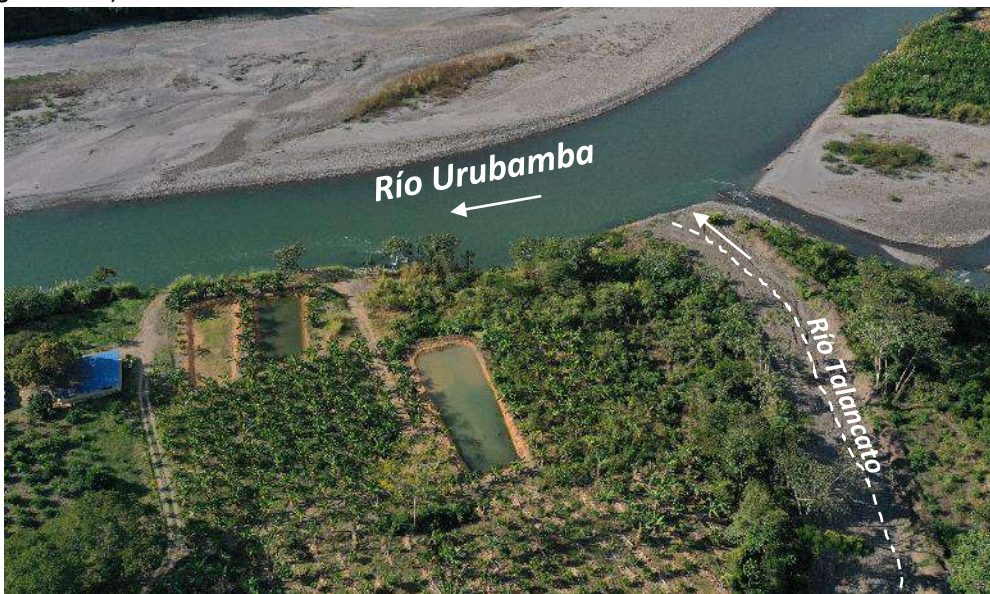
Fotografía 21. Aguas que discurrir sobre la margen derecha del río Talancato

Frente a un flujo de detritos excepcional la institución educativa donde 200 estudiantes asisten, más de 15 viviendas, un tramo de la carretera nacional, terrenos de cultivo a ambos flancos del río Talancato amenazan con ser destruidos (fotografía 22 y figura 7).



Fotografía 22. Infraestructura y medios de vida expuestos en el caserío Talancato

En la desembocadura del río Talancato o zona de inundación del río Urubamba, se ubica una vivienda, terrenos de cultivos y piscigranjas que pueden ser inundadas por crecidas del río Urubamba, o afectadas por flujo de detritos que se canalizan por el río Talancato (fotografía 23).



Fotografía 23. Infraestructura y medios de vida expuestos en la margen derecha del río Urubamba

Por lo tanto el sector de Talancato tiene una dinámica muy activa a la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes y flujos de detritos en temporada de lluvia intensa y prolongada. Además de peligros por inundación en la margen izquierda del río Urubamba.

OBRAS DE REHABILITACION REALIZADAS EN EL CASERIO TALANCATO

- Descolmatación y encausamiento del río Talancato
- Enrocados en ambas márgenes del río Talancato, en tramos de 2 m a 5 m.
- Construcción del puente Talancato II (el presupuesto para su construcción estaba programado mucho antes de que el evento del 2020 ocurra) (fotografía 24).
- Una vivienda de de adobe fue deshabitada



Fotografía 24. Obras realizadas después del flujo de detritos de marzo de 2020.

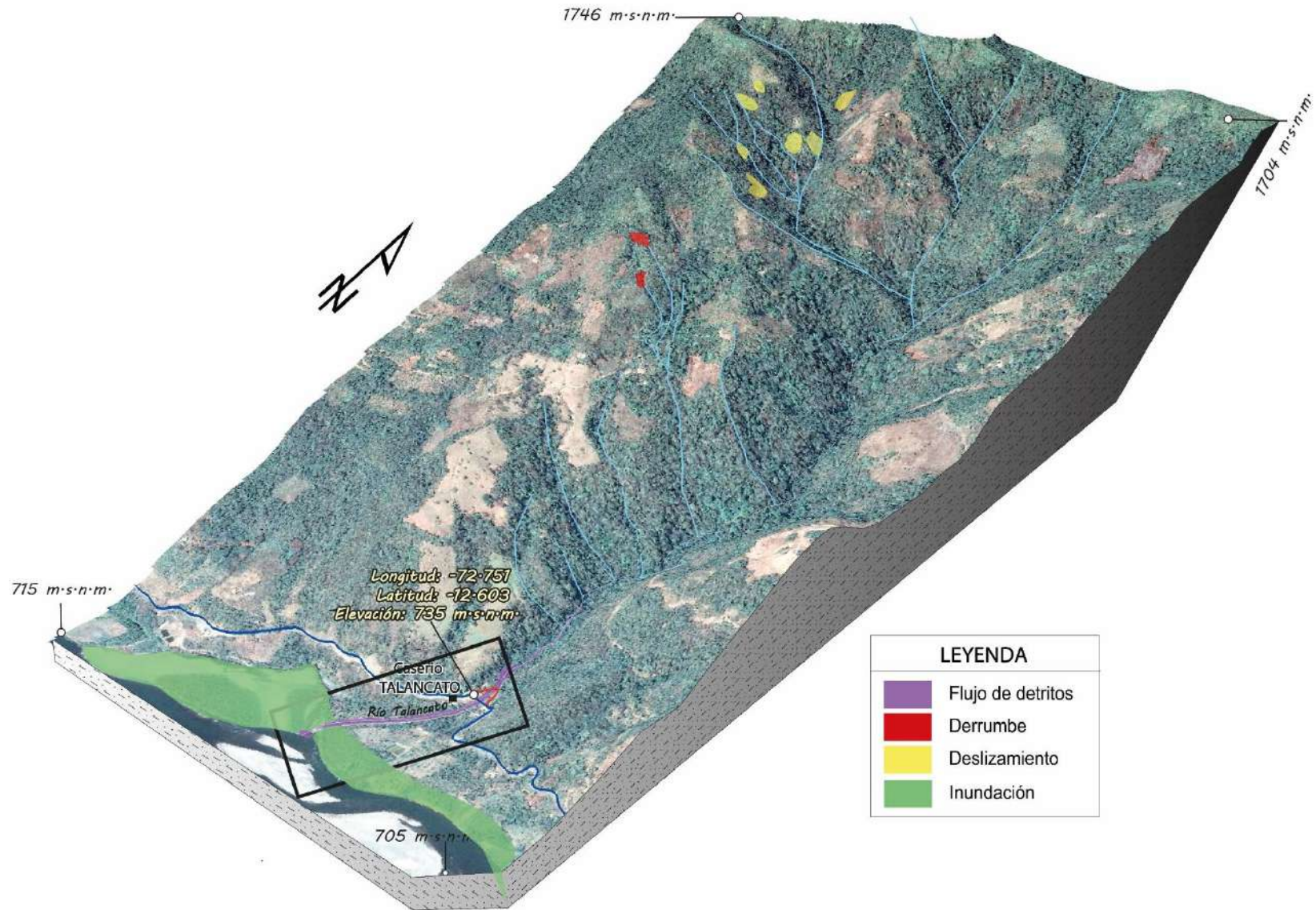


Figura 7. Representación tridimensional de peligros geológicos en el caserío Talancato. *Imagen de TerraIncognita*

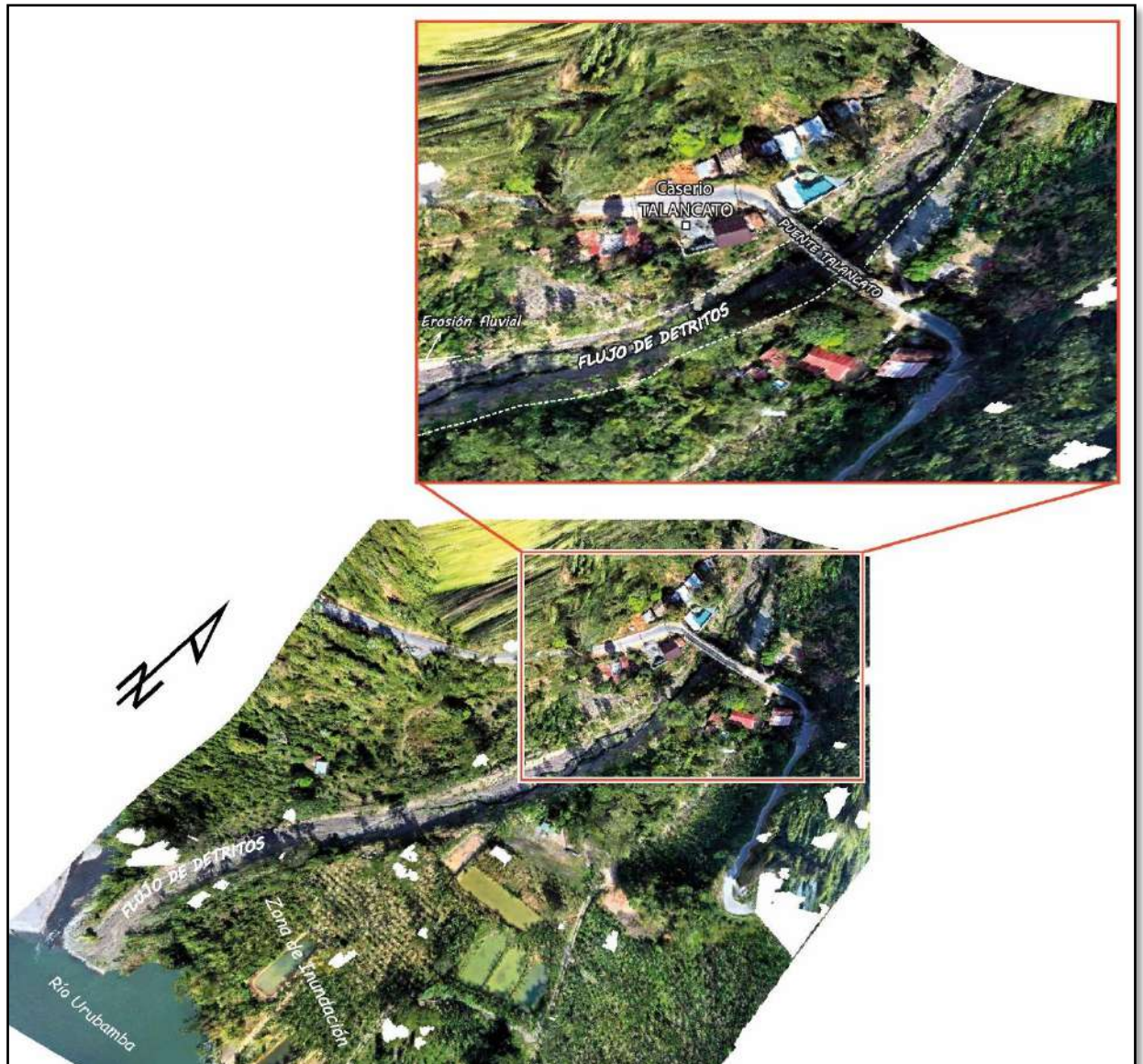


Figura 8. Vista de de peligros geológicos por movimientos en masa en el caserío Talancato.
Imagen obtenida del sobrevuelo dron julio 2022

4.1.3. Centro Poblado de Palma Real

En centro poblado de Palma Real esta asentado sobre un cono proluvial antiguo en la margen izquierda del río Urubamba (figura 10).

Las viviendas e infraestructura más cercanas al río Urubamba se encuentran de 35 m a 60 m de distancia, separadas por terrazas fluviales, aluviales y/o antrópicas (desmonte) de 2.5 a 3 m de altura (fotografía 25, figura 9A y 9B). En época de lluvia intensa y prolongada, las crecidas de caudal del río Urubamba inunda, socava y erosiona las terrazas aluviales. Además de modificar su cauce a lo largo de su recorrido. Por lo tanto, el colegio de Palma Real, viviendas, trochas carrozables y otra infraestructura, encontradas a pocos metros de la zona inundable del río Urubamba, son susceptibles a ser afectados por peligros geohidrológicos por inundación y erosión fluvial.



Fotografía 25. Vista aérea del C.P. Palma Real e infraestructura cercana al río Urubamba

Las imágenes satelitales multitemporales de Planet muestran la evolución del río Urubamba, sector Palma Real, en un periodo de 5 años (15/5/2017 al 3/7/2022) (figura 9). Durante este periodo, 9.96 ha de terrenos de cultivos fueron destruidos en el lado derecho del C.P. Palma Real (figura 9A), debido a procesos de erosión fluvial y socavamiento del río Urubamba.

Actualmente en el sector Palma Real, el nuevo cauce del río Urubamba tiene forma meandrica y anastomosada, presenta barras de arena en el medio del cauce, que actúan como barreras del flujo del río, separándolo en dos brazos delgados a ambos flancos (figura 9F). Dicho comportamiento genera mayor erosión fluvial e inundación sobre las terrazas aluviales del río Urubamba, sector de Palma Real.

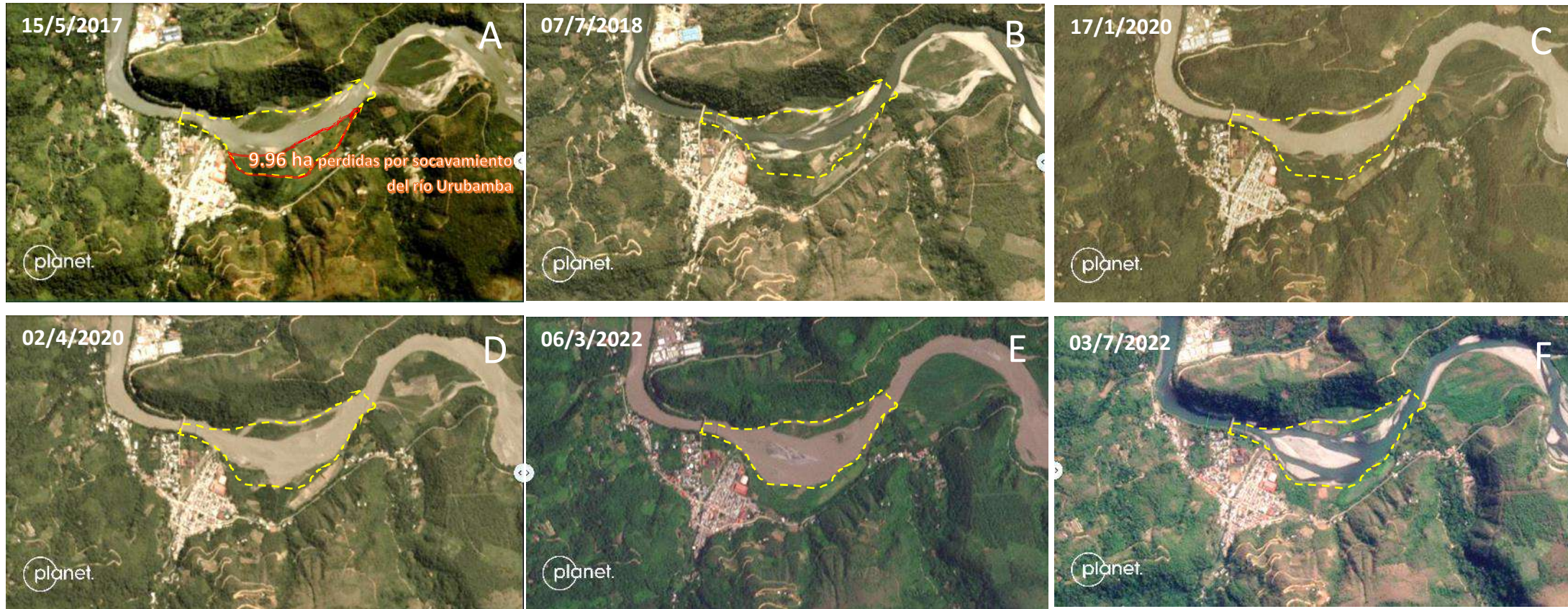


Figura 9. Evolución del río Urubamba durante 5 años (15/5/2017 al 3/7/2022). Las líneas amarillas entrecortadas representan el cauce del río en julio 2022, este límite fue ploteado en todas las imágenes satelitales para evidenciar la ampliación del cauce del río Urubamba en el sector Palma Real.

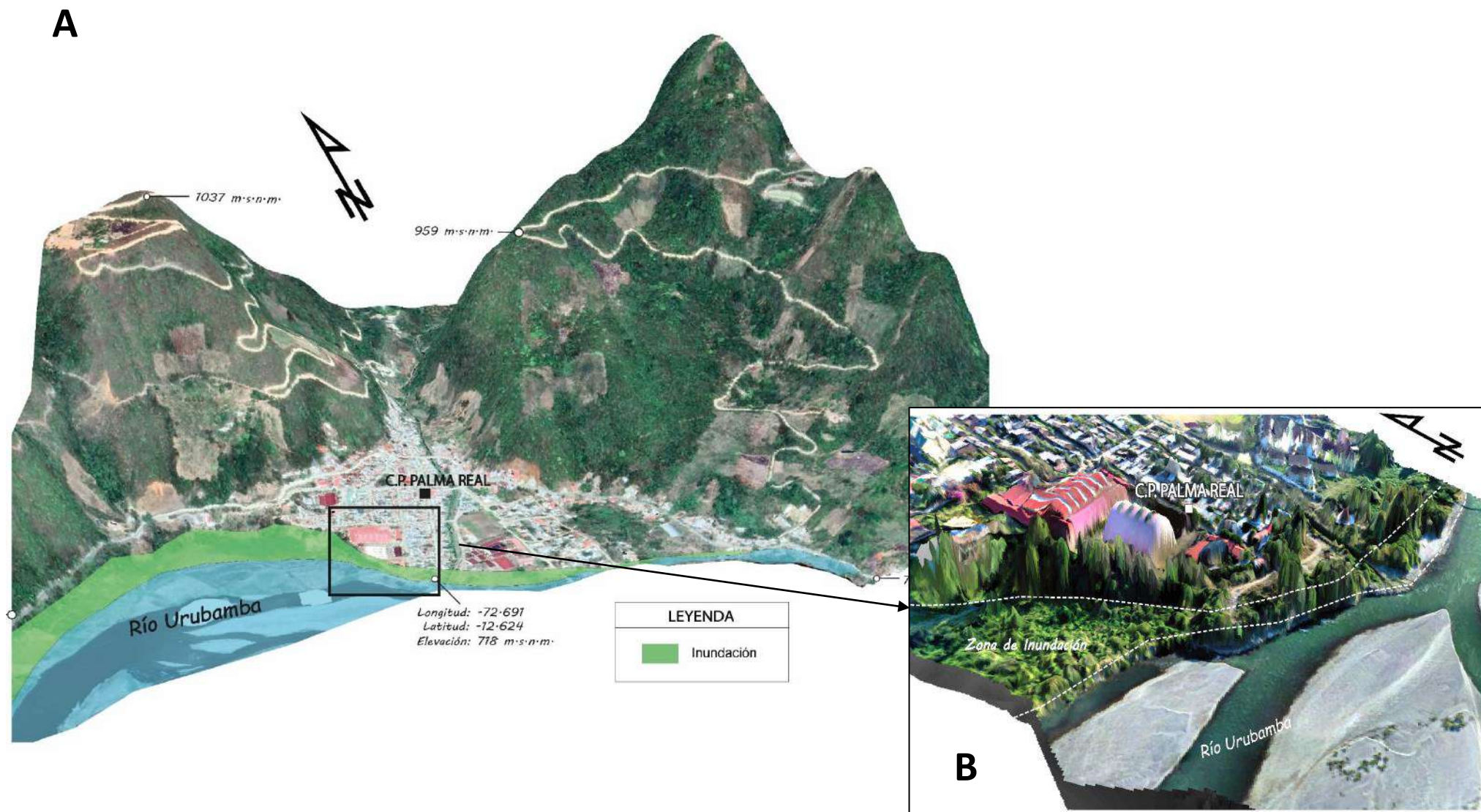


Figura 10. A. Vista tridimensional de zonas de inundación y cauce del río Urubamba en el C.P. Palma Real. *Imagen de TerraIncognita.* B. Zonas de Inundación en el C.P. Palma Real. *Imagen obtenida del sobrevuelo dron julio 2022*

4.2. Factores condicionantes y desencadenantes

4.2.1. FACTORES CONDICIONANTES

- **LITOLÓGICO:** Las unidades geológicas que conforman el área de estudio son rocas metamórficas y sedimentarias de la Formación Ananea, y Grupo Tarma – Copacabana, Cabanillas y Mitu formadas principalmente por pizarras con niveles de areniscas, ligeramente meteorizadas y muy fracturadas. Además, de depósitos no consolidados de origen coluvio – deluviales, aluviales, proluvial y fluvial en quebradas y lechos de río del sector de Ichiquiato Bajo, caserío Talancato y C.P. Palma Real, generados por meteorización, gravedad, movimientos sísmicos, precipitaciones excepcionales y activación de movimientos en masa (deslizamiento, derrumbes y flujos de detrito).
- **GEOMORFOLOGÍA:** Las unidades geomorfológicas que conforman las áreas de estudio son montañas sedimentarias, quien a su vez da lugar a vertientes con depósito de deslizamiento, vertientes coluvio-deluvial, piedemonte proluvial o aluvio-torrencales y vertientes aluviales.
- **PENDIENTE:** Se muestra pendientes que varían entre baja a abrupta (1° a $> 45^\circ$) en todos los sectores de estudio. Predominando en el sector de Ichiquiato Bajo y caserío de Talancato pendientes de fuerte a muy fuerte (15° a 45°) y en el centro poblado de Palma Real pendientes de baja a media (1° a 15°)

4.2.2. FACTORES DESENCADENANTES

LLUVIAS INTENSAS Y PROLONGADAS: Los caseríos de Ichiquiato Bajo y Talancato registran precipitaciones anuales acumuladas entre 700 mm a 2000 mm, con climas lluvioso y humedad abundante. Mientras que el C.P. Palma Real registra precipitaciones anuales acumuladas de 1200 mm a 3000 mm, con un clima semiseco con humedad abundante.

EROSIÓN POR ACCIÓN DEL RÍO: El río Coribeni genera erosión fluvial y socavación intensa sobre los depósitos coluvio-deluviales no consolidados.

5. CONCLUSIONES

- a) 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 la acción de la gravedad, movimientos sísmicos, precipitaciones excepcionales y activación de movimientos en masa (deslizamiento, derrumbes y flujos de detrito).
 - b) Se tienen geoformas de carácter tectónico degradacional, como montañas en roca sedimentarias; y geoformas de carácter depositacional como vertientes con depósito de deslizamiento, vertientes coluvio-deluvial, piedemonte proluvial o aluvio-torrenciales y vertientes aluviales., dispuestas sobre terrenos de pendientes que varían entre baja a abrupta (1° a $> 45^\circ$) en todos los sectores de estudio. Predominando en el sector de Ichiquiato Bajo y caserío de Talancato pendientes de fuerte a muy fuerte (15° a 45°) y en el centro poblado de Palma Real pendientes de baja a media (1° a 15°)
 - c) El sector de Ichiquiato Bajo, Talancato y Palma Real 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, alto y alto** respectivamente, en temporada de lluvias intensas y prolongadas.
 - d) Los peligros geológicos reconocidos en el sector de Ichiquiato Bajo y Coribeni son peligros geológicos por movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes y flujo de detritos. En el sector Talancato, se tienen flujo de detritos y por inundación fluvial. Y en el sector Palma real se tiene procesos de erosión e inundación fluvial.
- a) Entre febrero y marzo del 2020, las lluvias intensas activó deslizamientos y derrumbes en el cerro Coribeni, que dieron lugar a un flujo de detritos (huaico) que se extendió por 1.5 km a lo largo de la quebrada Eyevacuare. El flujo de detritos (huaico) impactó la margen derecha del río Coribeni y sectores adyacentes, activando deslizamientos rotacionales que destruyeron terrenos de cultivo de frutales y de presentarse otro de mayor magnitud afectaría viviendas del caserío Ichiquiato Bajo y sector Coribeni, a pocos metros de la cabecera de los deslizamientos.
 - b) En marzo de 2020, la reactivación de deslizamientos y derrumbes en el cerro Talancato activó de un flujo de detritos, que se extendió 2.5 km a lo largo del río del mismo nombre hasta desembocar en el río Urubamba. Este evento destruyó infraestructura y viviendas del caserío Talancato. Y continua amenazando

viviendas y terrenos de cultivos ubicados a ambas márgenes del mismo. Además sobre la llanura de inundación del río Urubamba, sector Talancato, se asientan viviendas, piscigranjas y cultivos que amenazan con ser destruidas en temporada de lluvia prolongada e intensa.

- c) Las viviendas e infraestructura cercanas al río Urubamba podrían ser afectadas de continuar la la erosión fluvial e inundación de las terrazas aluviales y antrópicas que las separa del río Urubamba.

RECOMENDACIONES

SECTOR DE ICHIQIATO BAJO Y CORIBENI

- A) Reubicación de las viviendas ubicadas a pocos metros de la escarpa principal del deslizamiento de Ichiquiato Bajo, margen derecha del río Coribeni. Y viviendas en la margen izquierda del río Coribeni.
- B) Defensas ribereñas en las márgenes del río cuyos depósitos no consolidados se encuentran expuestos a erosión fluvial, en zonas con viviendas en la parte alta.
- C) Prohibir el uso del material desplazado como terrenos de cultivos.
- D) Reforestar deslizamientos suspendidos.
- E) Encauzamiento de la quebrada Eyevacuare.
- F) Prohibir la construcción de viviendas e infraestructura en el cono proluvial donde desemboca el flujo de detritos de la quebrada Eyevacuare.
- G) Prohibir uso de terrenos como cultivos en deslizamiento en proceso de reactivación en el sector de Coribeni.

CASERIO DE TALANCATO

- A) Delimitación de fajas marginales en el río Talancato y Urubamba. Prohibir la construcción de nuevas viviendas y reubicar las que se encuentran dentro de las fajas marginales del río Talancato y Urubamba.
- B) Construcción de defensas ribereñas a ambos márgenes del río Talancato
- C) Prohibir que aguas residuales domésticas o de cultivo discurren sobre los flancos del río Talancato. Mejorar el sistema de drenaje.
- D) Deshabitar viviendas en parcialmente destruidas.
- E) Evaluar la colocación de diques de disipación de energía en la parte alta del río Talancato.

CENTRO POBLADO DE PALMA REAL

- A) Delimitación de fajas marginales en el río Urubamba, sector Palma Real.
- B) Defensas ribereña para la protección de infraestructura del C.P. Palma Real en las margen izquierda del río Urubamba.
- C) Prohibir la construcción de nuevas viviendas o uso del suelo como terrenos de sobre terrazas aluviales y zonas de inundación cercanas al río Urubamba.
- D) Prohibir vertir desmontes en zonas de terrazas aluviales ni zonas de inundación del río Urubamba.
- E) Limpieza de cauce, priorizando la eliminación de la barra de arena ubicada en el centro del cauce del río Urubamba.

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).

Instituto Geologico Minero y Metalurgico (INGEMMET), 2018. Mapa de Susceptibilidad por Inundación fluvial del Peru, versión 2018. Escala 1:1 000 000.

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.

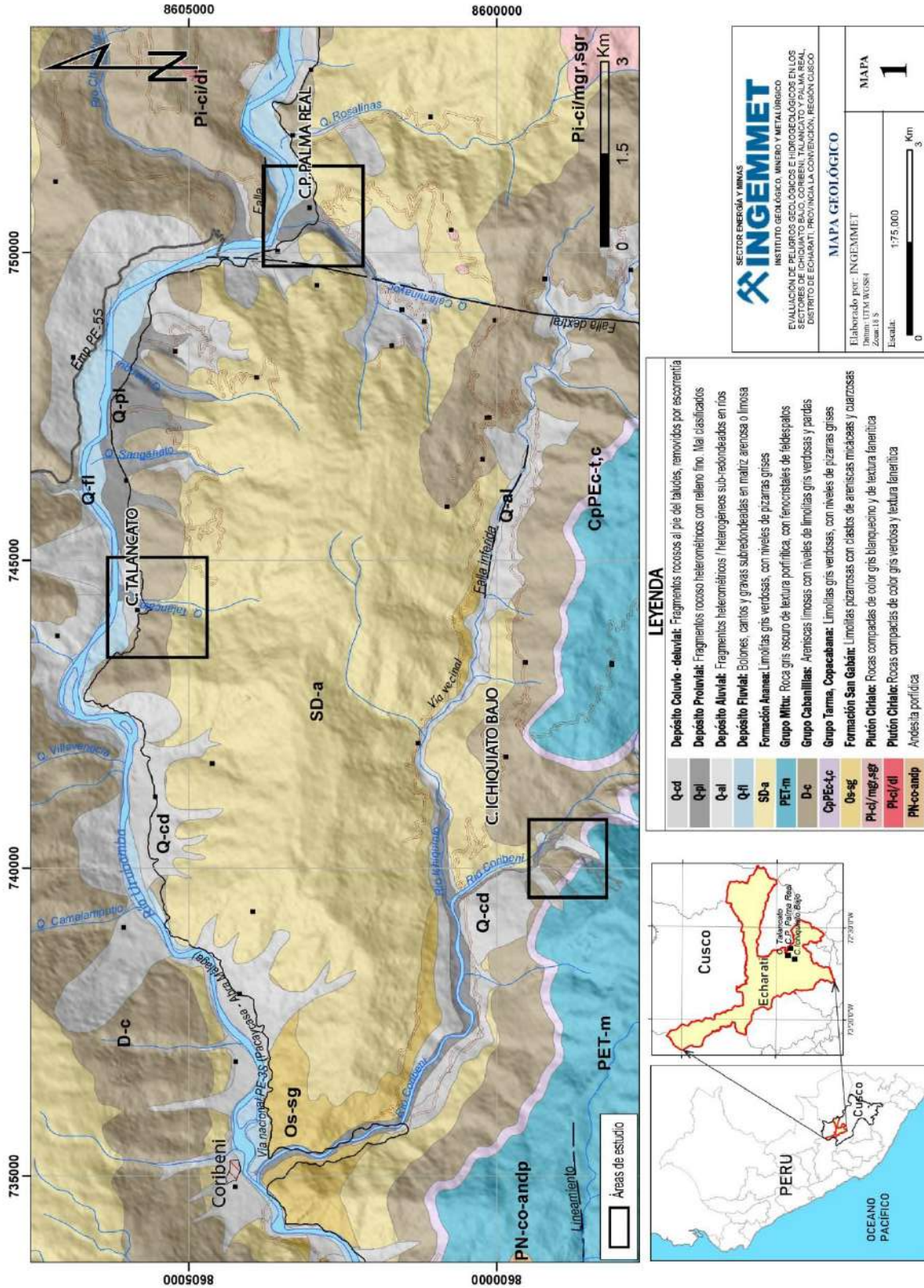


Segundo A. Núñez Juárez
Jefe de Proyecto-Act. 11

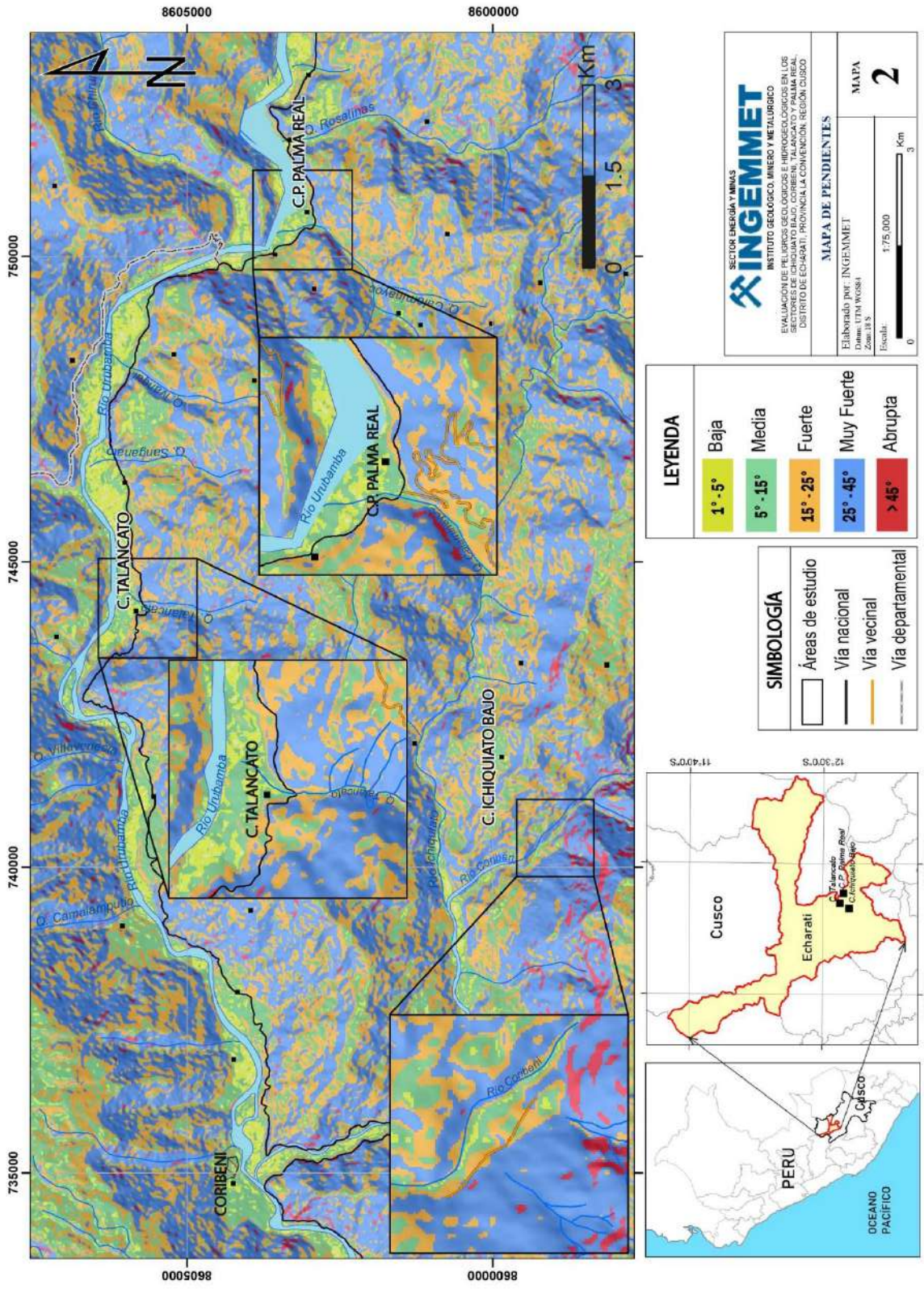


Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológica
INGEMMET

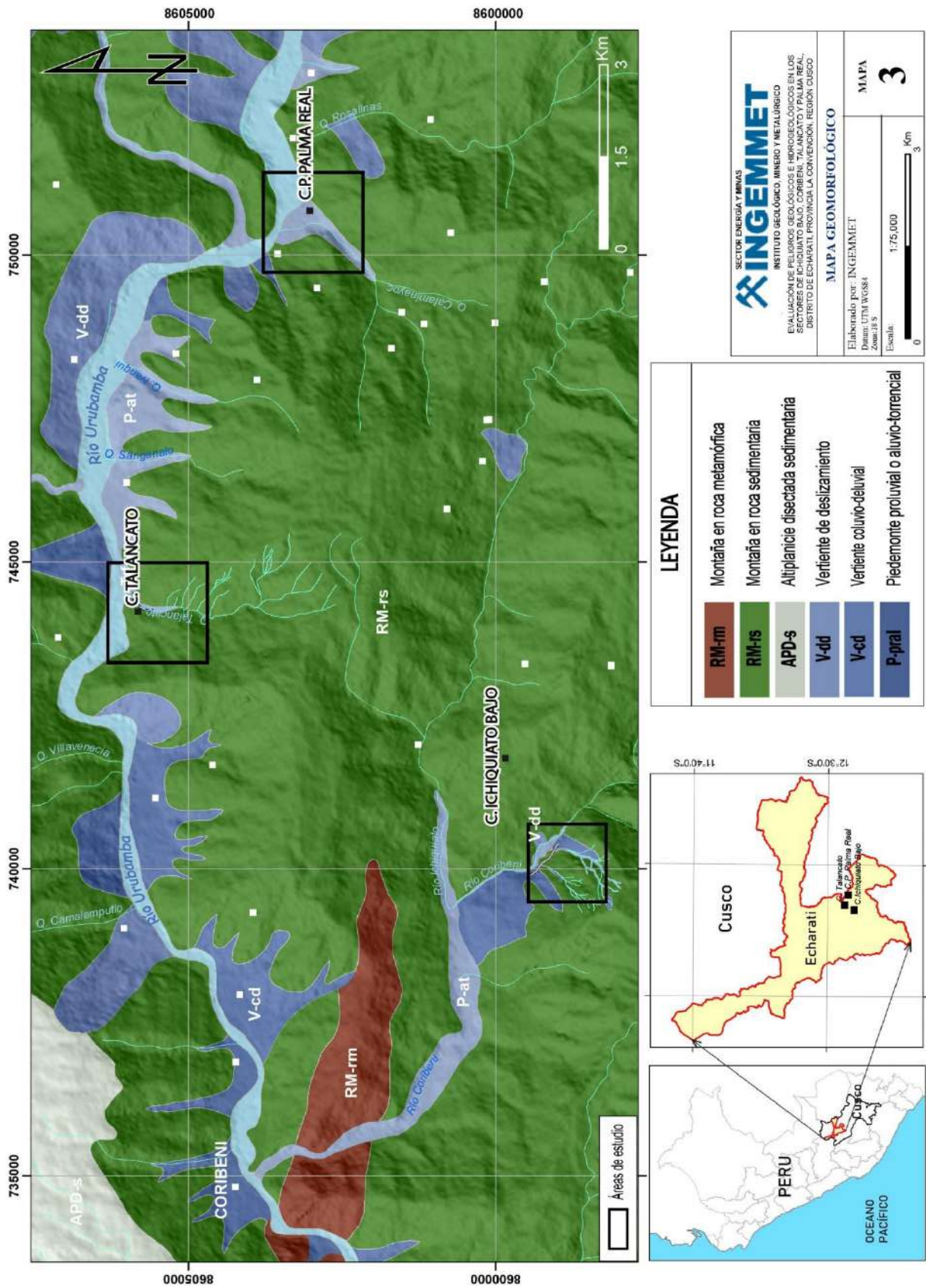
ANEXOS



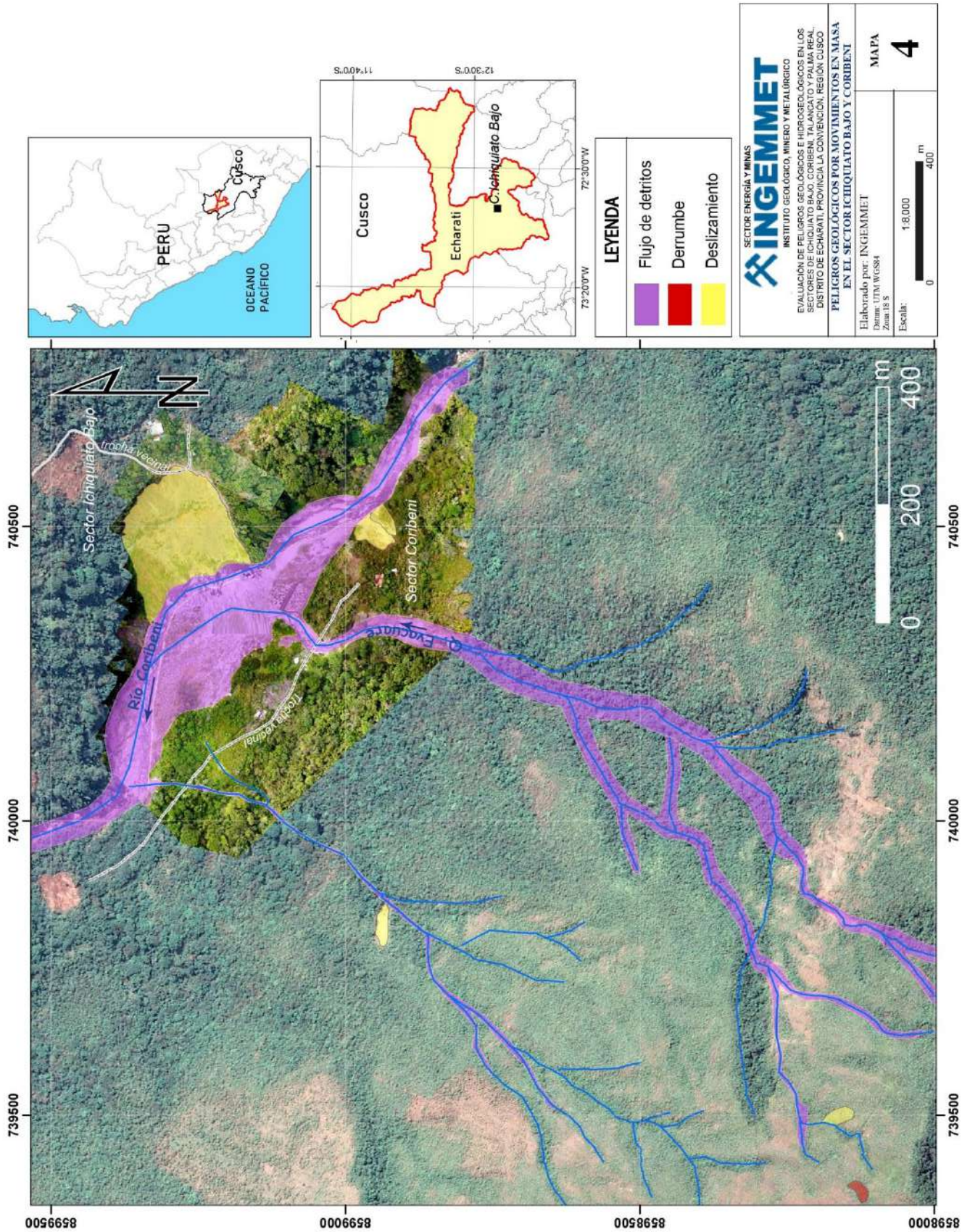
Mapa 1. Mapa geológico. Fuente: Ramos W. & Minaya I. 2021. INGENMET 1 : 50,000



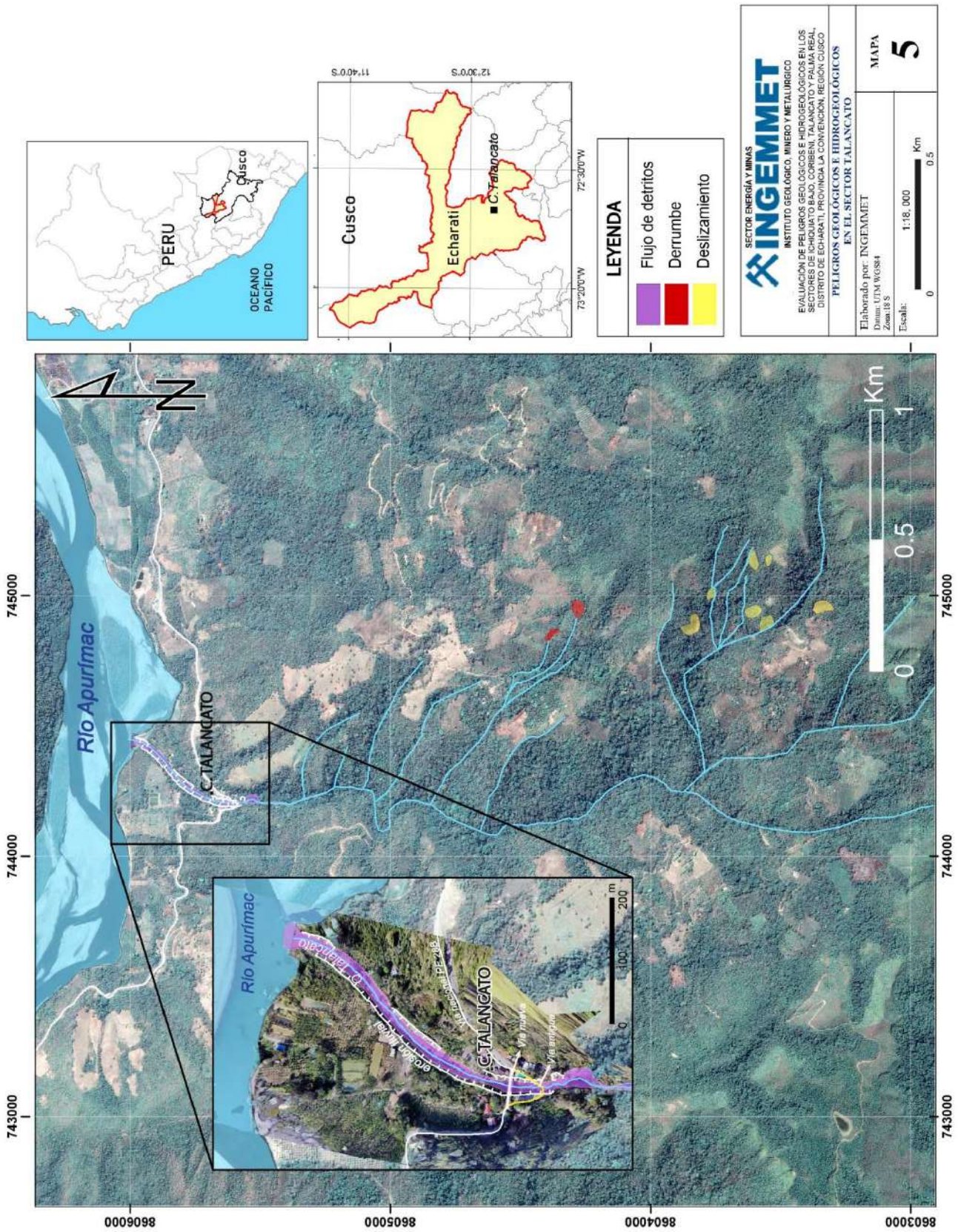
Mapa 2. Mapa de pendientes. Fuente DEM: Alaska satellite facility



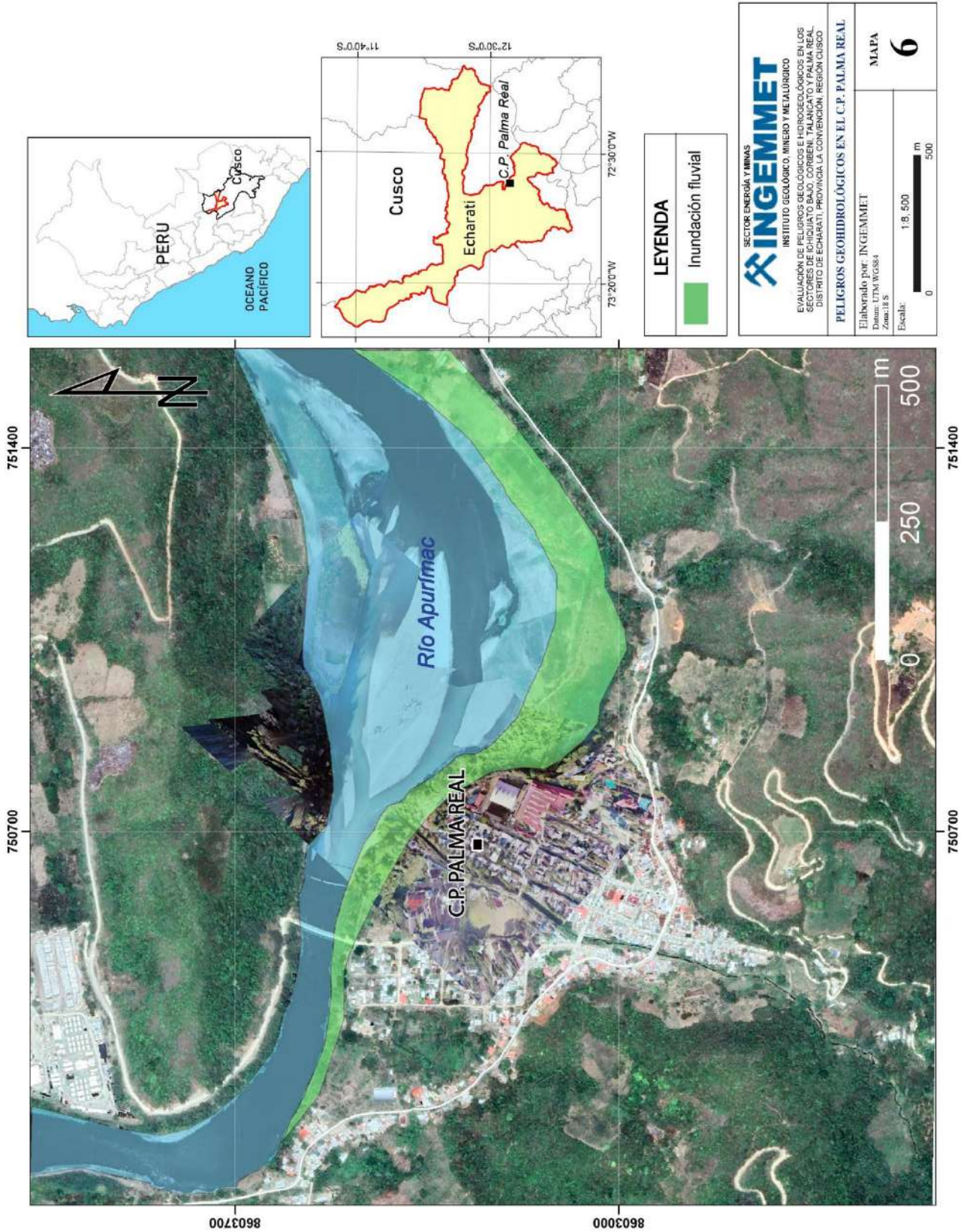
Mapa 3. Mapa geomorfológico en el área de estudio. Fuente: Vílchez et al., 2020



Mapa 4. Peligros geológicos ambos flancos del río Coribeni, sectores de Ichiquiata Bajo y Coribeni.



Mapa 5. Peligros geológicos e hidrogeológicos en el sector de Talangato.



Mapa 6. Peligros hidrogeológicos n el C.P. de Palma Real.