

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7324

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR UNIÓN TARANCATO ALTO

Departamento Cusco
Provincia La Convención
Distrito Pichari



NOVIEMBRE
2022

***Evaluación de Peligros Geológicos por movimientos en masa en el sector
Unión Tarancato Alto.***

(Distrito Pichari, 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 por movimientos en masa en el sector Unión Tarancato Alto*. Distrito Pichari, provincia La Convención departamento Cusco. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7324, 32 p.

INDICE

RESUMEN.....	4
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores.....	6
1.3. Aspectos generales	7
1.3.1. UBICACIÓN.....	7
1.3.2. ACCESIBILIDAD	7
1.3.3. POBLACIÓN.....	8
1.3.4. CLIMA	8
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	9
2.1. Unidades litoestratigráficas	9
2.1.1. COMPLEJO METAMÓRFICO: CIELO PUNKU PICHARI O ANTICLINORIO DE CIELO PUNKU (NP-cpcp-gra,gn)	9
2.1.2. DEPÓSITOS PROLUVIALES (Qh-pl)	11
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	12
3.1. Pendientes del terreno	12
3.2. Unidades geomorfológicas.....	12
3.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL 12	
3.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL.....	14
4. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA.....	16
4.1. Evolución Temporal del Sector Unión Tarancato Alto	18
4.2. Quebrada Tarancato	20
4.3. Daños que Generó El Flujo De Detritos en enero de 2019.....	23
4.4. Obras De Rehabilitación después del evento	23
4.1. Factores condicionantes y desencadenantes	24
4.1.1. FACTORES CONDICIONANTES	24
4.1.2. FACTORES DESENCADENANTES.....	24
4. CONCLUSIONES.....	25
5. RECOMENDACIONES	26
6. BIBLIOGRAFÍA.....	27
ANEXOS.....	27

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Unión Tarancato Alto, ubicado en la margen derecha de la quebrada Tarancato, al norte del C.P. Tarancato, distrito de Pichari, provincia de La Convención, departamento 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 (local, regional y nacional).

Geológicamente, el área de estudio está conformada por el complejo metamórfico Cielo-Punku: granulitas – gneiss ligeramente meteorizadas y poco fracturadas. Además, de unidades superficiales no consolidadas como depósitos coluvio – deluviales, que se acumulan en laderas empinadas; y depósitos proluviales, que se ubican en quebradas y lechos de río.

Se visualizan geofomas de tipo montañas en roca metamórfica, piedemonte proluvial o aluvio torrencial, vertiente de depósito de deslizamiento y vertiente coluviodeluvial, dispuestas sobre el territorio con pendientes fuertes a muy fuertes (15° a 45°). Estas características asociadas a la geología clasifican el área con un grado de susceptibilidad media a muy alta, a la ocurrencia de movimientos en masa.

En enero de 2019, la reactivación de derrumbes en el cerro Tarancato (figura 4), generó un flujo de detrito que se extendió por 8 km (figura 4A), a lo largo de la quebrada Tarancato, río Omayá, río Sampuntuari hasta que desembocó en el río Apurímac. El evento amplió el cauce de la quebrada Tarancato y destruyó badenes, piscigranjas, un tramo de 200 m de la trocha carrozable, viviendas en la margen derecha, postes de alumbrado público, muros de contención y tuberías de desagüe de la comunidad Unión Tarancato Alto; así también destruyó el puente San Valentín, ubicado aguas abajo del río Omayá. Los peligros geológicos reconocidos en el área de estudio, corresponden a movimientos en masa de tipo derrumbes, flujos de detritos y lodo.

Se concluye que, las áreas de estudio son dinámicamente **muy activas** y de **peligro muy alto**, sujeto a desencadenarse 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

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 Pichari, según oficio N° 040-2020-MDP/GM, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa de tipo “derrumbes, flujo de detritos y lodo” a lo largo de la quebrada Tarancato y río Omayá, sector Unión Tarancato Alto. En enero del 2019, la reactivación de derrumbes en el cerro Tarancato, alimentaron flujos de detritos sobre la quebrada del mismo nombre, trayendo consigo daños y pérdidas en piscigranjas, muros de contención, badenes, tubos de desagüe, viviendas y 200 m de trocha carrozable de la comunidad Unión Tarancato Alto; además de pérdida de puente san Valentín y tramos de plataformas de acceso a C.P. Cataratas y sus aledaños.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los ingenieros. Gael Araujo y David Prudencio, realizar una evaluación técnica de peligros geológicos en el sector de Unión Tarancato Alto, llevándose a cabo el 02 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 de campo (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada, y la etapa final de gabinete a través del procesamiento de información terrestre y aérea, fotointerpretación de imágenes satelitales, elaboración de mapas/figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Pichari 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 caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Unión Tarancato Alto.
- 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) presenta el mapa de susceptibilidad regional a escala 1:250 000; esta información de referencia sumada a la evaluación técnica de campo, permitió corroborar y validar la zonificación de susceptibilidad a movimientos en masa de alta y muy alta, en la parte baja y alta de la quebrada Tarancato (figura y cuadro 1), cuyas pendientes son de fuertes a muy fuertes (15° a 45°) (anexo 1 – mapa 2), propicias para la ocurrencia de movimientos en masa

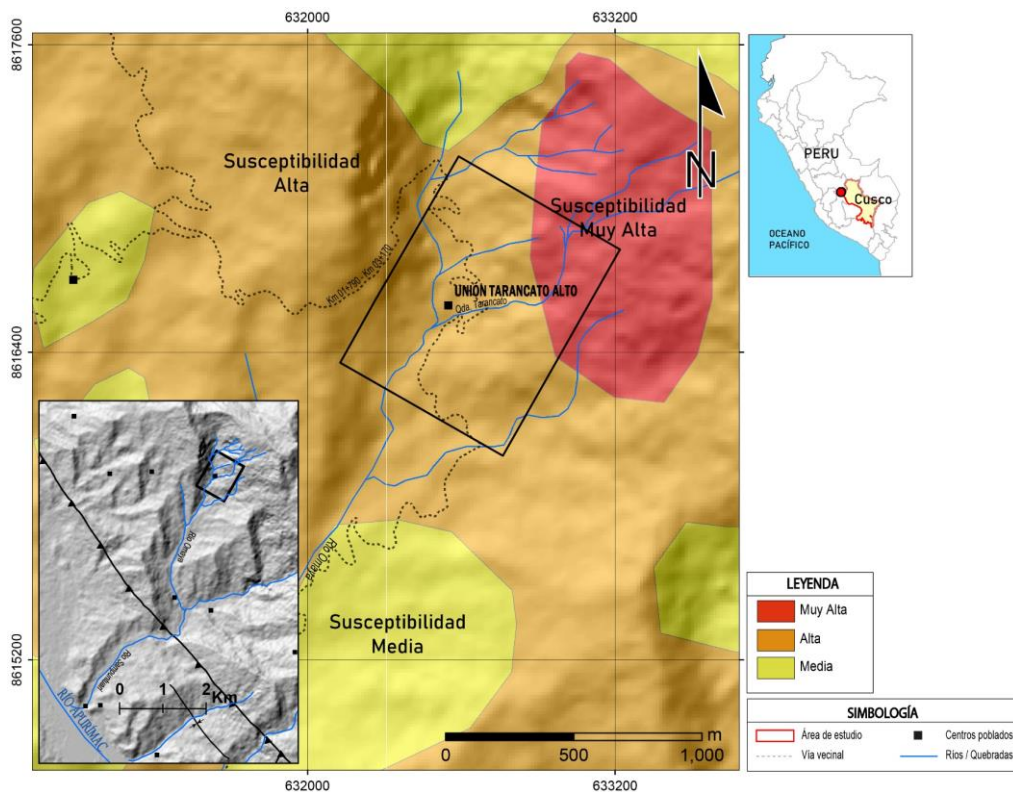


Figura 1. Niveles de susceptibilidad a movimientos en masa del área de estudio. Fuente: Vílchez et al., 2020

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

GRADO	CARACTERÍSTICAS DE LOS TERRENOS	RECOMENDACIONES
ALTA	En esta zona confluyen la mayoría de condiciones favorables del terreno a generar movimientos en masa, cuando se desestabilizan las laderas por causas naturales (por levantamiento o abatimiento de nivel freático, erosión en el pie de laderas, etc.) o por modificación de taludes por acción del hombre.	Se debe restringir el desarrollo de infraestructura urbana y de instalaciones o esta debe contar con estudios de zonificación por peligros.
MUY ALTA	Presentan condiciones del terreno muy favorables para que se generen movimientos en masa. Estas áreas presentan pendientes fuertes a muy fuertes (15° - >45°), compromete suelos coluviales y proluviales derivados de antiguos movimientos en masa; el sustrato está conformado por rocas sedimentarias, Aquí se produce la mayor cantidad de movimientos en masa (mega eventos de tipo deslizamientos, caídas, flujos y movimientos complejos), además de procesos de erosión de laderas. La parte alta de la quebrada Tarancato es de susceptibilidad muy alta.	Se recomienda prohibir el desarrollo de toda infraestructura o habilitación urbana sin el conocimiento geológico detallado previo.

- B) El boletín N° 20 Geología del cuadrángulo de San Francisco (hojas 26o1, 26o2, 26o3, 26o4, actualización de la Carta Geológica Nacional, elaborado por Valencia M, et al. 2021, a escala 1:50 000 describen las unidades

geológicas regionales. Mientras que el boletín N°74, serie C. Actualizado y compilado a escala regional: Peligros geológicos en la región Cusco (Vilchez M. et al. 2020) describe los depósitos superficiales no consolidados del área de estudio.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. UBICACIÓN

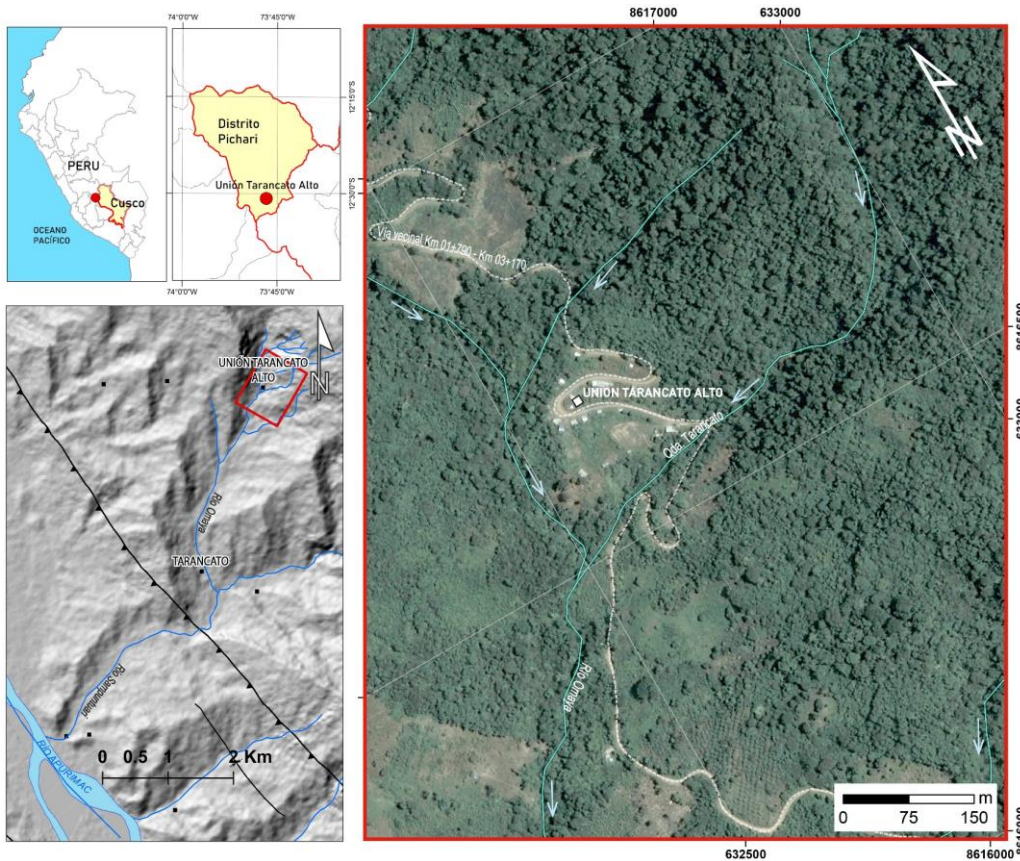
La comunidad Unión Tarancato Alto está ubicado al Noreste de Pichari, específicamente a. 20 minutos ó 4.8 km al N del C.P. Tarancato. Políticamente pertenece al distrito de Pichari, provincia La Convención, departamento Cusco, ubicado en las coordenadas UTM WGS84 y geográficas mostradas en el cuadro 2 y figura 2.

Cuadro 2. Coordenadas centrales de las áreas de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	632767	8616004	-12.516°	-73.776°
2	633214	8616802	-12.509°	-73.774°
3	632587	8617164	-12.506°	-73.779°
4	632128	8616358	-12.513°	-73.783°
C	632700	8616572	-12.511°	-73.778°

Figura 2. Ubicación del área de estudio

1.3.2. ACCESIBILIDAD



Partiendo de la ciudad del Cusco, se sigue por la ruta Cusco – Pichari – Tarancato Alto, a través de vías asfaltadas, afirmadas y trochas carrozables, con un total de 11 horas con 50 min (cuadro 3).

Cuadro 3. Rutas y accesos a las zonas evaluadas

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Cusco – Pichari	Vía asfaltada Carretera Afirmada	489	11 h 10 min
Pichari – Comunidad Unión Tarancato Alto	Vía asfaltada Trocha carrozable	14	40 min

1.3.3. POBLACIÓN

Según las cifras oficiales del XII Censo Nacional de Población y Vivienda, la población de la comunidad Unión Tarancato Alto contaba con 30 familias en 15 viviendas en el 2017; sin embargo, los pobladores indican que en la actualidad habitan 20 familias, debido a migración de población en el 2019.

1.3.4. CLIMA

- Temperaturas y Precipitaciones

Según el Mapa climático Nacional del SENAMHI (2020), Pichari, ubicado al límite de los departamentos de Cusco y Ayacucho, presenta un clima lluvioso con invierno seco. Alcanza temperaturas máximas promedio entre 17°C a 23 °C, temperaturas mínimas entre 7°C a 11°C y precipitaciones anuales entre 1200 mm y 1800 mm aproximadamente.

Según el [reanálisis de la época de satélites MERRA-2](#) de la NASA y su estación meteorológica más cercana a 200 km de Pichari, los veranos en la zona de estudio son cálidos y secos, los inviernos cortos, calurosos y mojados y está nublado durante todo el año. La temporada calurosa dura 3.3 meses, del 14 de agosto al 22 de noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 32 °C. La temporada fresca dura 2.8 meses, del 12 de enero al 7 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 31 °C.

La temporada de lluvia dura 7.5 meses, del 9 de setiembre al 26 de abril, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El periodo del año sin lluvia dura 4.5 meses, del 26 de abril al 9 de setiembre. Aproximadamente el 42% de lluvia se da en el mes de febrero.

Además, la estación meteorológica automática del SENAMHI en Pichari, localizada en las coordenadas geográficas latitud: 12°31'19.9" S; longitud: 73°50'22.28" W Altitud: 570 m.s.n.m.

1.3.5. USOS DE SUELO

La comunidad Unión Tarancato Alto presenta terrenos dedicados a la plantación y cosecha de frutales y cacao, Además de actividades acuícolas (piscigranjas artesanales)

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La descripción geológica se desarrolló en base al boletín N° 20 Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional. Geología del cuadrángulo de San Francisco (hojas 26o1, 26o2, 26o3, 26o4) elaborado por Valencia M, et al. 2021, a escala 1:50 000; y el boletín N° 74: Peligros geológicos en la región Cusco, elaborado por Vilchez M., et al. 2020.

2.1. Unidades litoestratigráficas

En el mapa regional a escala 1: 50 000 del cuadrángulo de San Francisco, cuadrante 26o4, elaborado por Valencia M, et al. (2021), muestra que en el sector de Unión Tarancato Alto afloran granulitas y gneis del complejo metamórfico Cielo Punku. Además, con la observación de campo y trabajos de fotointerpretación se cartografiaron depósitos superficiales no consolidados de origen coluvial y proluvial en las quebradas que conectan al río Omayá (anexo 1 – mapa 1).

A continuación, se describe las unidades

2.1.1. COMPLEJO METAMÓRFICO: CIELO PUNKU PICHARI O ANTICLINORIO DE CIELO PUNKU (NP-cpcp-gra,gn)

Este complejo metamórfico de edad Neoproterozoica, se emplaza conformando parte del bloque Pichari-Cielo Punku, y conforma un gran anticlinorio, cuyo núcleo está formado por gneis migmatitas y granulitas (Mégard, 1979) (figura 3). Los afloramientos metamórficos se evidencian en las quebradas y sobreyace en discordancia al conglomerado basal el Grupo San José (Anexo 1- Mapa 1). Sus rocas han sido afectadas por un tectonismo polifásico (Dalmayrac, 1977).

La mayoría de estos afloramientos rocosos están cubiertos por una vegetación densa. Sin embargo, se observan bloques macizos de granulitas en el corte de la quebrada Tarancato (fotografía 1), sobre la que se reactivó un flujo de detritos que afectó al centro poblado de Unión Tarancato Alto, en el 2020.

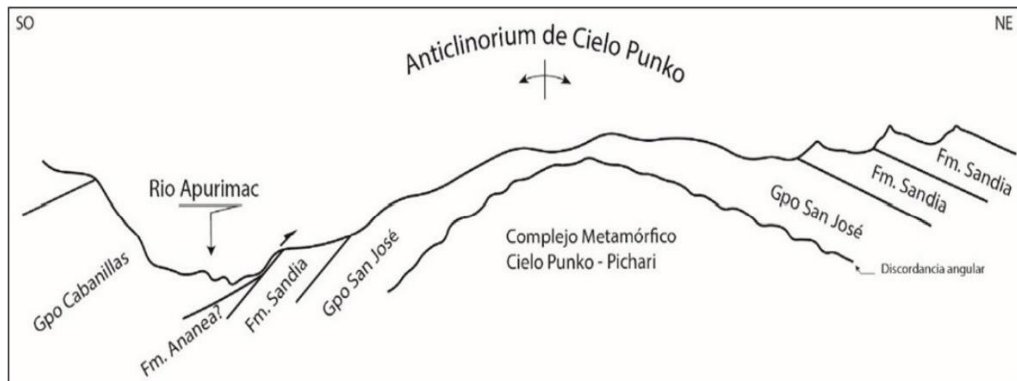


Figura 3: Perfil esquemático del anticlinorio de Pichari-Cielo Punko, esquema sin escala. Fuente: Valencia M. et al. 2021.



Fotografía 1. Rocas del complejo metamórfico de Pichari Cielo-Punku, en la quebrada Tarancato.

DEPÓSITOS COLUVIO-DELUVIALES (Q-cd)

Se encuentran conformados por bloques rocosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, acumulados al pie de taludes escarpados, en forma de conos cuando es un solo depósito. 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).

También se consideran dentro de esta categoría a los depósitos formados por los materiales que fueron movilizados por algunos tipos de movimientos en masa, los cuales están conformados por fragmentos de tamaños heterométricos, mezclados de forma caótica. Pueden presentarse algo consolidados (Vilchez et al., 2020).

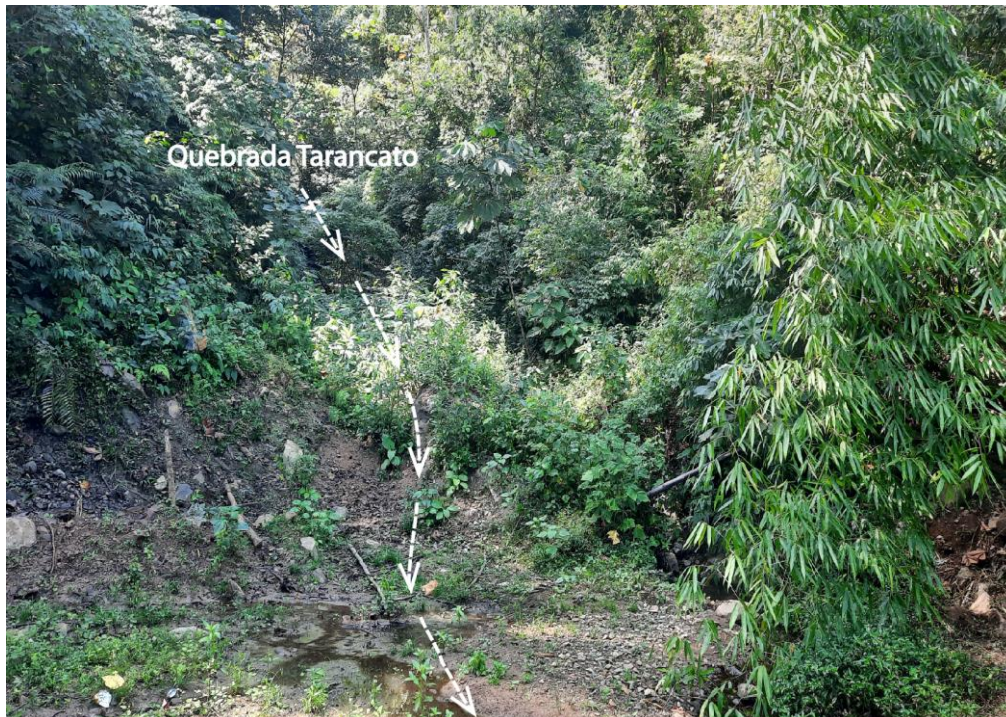
Los principales agentes formadores de estos depósitos son el intemperismo, la gravedad, movimientos sísmicos, movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes / caída de rocas o suelo, avalanchas y movimientos complejos, etc.).

Estos depósitos se ubican en la parte alta de las quebradas que cortan afloramientos del complejo metamórfico Pichari Cielo – Punku.

2.1.2. DEPÓSITOS PROLUVIALES (Qh-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, bolos, bloques, etc.) con relleno fino arenoso-arcilloso depositado en el fondo de valles tributarios y conos deyección 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 Tarancato, debido a la ocurrencia de flujo de detritos en temporada de lluvia (fotografía 2).



Fotografía 2: Depósitos redondeados a subredondeados heterométricos con matriz, vista del río Otari a la altura del sector Puerto Mayo

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

3.1. Pendientes del terreno

El modelo de elevación digital de resolución 12.5 m, obtenido del satélite de Alaska, permitió realizar un mapa de pendientes, donde el sector de Unión Tarancato Alto presenta pendientes de fuerte a abrupta (15° a >45°) (cuadro 4) (ver anexos - mapa 2).

Cuadro 4. Descripción de pendientes mostradas en el mapa.2. Fuente: Vilchez et al., 2020.

PENDIENTES	DESCRIPCIÓN
Fuerte	Conforman relieves inclinados, se les considera altamente susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa. Estas pendientes representan la parte baja de la quebrada Tarancato. Sobre estas pendientes se asienta el C.P. Unión Tarancato Alto.
Muy fuerte	Caracterizado por presentar muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa. Representa la parte media y alta de la quebrada Tarancato.
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. Algunos sectores de la parte alta presentan estas pendientes.

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 el sobrevuelo dron en julio del 2022 permitió cartografiar regionalmente el área de estudio en geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional (montañas en roca metamórfica) y geoformas de carácter deposicional (vertiente coluvio - deluvial, vertiente de deslizamiento y piedemonte proluvial o aluvio torrencial) (ver anexos - 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 depositacional, por transporte arrastre y acumulación de sedimentos.

3.2.1.1. Montañas en roca Metamórfica (RM-rs)

Se distribuyen en todo el sector de Tarancato Alto y son cortadas por quebradas afluentes del río Omayá, son montañas de rocas metamórficas macizas y medianamente fracturadas.

Corresponde a las cadenas montañosas en donde procesos denudativos (fluvio-erosionales) afectaron rocas metamórficas, estas montañas son antiguas y se hallan expuestas en el lado central de la región Cusco (como la provincia de La Convención), abarcando el 21.24% de su superficie total, con altitudes que pueden alcanzar los 4 950 m. Litológicamente corresponden a rocas metamórficas del Complejo Metamórfico Pichari, Cielo-Punku.

Presentan laderas con pendientes fuertes a abruptas (15° a $>45^\circ$) afectadas por gravedad, precipitaciones y erosión. El patrón de drenaje es paralelo a subdendrítico, con valles profundos en forma de V. Geodinámicamente, están asociadas a grandes deslizamientos, flujos de detritos y derrumbes cubiertos por la vegetación densa después de su ocurrencia (fotografía 3).



Fotografía 3: Vista aérea de montañas de roca metamórfica, cubiertas con abundante vegetación.

3.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL

Están representadas por relieves formados por depósito o acumulación de sedimentos en piedemontes o vertientes.

3.2.2.1. 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 flujo de detritos y por erosión fluvial en las márgenes de la quebrada Tarancato (fotografía 4). La pendiente de estos depósitos es suave a moderada (1-15°), sin embargo, en la zona de estudio las quebradas llegan a tener pendientes de fuerte a abruptas (15° a >45°).



Fotografía 4: Vista aérea de la geofoma piedemonte proluvial o aluvio-torrencial a lo largo de la quebrada Tarancato

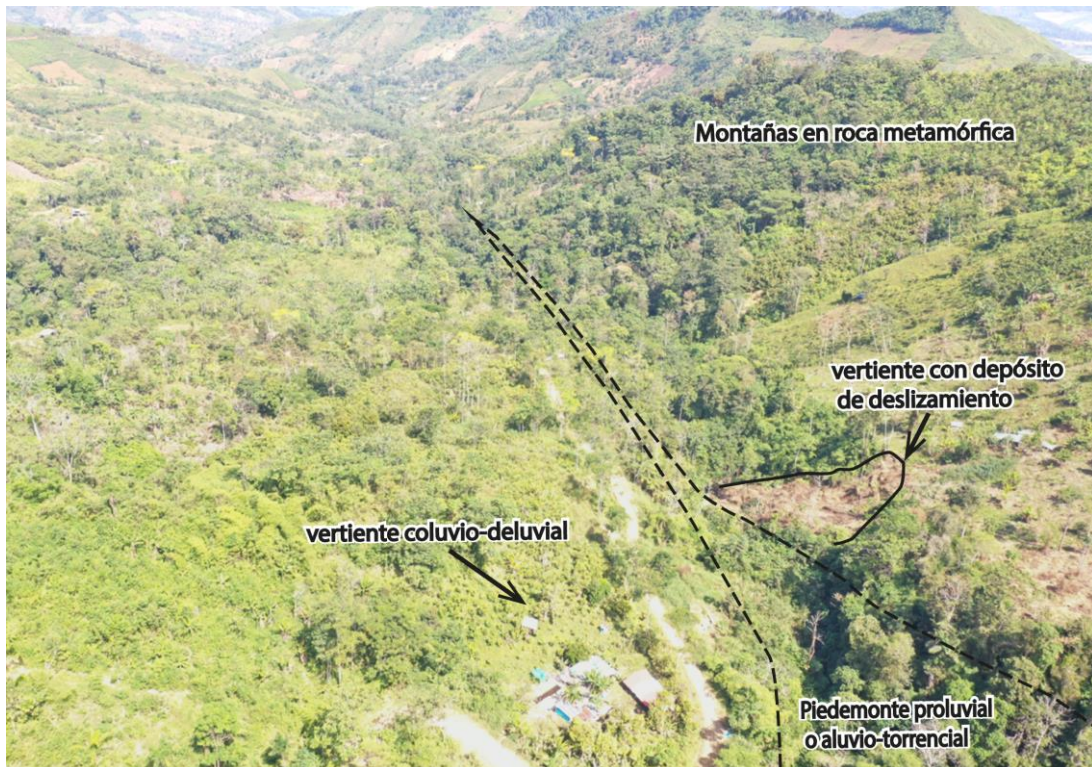
3.2.2.2. Vertiente de depósito de deslizamiento (V-dd)

Corresponde a acumulaciones en la parte alta de la ladera, originadas por procesos de movimientos en masa, prehistóricos, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos o derrumbes. En la zona de estudio la exposición del suelo frente a

estos eventos se recubre natural y rápidamente por el crecimiento de vegetación (fotografía 5).

3.2.2.3. Vertiente coluvio deluvial (V-cd)

En esta unidad se agrupan los depósitos de naturaleza coluvio, producto de la denudación – hacia la base debido a su mayor momento y a su facilidad para rodar. Los fragmentos más pequeños se ubican hacia el ápice del depósito. Estos depósitos se consideran inestables, en laderas muy empinada. El desprendimiento de masas de suelo genera la aglomeración de bloques sueltos.



Fotografía 5: Vista aérea al sur de la comunidad Unión Tarancato Alto. Se observa geoformas de montañas en roca metamórfica y vertientes coluvio-deluviales, con depósito de deslizamiento y piedemonte proluvial o aluvio-torrencial

4. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

El sector de Tarancato Alto y otras comunidades y centros poblados aledaños, se sitúan en una zona de montañas metamórficas, del complejo Pichari Cielo Punku, cortada por quebradas y ríos a lo largo de pendientes fuertes a muy fuertes (15° a 45°) (anexo 1- mapa 1, 2 y 3).

Los procesos de movimientos en masa tipo derrumbes ocurridos, en enero de 2019, en el cerro Tarancato (figura 4) dieron lugar a la activación de flujos de detrito que se extendieron 8 km a lo largo de la quebrada Tarancato, río Omayá y Sampuntuari hasta finalmente desembocar en el río Apurímac (figura 4A). Este evento generó la ampliación de su cauce, además de daños y pérdidas en infraestructuras lineales de 200m de trocha carrozables, destrucción de puente San Valentín; daños en viviendas en la margen derecha, badenes, postes de alumbrado público, muros de contención y tuberías de desagüe de la comunidad Unión Tarancato Alto y piscigranjas (medio de vida)

Durante el evento se observó un flujo de lodo que se extendió 200 m sobre la trocha carrozable de la margen izquierda de la quebrada Tarancato (figura 4A y 4B)

Además la presencia de humedad producto de aguas subterráneas, ojos de agua en el área de estudio es frecuente.

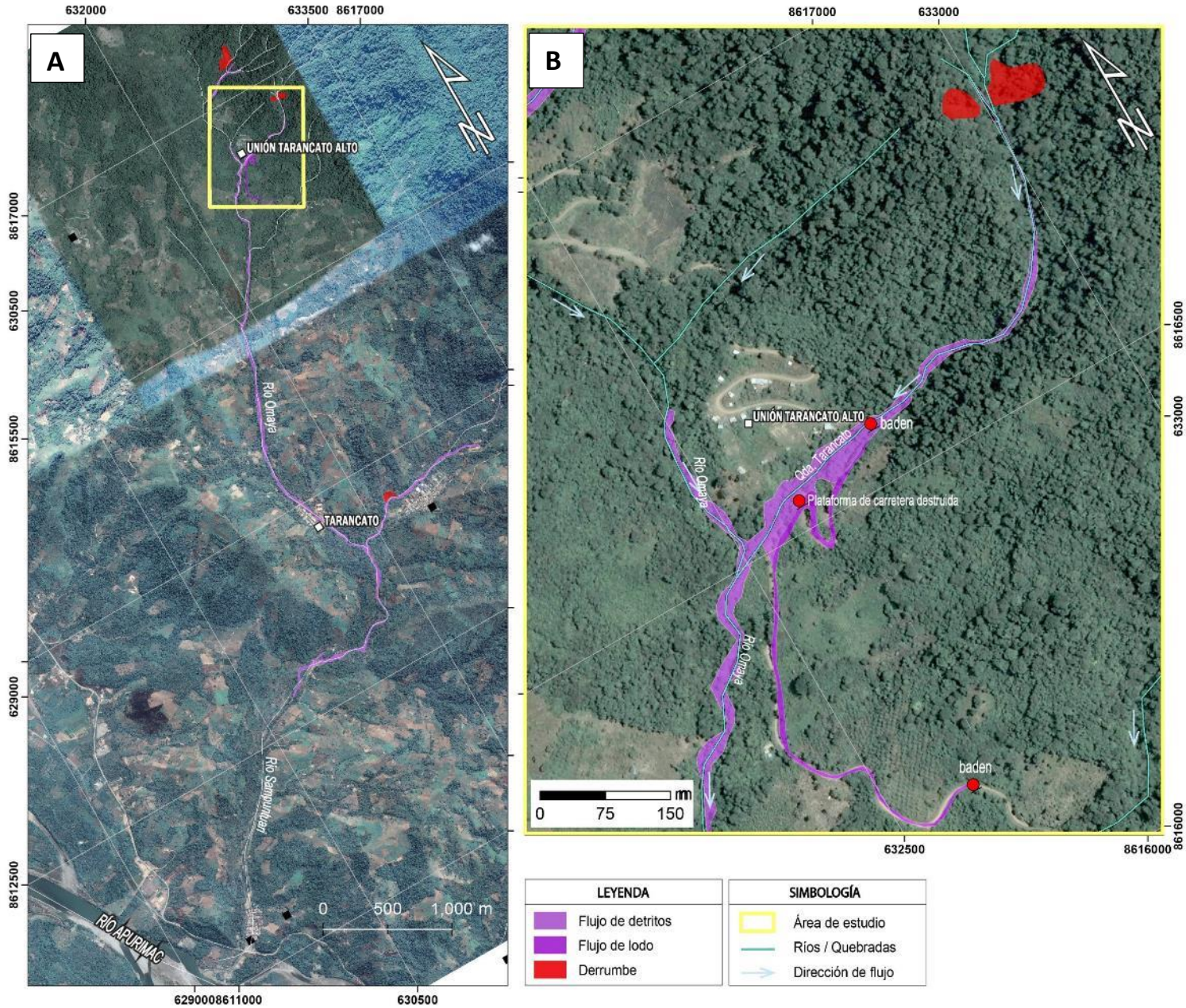


Figura 4. Peligros geológicos por movimientos en masa que confluyen al río Omayá y de quebradas afluentes (Tarancato)

4.1. EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL SECTOR UNIÓN TARANCATO ALTO

En julio del 2022, fecha de la evaluación técnica, se observó que el acelerado crecimiento de vegetación, a 2 años del evento, cubrió los derrumbes que activaron el flujo de detritos; el trazo del flujo sobre la quebrada Tarancato y el efecto erosivo que este causó a ambos márgenes de la quebrada; no pudieron ser visibles con el sobrevuelo de dron sobre la comunidad Unión Tarancato Alto.

Pero tendiendo la finalidad de identificar, cartografiar y dimensionar el evento pasado del 2019, se realizó fotointerpretación satelital temporal del satélite Planet (3 m de resolución) antes, cuasi-durante y después del evento (figura 5).

- Antes del evento: El 29 de julio de 2018 la identificación de quebradas ubicadas cerca de la comunidad Unión Tarancato Alto se torna complicada, debido a la densa vegetación del sector.
- Durante el evento: El 25 de enero de 2019, la nubosidad del mes permitió identificar difícilmente los detritos sobre el cauce de la quebrada de tarancato con extensión al río Omayá. Sin embargo, fue posible identificar las quebradas activadas por flujos de detritos en enero de 2019.
- Después del evento: Tres meses después (05 de marzo de 2019), el flujo de detritos sobre la quebrada Tarancato y el río Omayá aún es visible. Se observa nubosidad fuera del área de estudio, lo que hizo posible su visibilidad.

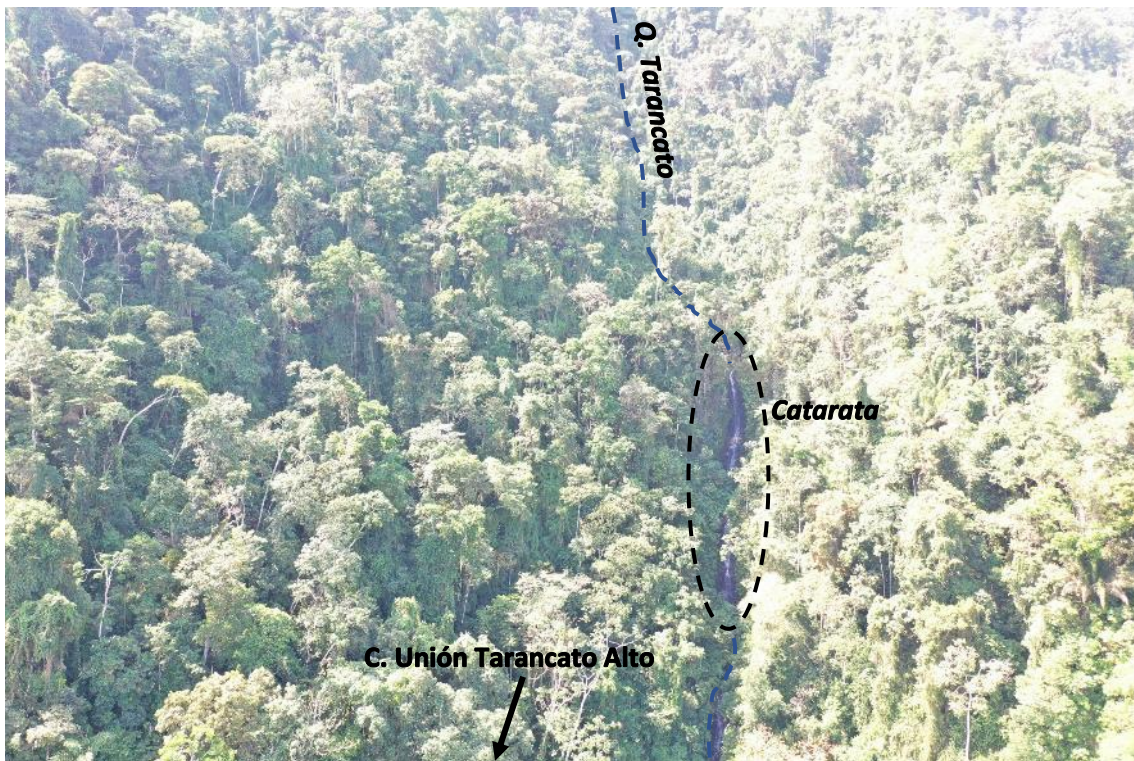


Figura 5: Vista satelital multitemporal de la quebrada Tarancato y el C.P. Unión Tarancato Alto en julio 2018 (antes), enero 2019 (cuasi-durante) y marzo 2019 (después del evento). Fuente: Imágenes de PLANET

4.2. QUEBRADA TARANCATO

4.2.1. PARTE ALTA

La Quebrada Tarancato es afluente del río Omayá y se extiende 1.5 km, desde el cerro Tarancato alto hasta el río Omayá, sobre pendientes muy fuertes (25° a 45°) (anexo 1 – mapa 2), genera caídas de aguas tipo cataratas (fotografía 6 y fotografía 6A).



Fotografía 6: Vista aérea de la parte alta de la comunidad Unión Tarancato Alto. Quebrada Tarancato y vista de catarata a lo largo de su cauce.

La reactivación y activación de derrumbes en el cerro Tarancato en enero de 2019, generó flujos de detritos (huaycos) sobre la quebrada Tarancato (figura 6). Estos procesos naturales generan desastres debido al asentamiento de infraestructura y población de la comunidad Unión Tarancato Alto en la margen derecha de la quebrada.

4.2.2. PARTE MEDIA Y BAJA

Los flujos de detritos de enero de 2019, en la quebrada Tarancato, alcanzaron una altura de flujo de 4 m, y ampliaron su cauce de 10 m a 20 m., en cuyo pase destruyeron y/o afectaron infraestructura (badenes, trochas carrozables, muros de contención, viviendas, tubos de desagüe) y destruyó el puente San Valentín de 20 años de antigüedad. (figura 6 B y C); medios de vida (piscigranja ubicada a 10 m de la margen derecha de la quebrada Tarancato fue destruida) de la comunidad Unión Tarancato Alto.

Los flujos de detritos de la quebrada Tarancato llegó al río Omayá, en donde socavó y colapsó plataformas de 40 m de longitud, vías de acceso al C.P. Cataratas y aledaños,

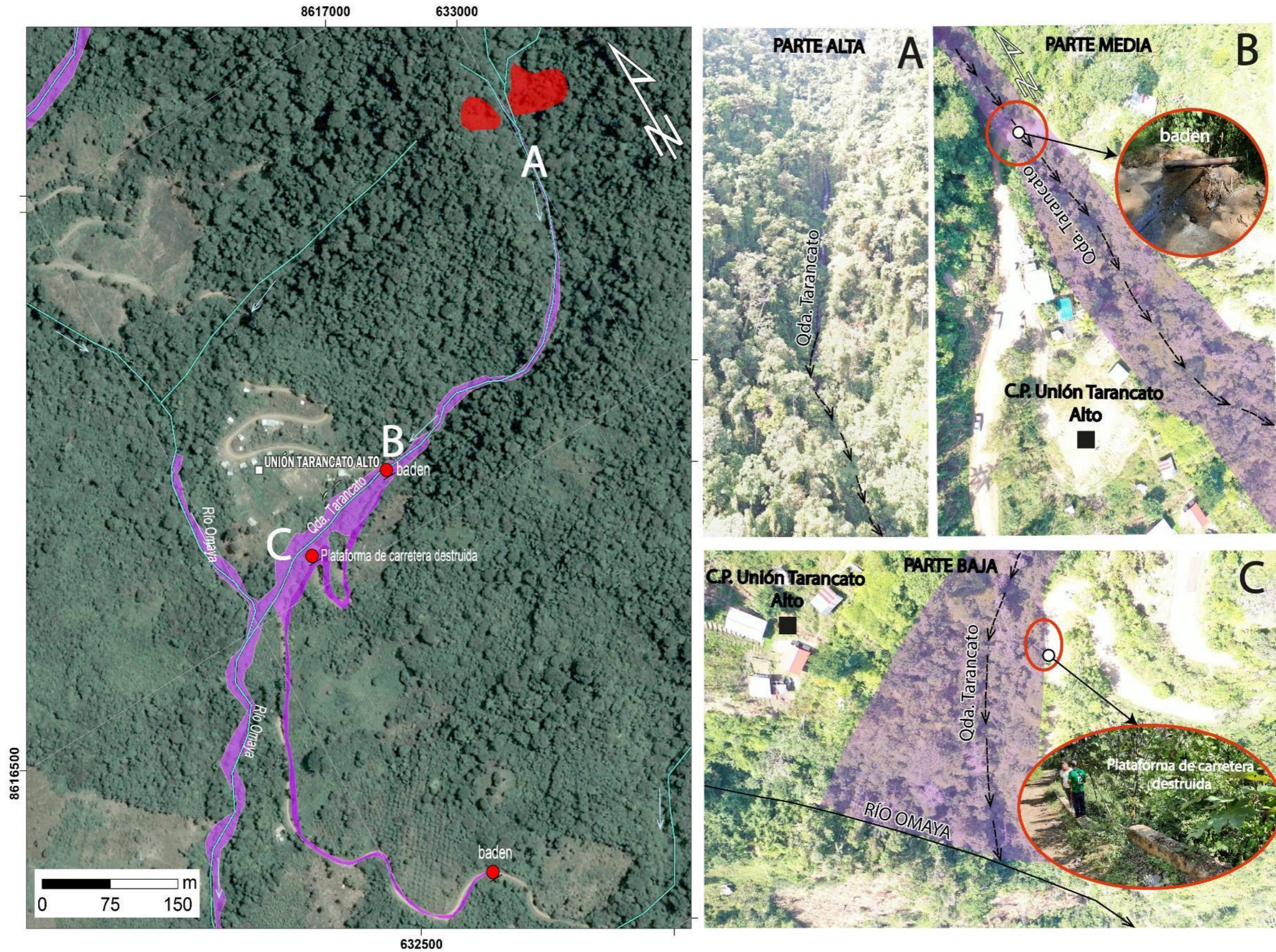


Figura 6. Peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Tarancato. 6A. Parte Alta de la quebrada Tarancato, vista de catarata en el cauce de la quebrada. 6B. Parte Media, baden, piscigranja destruidos y viviendas de la comunidad Unión Tarancato Alto. 6C. Parte Baja de la quebrada Tarancato. Muro de contención destruido.

Las viviendas ubicadas en la margen derecha de la quebrada Tarancato, actualmente están a menos de 12 m del cauce de la quebrada, sobre la cual se presenta saltos de 1.5 m (fotografía 7), aperturas de 10 a 20 cm y agrietamientos. Siete viviendas afectadas fueron deshabitadas (fotografía 8).

Según el testimonio de los habitantes de la comunidad Unión Tarancato Alto, a pocas horas de la instalación del poste de alumbrado público, en la margen derecha de la quebrada Tarancato, ocurrió el primer flujo de detritos (huayco) que inclinó el poste instalado. Pocos días después este fue reubicado metros más distantes de la quebrada.



Fotografía 7: Vista de saltos en la margen derecha de la quebrada Tarancato.



Fotografía 8: Viviendas en la margen derecha de la quebrada Tarancato. Se observa 04 de las 07 viviendas deshabitadas y el poste de alumbrado público reinstalado después del evento.

El sistema de drenaje de la comunidad Unión Tarancato Alto se ubicaba en la margen derecha de quebrada Tarancato. Los flujos de detritos de enero de 2019 afectaron los tubos de drenaje que conectan al biodigestor de la comunidad. Además, el biodigestor ubicado dentro de la quebrada está lleno, y su desembalse amenaza con socavar la margen derecha de la quebrada Tarancato o generar la activación de derrumbes y/o flujos de tierra.

4.3. DAÑOS QUE GENERÓ EL FLUJO DE DETRITOS

Comunidad Unión Tarancato Alto – Quebrada Tarancato

- Destrucción de piscigranja
- Afectación de 200 m de trocha carrozable
- Destrucción de un Baden
- Muro de contención cerca a la quebrada Tarancato
- Agrietamientos y asentamiento de 07 viviendas
- Tubos de desagüe afectados
- Inclinción del poste de alumbrado público
- Muro de contención como protección de la trocha carrozable

Río Omayá

- Destrucción de plataformas de 40 m de longitud
- Desplome del puente San Valentín

4.4. OBRAS DE REHABILITACIÓN

Comunidad Unión Tarancato Alto – Quebrada Tarancato

- Limpieza de detritos y lodo en la trocha carrozable
- Colocación de un nuevo Baden
- Re-colocación del poste de alumbrado público
- Construcción de un nuevo Muro de contención como protección de la trocha carrozable

Río Omayá

- El 2020 construyeron un nuevo puente de San Valentín

4.1. Factores condicionantes y desencadenantes

4.1.1. FACTORES CONDICIONANTES

- **GEOLOGÍA:** Las unidades geológicas que conforman las áreas de estudio son rocas metamórficas como gneis y granulitas del complejo Metamórfico Cielo Punku Pichari. Además de depósitos superficiales no consolidados de origen coluvial y proluvial originados por la ocurrencia de movimientos en masa de tipo derrumbes y flujo de detritos.
- **GEOMORFOLOGÍA:** Las unidades geomorfológicas que conforman las áreas de estudio son montañas en rocas metamórficas, piedemonte proluvial o aluvio-torrencial, vertiente de depósito de deslizamiento, vertiente coluvio-deluvial, las tres últimas unidades son producto de la denudación y transporte de sedimentos. La unidad de montaña en roca metamórfica, se observa en toda el área de estudio y es cortada por quebradas y ríos.
- **PENDIENTE:** Las montañas y las quebradas del sector Unión Tarancato Alto, tienen pendientes fuertes a muy fuertes (15° a 45°).

4.1.2. FACTORES DESENCADENANTES

- **LLUVIAS INTENSAS:** Hay lluvias intensas entre los meses de 9 de septiembre al 26 de abril, donde aproximadamente el 42% de lluvia se da en el mes de febrero.
- **INFILTRACIÓN DE AGUA:**

NATURAL - AGUA SUBTERRÁNEA: Las quebradas de la zona de estudio son abastecidos por puquiales en la parte alta de las montañas. Considerando la densa cobertura vegetal en las zonas evaluadas se observa la presencia de humedad natural del suelo ya sea por la influencia de los ríos o por las precipitaciones.
- **SISMOS:** Los sismos son uno de los factores que condicionan la ocurrencia de grandes movimientos en masa, sin embargo, según el testimonio de los pobladores no ocurren muchos sismos en el área de estudio

4. CONCLUSIONES

- a) En el área de estudio afloran rocas metamórficas como granulitas y gneiss del complejo Pichari Cielo Punku, ligeramente meteorizadas y poco fracturadas. Además, de depósitos superficiales no consolidadas coluvio – deluviales y proluviales, acumulados en laderas empinadas, quebradas y lechos de río, generados por intemperismo, gravedad, movimientos sísmicos, precipitaciones excepcionales y activación de movimientos en masa (derrumbes y flujos de detrito).
- b) Las unidades geomorfológicas del área de estudio son montañas en roca metamórfica, piedemonte proluvial o aluvio torrencial, vertiente de depósito de deslizamiento y vertiente coluvio-deluvial, modelan relieves de pendientes fuertes a muy fuertes (15° a 45°)

En enero de 2019, la reactivación de derrumbes en la parte alta del cerro Tarancato dió lugar a flujos de detritos en varias quebradas afluentes del río Omayá. Los flujos de detritos iniciados en las quebradas se unieron en el río Omayá, hasta alcanzar el río Apurímac. Sin embargo, en la quebrada Tarancato se destruyeron infraestructuras (badenes, trochas carrozables, muros de contención, viviendas, tubos de desagüe) y medios de vida (piscigranjas) de la comunidad Unión Tarancato Alto.

- c) Después del evento de enero de 2019, se realizaron trabajos de rehabilitación como la limpieza de la carretera vecinal, remplazo de badenes destruidos, construcción de muro de contención y del puente San Valentín, para su uso y normal funcionamiento. Sin embargo, aún existe infraestructura expuesta en la comunidad de Unión Tarancato Alto, que puede ser destruida por la activación de nuevos flujos de detrito en la quebrada Tarancato.
- d) Los sectores evaluados, por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas **muy activas**, consideran el área de estudio con un nivel de **peligro muy alto** en temporada de lluvia intensa y prolongadas.

5. RECOMENDACIONES

- A) Delimitar las franjas marginales a ambos flancos de la quebrada Tarancato y respetar los nuevos cauces de la quebrada Tarancato y río Omayá (después del flujo de detritos del enero de 2019).
- B) Restringir y/o prohibir las actividades agrícolas, acuícolas y de urbanización dentro del cauce o en el límite marginal de las quebradas de Tarancato.
- C) Reubicar las viviendas encontradas dentro de las franjas marginales de la quebrada Tarancato.
- D) Realizar el remplazo y/o mantenimiento de las tuberías de desagüe y biodigestores de la comunidad Unión Tarancato Alto.
- E) Reforestar ambas márgenes de la quebrada Tarancato con árboles y/o arbustos nativos de raíces profundas.



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

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, 2007.

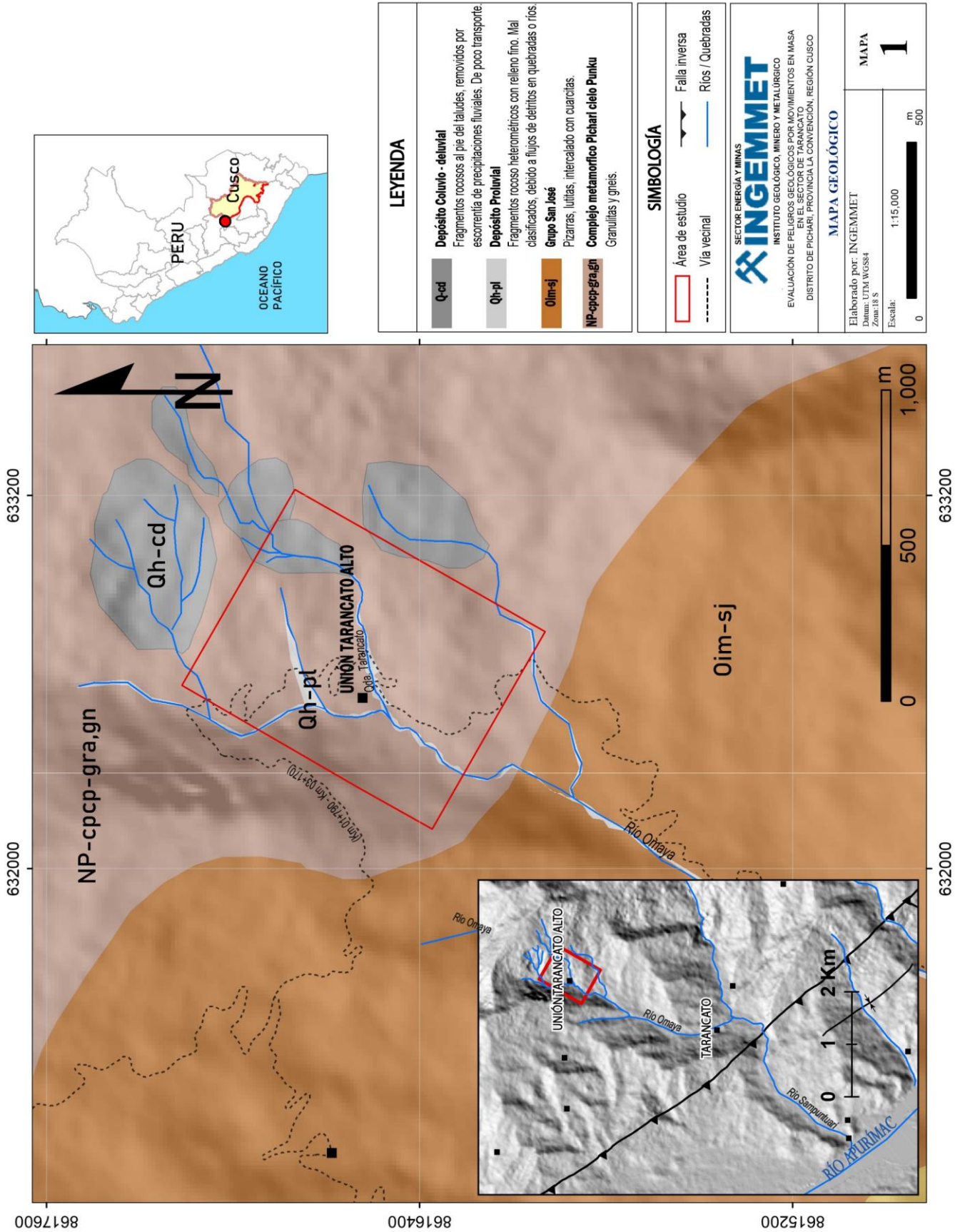
SENAMHI, 2020. Climas del Perú Mapa de Clasificación Climática Nacional. Resumen Ejecutivo. 7 p.

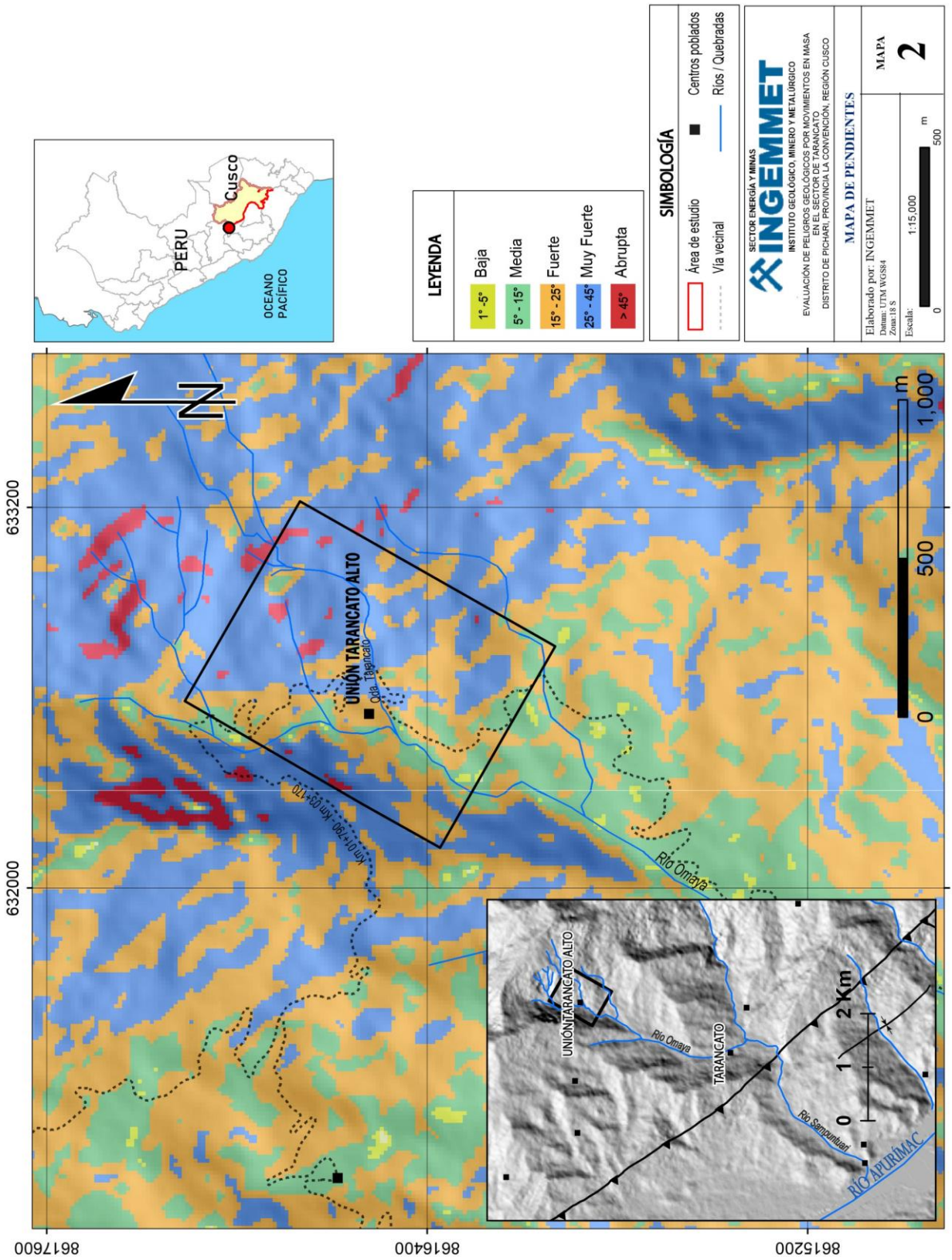
Vilchez M., Sosa N., Parí W., Peña F. (2020). Peligro Geológico en la región de Cusco. Boletín N° 74. Serie C. INGEMMET.

Valencia M., Chero D. & Chávez C. 2021. Geología del cuadrángulo de San Francisco (hojas 26o1, 26o2, 26o3, 26o4. INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000) N° 20.

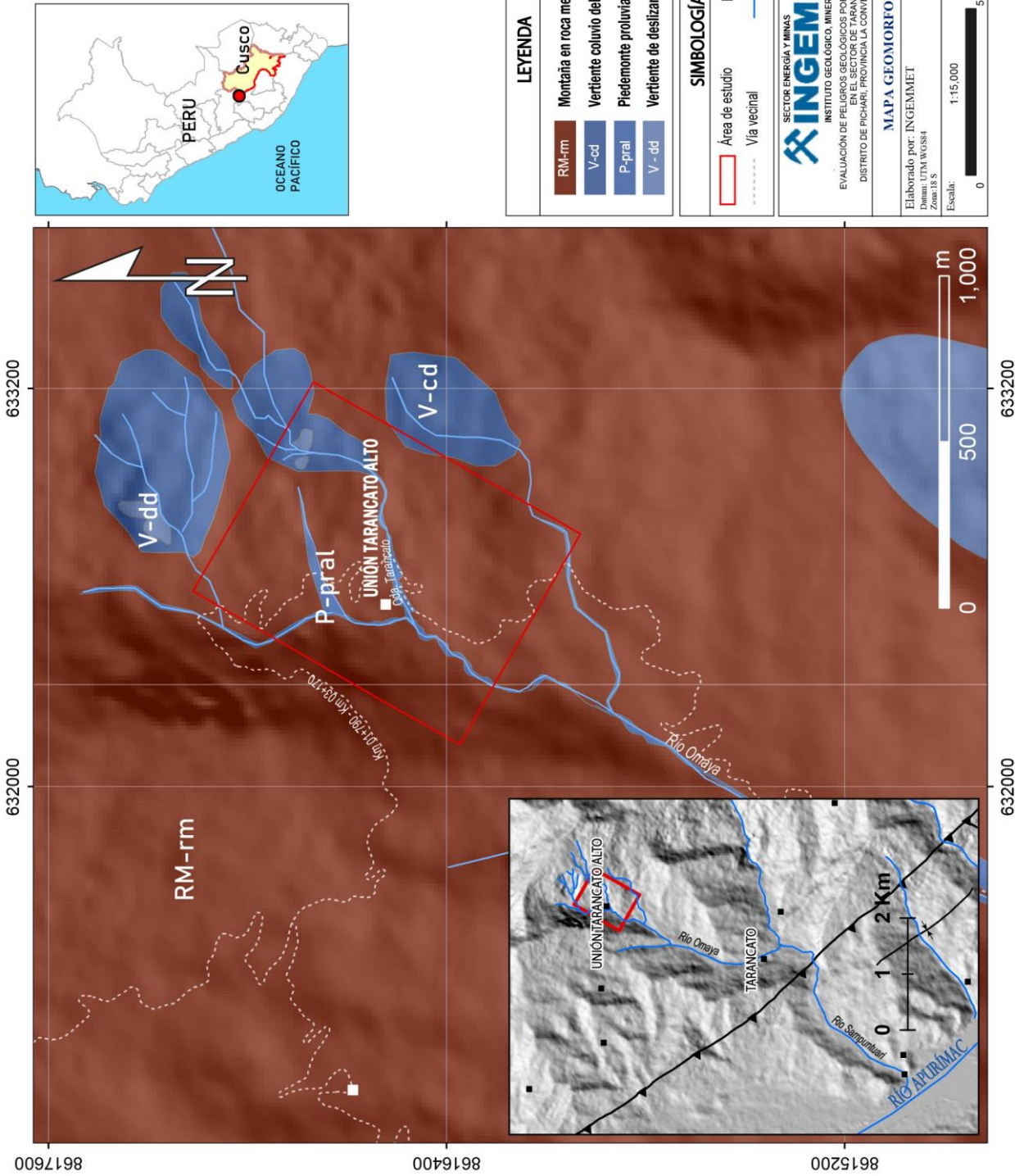
DALMAYRAC, B.; LANCELOT, J.R. & LEYRELOUP, A. (1977) - Two billion year granulites in the Late Precambrian metamorphic basement along the Southern Peruvian coast. Science, 198:49-52

ANEXOS





632000
Mapa 2. Mapa de pendientes. Fuente DEM: Alaska satellite facility



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