

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7389**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS EN EL SECTOR MATARAPAMPA

Departamento Cusco  
Provincia Calca  
Distrito Pisac



MAYO  
2023

***Evaluación de peligros geohidrológicos en el sector Matarapampa***

Distrito Pisac, provincia Calca, departamento Cusco

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

*Responsable de la investigación:*

*Gael Araujo Huamán  
Gonzalo Luna Guillén*

**Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). *Evaluación de peligros geohidrológicos en el sector Matarapampa*. Distrito Pisac, provincia Calca y departamento Cusco. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7389. 41 p.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
1.1. Objetivos del estudio.....	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores.....	5
1.2. Aspectos generales.....	6
1.2.1. UBICACIÓN.....	6
1.2.2. POBLACIÓN.....	7
1.2.3. ACCESIBILIDAD.....	7
1.2.4. CLIMA Y CAUDAL.....	8
<b>2. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	12
2.1. Unidades litoestratigráficas.....	12
2.1.1. Grupo Copacabana.....	12
2.1.2. Formación Ananea.....	12
2.1.3. Formación Huancané.....	12
2.1.4. Formación Paucarbamba.....	13
2.1.5. Formación Maras.....	13
2.1.6. Grupo Mitu.....	13
2.1.7. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd).....	15
2.1.8. Depósito aluvial (Q-al).....	15
2.1.9. Depósito fluvial (Q-fl).....	16
<b>3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	18
3.1. Pendientes del terreno.....	18
3.2. Unidades geomorfológicas.....	22
3.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	22
3.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional.....	23
<b>4. PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS</b> .....	27
4.1. Delimitación de Fajas Marginales.....	31
4.2. Factores condicionantes y desencadenantes.....	33
4.2.1. FACTORES CONDICIONANTES.....	34
4.2.2. FACTORES DESENCADENANTES.....	34
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	35
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	35
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	37
<b>ANEXO</b> .....	38

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Matarapampa ubicado en el distrito de Pisac, provincia Calca y 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.

Los afloramientos rocosos predominantes en el área de estudio corresponden a areniscas color rojizo con rumbo N 135° y buzamientos entre 25° a 30° en contra de la pendiente, estos se observan en ambos márgenes del río Vilcanota, limitando el valle de Pisac y el área de inspección, muy fracturadas y con meteorización moderada (menos de la mitad del material rocoso está descompuesto o desintegrado a suelo).

Sobre el substrato rocoso se observan depósitos superficiales coluvio–deluviales, constituidos por bloques y gravas de areniscas; en matriz limo – arenosa. Estos se encuentran medianamente saturados, de mediana plasticidad. Los materiales en el fondo del valle corresponden a depósitos aluviales no consolidados, formados por gravas redondeadas con diámetro de hasta 15 cm, con intercalaciones de arenas grises y blanquecinas y depósitos fluviales en el cauce y riberas formadas por gravas y arenas redondeadas (porosas).

Se visualizan geoformas de carácter tectónico degradacional, como montañas en roca volcánica sedimentarias con laderas de pendientes muy fuertes (25° a 45°) a abruptas (>45°); y geoformas de carácter depositacional como vertientes coluvio-deluviales con terrenos de pendientes muy fuertes, estas rodean a las planicies con pendientes suave (1° a 5°) que conforman terrazas aluviales bajas (Sector Matarapampa) y terrazas aluviales (sector Matara).

Las intensas precipitaciones pluviales y su consecuente incremento de caudales del río Vilcanota en el 2010, afectó de 50 a 60 familias en la parte baja de Matarapampa, inundó el sector de Matarapampa y destruyó el puente Pisac. Un año después, 2011, el ancho del cauce del río fue estrechado de 295 m a 40 m, debido a la construcción de defensas ribereñas en el sector de Matarapampa.

La erosión fluvial en ambos márgenes del río Vilcanota, amplía progresivamente el cauce del río, actualmente alcanza un ancho de 75 m. Es así, que se han identificado y cartografiado peligros geohidrológicos, tipo erosión e inundación fluvial en el sector Matarapampa, Siendo considerado de **peligro Alto**.

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 Pisac, según Oficio N°449-2022-A-MDP-C, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Matarapampa.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a la magister Gael Araujo Huamán y a los Ings. David Prudencio Mendoza y Gonzalo Luna Guillén, para que realicen una evaluación técnica de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Matarapampa, la cual se llevó a cabo el 10 de abril de 2023.

La evaluación técnica se basó en etapas de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET, etapa 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, simulación de caída de rocas, elaboración de mapas / figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Pisac 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 Matarapampa.
- b) Emitir conclusiones y recomendaciones que contribuyan a la formulación de 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 a inundación y erosión fluvial regional a escala 1:500 000; es información de referencia que, sumada a la evaluación técnica de campo y fotointerpretación en gabinete, permitió corroborar las áreas de estudio en niveles de susceptibilidad bajo a alto, predominando niveles de susceptibilidad alta en el sector de Matarapampa (Figura 1).

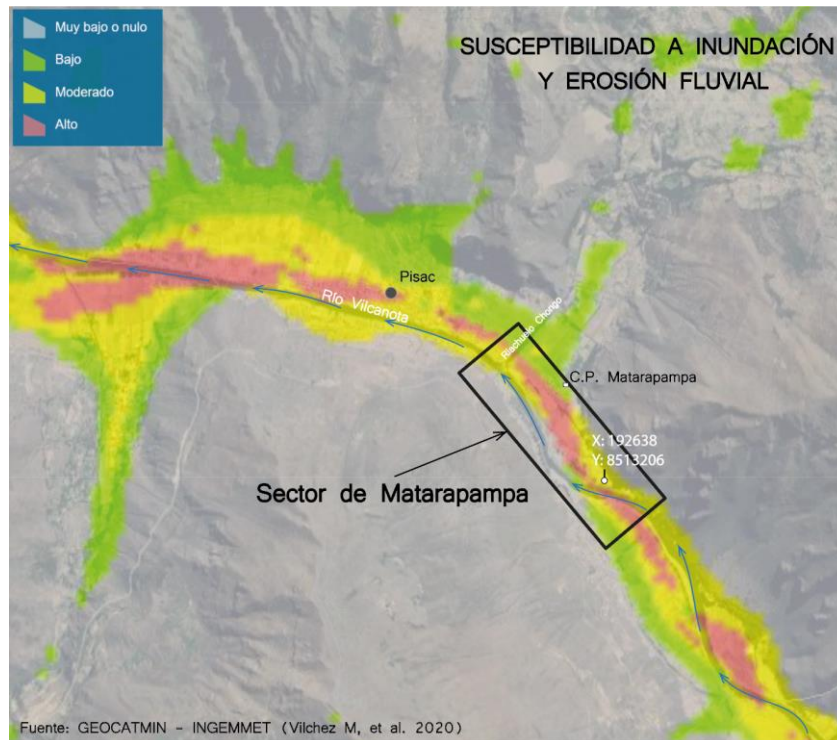


Figura 1: Susceptibilidad a inundación y erosión fluvial (Vílchez, M. et al. 2020)

- B) El boletín N° 65, serie A. Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca (hojas 27-r y 27-s) (Carlotto V. et al. 1996), boletín N° 35, serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000). Geología del cuadrángulo de Calca (hojas 27-s1, 27-s2, 27-s4) (Soberon D. et al. 2021), la actualización del mapa geológico 1: 50,000 publicado en el portal de Geocatmin, además del boletín N°74, serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica Peligros Geológicos en la región Cusco (Vílchez et al., 2020), describen las unidades geológicas y depósitos superficiales no consolidados que conforman el área de estudio.

## 1.2. Aspectos generales

### 1.2.1. UBICACIÓN

El sector de Matarapampa morfológicamente se encuentra en el flanco derecho del río Vilcanota y en las faldas del cerro Ventanayoc. Políticamente, forma parte del distrito de Pisac, provincia de Calca y departamento de Cusco (figura 2), en las coordenadas UTM WGS84 y geográficas de la tabla 1.

**Tabla 1.** Coordenadas UTM y geográficas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 19L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	192767	8513223	-13.432 °	-71.837°
2	192096	8514194	-13.424°	-71.843°
3	191728	8513944	-13.426°	-71.846°
4	192431	8512970	-13.435°	-71.840°
CC	192366	8513356	-13.431°	-71.840°

### 1.2.2. POBLACIÓN

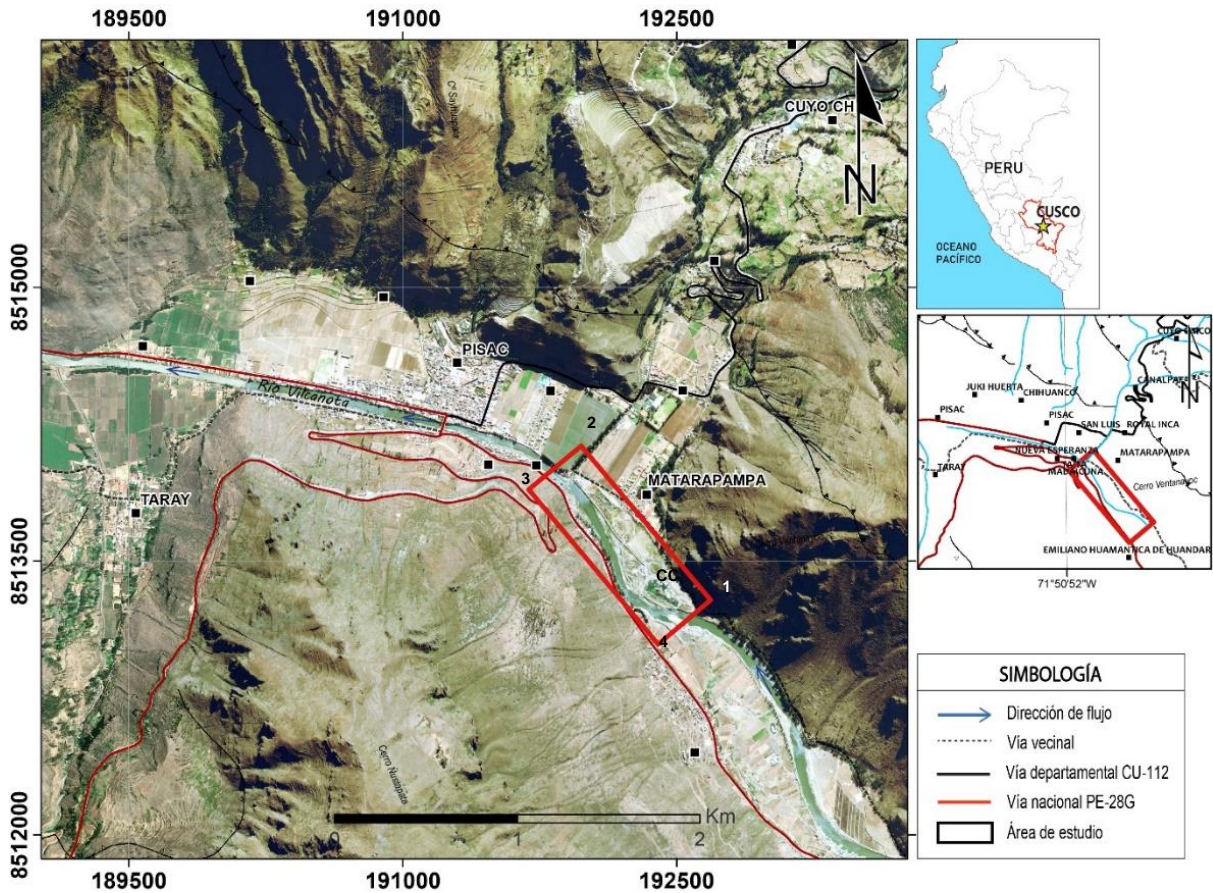
En el sector de Matarapampa no habitan pobladores, pero 3 personas trabajan realizando plantaciones de humus (parte alta de Matarapampa) y cuidado terreno de la municipalidad, en donde se guardan herramientas y equipos (parte baja de Matarapampa). Además, el sector de Matarapampa pertenece al C.P. Matara habitado por 50 pobladores, según las cifras oficiales del XII Censo Nacional de Población y Vivienda (INEI 2017) y 300 familias según los pobladores el 2023.

### 1.2.3. ACCESIBILIDAD

Partiendo de la ciudad del Cusco, en dirección al noreste se continua por las carreteras nacional 28G y departamental CU-112, en un tiempo de 54 min y distancia de 34.3 km hasta llegar al pueblo de Pisac, continuando 1.5 km al noreste por la carretera vecinal se llega al sector de Matarapampa (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Rutas de acceso al sector Matarapampa, C.P. Pisac

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cusco – Pisac	Carretera nacional CU-110	33.6	51 min
Pisac – Sector de Matarapampa	Carretera vecinal	1.5	4 min



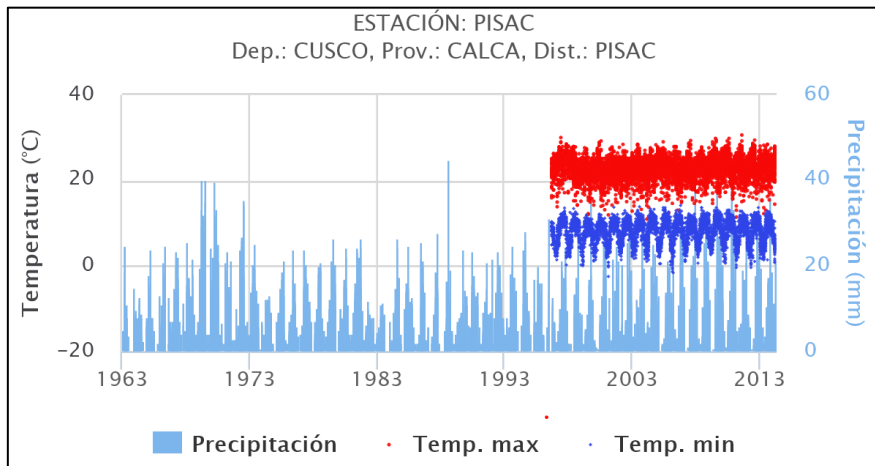
**Figura 2.** Ubicación del área de estudio

1.2.4. CLIMA Y CAUDAL

- Temperaturas y precipitaciones

Según el Mapa climático Nacional del SENAMHI (2020), el C.P. Pisac tienen un clima semiseco, templado y con otoño e invierno seco.

Esta región presenta durante el año, en promedio temperaturas máximas de 23°C a 27°C y temperaturas mínimas de 5°C a 11°C (Figura 3). Asimismo, los acumulados anuales de lluvias alcanzan valores desde los 500 mm hasta los 900 mm aproximadamente.



**Figura 3.** Precipitaciones y temperaturas en la estación Pisac. (SENAMHI.2023)



- Caudal del río Vilcanota

La estación Pisac se encuentra a 2791 m s.n.m. Ubicada en la provincia de Calca, distrito de Pisac, establecida con coordenadas de latitud  $-13.428^\circ$  y longitud  $-71.841^\circ$ . La cual monitorea las crecidas de caudal del río Vilcanota (Figura 4).



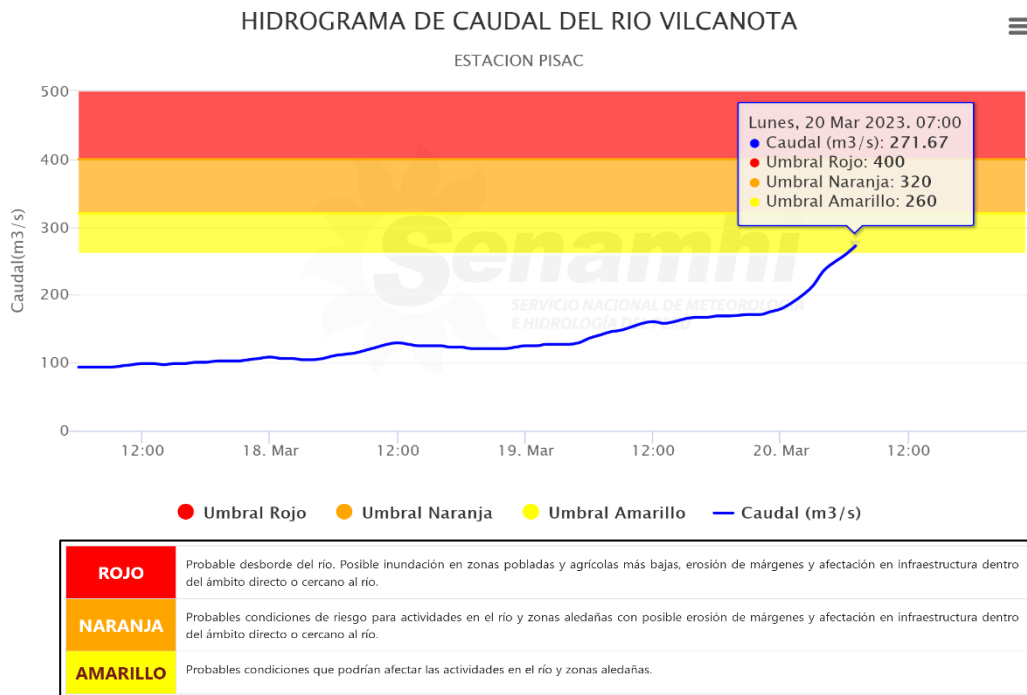
**Figura 4.** Vista del río Vilcanota, Pisac. (SENAMHI. 2023)

La estación dada para el control hidrométrico de la parte media de la cuenca. Registra sus niveles más altos en el mes de marzo de 2018, llegando hasta los 457m<sup>3</sup>/s (SEMAMHI, 2018), superando el umbral de alerta hidrológica roja (Figura 5).



**Figura 5.** Caudales del río Vilcanota, estación Pisac en 2018. (COEN. 2018)

El lunes 20 de marzo de 2023 a las 07:00 hrs, la estación hidrológica PISAC, registró un caudal de 271.67 m<sup>3</sup>/s, ubicándose en el umbral amarillo (Figura 6). Las potenciales áreas de afectación serían los centros poblados de Pisac, Lamay, Coya, Calca, Arin, Huayllabamba y Yucay (SENAMHI 2023).



**Figura 6.** Caudales del río Vilcanota, estación Pisac, marzo del 2023. Fuente: SENAMHI.2023

## 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.

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

**FORMACIÓN  
 GEOLÓGICA**

Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes

(composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

<b>FRACTURA</b>	Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan. Los rangos de fracturamiento rocoso, dependiendo del espaciamiento entre las fracturas, pueden ser: maciza, poco fracturada, medianamente fracturada, muy fracturada y fragmentada.
<b>METEORIZACIÓN</b>	Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes. Los rangos de meteorización se clasifican en: roca fresca, ligeramente meteorizada, moderadamente meteorizada, altamente meteorizada, completamente meteorizada y suelo residual.
<b>PELIGROS GEOLÓGICOS</b>	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.
<b>INUNDACIÓN FLUVIAL</b>	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.
<b>EROSIÓN FLUVIAL</b>	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.
<b>LAGUNILLAS O LAGGONS</b>	Es un cuerpo de agua poco profundo separado de un cuerpo de agua más grande por una forma de relieve estrecha.

## 2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico, se desarrolló en base al boletín N° 65, Seria A: Carta Geológica Nacional denominada: “Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca” (Carlotto et al., 1995) y “Geología del cuadrángulo de Calca (hojas 27s1, 27s2, 27s4) - Boletín L 35 (Soberon et al., 2021), donde se describen las unidades litoestratigráficas del mapa geológico del cuadrángulo de calca, hoja 27 s, a escala 1:100 000, así como el mapa a escala 1: 50 000 actualizado y publicado en el portal de Geocatmin. Además, el boletín N°74 de la serie C Geodinámica e Ingeniería Geológica, denominado Peligros geológicos en la región del Cusco (Vílchez et al. 2020) describe las unidades no consolidadas, complementándose con trabajos de fotointerpretación de imágenes satelitales, y observaciones en campo, con lo que finalmente se elaboró el mapa geológico del presente informe (Anexo 1-mapa 1).

### 2.1. Unidades litoestratigráficas

El mapa geológico comprende unidades regionales como es la Formación Ananea (Silúrico - Devónico), formaciones Maras, Paucarbamba y Huanacáné (pertenecientes al Grupo Yuncaypata), formaciones Copacabana y Mitú (Paleozoico Inferior) y unidades Plio-cuaternarias como es la Formación Rumicolca, estas se describen de manera breve, dando énfasis a las Formaciones circundantes al sector de Matarapampa (área principal de estudio) con predominancia de unidades cuaternarias – Holocenas como son depósitos aluviales, coluvio-deluviales y fluviales.

- Dentro de las formaciones regionales descritas de manera indirecta y de orden secundario al área de inspección se tienen:

#### 2.1.1. Grupo Copacabana

Regionalmente está conformada por Calizas bioclásticas, areniscas y lutitas negras (Carlotto et al., 1995). Afloran de manera dispersa al este del mapa geológico del presente informe.

#### 2.1.2. Formación Ananea

Según el cuadrángulo en referencia, esta Formación se encuentra compuesta de la intercalación de esquistos cuarzosos feldespáticos, filitas y pizarras, limoarcillitas cremas, fililitas y areniscas finas (Carlotto et al., 1995).

Estas afloran al extremo noreste del mapa geológico (Mapa 1 – anexo 1) y se encuentran en contacto por una falla inversa con la Formación Mitú.

#### 2.1.3. Formación Huanacáné

Regionalmente está conformado por areniscas cuarzosas blanquecinas en capas gruesas a medianas tabulares de grano medio a fino, con estructuras sedimentarias de estratificación sesgada y laminación interna paralela (Carlotto et al., 1995).

Estas afloran desde extremo noreste a suroeste, en concordancia con la Formación Paucarbamba y limitada por fallas inversas.

#### 2.1.4. Formación Paucarbamba

Regionalmente está conformada por calizas gris oscuras, margas y lutitas paradas en capas delgadas (Carlotto et al., 1995).

Estas afloran en concordancia con la Formación Huancané, extendiéndose longitudinalmente de noroeste a sureste, en este mismo extremo se ven discordantes de forma repetitiva limitado por fallas inversas de la misma dirección.

#### 2.1.5. Formación Maras

Regionalmente está conformada por Arcillas, lutitas, y algunos estratos de calizas y yeso (Carlotto et al., 1995).

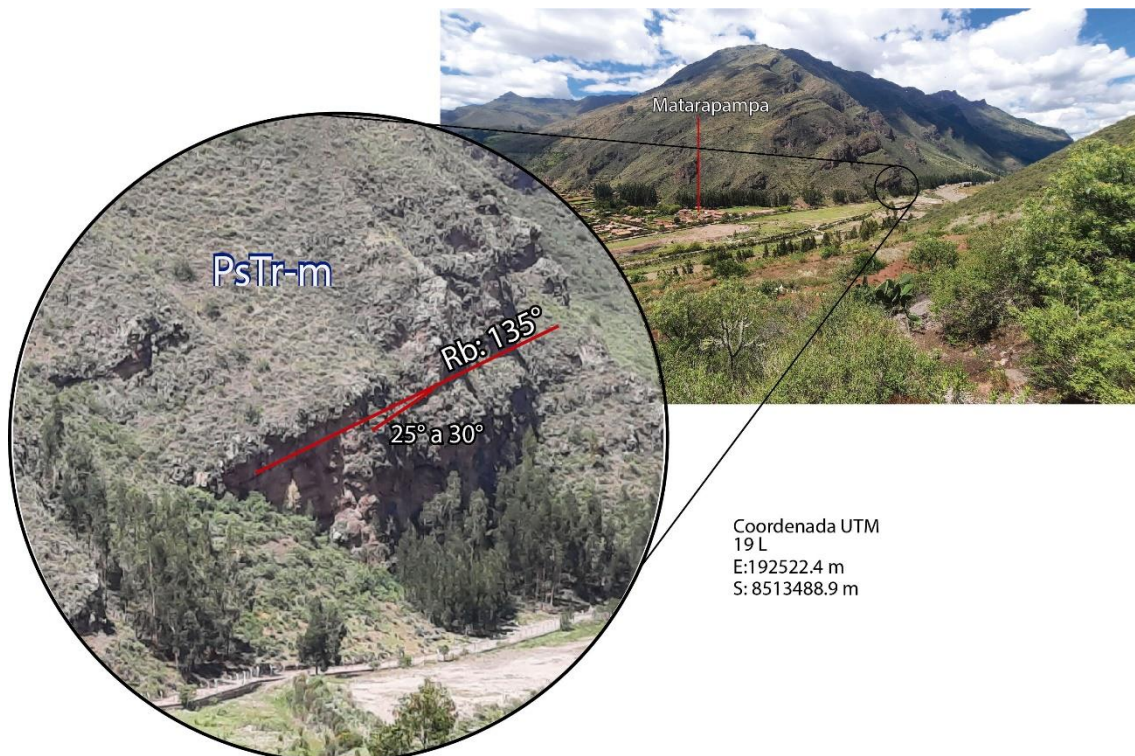
Estas afloran al extremo suroeste del mapa geológico (Mapa 1 – anexo 1), en concordancia con las Formaciones Paucarbamba y Huancané controlada por fallas regionales inversas de direcciones noroeste – sureste.

Las formaciones locales descritas de manera directa y de influencia primaria al área de estudio, se encuentran representadas en el block diagrama 3 D de la figura 11, y son:

#### 2.1.6. Grupo Mitú

Regionalmente está conformado por areniscas conglomeradas, brechas, lavas y tobas de cenizas.

Localmente estos afloramientos conformados por bancos de areniscas de color rojizo con rumbo N 135° y buzamiento cambiante de 25° a 30° en contra de la pendiente, afloran en ambas márgenes del río Vilcanota, limitando el valle de Pisac y el área de inspección (figura 7).



**Figura 7.** Afloramientos del Grupo Mitú, en la margen derecha del río Vilcanota.

Las areniscas presentan separaciones entre fracturas de 0.3-0.05 m (rocas altamente fracturadas) y la meteorización es moderada (menos de la mitad del material rocoso está descompuesto o desintegrado a suelo) ver cuadro 2 y 3.

**Cuadro 2.** Clasificación de la meteorización del Grupo Mitú en el área de estudio (Grado de meteorización de rocas ISRM,1981)

GRADO DE METEORIZACIÓN				
NOMBRE	DESCRIPCIÓN			CLASIFICACIÓN
A1	Roca fresca	No hay signos visibles de meteorización, ligera decoración	-	
A2	Ligeramente meteorizado	Decoloración en la roca y en superficie de discontinuidades (fracturas).	<10%	
A3	Moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo.	10-50%	Areniscas del Grupo Mitú
A4	Altamente meteorizado	Más del 50% esta descompuesto y/o desintegrado a suelo, roca fresca o descolorida esta presente como testigos descompuestos.	50-60%	
A5	Completamente meteorizado	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso esta aun en parte intacta.	>90%	
A6	Suelo residual	Todo el material rocoso esta convertido en suelo. La estructura	100%	

**Cuadro 3.** Clasificación del fracturamiento del Grupo Mitú identificadas en el área de estudio (Grado de fracturamiento de rocas ISRM,1981).

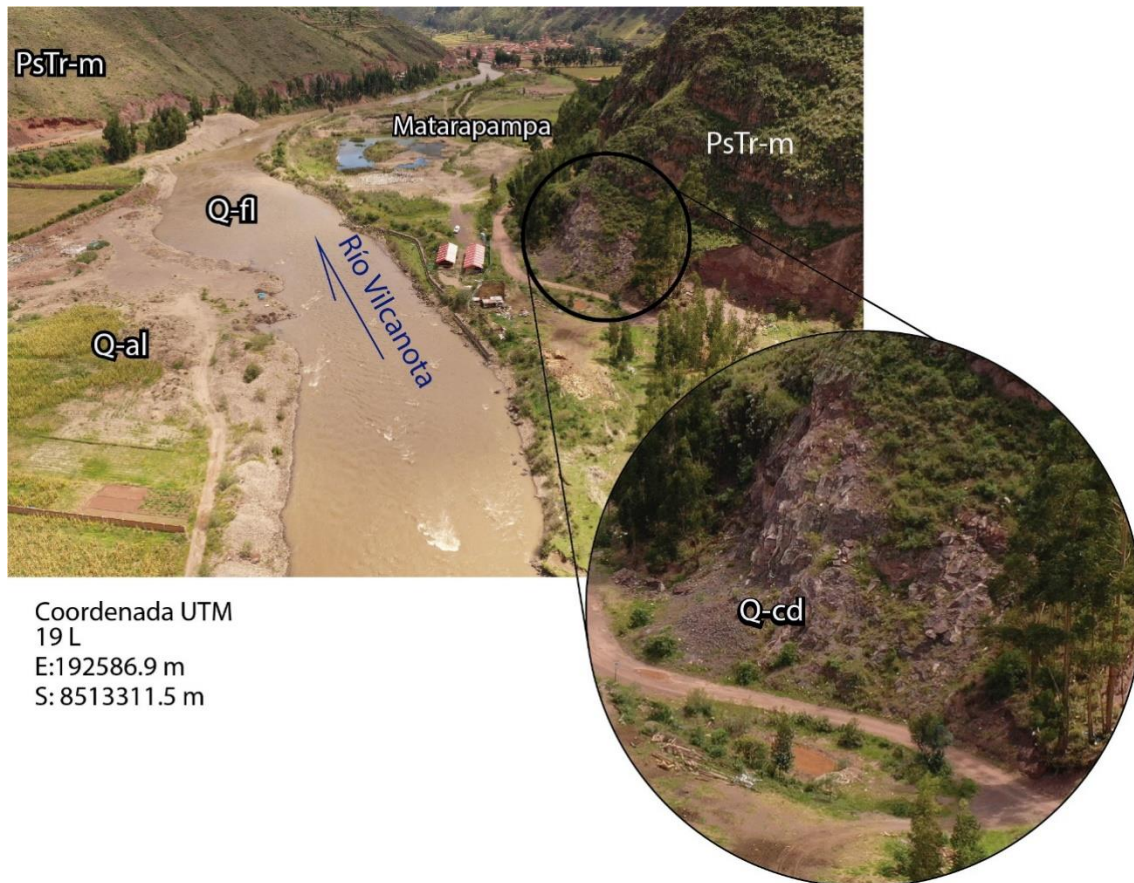
INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO				
NOMBRE	SEPARACIÓN	DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN
F1	>3 m	Maciza	Fracturas espaciadas entre si	
F2	3-1 m	Poco fracturada	Fracturadas espaciadas a veces no distinguibles	
F3	1-0.3 m	Medianamente fracturado	Espaciamiento regular entre fracturas	
F4	0.3-0.05 m	Muy fracturado	Fracturas muy proximas entre si, se separan en bloques tabulares	Areniscas de la Grupo Mitú
F5	< 0.05 m	fragmentado	La roca se muestra astillosa y se se sepran en lascas con facilidad	

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

Depósito conformado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, interestratificados, imposibles de separarlos como unidades individuales. Se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas o acantilados de valles (Vílchez et al., 2019).

En el área evaluada se observan secuencias de materiales coluvio-deluviales y de escombros originados a partir de ocurrencias de movimientos en masa (deslizamiento de Cuyo Chico) y derrumbes adosados a la ladera de los cerros.

Estos depósitos están constituidos por materiales de secuencias de gravas, arenas y limos, dentro del material también se observan cantos y bloques de areniscas; estos depósitos se encuentran medianamente saturados y poseen mediana plasticidad, esta característica sumada a los procesos de erosión las hacen susceptibles a generar movimiento en masa (figura 8).

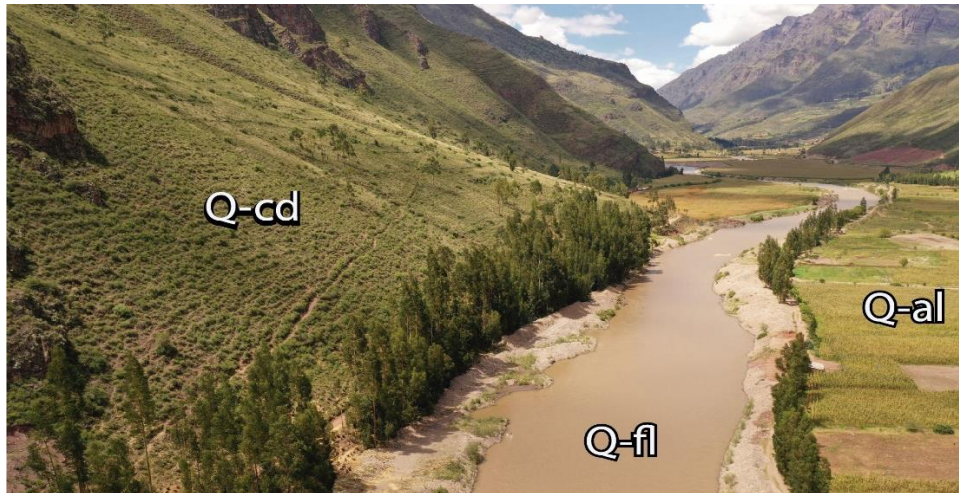


**Figura 8.** Depósitos coluvio-deluviales adosados a los afloramientos de Grupo Mitú.

### 2.1.8. Depósito aluvial (Q-al)

Son depósitos inconsolidados que han sido acumulados por la combinación de procesos fluviales, ubicados en las márgenes del río Vilcanota y conforman terrazas a diferentes niveles ligeramente más elevados (1 m y 3.4 m)

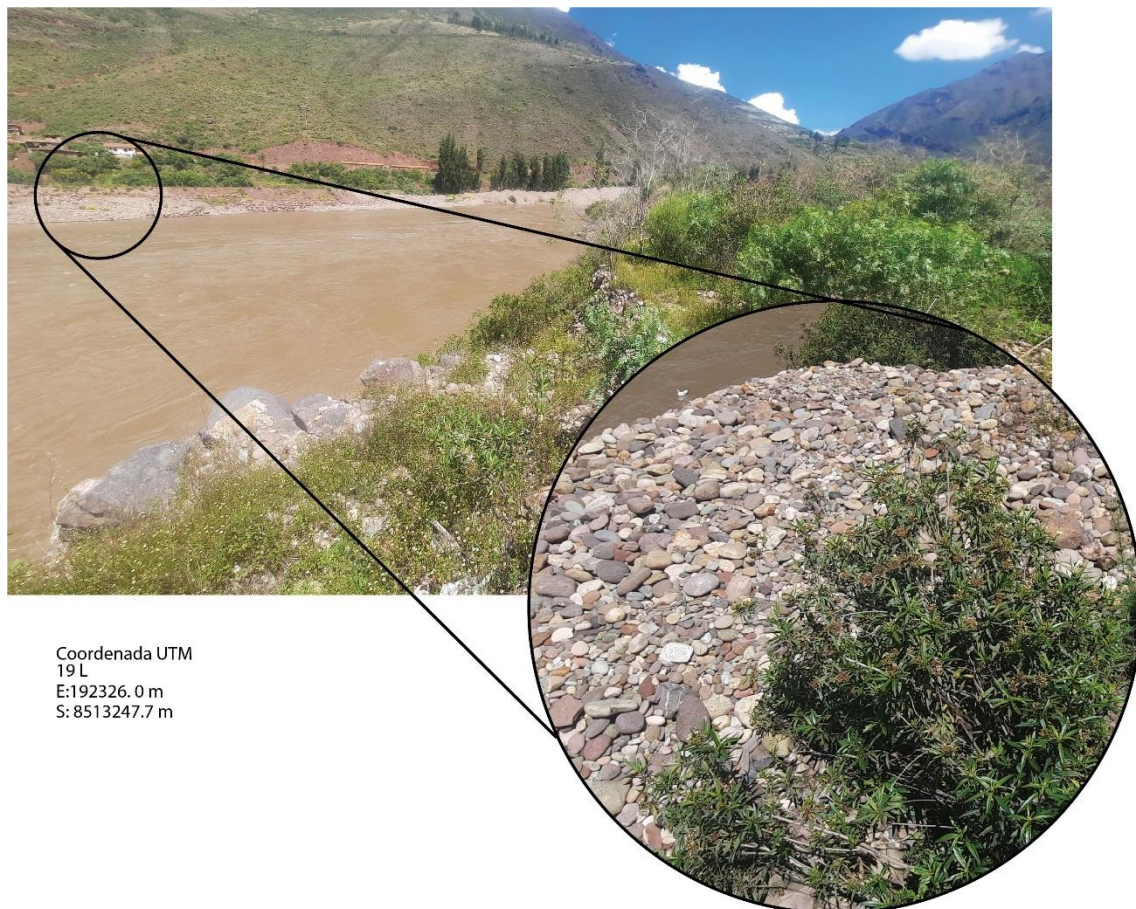
Están conformados por gravas redondeadas de hasta 15 cm de diámetro con intercalaciones de arenas grises y blanquecinas en una matriz no consolidada limo-arenosa. Las terrazas adyacentes al río se encuentran saturadas (Figura 9).



**Figura 9.** Obsérvense depósitos coluvio-deluviales (Q-cd), en la margen derecha del río (Q-fl) y en la margen izquierda los depósitos aluviales (Q-al). Imagen de dron vista aguas arriba de Matarapampa.

#### 2.1.9. Depósito fluvial (Q-fl)

Son depósitos porosos no consolidados distribuidos en el cauce y márgenes del río Vilcanota, están conformados por gravas y arenas redondeadas y alturas menores a 2 m (figura 10).



**Figura 10.** Depósitos fluviales en ambas márgenes del río Vilcanota.



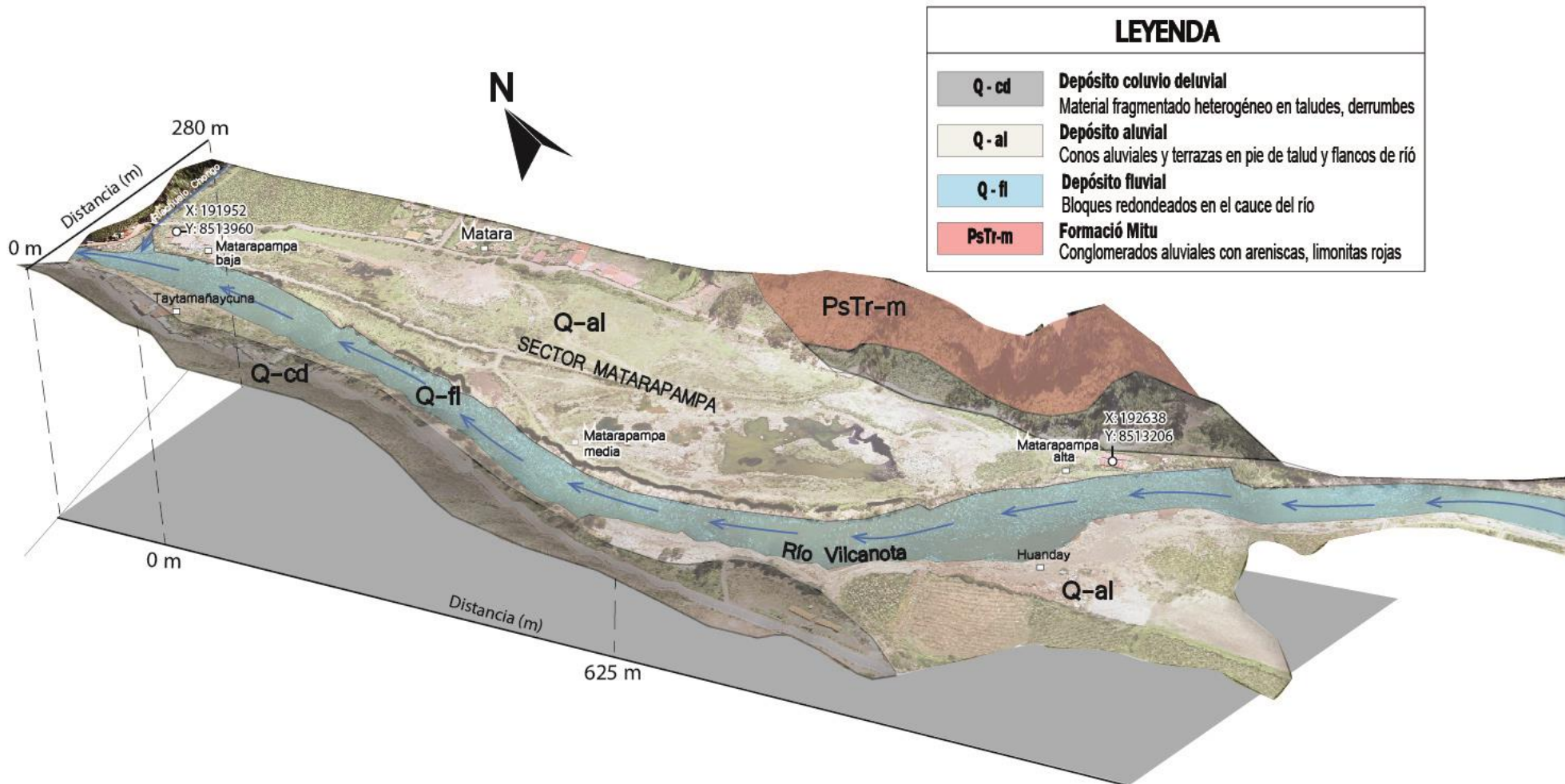


Figura 11. Vista 3D de las principales unidades litoestratigráficas en el sector de inspección (Matarapampa). Sobrevuelo dron del 10 de abril de 2023.

### 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

#### 3.1. Pendientes del terreno

La pendiente es uno de los principales factores dinámicos, que contribuyen particularmente a los movimientos en masa (formadores de las geoformas de carácter depositacional o agradacional), ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002); por lo cual es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa (cuadro 4).

Dentro del área de inspección se han hallado 6 rangos de pendientes descritos en la tabla a continuación, representados por los perfiles de las figuras 12 y 13, las cuales también muestran las correspondientes subunidades geomorfológicas descritas a continuación.

**Cuadro 4.** Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
< 1°	Llano	No se encuentran muchos sectores con este rango de pendientes, solo se reflejan en las construcciones antrópicas como techos y patios y áreas retrabajadas para agricultura.
1° a 5°	Inclinación suave	Este rango de pendientes se ubica principalmente en la cercanía al cauce del río Vilcanota, el cual discurre por su cauce con una inclinación similar, también se observan en las terrazas aluviales en ambas márgenes del río.
5° a 15°	Moderado	Este rango de pendientes se encuentra en ambas márgenes del río Vilcanota, corresponde a saltos e irregularidades del terreno por actividades antrópicas.
15° a 25°	Fuerte	Corresponden a las laderas conformadas por vertientes coluvio-deluviales.
25° a 45°	Muy fuerte	Estas pendientes se observan en las laderas de la montaña en roca volcánica - sedimentaria del Grupo Mitú.
>45°	Muy escarpado	Estas pendientes se observan en las zonas más agrestes de las laderas de la montaña en roca volcánica - sedimentaria del Grupo Mitú. corresponde a aérea de desprendimiento de rocas y derrumbes.

Localmente, en el sector de Matarapampa se han identificado pendientes bajas (1° a 5°) a medias (5° a 15°), expuestas en el modelo 3D de pendientes (Figura 14).

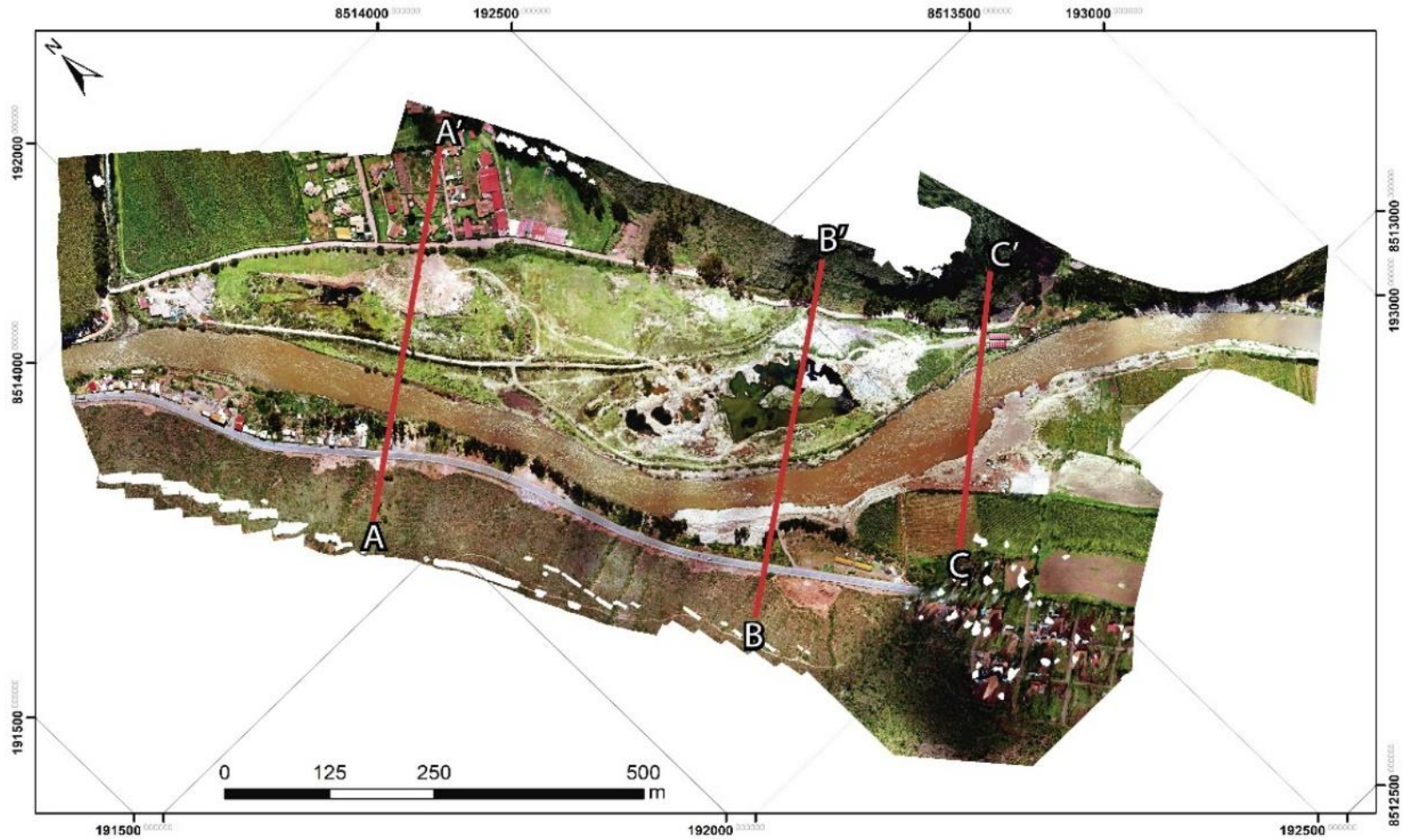


Figura 12. Muestra los cortes de perfil, A-A', B-B' y C-C'..

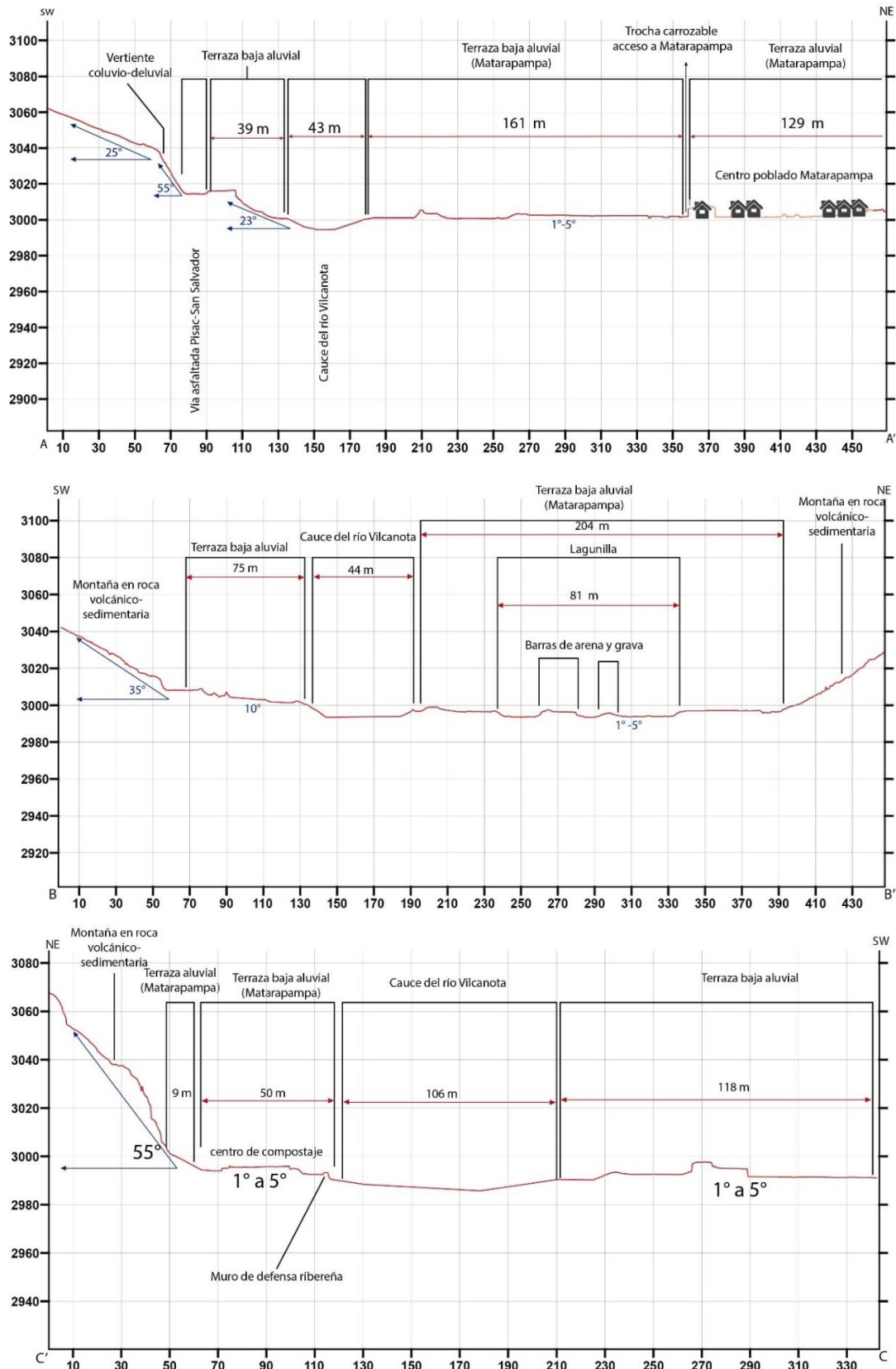
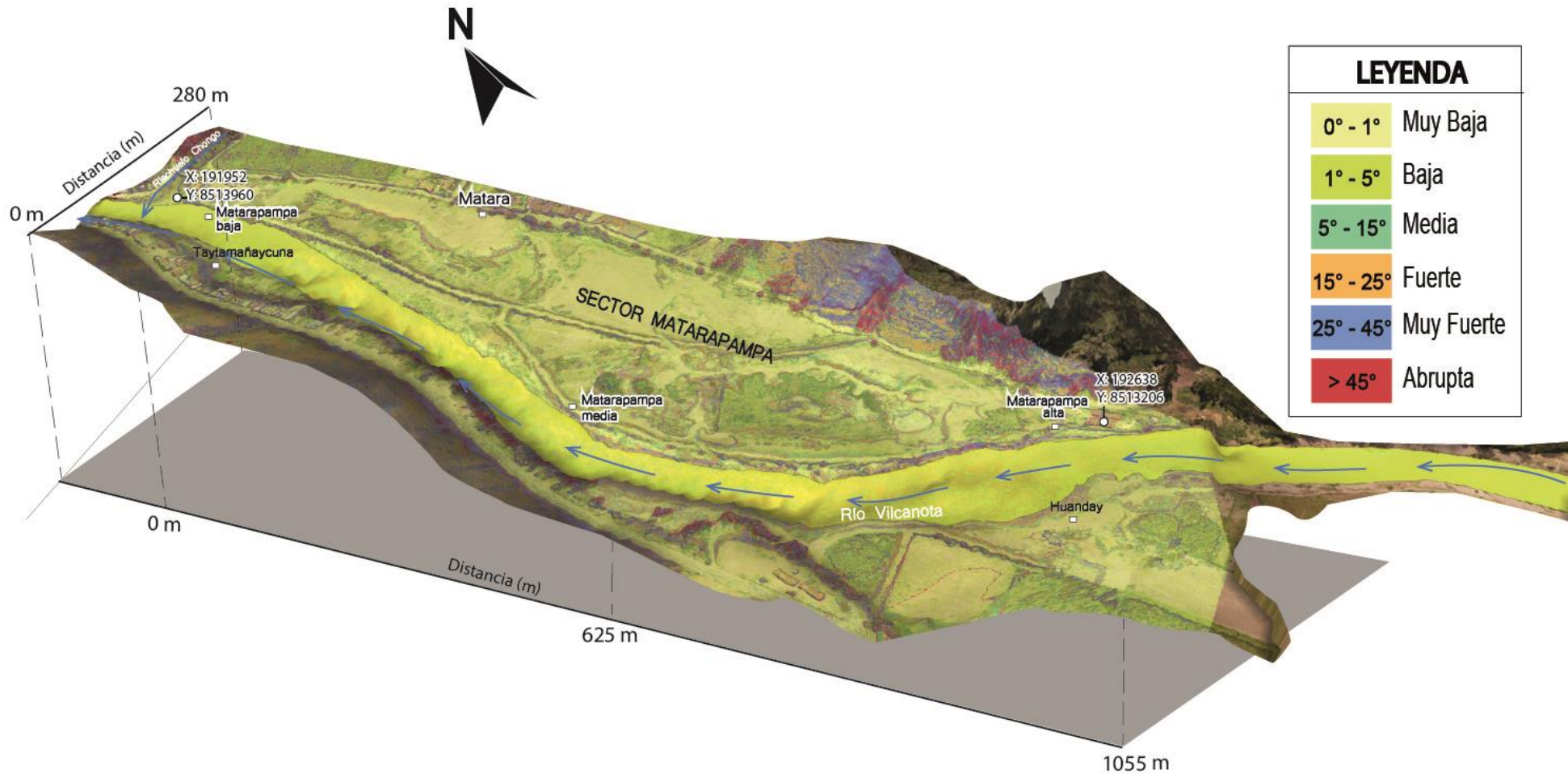


Figura 13. Cortes representativos de las principales pendientes y subunidades geomorfológicas del área de inspección.



**Figura 14.** Representación 3D de pendientes en el sector Matarapampa. *Sobrevuelo dron del 10 de abril de 2023.*

### 3.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas (mapa 3, anexo 1), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual; en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019).

Dentro de las unidades geomorfológicas regionales descritas de manera indirecta y de orden secundario al área de inspección se tienen subunidades de montañas en rocas sedimentarias, montañas en roca volcánica, vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, y piedemonte aluvio-torrencial. Sin embargo, las unidades geomorfológicas locales descritas de manera directa y de influencia primaria al área de estudio, se encuentran representadas en el block diagrama 3D de la figura 16, y están representadas por subunidades de montañas en roca volcánico – sedimentaria, terraza aluvial, terraza baja aluvial y cauce del río. A continuación, se realiza una descripción de estas subunidades dentro de las geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional: y geoformas de carácter deposicional y agradacional.

#### 3.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Están representadas por las formas de terreno resultados del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales (Villota, 2005).

##### **Subunidad de montañas en roca sedimentaria (RM-rs):**

Esta subunidad está conformada por secuencias litológicas sedimentarias, corta de manera transversal a la montaña volcano-sedimentaria, presenta forma convexa y se ubica entre las cotas promedio de 3598 y 3912 m s.n.m, con una altura estimada de 314 m, sus laderas son escarpadas con pendientes abruptas (>45°) y evidencias de erosión como surcos. Esta subunidad es secundaria al área de inspección.

##### **Subunidad de montañas en roca volcánica (RM-rv):**

Esta subunidad está conformada por secuencias litológicas volcánicas, en el mapa geomorfológico (Mapa 3 – Anexo 1), se observa en el extremo surcentral, considerando a la montaña volcano-sedimentaria de manera longitudinal con dirección N-S, y forma cóncava que circunscribe una quebrada, con desfogue en un abanico proluvial en la ciudad de Pisac. Esta subunidad es secundaria al área de inspección.

##### **Subunidad de montañas en roca volcánico -sedimentaria (RM-rvs):**

Esta subunidad está conformada por secuencias litológicas volcánico -sedimentarias, y limita el valle en el sector de Matarapampa, con una altura promedio de 1000 m en la margen derecha y 1200 m en la margen izquierda, las laderas de montaña presentan pendientes entre muy fuerte (25° - 45°) a abruptas (>45°), con estructuras convexas y formas sobresalientes tabulares correspondientes a estratificaciones que por fracturamiento y acción de la gravedad generan bloques igualmente tabulares que caen y se depositan al pie de sus laderas. Esta subunidad es primaria al área de inspección.

### 3.2.2. Geformas de carácter depositacional y agradacional

Están representadas por formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores, aquí se tienen:

#### **Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd):**

Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, se presentan en las laderas de las montañas sedimentarias y volcano-sedimentaria conformando talus de detritos con pendientes fuertes de hasta 25°, una de sus mayores representaciones es el cuerpo de deslizamiento ubicado en el extremo noreste del mapa geomorfológico (Deslizamiento de Cuyo Chico). La principal representación de ellas en el área de inspección corresponde a derrumbes pequeños adosados a la ladera suroeste de la montaña volcánica-sedimentario del Grupo Mitú.

#### **Piedemonte aluvio torrencial (T-al):**

Se trata de superficies de pendiente moderada (5°-15°) a fuerte (15° a 25°), se presentan en la desembocadura de las quebradas en algunos casos conforma abanicos proluviales. Esta subunidad es secundaria al área de inspección.

#### **Terraza aluvial (T-al):**

Corresponde al 5 % del área de inspección, se considera una planicie alta con alturas variables de 5 a 6 m de alto con pendientes predominantemente bajas (1 a 5°) y medias (5° a 15°), en esta se observa el crecimiento poblacional de Matará, ubicada aproximadamente a 200 m del cauce principal del río Vilcanota (fotografía 1).



**Fotografía 1.** Vista de terrazas aluviales representadas por el crecimiento poblacional de Matará, en el flanco derecho del río Vilcanota.

### **Terraza baja aluvial (Tb-al):**

Corresponde al 80% del área de inspección, se considera una planicie inundable con alturas variables de 1 a 3.4 m de alto con pendientes predominantemente bajas (1 a 5°) (Fotografía 2), en esta se observan lagunillas que evidencian la migración estacional del río en épocas de crecidas extremas.



**Fotografía 2.** Vista de terrazas bajas aluviales en el flanco derecho del río Vilcanota, sector de Matarapampa.

### **Cauce del río:**

Corresponde al lecho o terreno por donde discurre el río Vilcanota que corresponde con la línea que une los puntos más bajos del valle fluvial, tiene anchos promedios entre 43 y 75 m Si consideramos las imágenes satelitales del río Vilcanota en el año 2006 (figura 15), vemos como el río Vilcanota ampliaba su cauce por procesos de erosión lateral, formando cursos de ríos separados por barras de arenas, estos a la actualidad han dejado lagunillas y oconales en la terraza aluvial baja (fotografía 3), susceptible a proceso de inundación en épocas de crecidas. Cabe resaltar que con el incremento de lluvias la corriente puede erosionar las plataformas aluviales actuales y generar nuevas barras por el transporte del material El entrelazamiento del río en el 2006 puede significar gran cantidad de carga sedimentaria en el río y deberse a la presencia de bancos fácilmente erosionables.

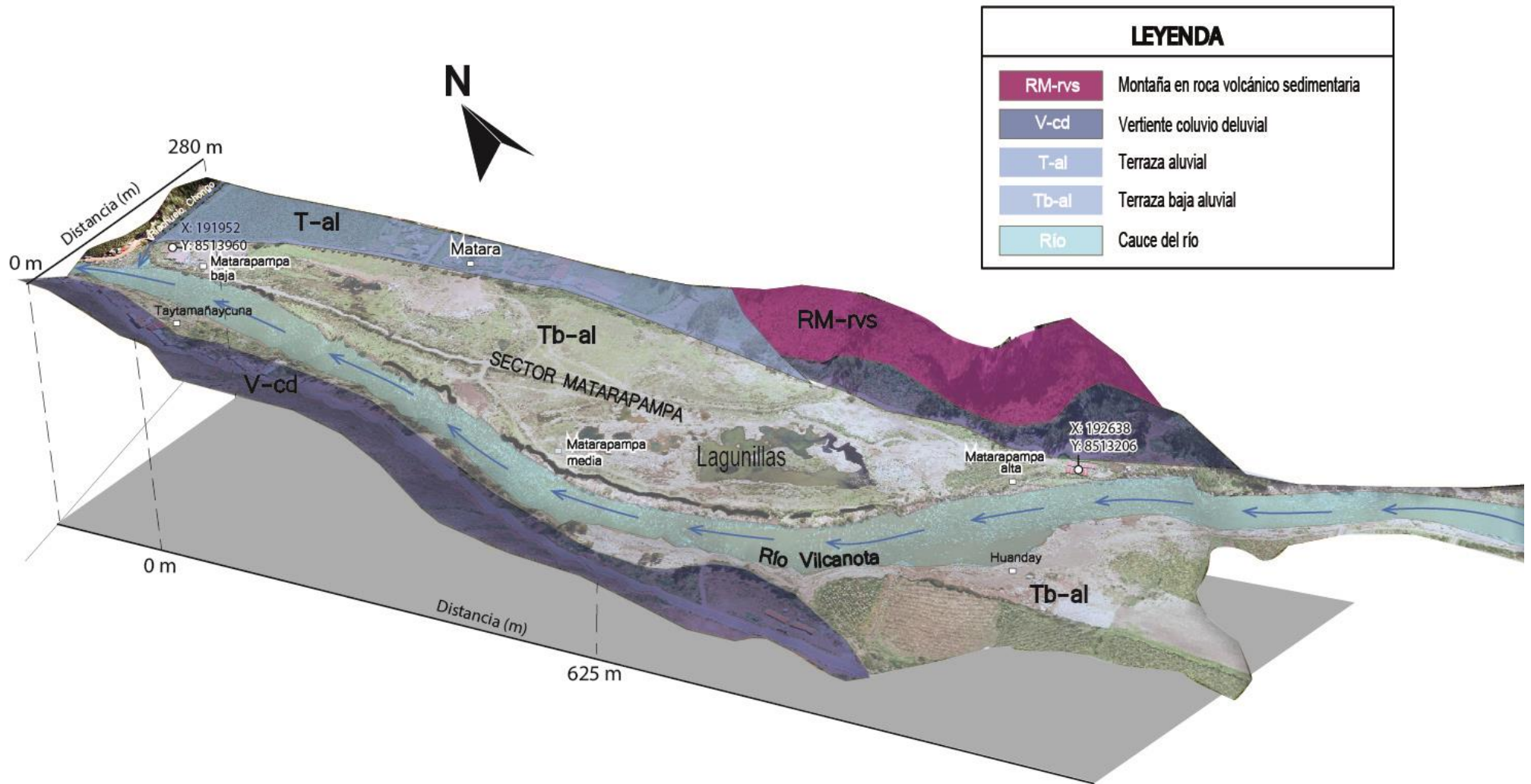




**Figura 15.** Vista comparativa del cauce del río Vilcanota entre los años 2006 y 2022.



**Fotografía 3.** Lagunillas dejadas por antiguos cursos del río en la margen derecha del río Vilcanota.



**Figura 16.** Representación 3D de la geomorfología local del sector Matarapampa. Sobrevuelo dron del 10 de abril de 2023.

#### 4. PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS

En el área de estudio se han identificado y cartografiado peligros geohidrológicos, tipo erosión e inundación fluvial en el sector Matarapampa, río Vilcanota (Figura 22).

El sector de evaluación, se divide en Matarapampa alta, media y baja, los cuales geomorfológicamente están ubicados en el flanco derecho del río Vilcanota (Figura 21) y son considerados como terraza baja aluvial que albergan lagunas, infraestructura de espigones por tramos, actualmente deteriorados, a lo largo del cauce del río Vilcanota (Figura 18).

La evaluación multitemporal de imágenes satelitales, muestra la evolución del sector Matarapampa, río Vilcanota en un periodo de 17 años (2006 a 2023). El 2007, el cauce de río Vilcanota tenía un ancho de 295 m, conformada por varios cursos del río separados por barras de arena a lo largo de su recorrido (Figura 20), que significa necesariamente un aumento del recorrido fluvial lo que implica una disminución de la pendiente y de la velocidad media de la corriente.

En el 2010, el sector de Matarapampa fue inundado y afectó de 50 a 60 familias, aguas abajo de Matarapampa destruyó el puente de Pisac. Un año después, el 2011, todos los cursos del cauce fueron migrados hacia la margen izquierda. El cauce del río fue estrechado de 295 m a 40 m (Figura 20). Mientras que los bancos de arena en su flanco derecho fueron recuperados con compactación.

Se implementó defensas ribereñas conformadas por grava-gravilla, con una altura por encima del cauce del río entre 3.2 m a 4 m y con una longitud de 105 m, que sirve como camino de herradura en temporada seca (Figura 17).



**Figura 17.** Defensas ribereñas a 4m del cauce del río, en temporada seca.

Además, se realizaron obras de infraestructura con la técnica de espigones, los cuales fueron socavados y destruidos en más del 50 por ciento el 2017 (Figura 18).



**Figura 18.** Infraestructura de espigones destruidos en el 2017

Desde entonces se realiza trabajos de descolmatación del río Urubamba en el sector Matarapampa, el último fue la descolmatación del 2020, acompañado de la acumulación artesanal de gravilla para la protección de algunos tramos socavados por procesos de erosión fluvial el 2017 (Figura 19).



**Figura 19.** Acumulación de grava artesanal para protección de socavamiento

La imagen dron realizada por el Ingemmet, el 10 de abril de 2023, muestra procesos de erosión fluvial a ambos flancos del río Vilcanota, lo que generó la ampliación del cauce de 40 m (2014) a 75 m (2023) (Figura 21).

Además, el cauce del río Vilcanota en la actualidad es considerado como terraza baja aluvial, la misma que albergan lagunillas (Figura 20).



**Figura 20.** Vista de Lagunillas en la geoforma de terraza baja aluvial.

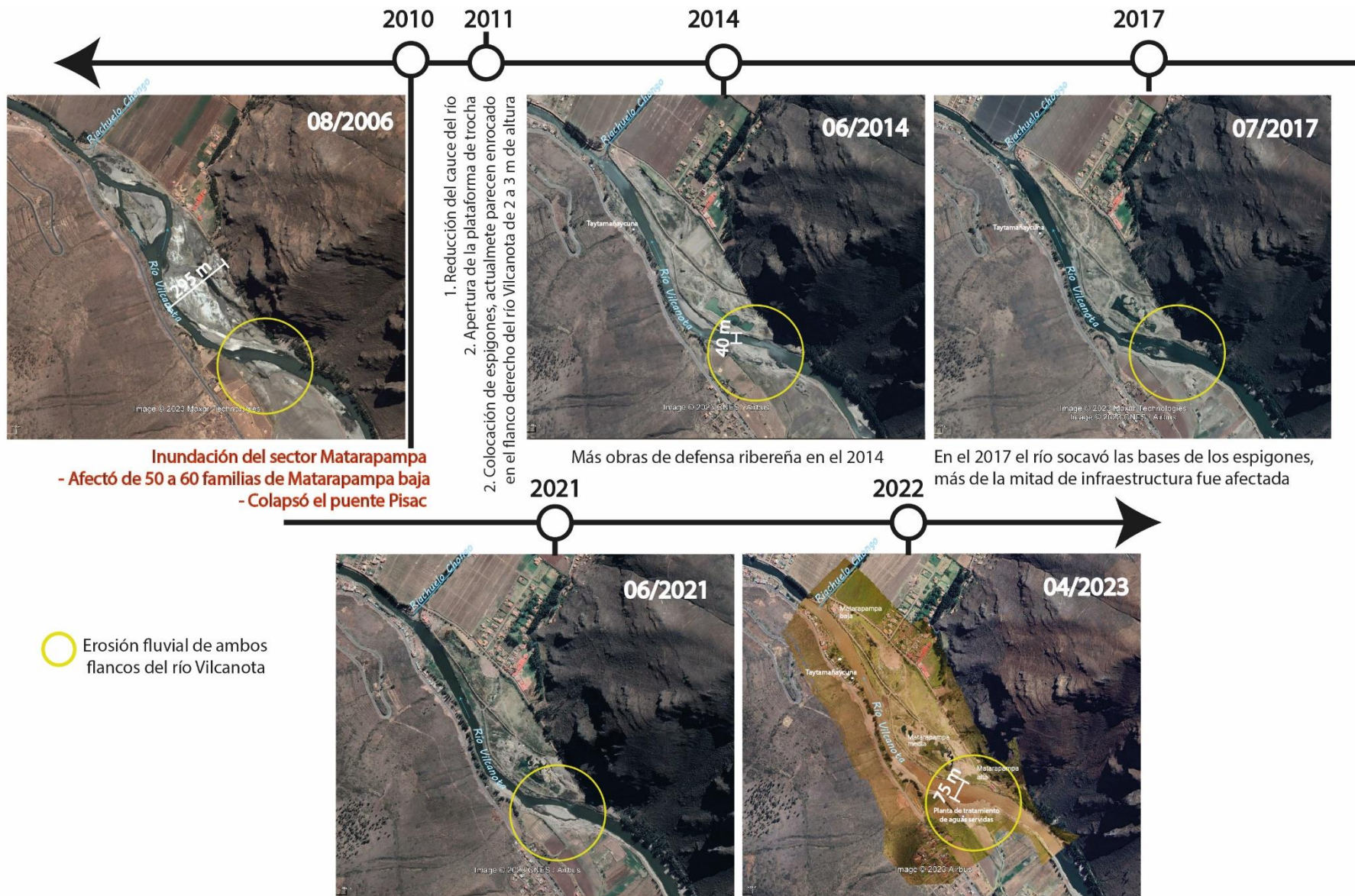
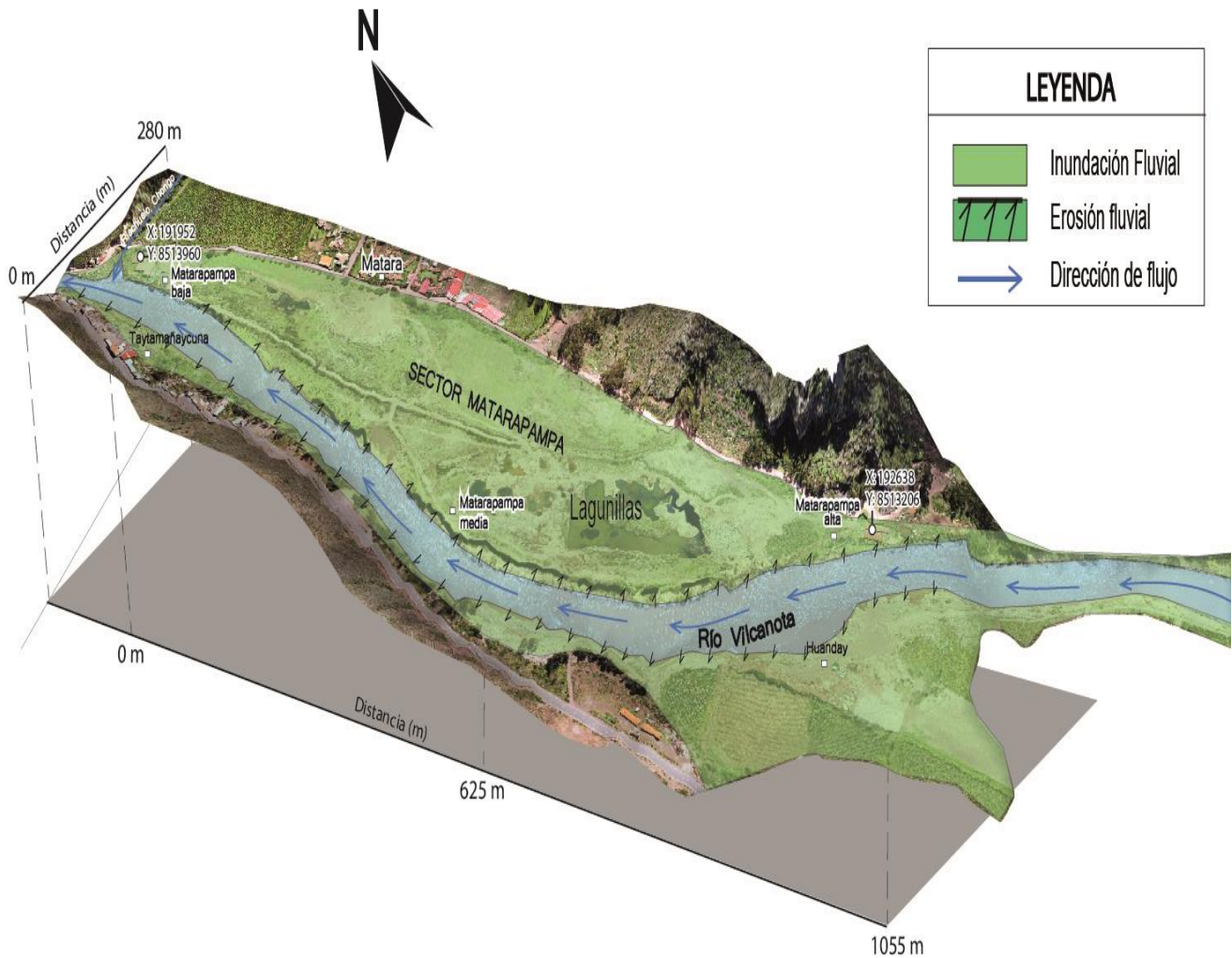


Figura 21. Evolución multitemporal del sector Matarapampa, cauce del río Vilcanota



**Figura 22.** Representación 3D de peligros geohidrológicos en el sector Matarapampa.  
 Sobrevuelo dron del 10 de abril de 2023

#### 4.1. Delimitación de Fajas Marginales

Las crecidas de los cursos de agua en la época de lluvias (ríos), producen inundaciones en tramos vulnerables, los cuales afectan a campos de cultivos, poblaciones y la infraestructura de servicios. Por lo tanto, la Autoridad Nacional del Agua a través de la Ley N° 29338 de Recursos Hídricos, es la entidad encargada de la delimitación de fajas marginales de acuerdo con los criterios establecidos en el Reglamento, respetando los usos y costumbres establecidos (ANA).

Según el Art 115, está prohibido el uso de las fajas marginales para fines de asentamiento humano, agrícola u otra actividad que las afecte. ANA en coordinación con los gobiernos locales y Defensa Civil promoverán mecanismos de reubicación de poblaciones asentadas en fajas marginales. AAA autoriza la ejecución de obras de defensa ribereña y la utilización de materiales ubicados en las fajas marginales necesarios para tal fin. Las fajas marginales son espacios en las riberas de las fuentes de agua delimitados por la ANA para la protección del recurso hídrico, en donde se prohíben actividades agrícolas, industriales y/o de urbanización (uso poblacional). Por

ende, la implementación de área recreativas que impliquen infraestructuras queda descartadas (Vásquez A. 2021).

El procedimiento para la delimitación de faja marginal consiste en etapas de campo, validación en campo de la ubicación de los hitos, la Autoridad Administrativa del Agua correspondiente emite una Resolución Directoral, que aprueba la delimitación de la faja marginal, en la cual se consigna la ubicación de los hitos en coordenadas UTM WGS 84, seguida de la resolución final emitida por la AAA a los solicitantes (ANA, 2017).

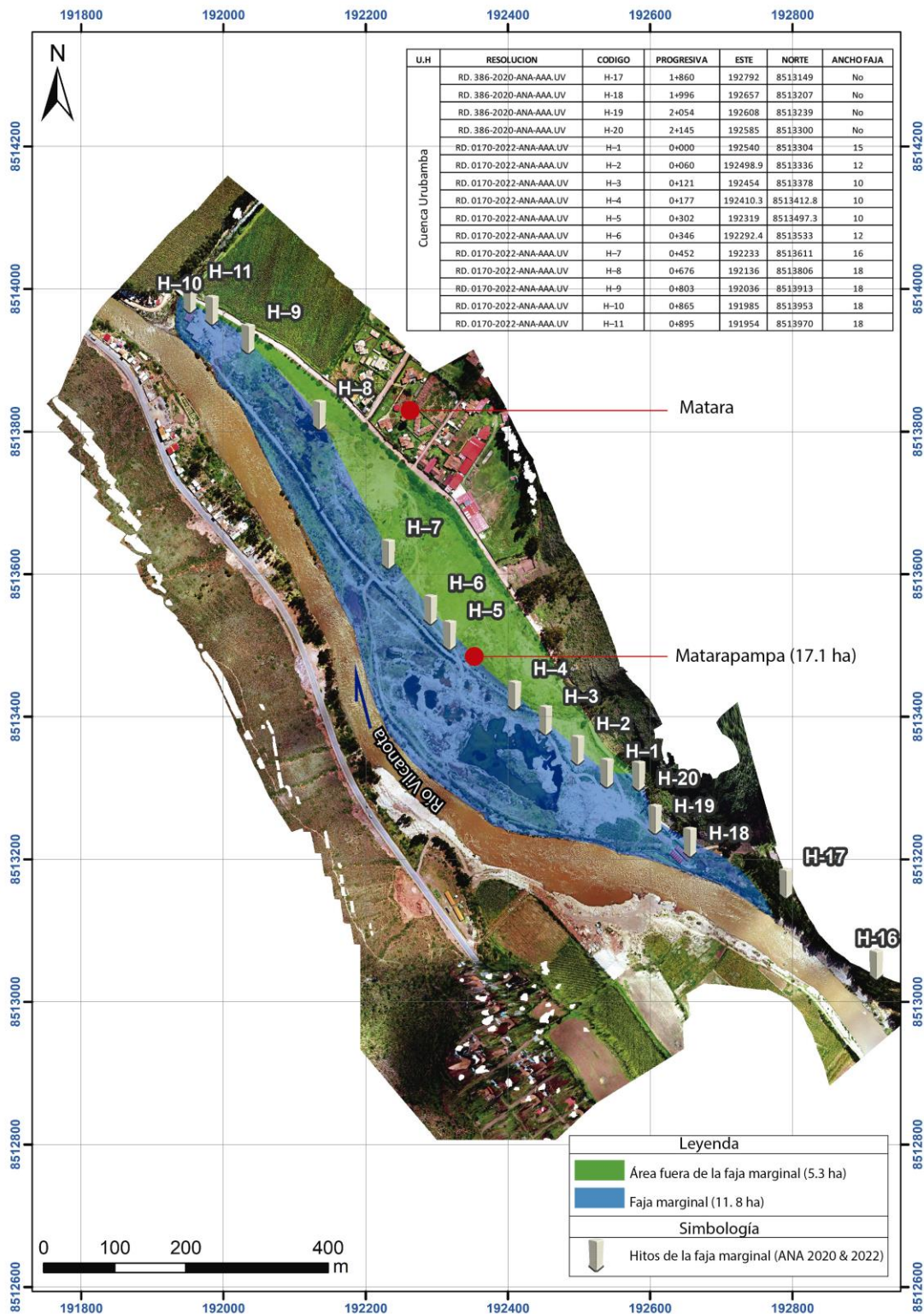
En el sector de Matarapampa mediante la RD. 386-2020-ANA-AAA.UV Y RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV, la autoridad nacional del agua delimitó la faja marginal con 16 hitos (ANA. 2021), descritos en la tabla 2.

**Tabla 2.** Hitos de la faja marginal en el sector Matarapampa. Fuente. ANA, 2021

U.H	RESOLUCIÓN	CÓDIGO	PROGRESIVA	ESTE	NORTE	ANCHO FAJA
	RD. 386-2020-ANA-AAA.UV	H-16	1+740	192919	8513035	No
Cuenca Urubamba	RD. 386-2020-ANA-AAA.UV	H-17	1+860	192792	8513149	No
	RD. 386-2020-ANA-AAA.UV	H-18	1+996	192657	8513207	No
	RD. 386-2020-ANA-AAA.UV	H-19	2+054	192608	8513239	No
	RD. 386-2020-ANA-AAA.UV	H-20	2+145	192585	8513300	No
	RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV	H-1	0+000	192540	8513304	15
	RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV	H-2	0+060	192498.9	8513336	12
	RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV	H-3	0+121	192454	8513378	10
	RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV	H-4	0+177	192410.3	8513412.8	10
	RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV	H-5	0+302	192319	8513497.3	10
	RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV	H-6	0+346	192292.4	8513533	12
	RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV	H-7	0+452	192233	8513611	16
	RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV	H-8	0+676	192136	8513806	18
	RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV	H-9	0+803	192036	8513913	18
	RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV	H-10	0+865	191985	8513953	18
	RD. 0170-2022-ANA-AAA.UV	H-11	0+895	191954	8513970	18

A partir de estos hitos se realizó la delimitación de área fuera y dentro de la faja marginal en el sector Matarapampa, (Figura 23)





**Figura 23.** Delimitación de áreas fuera y dentro de la faja marginal en el sector Matarapampa, en base a los hitos de faja marginal en el flanco derecho del río Vilcanota por parte de ANA, 2020 y 2022.

#### 4.2. Factores condicionantes y desencadenantes

#### 4.2.1. FACTORES CONDICIONANTES

- **LITOLÓGICO:** La presencia de afloramientos rocosos a ambos márgenes del río Vilcanota en contacto directo con los depósitos inconsolidados del sector de Matarapampa, influyen directamente en los procesos erosivos del río en ambos márgenes.
- **GEOMORFOLOGÍA Y PENDIENTES:** El sector de Matarapampa está conformada por terrazas aluviales bajas cuyas alturas varían de 1 m a 8 m y terrazas aluviales (C.P. Matara). con alturas entre 8 m a 12 m.

#### 4.2.2. FACTORES DESENCADENANTES

- **PRECIPITACIONES:** El área de estudio registra precipitaciones anuales acumuladas entre 500 mm a 900 mm, siendo considerando un clima semiseco, templado y con otoño e invierno seco.

Las precipitaciones se ven reflejadas en el incremento de caudales en el río Vilcanota, los mismos que llegan a superar el umbral de alerta roja ( $400 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en el mes de marzo, este incremento generó inundación fluvial de terrazas bajas y erosión fluvial intensa a ambos márgenes del río Vilcanota.

## 5. CONCLUSIONES

1. El área de inspección está limitada por afloramientos del Grupo Mitú conformados por areniscas de color rojizo (altamente fracturadas y medianamente meteorizadas) con rumbo N 135° y buzamientos entre 25° a 30° al NE. Sobre el substrato rocoso se observan depósitos coluvio–deluviales, constituidos de bloques y gravas de areniscas; en una matriz limo – arenosa, medianamente saturados y con mediana plasticidad.
2. El sector de Matarapampa (margen derecha del río Vilcanota) está conformado por depósitos no consolidados aluviales de gravas redondeadas con diámetro de hasta 15 cm intercaladas con arenas grises y blanquecinas y depósitos fluviales en el cauce y riberas del río con depósitos porosos de gravas y arenas redondeadas.
3. Geomorfológicamente el sector de Matarapampa corresponde a una terraza aluvial baja con pendientes de terreno suave (1° a 5°) con alturas desde 1 a 3 m, y Matará a una terraza aluvial (altura > 3 m), ambos rodeados por montañas en roca volcánico-sedimentaria de laderas con pendientes muy fuertes a abruptas (25°- >45°).
4. Las precipitaciones e incremento de caudales del río Vilcanota en el 2010, afectó de 50 a 60 familias en la parte baja de Matarapampa, y destruyó el puente de Pisac. Un año después, el 2011, el ancho de cauce del río varió de 295 m a 40 m, el cambio se debió por las defensas ribereñas que se implementaron en el cauce del río. Sin embargo, la erosión fluvial en ambas márgenes del río Vilcanota amplía progresivamente el cauce del río, actualmente alcanza un ancho de 75 m. Es así, que se han identificado y cartografiado peligros geohidrológicos, tipo erosión e inundación fluvial en el sector Matarapampa, Siendo considerado de **peligro Alto**.
5. Según la Ley de Recursos Hídricos, las fajas marginales son espacios en las riberas de las fuentes de agua delimitados por la ANA para la protección del recurso hídrico, en donde se prohíben actividades agrícolas, industriales y/o de urbanización (uso poblacional). Por ende, la implementación de área recreativas que impliquen infraestructuras queda descartadas.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Respetar los hitos de la faja marginal implementados por la ANA, en ese aspecto se debe respetar la intangibilidad de la faja marginal (11.8 ha). Siguiendo ese concepto del total del área de Matarapampa (17.1 ha), solo el área por detrás de los límites marginales (5.3 ha), pueden ser considerados para áreas recreacionales, siempre y cuando estos cuenten con medidas estructurales como defensas ribereñas (ver Figura 23).
2. En el sector de Matarapampa, implementar sistemas de defensa ribereña entre los hitos H-11 (ANA, 2022) y H-16 (ANA 2021) para ello se debe tener en cuenta que por normativa la AAA autoriza la ejecución de obras de defensa ribereña, reforestación y similares. De la misma manera, considerar implementar defensas ribereñas en sectores cercanos como Huanday y Taytamañaycuna, con el objetivo de salvaguardar la vida de sus habitantes frente a avenidas excepcionales.
3. Prohibir el vertido de desmonte y residuos sólidos en la faja marginal y cauce del río Vilcanota por parte de la población, es responsabilidad de las autoridades locales monitorizar el cumplimiento de ello.
4. Se puede implementar forestación con árboles autóctonos, para dar mayor estabilidad al terreno



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



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

## 7. BIBLIOGRAFÍA

*Autoridad Nacional del Agua (ANA). 2021. Ficha técnica referencial de identificación de punto crítico en los sectores Matara y Ampay, distrito de Pisac, provincia de Calca, departamento de Cusco. 32p*

*Autoridad Nacional del Agua (ANA). 2020. Regulación de Fajas marginales. 28p*

*Carlotto V., Rodriguez W., Cardenas R., & Chávez R. 1996. Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca. Hojas: 27-r y 27-s. INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional; N° 65, 245p*

*Centro de Operaciones de Emergencia Nacional. COEN. 2018. Boletín Informativo de Emergencias N°805. 7p*

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

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

*Soberon D., Martínez J., Vega M. & Mariscal A. Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000). Geología del cuadrángulo de Calca (hojas 27-s1, 27-s2, 27-s4). 44p*

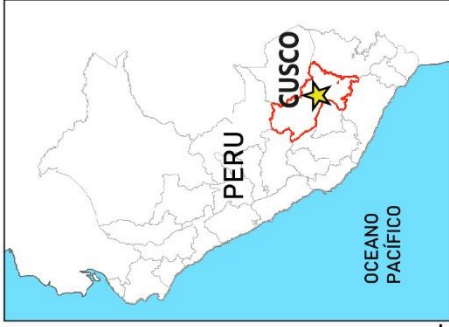
*SENAMHI, 2020. Climas del Perú. Mapa de Clasificación Climática Nacional. Resumen Ejecutivo. 7 p.*

*SENAMHI, 2023. Incremento del caudal del río Vilcanota - estación Pisac. Avisos hidrometeorológicos N°1252.*

*Vasquez A. 2021. Autoridad Nacional del Agua. ANA. 19p*

*Vílchez M., Sosa N., Pari W., Peña F. 2020. Peligro Geológico en la región de Cusco. INGEMMET. Boletín N° 74. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. 342p.*

# ANEXO



### LEYENDA

<b>Q-fl</b>	<b>Depósito fluvial</b>
<b>Q-cd</b>	<b>Depósito coluvio deluvial</b>
<b>Q-al</b>	Materiales fragmentados heterogéneos en taludes, derrumbes
<b>Q-ru</b>	<b>Depósito aluvial</b>
<b>Ki-ma</b>	Conos aluviales y terrazas en pie de talud y flancos de río
<b>Ki-pb</b>	<b>Formación Rumiocolca</b>
<b>Ki-hn</b>	Coladas volcánicas de shoshonitas
<b>PsTr-m</b>	<b>Formación Maras</b>
<b>Pi-c</b>	Mezcla calcica de yesos, lutitas rojas y calizas
<b>SD-a</b>	<b>Formación Paucarbamba</b>
	Mezcla calcica de yesos, lutitas rojas y caliza
	<b>Formación Huancané</b>
	Conglomerados de cuarcitas, areniscas cuarzosas y lutitas
	<b>Formación Mito</b>
	Conglomerados aluviales con areniscas, limonitas rojas
	<b>Grupo Copacabana</b>
	Calizas con lutitas negras
	<b>Formación Ananea</b>
	Pizarras y esquists con bancos de cuarcita

### SIMBOLOGÍA

	Área de estudio
	Vía vecinal
	Dirección de flujo
	Vía nacional PE-28G
	Vía departamental CU-112
	Falla inversa

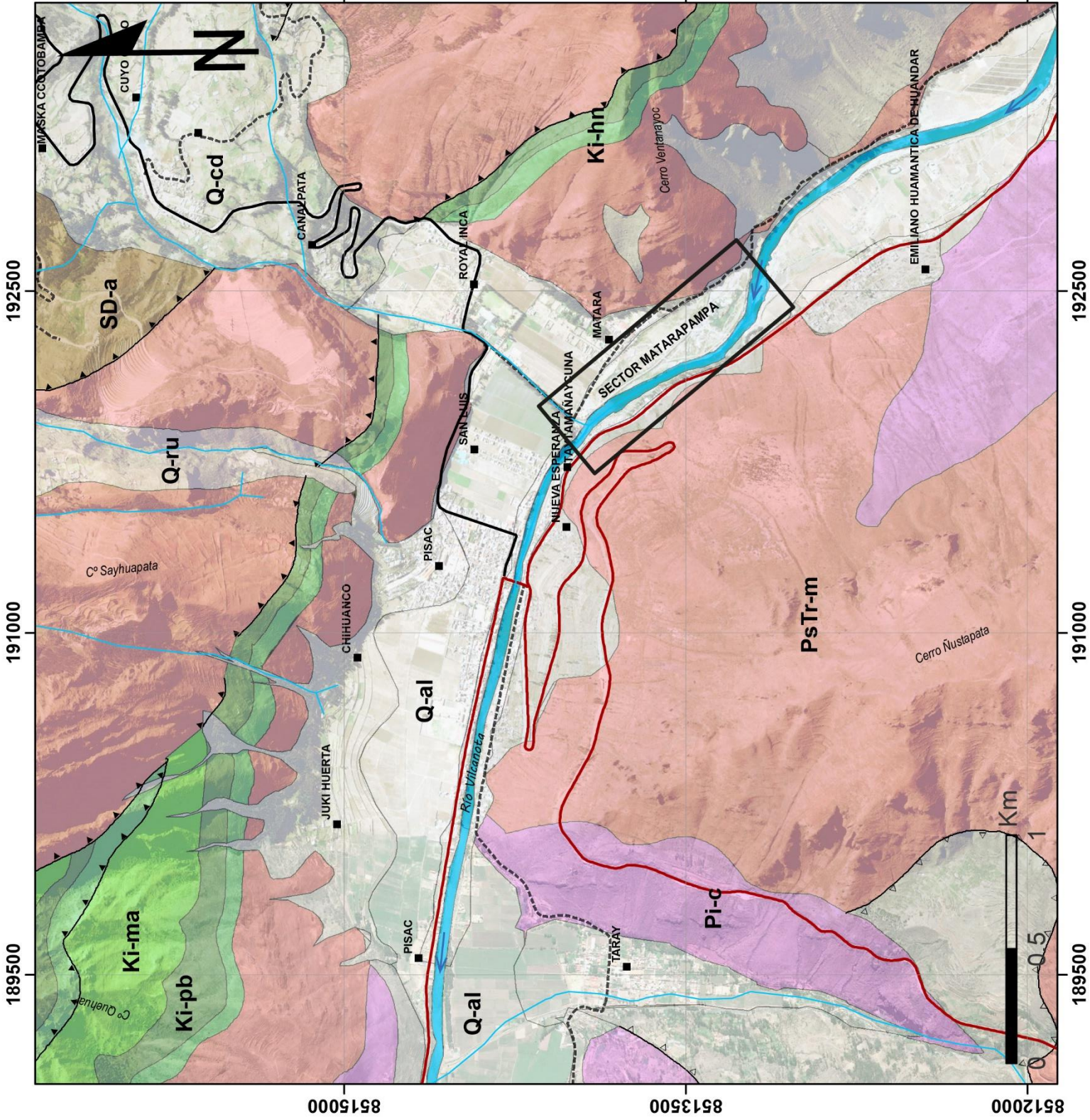
**INGEMMET**  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

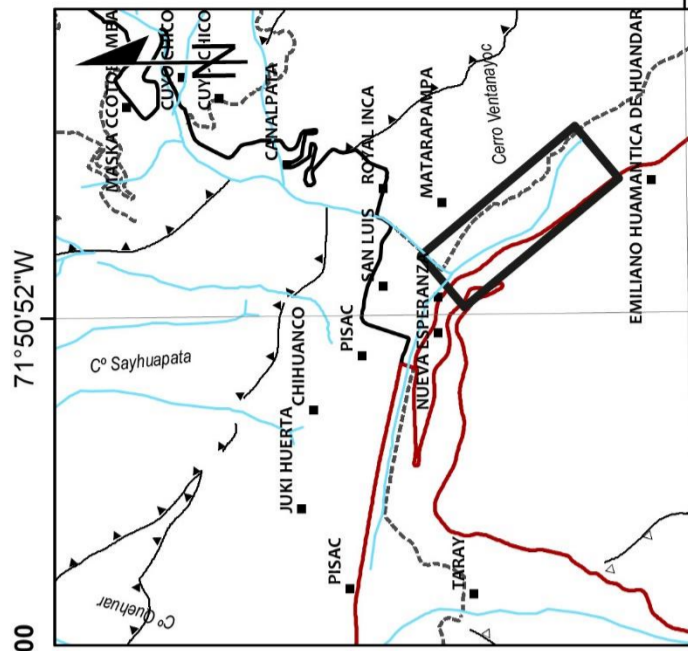
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR MATARAPAMPA  
DISTRITO PISAC, PROVINCIA CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

**GEOLOGÍA DEL SECTOR MATARAPAMPA Y PISAC**

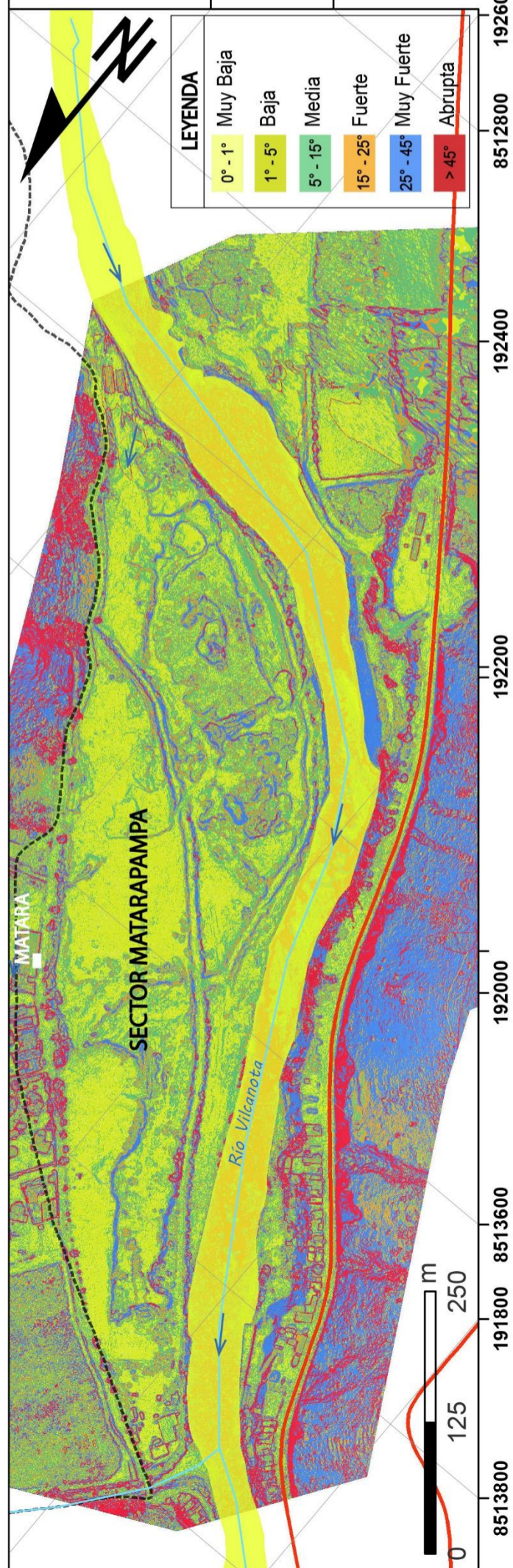
Elaborado por: INGGEMMET  
Datum: UTM WGS84  
Zona: 19 S  
Escala: 1:23,500

MAPA **1**





71°50'52"W



SIMBOLOGÍA	
	Área de estudio
	Vía nacional PE-28G
	Vía vecinal
	Dirección de flujo

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

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR MATARAPAMPA  
 DISTRITO PISAC, PROVINCIA CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

PENDIENTES DEL TERRENO EN EL SECTOR MATARAPAMPA

Elaborado por: INGENMET	MAPA <b>2</b>
Datos: UTM WGS84	
Zona: 19 S	

Escala: 1: 5, 300

8513000

71°50'52"W

192800

192600

192400

192200

192000

191800

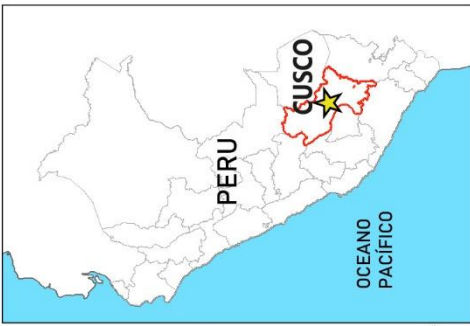
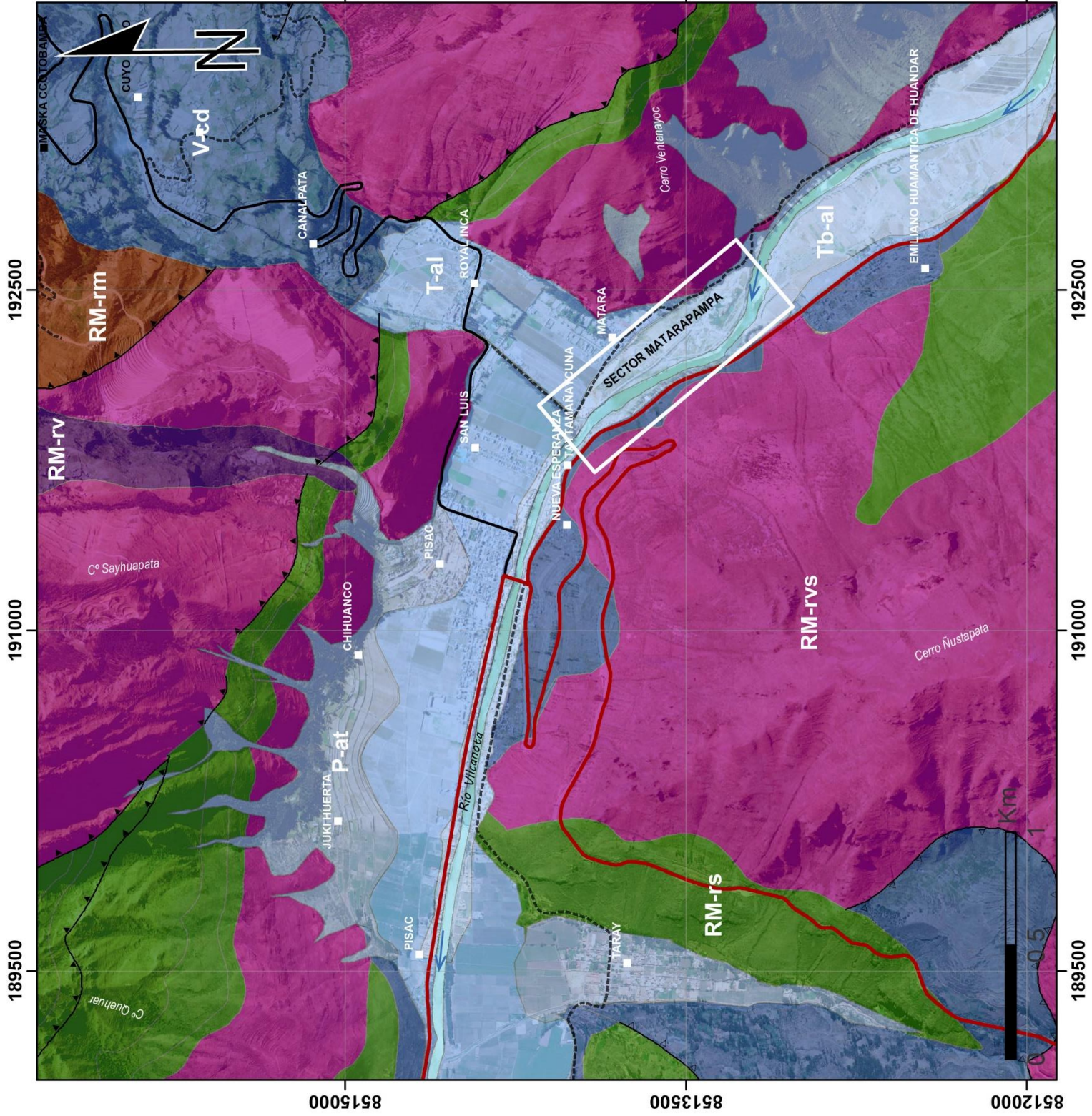
8513800

8513600

8513400

8513200

8513000



### LEYENDA

<b>RM-rs</b>	Montaña en roca sedimentaria
<b>RM-rvs</b>	Montaña en roca volcánico sedimentaria
<b>RM-rv</b>	Montaña en roca volcánica
<b>V-cd</b>	Vertiente coluvio deluvial
<b>P-at</b>	Piedemonte aluvio torrencial
<b>T-al</b>	Terraza aluvial
<b>Tb-al</b>	Terraza baja aluvial
<b>Río</b>	Cauce del río

### SIMBOLOGÍA

	Área de estudio		Vía vecinal
	Vía nacional PE-28G		Dirección de flujo
	Vía departamental CU-112		Falla inversa

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

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR MATARAPAMPA  
 DISTRITO PISAC, PROVINCIA CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

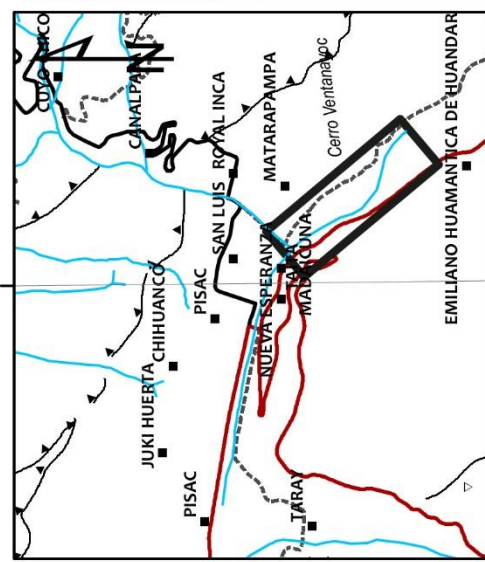
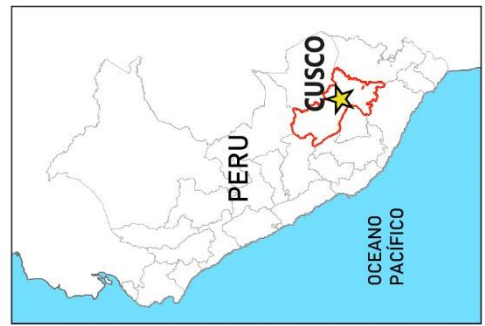
**GEOMORFOLOGÍA DEL SECTOR MATARAPAMPA Y PISAC**

Elaborado por: INGGEMMET Datos: UTM WGS84 Zona: 19 S	MAPA <b>3</b>
Escala: 1: 23. 500	





8514000 192400 8513600 192400 8513200 192400 8512800 192400 8512800



LEYENDA	
	Inundación Fluvial
	Erosión fluvial
	Lagunillas
SIMBOLOGÍA	
	Erosión fluvial
	Dirección de flujo
	Vía vecinal
	Área de estudio
	Vía nacional PE-28G

<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p>	
<p>EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR MATARAPAMPA DISTRITO PISAC, PROVINCIA CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO</p>	
<p><b>CARTOGRAFIADO DE PELIGROS GEOLÓGICOS</b></p>	
Elaborado por: IN GEMMET	<p><b>MAPA</b> <b>4</b></p>
Datumi: UTM WGS84 Zona: 19 S	
<p>Escala: </p> <p>1: 5, 300</p>	