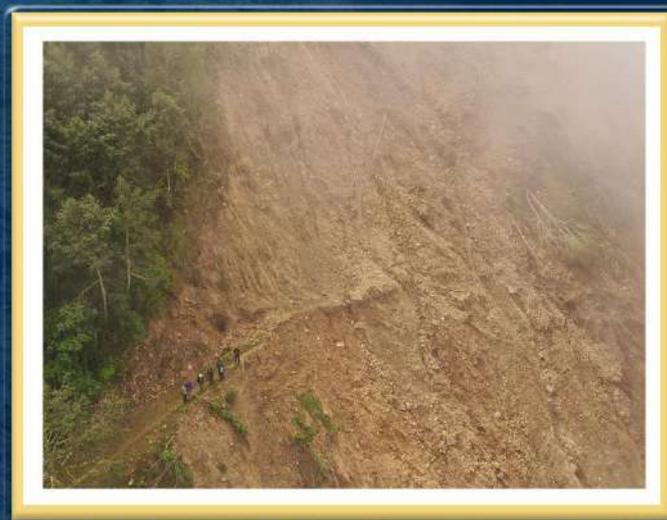


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7432

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR DE SILLAPATA – CCONCHUAYCCO Y ALREDEDORES

Departamento Cusco
Provincia La Convención
Distrito Inkawasi



SETIEMBRE
2023

Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Sillapata – Cconchuaycco y alrededores

Distrito Inkawasi, 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 (2023). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Sillapata – Cconchuaycco y alrededores*. Distrito Inkawasi, provincia La Convención, departamento Cusco. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7432. 33 p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	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	9
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	11
2.1. Estratigrafía	11
2.1.1. Complejo Iscaybamba	11
– Gneis cuarzoso, anfíbol y micaesquistos (NP-ci/gn,anft,mesq)	11
– Micaesquistos y gneis micáceo (NP-ci/mesq,gn)	12
2.1.2. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)	15
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	16
3.1. Pendientes del terreno.....	16
3.2. Unidades geomorfológicas.....	17
3.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	18
3.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	18
4. PELIGROS GEOLÓGICOS	19
4.1. Evolución temporal del área de estudio	19
4.2. Deslizamiento del Sector Sillapata – Cconchuaycco	22
4.3. Movimientos en masa a los alrededores del Sector Sillapata – Cconchuaycco.....	24
4.4. Medidas estructurales y no estructurales entre 2022 y 2023	24
4.5. Factores condicionantes y desencadenantes.....	25
4.5.1. FACTORES CONDICIONANTES.....	25
4.5.2. FACTORES DESENCADENANTES.....	25
5. CONCLUSIONES	26
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXO	

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Sillapata – Cconchuaycco y alrededores, del distrito de Inkawasi, provincia La Convención 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 gneiss cuarzoso, anfíbol y micaesquistos del complejo metamórfico de Iscaybamba, completamente meteorizadas y con fracturamiento de tipo fragmentado; así mismo sobre el substrato rocoso se observan depósitos inconsolidados de origen coluvio deluvial constituidos por sedimentos metamórficos; envueltos en matriz limosa, medianamente a altamente saturada. Dichos depósitos están distribuidos a lo largo de una ladera con pendientes muy fuertes (25° a 45°).

Las imágenes satelitales y fotografías dron multitemporales de 9 años (2014 al 2023) en el Sector Sillapata –Cconchuaycco y alrededores, han permitido cartografiar y registrar aproximadamente cincuenta y tres procesos de movimientos en masa, tipo deslizamientos, derrumbes, movimientos complejos (derrumbe/deslizamiento - flujo) y flujos de detritos en estados activo, suspendido e inactivo latente:

Se tienen nueve sectores que muestran indicios del proceso de activación de deslizamientos entre el 2014 y 2020; permaneciendo a la actualidad en el sector de Sillapata – Cconchuaycco, un deslizamiento, activado en abril de 2022, que posee las siguientes dimensiones: largo 675 m (distancia de la escarpa principal hasta el pie), ancho 221 m (distancia promedio entre ambos flancos), y escarpa semicircular de longitud 380 m y salto 42 m.

Sin embargo, antes del 2014, existía evidencias del proceso de activación del mismo, debido a la exposición de su escarpa semicircular con longitud 310 m y salto de 21 m.

El desplazamiento del deslizamiento fue controlado geomorfológicamente por dos quebradas que se unen ladera abajo formando una “Y”, durante el evento dichas quebradas fueron cubiertas por el material desplazado a ambos flancos, cuya fuente de agua potable fue destruida, y la obstrucción de la carretera departamental CU-100 en un tramo de 55 m, trayendo como consecuencia la interrupción el abastecimiento de alimentos a más de 56 poblados cercanos y la conexión departamental con Ayacucho y Apurímac.

Por todo lo expuesto, se considera al área de estudio con peligro **Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa.

Se han tomado en cuenta medidas estructurales y no estructurales después del evento, como la colocación de banquetas artesanales destruidas por el avance de la masa desplazada y limpieza constante de la vía departamental.

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 Provincial La Convención, según Oficio N°070-2023-A-MPLC, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en sector de Sillapata – Cconchuaycco y alrededores.

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 Sillapata - Cconchuaycco, la cual se llevó a cabo el 13 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, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Santa Teresa e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - 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 centro poblado de sector de Sillapata – Cconchuaycco y alrededores.
- 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 movimientos en masa a escala 1:500 000; es información referencial que, sumada a la evaluación técnica de campo y fotointerpretación en gabinete, permitió corroborar que el sector Sillapata –

Cconchuaycco y alrededores tiene niveles de susceptibilidad altas a muy altas (Figura 1).

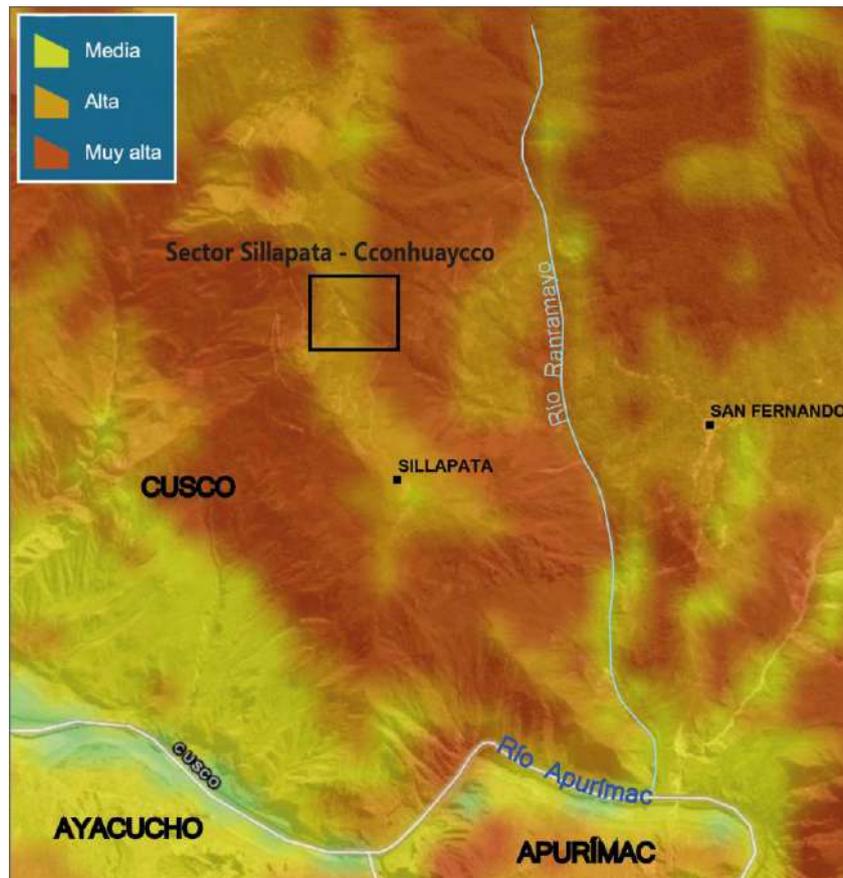


Figura 1: Susceptibilidad a movimientos en masa (Vílchez, M. et al. 2020)

- B) El boletín N° 89, serie A. Geología de los cuadrángulos de Chuanquiri y Pacaypata (hojas 26-p, 27-p) (Cardenas, J. et al. 1997), boletín N° 30, serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000). Geología de los cuadrángulos de Machupicchu (hojas 27q2, 27q3), Pacaypata (27p2, 27p3, 27p4) y San Miguel (hoja 27o1) (Arcos, F. et al. 2021), y 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 depósito superficiales no consolidados que conforman el área de estudio.

1.2. Aspectos generales

1.2.1. UBICACIÓN

El Sector Sillapata Cconchuaycco morfológicamente se encuentra en el flanco derecho del río Ranramayo, la misma que desemboca en el río Apurímac. Políticamente, forma parte del distrito de Inkawasi, provincia La Convención y departamento Cusco (figura 2), a la altura del km 148+120 de la vía CU-100, ubicado en las coordenadas UTM WGS84 y geográficas de la tabla 1 (figure 1).

Tabla 1. Coordenadas UTM y geográficas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
C1	693209	8519896	-13.382°	-73.215°
C2	693261	8519950	-13.381°	-73.215°
C3	693631	8519422	-13.386°	-73.211°
C4	693818	8519558	-13.385°	-73.210°
CC	693264	8519709	-13.383°	-73.215°

1.2.2. POBLACIÓN

El distrito de Inkawasi está formado por 58 centros poblados y más de 5054 habitantes proyectados al 2015 según el sistema de información estadístico del INEI del 2012 a 2013. En el sector Sillapata Cconchuaycco se halla la vía departamental CU-100, la única vía que conecta, entre sí, los más de 58 centros poblados y la única vía que conecta 56 de ellos con los departamentos de Ayacucho y Apurímac. Entre los centros poblados afectados con mayor población se tiene a Anaybamba Inkawasi, San Fernando y **Sillapata** con 850, 500, 200 y **120** habitantes respectivamente, según las cifras oficiales del XII Censo Nacional de Población y Vivienda (INEI 2017).

1.2.3. ACCESIBILIDAD

Partiendo de la ciudad del Cusco, en dirección noreste se toma la vía CU-110 en dirección a Pacchar, se continua por la carretera 28B hasta llegar a Santa María. Se gira a la izquierda con dirección a CU-100 y se continua en dirección a Pacaypata. El sector Sillapata – Cconchuaycco se ubica entre los centros poblados de Sillapata y San Fernando (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ruta de acceso al Sector Sillapata - Cconchuaycco

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Cusco – Pacchar	Carretera CU-110	55.1	1 h 22 min
Pacchar – Ollantaytambo – Santa María	Carretera CU-28B	126	2 h 44 min
Santa María – Anaybamba – Sector Sillapata - Cconchuaycco	Vía CU-100	165	4h 16min

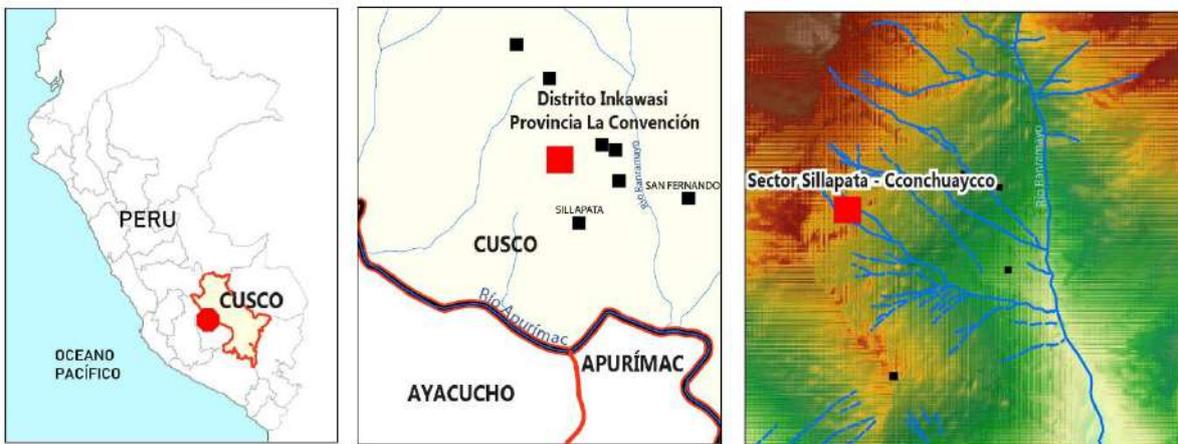
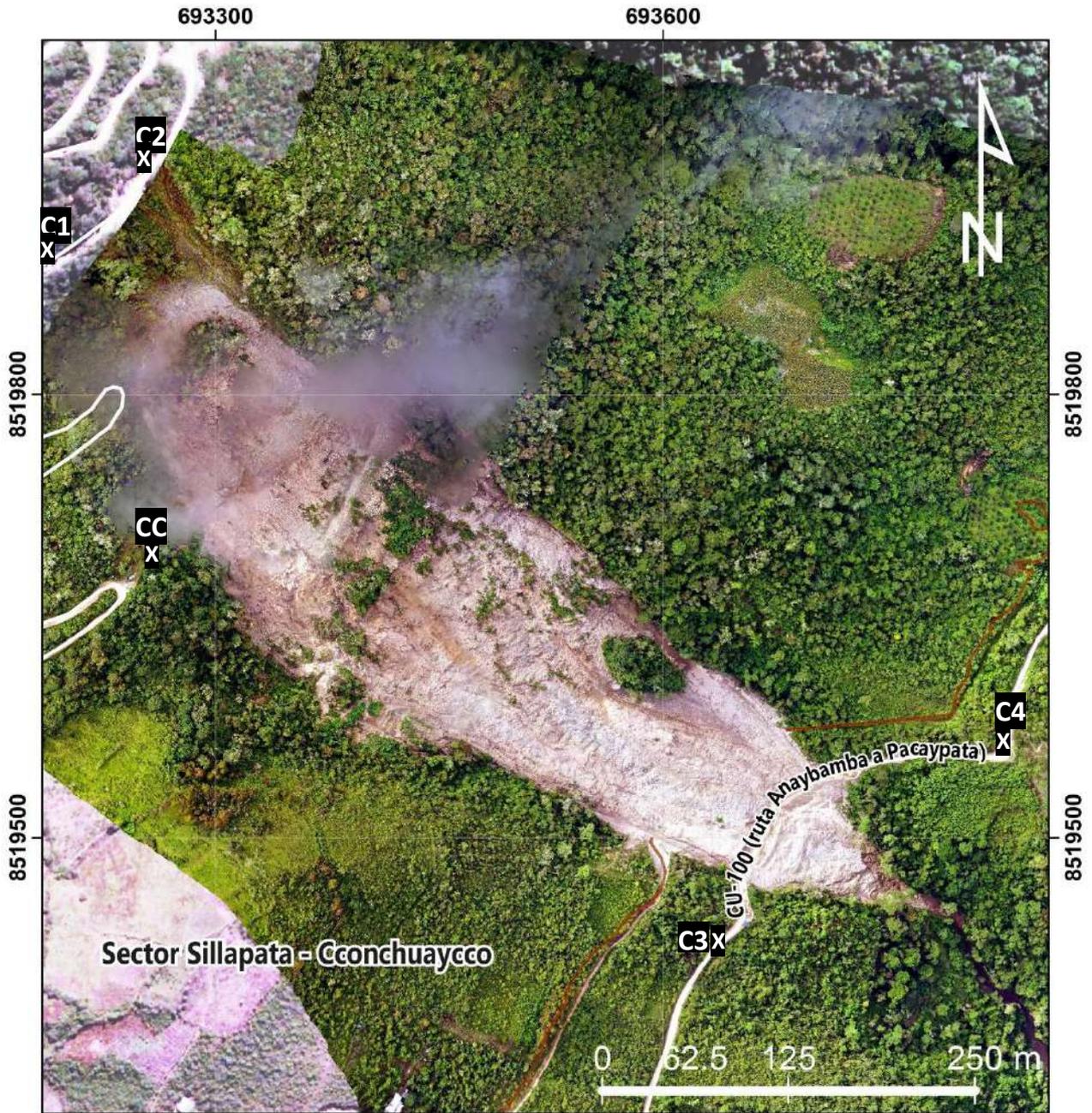


Figura 2. Ubicación del área de estudio.

1.2.4. CLIMA

- Temperaturas y precipitaciones

Según el Mapa climático Nacional del SENAMHI (2020), el sector Sillapata Cconchuaycco tienen un clima semiseco, templado y con invierno seco.

Esta región presenta durante el año, en promedio temperaturas máximas de 15°C a 21°C y temperaturas mínimas oscilan entre 7°C y 11°C. Asimismo, los acumulados anuales de lluvias alcanzan valores entre los 300 mm hasta los 700 mm aproximadamente.

DEFINICIONES

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.
FRACTURA	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.
METEORIZACIÓN	Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes. Los rangos de meteorización se clasifican en: roca fresca, ligeramente meteorizada, moderadamente meteorizada, altamente meteorizada, completamente meteorizada y suelo residual.
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.

DESLIZAMIENTO 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) (Cruden y Varnes, 1996).

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.

DERRUMBE: Un tipo de caída, 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.

FLUJO 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).

Flujo de detritos (huaico): 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.

Flujo de lodo: Tipo de flujo con predominancia de materiales de fracción fina (limos, arcillas y arena fina), con al menos un 50%, y el cual se presenta muy saturado.

MOVIMIENTO COMPLEJO Tipo de movimiento en masa que involucra una combinación de uno o más de los tipos principales de movimientos, ya sea dentro de las diferentes partes que componen la masa en movimiento, o en los diferentes estados de desarrollo del movimiento (Varnes, 1978). Los más comunes son: deslizamiento-flujo, derrumbe-flujo, deslizamiento-caída de rocas, deslizamiento-flujo, deslizamiento-reptación, entre otros.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis y descripción geológica se desarrolló en base al boletín N° 89, serie A. Geología de los cuadrángulos de Chuanquiri y Pacaypata (hojas 26-p, 27-p) (Cárdenas J. et al. 1997), boletín N° 30, serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000). Geología de los cuadrángulos de Machupicchu (hojas 27q2, 27q3), Pacaypata (27p2, 27p3, 27p4) y San Miguel (hoja 27o1) (Arcos F. et al. 2021), y 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), complementándose con trabajos de fotointerpretación de imágenes satelitales, y observaciones en campo. Información resumida en el mapa geológico del anexo 1-mapa 1.

2.1. Estratigrafía

El sector Sillapata – Cconchuaycco y sus alrededores está representado por afloramientos del Complejo Iscaybamba, cuya edad Neoproterozoico fue designada por Sánchez & Zapata (2003), sobre la base de estudios realizados por Dalmayrac et al. (1988). Estos afloramientos están ubicados dentro del cuadrángulo de Pacaypata (27p2). Además de depósitos cuaternarios inconsolidados de edad Holocena de origen coluvio-deluvial, producto de la ocurrencia de movimientos en masa antiguos y recientes (Anexo 1_mapa 1).

2.1.1. Complejo Iscaybamba

Los afloramientos del Complejo de Iscaybamba afloran de este a oeste, entre los cuadrángulos de Machupicchu y Pacaypata.

Se diferencia por sus características litológicas, ensambles y composición mineralógica, textura y tamaño de los blastos, y se dividen hasta en 7 unidades litológicas (Arcos F. et al. 2021): Sin embargo, solo 2 de sus unidades afloran en el área de estudio y alrededores

– **Gneis cuarzoso, anfíbol y micaesquistos (NP-ci/gn,anft,mesq)**

Regionalmente esta unidad se encuentra cortando en dirección este a oeste el cuadrángulo de Pacaypata. Localmente aflora en su totalidad sobre el sector de Sillapata – Cconchuaycco. Las rocas se encuentran completamente meteorizadas y presentan fracturamientos de tipo fragmentado (Cuadro 2 y 3) (Figura 3).

La secuencia de gneis cuarzoso, anfíbol y micaesquistos, forma parte de montañas y valles profundos que varía en altitud de 1015 a 2600 m s. n. m., presenta una morfología irregular de escarpas y formas redondeadas debido a que la meteorización de las rocas es irregular por presentar una variada litología, composición mineralógica y foliación metamórfica; además, está asociado a fallas inversas con dirección este a oeste. Se considera a esta secuencia litológica como parte del núcleo del complejo metamórfico, debido que sobre ella yacen otras secuencias metamórficas compuestas por micaesquistos y anfibolitas con niveles de mármol y gneis (Arcos F. et al. 2021).



Figura 3. Gneiss, anfíboles y micaesquistos del complejo Iscaybamba en el flanco derecho del deslizamiento en el sector Sillapata – Cconchuaycco. Coordenadas UTM 18L E: 693287, N: 8519734 y Elevación: 2557.6 m

– **Micaesquistos y gneis micáceo (NP-ci/mesq,gn)**

Sobreyace y suprayace la unidad de gneis cuarzoso con anfíbol. Al norte en la parte alta del sector de Sillapata – Cconchuaycco, y al sur concordante al río Apurímac.

La unidad litológica está compuesta por micaesquistos con textura lepidoblástica y niveles delgados de gneis micáceo con textura granolepidoblástica; el grosor de las bandas varía de 2 a 10 cm. En algunas muestras, los estudios petrográficos reportan como minerales esenciales al granate y como mineral secundario clorita 1- 6 % y sericita (Arcos F. et al. 2021).

Los afloramientos de micaesquistos y gneiss encontrados en el contacto de las unidades que representan el complejo Iscaybamba se encuentran lejos de la zona de estudio. Sin embargo, se muestra meteorización moderada y fracturamientos medianamente fracturados. Mejores características de afloramientos a comparación del área de estudio (Figura 4).



Figura 4. A. Contacto entre los miembros NP-ci/gn,anft,mesq y NP-ci/mesq,gn. B. Micasquistos del complejo Iscaybamba. C. Gneiss del complejo Iscaybamba. Coordenadas UTM 18L E: 697834, N: 8517609 y Elevación: 2062 m.

Cuadro 2. Clasificación de la meteorización del complejo Iscaybamba en el área de estudio (Grado de meteorización de rocas ISRM, 1981)

GRADO DE METEORIZACIÓN				
SÍMBOLO	CALIFICATIVO	IDENTIFICACIÓN	CALIDAD GEOTÉCNICA	
A1	Roca fresca	No hay signos visibles de meteorización, ligera decoración	Muy buena para cimientos	
A2	Ligeramente meteorizada	Decoloración en la roca y en superficie de discontinuidades (fracturas).	Buena para cimientos	
A3	Moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo.	Buena para cimientos	
A4	Altamente meteorizada	Más del 50% esta descompuesto y/o desintegrado a suelo, roca fresca o descolorida esta presente como testigos discontinuos.	Requiere de limpieza del terreno suelto	Pizarras de la Formación Málaga
A5	Completamente meteorizada	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso esta aun en parte intacta.	Malos para cimientos , se requiere tomar ciertas medidas correctivas	
A6	Suelo residual	Todo el material rocoso esta convertido en suelo. La estructura y textura estan destruidos	Muy malos para cimientos	

Cuadro 3. Clasificación del fracturamiento del complejo Iscaybamba en el área de estudio (Grado de fracturamiento de rocas ISRM, 1981).

INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO					
NOMBRE	SEPARACIÓN	CALIFICATIVO	IDENTIFICACIÓN	CAIDAD GEOTÉCNICA	CLASIFICACION
F1	>3 m	Maciza	Fracturas espaciadas entre si	Excelente para fundación de obras	
F2	3-1 m	Poco fracturada	Fracturadas espaciadas a veces no distinguibles	Buena	
F3	1-0.3 m	Medianamente fracturado	Espaciamiento regular entre fracturas	Buena	Formación Sandía
F4	0.3-0.05 m	Muy fracturado	Fracturas muy proximas entre si, se separan en bloques tabulares	Regular a mala, requiere limpiar el material fragmentado	Pizarras de la Formación Málaga
F5	< 0.05 m	fragmentado	La roca se muestra astillosa y se se sepran en lajas con facilidad	Mala a pésima descartar uso o limpiar y estabilizar	

2.1.2. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)

Conformado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvio-deluvial, interestratificados, imposibles de separarlos como unidades individuales (Vílchez et al., 2019), por su relación directa con corrientes de agua. Se encuentran acumulados a lo largo de laderas de fuerte a muy fuerte pendientes y montañas cortadas por quebradas secas, temporales y/o cárcavas en el área de estudio.

El desencadenamiento de deslizamientos y derrumbes producto de la meteorización y fracturamiento del complejo Iscaybamba sumado a sus factores condicionantes, dan lugar a depósitos coluvio deluviales en el área de estudio. Estos depósitos están constituidos por materiales de secuencias de gravas, limos y arcillas dentro del material también se observan cantos y bloques metamórficos subangulosos a subredondeados.

En el kilómetro 148+120 de la vía CU-100 se observa la exposición de depósitos coluvio deluviales producto del desencadenamiento del deslizamiento en el sector Sillapata – Cconchuaycco (Figura 5).



Figura 5. Depósitos coluvio deluviales, movilizados por la activación del deslizamiento en el sector Sillapata – Cconchuaycco, Km 148+120 de la vía CU-100. Coordenadas UTM 18 L E: 693716, S: 8519540 y Elevación: 2390 m.

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

3.1. Pendientes del terreno

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 4 rangos de pendientes descritos en la tabla a continuación, representados por el de la figura 4, las cuales también son mostradas en las correspondientes subunidades geomorfológicas.

Cuadro 4. Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
5°a 15°	Media	En este rango de pendientes se asientan viviendas de los centros poblados de Sillipara, Cruz Pata, Pucuto y San Fernando, están ubicados cerca al corte de vía departamental CU-100, se observan en un 5% en zonas aledañas al área de estudio.
15°a 25°	Fuerte	El 20% del sector Sillapata - Cconchuaycco son pendientes fuertes. Largos tramos de la vía departamental corta pendientes fuertes.
25°a 45°	Muy fuerte	Estas pendientes se observan en un 60% en el sector Sillapata – Cconchuaycco (32° a 45°), corresponde a montañas metamórficas del Complejo Iscaybamba y depósitos coluvio deluviales originado por el deslizamiento en el sector.
>45°	Abrupta	Estas pendientes se observan en un 15% en el sector Sillapata – Cconchuaycco, principalmente en el flanco izquierdo del deslizamiento con el mismo nombre.

En el sector Sillapata – Cconchuaycco se realizó un perfil A-A' antes y después de la activación del deslizamiento de Sillapata – Cconchuaycco en abril de 2022, con la finalidad de observar el cambio de morfología y pendientes (Figura 6).

- Antes del evento: El perfil “negro” A-A' de la figura 6, dirección NW-SE, muestra las pendientes del terreno, que tienen una inclinación promedio de 45°, se encuentran la unidad de montaña metamórfica.
- Después del evento: El perfil “rojo” A-A' de la figura 6, se presentan pendientes de 32° a 42°, formadas por la pérdida de masa en la cabecera y acumulación de masa desplazada en la parte alta, media y baja de la vertiente de deslizamiento (Anexo-mapa 3).

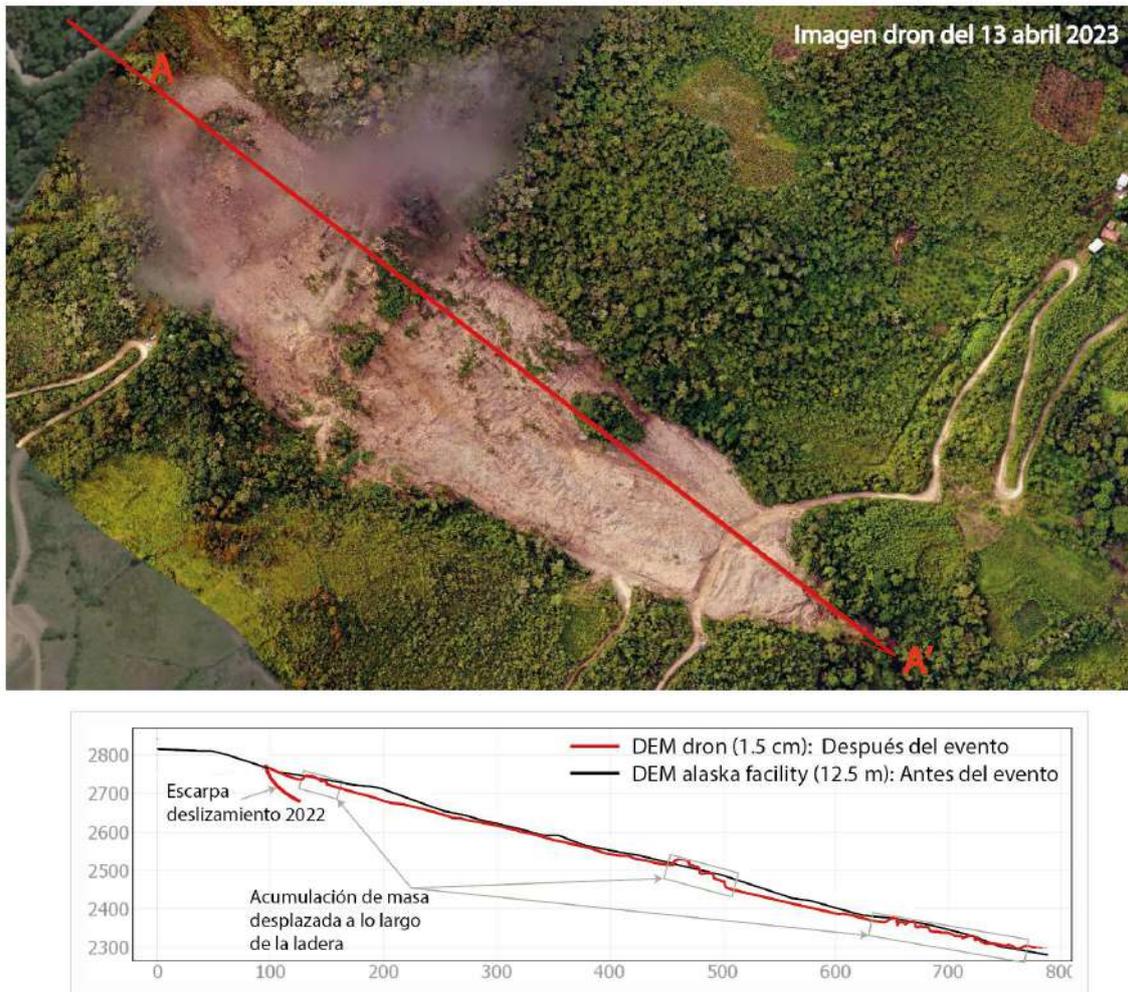


Figura 6. Corte representativo de las principales pendientes del área de inspección.

3.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas (Anexo1-mapa3), 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 metamórficas, vertientes de deslizamiento y vertientes coluvio deluviales. A continuación, se realiza una descripción de subunidades representativas del área de estudio, divididos en geformas de carácter tectónico degradacional y erosional; y geformas 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 metamórfica (RM-rm):

Está conformada por secuencias litológicas metamórficas, se ubica entre las cotas de 1400 m y 2800 m, con una altura estimada de 1400 m, sus laderas son escarpadas predominando pendientes muy fuertes (25° a 45°). Las montañas metamórficas son disectadas por quebradas y/o cárcavas. Y los procesos de meteorización y gravedad originan deslizamientos y derrumbes representan a los depósitos coluvio-deluviales.

3.2.2. Geoformas 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 coluvial (V-cd):

Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, se presentan en las laderas de las montañas metamórficas con pendientes muy fuertes (25° a 45°) a abruptas (>45°) (Anexo1-mapa2). La principal representación de estos depósitos es derrumbes sobre las montañas metamórficas del Complejo Iscaybamba.

Vertiente de deslizamiento (V-dd):

Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa de tipo deslizamiento. Compuesto por materiales inconsolidados a ligeramente consolidados. Son depósitos de corto a mediano recorrido sobre laderas del Complejo Iscaybamba (Anexo1_mapa3). Su morfología es usualmente convexa y su disposición semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despegue del movimiento en masa (Vilchez et al. 2019).

Se trata de superficies con pendiente muy fuertes (25° a 45°) (Anexo1-mapa2),

4. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el sector Sillapata – Cconchuaycco se ha identificado y cartografiado peligros geológicos por movimientos en masa, tipo deslizamiento. Sin embargo, en sus alrededores se fotointerpretó deslizamientos, derrumbes, movimientos complejos y flujos de detritos (Figura 7).

4.1. Evolución temporal del área de estudio

Las imágenes satelitales y fotografías dron multitemporales son registros de la evolución de movimientos en masa en el sector Sillapata – Cconchuaycco y sus alrededores, en un periodo de 9 años (2014 a 2023) (Figura 8) se identifican un total de 53 tipos de movimientos en masa del área de estudio y alrededores, Así como 9 sectores con indicios y/o características que indican el inicio de su proceso de activación de deslizamientos, desde antes del 2014 y entre 2014 al 2023 (Figura 7). A continuación, se hace una descripción temporal del área de estudios y alrededores, teniendo de referencia las imágenes satelitales y dron:

- Antes del 2014, en el sector Sillapata – Cconchuaycco existía evidencias del proceso de activación del deslizamiento, presenta una escarpa semicircular de longitud 310 m y salto de 21 m (Figura 8 A1). Además, por el flanco derecho del deslizamiento en proceso de activación, se observa reactivación de deslizamientos que presentan escarpa semicircular con longitud de 270 m y largo de 25 m . Ambos flancos de la escarpa expuesta son controlados por dos quebradas que se unen ladera abajo en forma de “Y” (Figura 8A), las mismas que controlan la dinámica de movimientos en masa en el sector Sillapata – Cconchuaycco.

Al mismo tiempo, se observa la activación de pequeños derrumbes de largo <20 m y ancho <20 m dentro del cuerpo de deslizamiento en proceso de reactivación (Figura 8A).

Otros movimientos en masa tipo movimientos complejos (derrumbe y flujo) y derrumbes fueron cartografiados cerca a la escarpa expuesta del deslizamiento (Figura 8A).

Es importante mencionar que 150 m al norte del sector Sillapata – Cconchuaycco se cartografió un enjambre de derrumbes de largo >70 m y ancho >20 m (Figura 8A), al igual que el sector Sillapata – Cconchuaycco están controlados por quebradas de pendientes muy fuertes (25° a 45°) (Anexo1-mapa2).

- Entre el 2014 a 2017, en el sector Sillapata – Cconchuaycco la exposición de la escarpa semicircular de longitud 310 m y salto de 23 m sigue siendo visible (Figura 8 B1). Además, se activó otro derrumbe de largo 50 m y ancho 20 m dentro del cuerpo de deslizamiento en proceso de reactivación. Mientras que los otros derrumbes activados antes del 2014 en el flanco derecho y dentro del cuerpo del deslizamiento en proceso de activación fueron cubiertos con vegetación (Figura 8B).

150 m al norte del sector Sillapata – Cconchuaycco se sigue observando derrumbes. Además, en la imagen satelital se cartografió un posible agrietamiento de longitud 45 m y salto 3 m, que evidencia la posible activación de un deslizamiento (Figura 8B).

- Del 2018 a 2020, en el sector Sillapata – Cconchuaycco, se tiene una escarpa semicircular continua. Además, por la reactivación se generó un movimiento complejo (derrumbe y flujo) en el flanco derecho del deslizamiento (Figura 8C).

Al norte del sector Sillapata – Cconchuaycco el enjambre de derrumbes sigue visible. Además, se cartografió una alineación que da la apariencia de una escarpa semicircular de longitud >175 m y salto de 3.5 a 6 m (Figura 8 C1). Este indicio es indicador del proceso de activación de otro deslizamiento controlado por dos quebradas en forma de “Y” (Figura 7 y 8C, Anexo1-mapa4).

- Finalmente, en abril de 2022 se activó el deslizamiento en el sector Sillapata – Cconchuaycco.

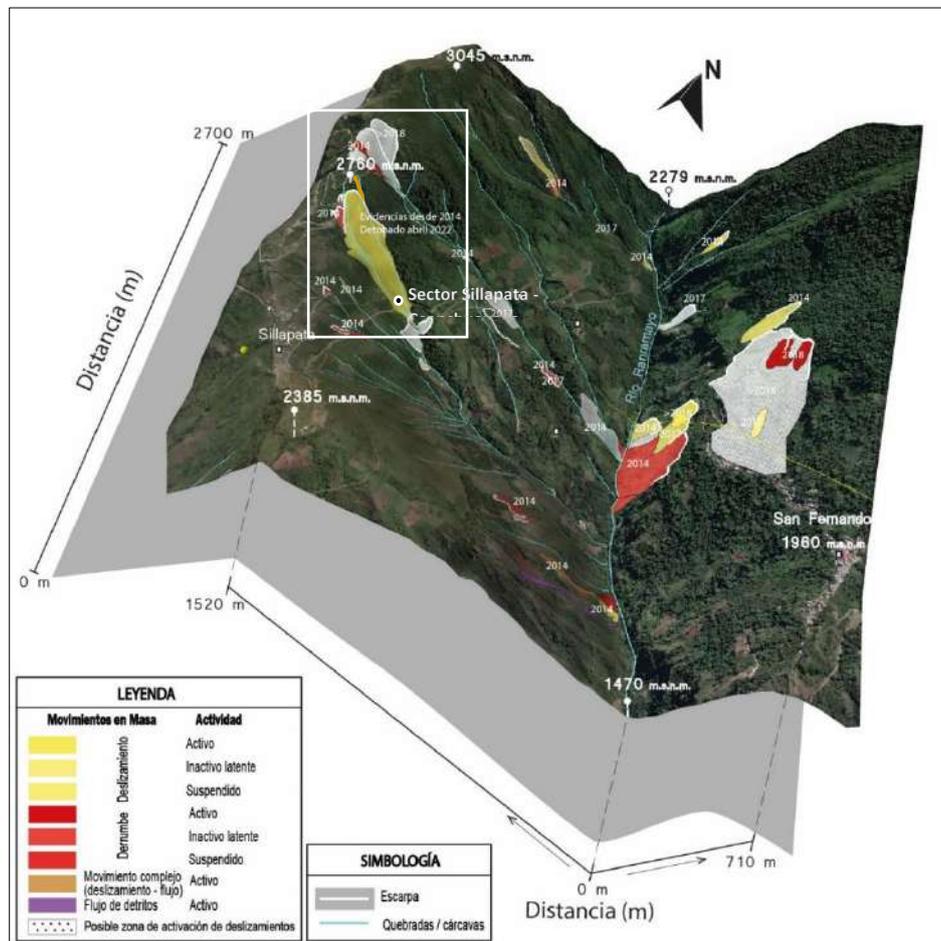


Figura 7. Cartografiado del sector Sillapata – Cconchuaycco y alrededores. Los años indican el período en el que los movimientos en masa fueron detonados según el cartografiado multitemporal de imágenes satelitales.

4.2. Deslizamiento del Sector Sillapata – Cconchuaycco

Este deslizamiento se activó en abril de 2022, presenta una escarpa semicircular de longitud 380 m y salto 42 m, la distancia de la escarpa principal hasta el pie de largo es 675 m, ancho 221 m (distancia promedio entre ambos flancos), (Figura 8D y 9),

Se observa erosiones en cárcavas en la masa desplazada del flanco derecho (Figura 9C). El deslizamiento enterró el corte de las quebradas a ambos flancos, la fuente de agua potable, y 55 m de la carretera departamental CU-100 (Figura 9D), única vía de conexión de 56 poblados de más de 1600 habitantes con los departamentos de Ayacucho y Apurímac, por donde sale y entra productos para el abastecimiento de alimentos.

El evento afectó la economía (comercio) y la calidad de vida de más de 1600 habitantes sobre todo de los C.P.s de Anaybamba Inkawasi, San Fernando y Sillapata principalmente.

La masa desplazada al pie del deslizamiento fue retenida en la unión de ambas quebradas; sin embargo, una porción de la masa desplazada se desprendió dando lugar a un movimiento complejo (deslizamiento - flujo).

El deslizamiento con escarpa de 45 m se convirtió en un flujo detrítico que se desplazó por más de 600 m (Figura 9E), a lo largo de la quebrada que desemboca en el río Ranramayo (Figura 7)

En el flanco derecho a lo largo de la quebrada por donde discurrió el flujo de lodo, se observan otros movimientos en masa de tipo derrumbes (Figura 7 y 9E)

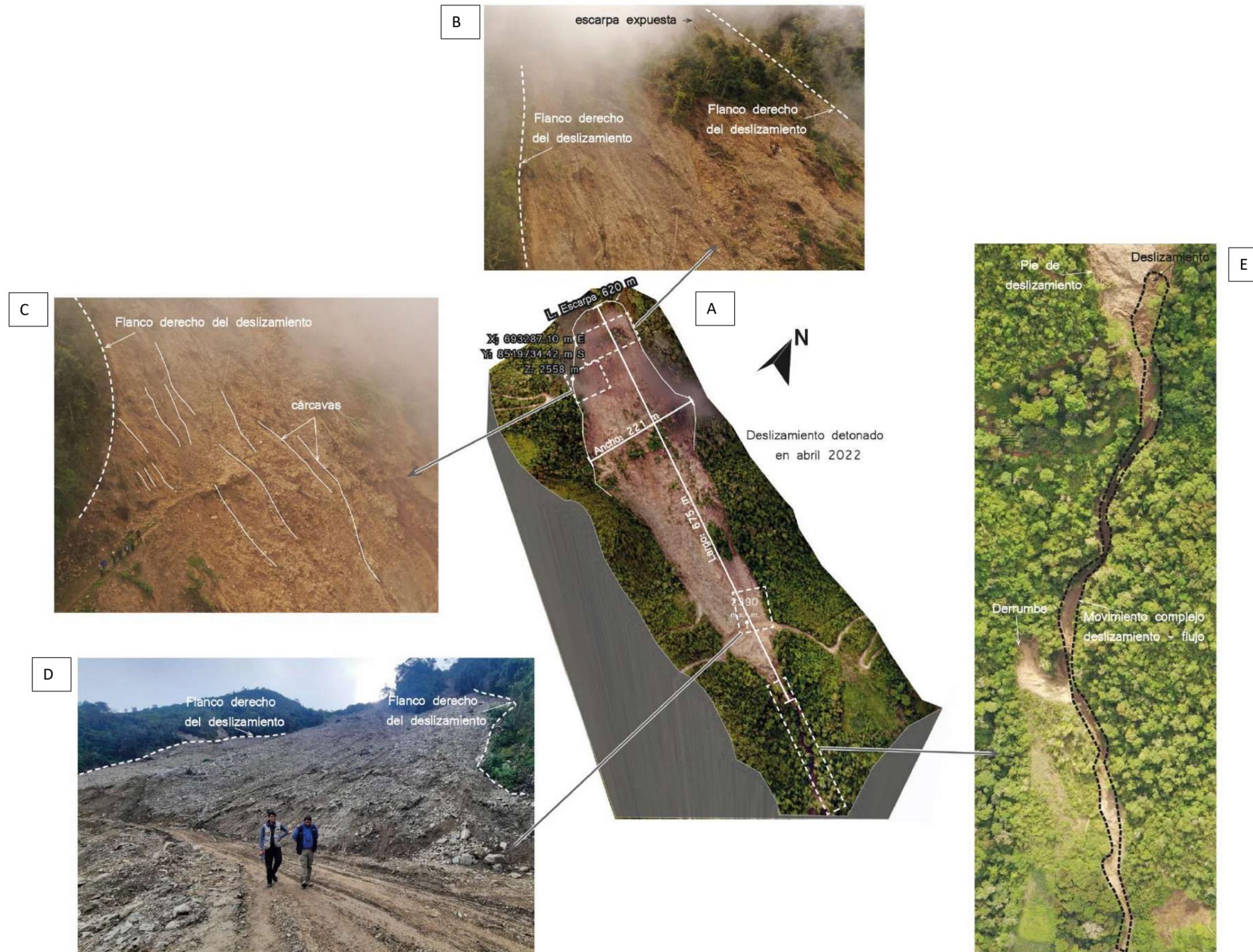


Figura 9. A. Representación 3D del cartografiado del deslizamiento en el sector Sillapata – Cconchuaycco. B. Vista de ambos flancos del deslizamiento en la parte alta. C. Presencia de cárcavas en el flanco derecho del deslizamiento. D. Vista del material desplazado al pie del deslizamiento – vía departamental en limpieza continua. E. La disposición de la masa desplazada es controlada por dos quebradas. Al pie las quebradas se unen y un pedazo es desprendido dando lugar a un movimiento complejo (deslizamiento - flujo).

4.3. Movimientos en masa a los alrededores del Sector Sillapata – Cconchuaycco

En los alrededores del sector Sillapata – Cconchuaycco se cartografiaron movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes y flujos de detrito activados, reactivados, latentes (cubiertos por vegetación) y en proceso de activación (09 zonas muestran indicios de activación como fue el caso del deslizamiento en el sector Sillapata – Cconchuaycco) (Figura 7).

4.4. Medidas estructurales y no estructurales entre 2022 y 2023

- Limpieza de material desplazado

A diario un par de retroexcavadoras realiza la limpieza de la vía departamental en un tramo de 55 m del km 148+120 de la vía CU-100, debido al desplazamiento permanente del deslizamiento en el sector Sillapata – Cconchuaycco.

- Banquetas artesanales en el cuerpo del deslizamiento

Se colocaron banquetas artesanales por tramos, dentro del cuerpo del deslizamiento después del evento de abril de 2022. Sin embargo, todos fueron destruidos por el avance de la masa desplazada.

- Propuesta de un nuevo tramo de carretera.

El uso diario de maquinaria pesada es la única forma de limpieza de la única vía de conexión que abastece de alimentos a 56 centros poblados, sin embargo, esta actividad implica un costo diario elevado. Por esta razón, los poblados afectados realizaron una propuesta del nuevo tramo de carretera departamental (línea roja de la figura 10). El trazo propuesto es un camino de trocha 320 m ladera abajo del corte de vía departamental original, el cual inicia antes de llegar al C.P. Cruzpata para terminar en el C.P. Sillapata (Figura 10).

Análisis: En el área de estudio y alrededores la presencia de rocas metamórficas muy fracturadas y alteradas del Complejo Iscaybamba, que conforman una montaña metamórfica, bisectadas por quebradas temporales y/o cárcavas; además de terrenos con pendientes muy fuertes (25° a 45°) a excepción de zonas donde existe población con pendientes medias a fuertes (5° a 25°) (Anexo1-mapa2), condicionan la ocurrencia de movimientos en masa, y por lo tanto lo convierte en un sector dinámicamente muy activo a la ocurrencia de movimientos en masa.

Siendo el flanco derecho del río Ranracasa el único lugar por donde se puede realizar el trazo de nueva carretera para la conexión de 58 centros poblados con los departamentos de Apurímac y Ayacucho. Se asume que el trazo de la nueva carretera podría ser ubicada ladera abajo de la vía original, siempre y cuando se realice puentes capaces de dar pase a los flujos de detritos que se pueden formar aguas abajo del sector Sillapata – Cconchuaycco y en la quebrada paralela (donde se muestran procesos de reactivación de deslizamientos en la parte alta – norte del sector Sillapata - Cconchuaycco) (Figura 10).

Además, es importante considerar que en dicho trazo de carretera, se debe hacer teniendo en cuenta los sectores por donde pasan movimientos en masa antiguos, reactivados o en proceso de reactivación. Esto se puede visualizar en la línea amarilla; siendo una propuesta, la factibilidad del trazo de carretera recomendado deberá ser verificado en campo, debido a que fue realizado desde gabinete con el uso de imágenes satelitales.

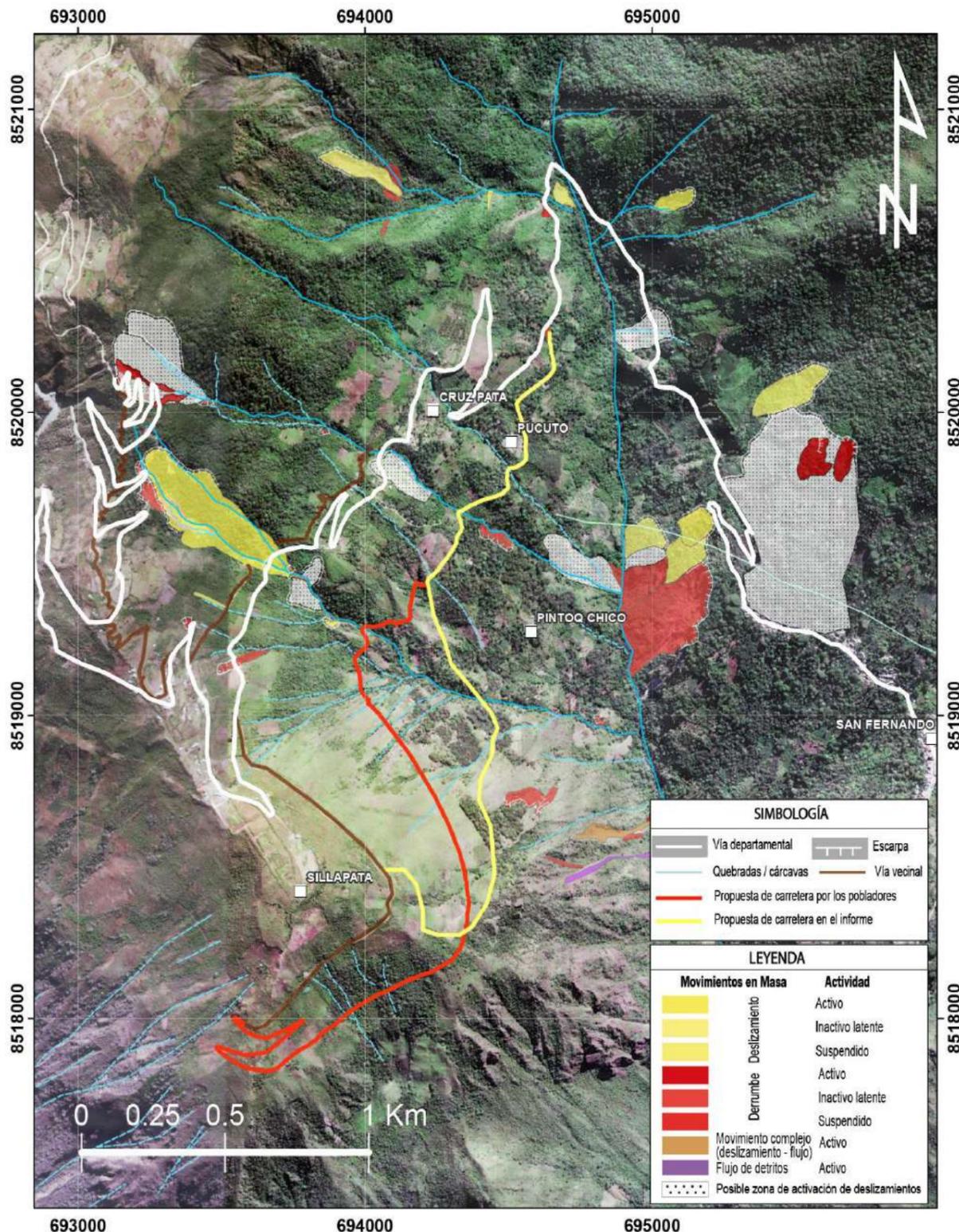


Figura 10. Propuesta de trazos de carretera dentro del cartografiado de movimientos en masa en el sector Sillapata – Cconchuaycco y alrededores

4.5. Factores condicionantes y desencadenantes

4.5.1. FACTORES CONDICIONANTES

LITOLÓGICO: Dos unidades del complejo metamórfico de Iscaybamba representan el área de estudio y sus alrededores con afloramientos de Gneis cuarzoso, anfíbol y micaesquistos (NP-ci/gn,anft,mesq) y Micaesquistos y gneis micáceo (NP-ci/mesq,gn) respectivamente; los cuales se encuentran completamente meteorizadas y presentan fracturamientos de tipo fragmentado, que dan lugar a la activación de movimientos en masa y por consiguiente la presencia de depósitos inconsolidados de origen coluvio deluviales.

- **GEOMORFOLOGÍA Y PENDIENTES:** El sector Sillapata – Cconchuaycco y alrededores están conformada por montañas en roca metamórfica y vertientes de deslizamiento y coluvio-deluviales dispuestas sobre pendientes muy fuertes (25° a 45°).

4.5.2. FACTORES DESENCADENANTES

- **PRECIPITACIONES:** El área de estudio registra precipitaciones anuales acumuladas entre 300 mm a 700 mm, siendo considerado un clima semiseco, lluvioso con invierno seco.
- **SISMOS:** Entre marzo y abril del 2022 ocurrieron sismos de magnitud 3.7 a 4.5 en Abancay (45 km al sureste del sector Sillapata - Cconchuaycco), que influenciaron la activación del deslizamiento de abril del 2022.

5. CONCLUSIONES

1. Debido a que en el sector Sillapata – Cconchuaycco afloran gneiss cuarzoso, anfíbol y micaesquistos del complejo metamórfico de Iscaybamba, con rocas completamente meteorizadas y con fracturamiento de tipo fragmentado; así como las geofomas de montañas en roca metamórfica, vertientes coluvio deluviales y vertiente de deslizamiento con pendientes muy fuertes (32° a 45°); se determinan como factores condicionantes de inestabilidad y de formación de movimientos en masa.
2. En abril de 2022, se activó un deslizamiento en el sector Sillapata – Cconchuaycco, presenta una escarpa semicircular de longitud 380 m y salto 42 m, la distancia de la escarpa principal al pie de largo, tiene una longitud de 675 m y ancho promedio de 221 m . Sin embargo, cabe recalcar que ya antes del 2014, existía evidencias del proceso de activación del deslizamiento, debido a la exposición de su escarpa semicircular de longitud 310 m y salto de 21 m. El deslizamiento enterró el corte de las quebradas a ambos flancos, la fuente de agua potable, y 55 m de la carretera departamental CU-100 y por lo tanto interrumpió el abastecimiento de alimentos a más de 56 poblados cercanos y prohibió la conexión con los departamentos de Ayacucho y Apurímac.
3. En el sector Sillapata – Cconchuaycco y alrededores se han cartografiado 53 movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes, movimientos complejos (derrumbe/deslizamiento - flujo) y flujos de detrito en estados activo, suspendido e inactivo latente, entre el 2014 y 2023. Además de 09 indicios del proceso de activación de deslizamientos entre el 2014 y 2020. El sector de Sillapata – Cconchuaycco y alrededores es dinámicamente **Muy Activo** a la ocurrencia de movimientos en masa.
4. Dadas sus factores condicionantes litológicos y geomorfológicos susceptibles altamente a la ocurrencia de movimientos en masa, la temporada de lluvia intensa y prolongada y los sismos detonan grandes eventos en proceso de activación.

5. RECOMENDACIONES

1. El trazo de la nueva carretera debería ser replanteada, podría ubicarse ladera abajo de la vía original, siempre y cuando se realice puentes capaces de resistir la ocurrencia de flujos de detritos futuros aguas abajo del sector Sillapata – Cconchuaycco y en la quebrada paralela (donde se muestran procesos de reactivación de deslizamientos en la parte alta – norte del sector Sillapata - Cconchuaycco).
2. Tomar en cuenta el trazo de carretera recomendado en el presente informe después de una inspección de campo insitu con los especialistas correspondientes. Además, antes de realizar el trazo definitivo verificar que el corte de talud no perjudique la calidad de vida de ningún centro poblado cerca.
3. Es recomendable realizar banquetas desde la cabecera hasta el pie del deslizamiento del sector Sillapata – Cconchuaycco. Posteriormente realizar el proceso de forestación con especies nativas de raíces fuertes y profundas sobre todas las banquetas. Actividad que debe ser supervida por un profesional especialista en geotecnia.
4. Prohibir el uso de la masa desplazada del deslizamiento para fines cultivables. Además de prohibir el uso de terrenos de cultivos en los sectores donde se han cartografiado movimientos en masa activos, suspendidos y en proceso de activación. La municipalidad debe declararlo como zona intangible.
5. Verificar y monitorear permanentemente los 09 sectores cartografiados como deslizamientos en proceso de activación (ver mapa 4).
6. Prohibir el asentamiento poblacional o la construcción de nuevas viviendas cerca de quebradas y/o cárcavas en el Sector Sillapata – Cconchuaycco y alrededores.



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



ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

BIBLIOGRAFÍA

Arcos, F. & Soaña, J. (2021) - *Geología de los cuadrángulos de Machupicchu (hojas 27q2, 27q3), Pacaypata (hojas 27p2, 27p3, 27p4) y San Miguel (hoja 27o1)*. INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000), 30, 54 p.

Cárdenas, J.; Carlotto, V.; Romero, D.; Jaimes, F. & Valdivia, W. (1997) - *Geología de los cuadrángulos de Chuanquiri y Pacaypata, hojas: 26-p y 27-p*. INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 89, 216 p., 2 mapas

Dalmayrac, B.; Laubacher, G. & Marocco, R. (1980) – *Géologie des Andes péruviennes : caractères généraux de l'évolution géologique des Andes péruviennes*. Paris: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, 501 p. Travaux et Documents de l'ORSTOM, 122.

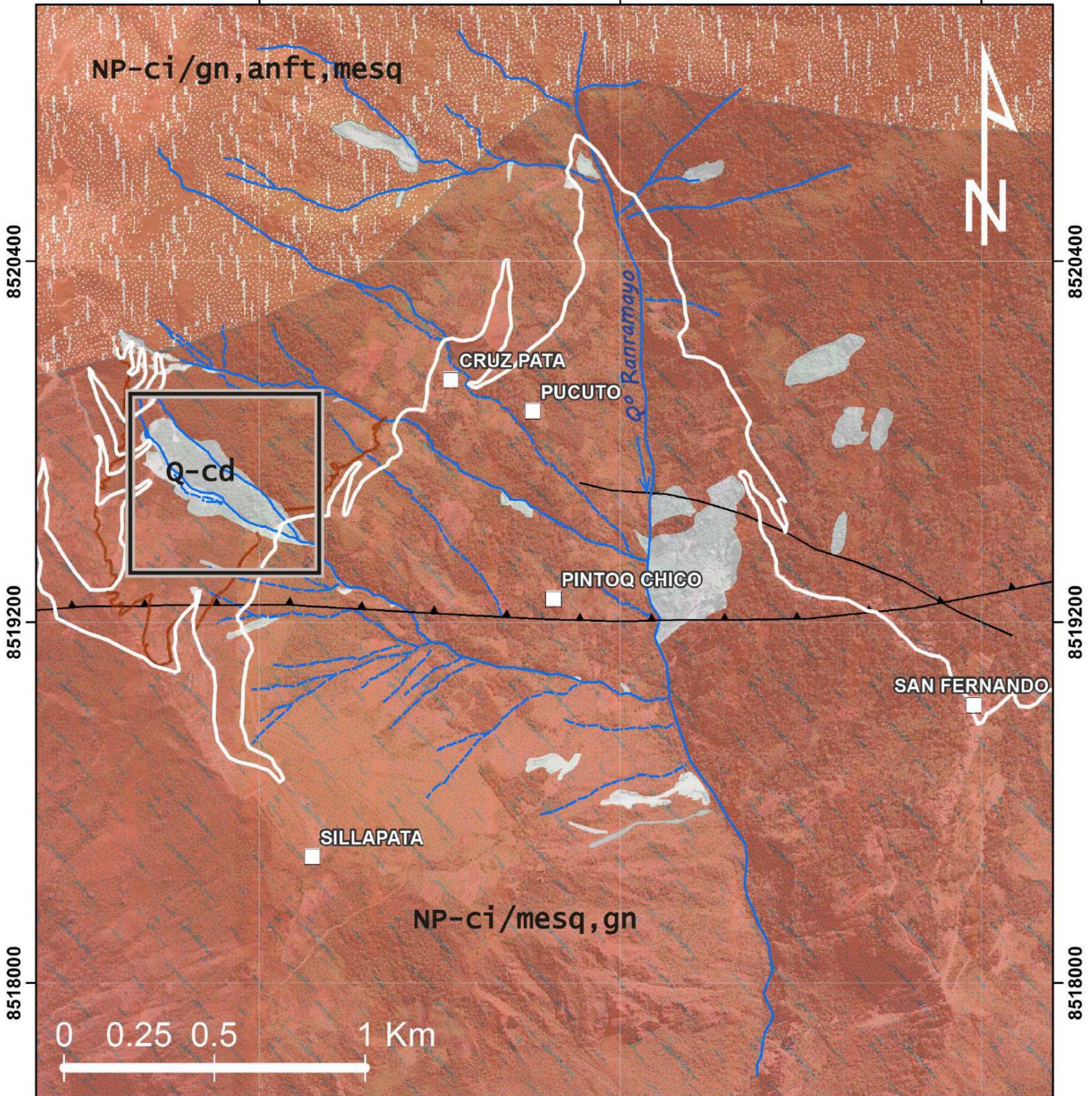
Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2007. *Plataforma Sistema de Información Geográfica para emprendedores (SIGE)*.

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.

Sánchez, A. & Zapata, A. (2003) - *Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Río Picha (25-p), Timpia (25-q), Chuanquiri (26-p), Quillabamba (26-q), Quebrada Honda (26-r), Parobamba (26-s), Pacaypata (27-p), Machupicchu (27-q), Urubamba (27-r), Calca (27-s), Chontachaca (27-t), Quincemil (27-u), Ocongate (28-t), Corani (28-u) y Ayapata (28-v), escala 1:100 000, informe inédito*. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 51 p.

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

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.



LEYENDA	
Q - cd	Depósito coluvio deluvial Material fragmentado en taludes, representado por derrumbes, deslizamientos y flujos.
NP-ci/gn, anft, mesq	Complejo Iscaybamba Micaesquisto con ocelos de cuarzo, color gris con gneis cuarzoso bandeado y blanquecino.
NP-ci/mesq, gn	Gneis bandeado de textura granoblástica.
SIMBOLOGÍA	
□	Centro Poblado
—	Vía departamental
—	Quebradas
→	Dirección de flujo
- - -	Cárcavas
▭	Sector Evaluado
▲▲▲	Falla inversa
—	Falla

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

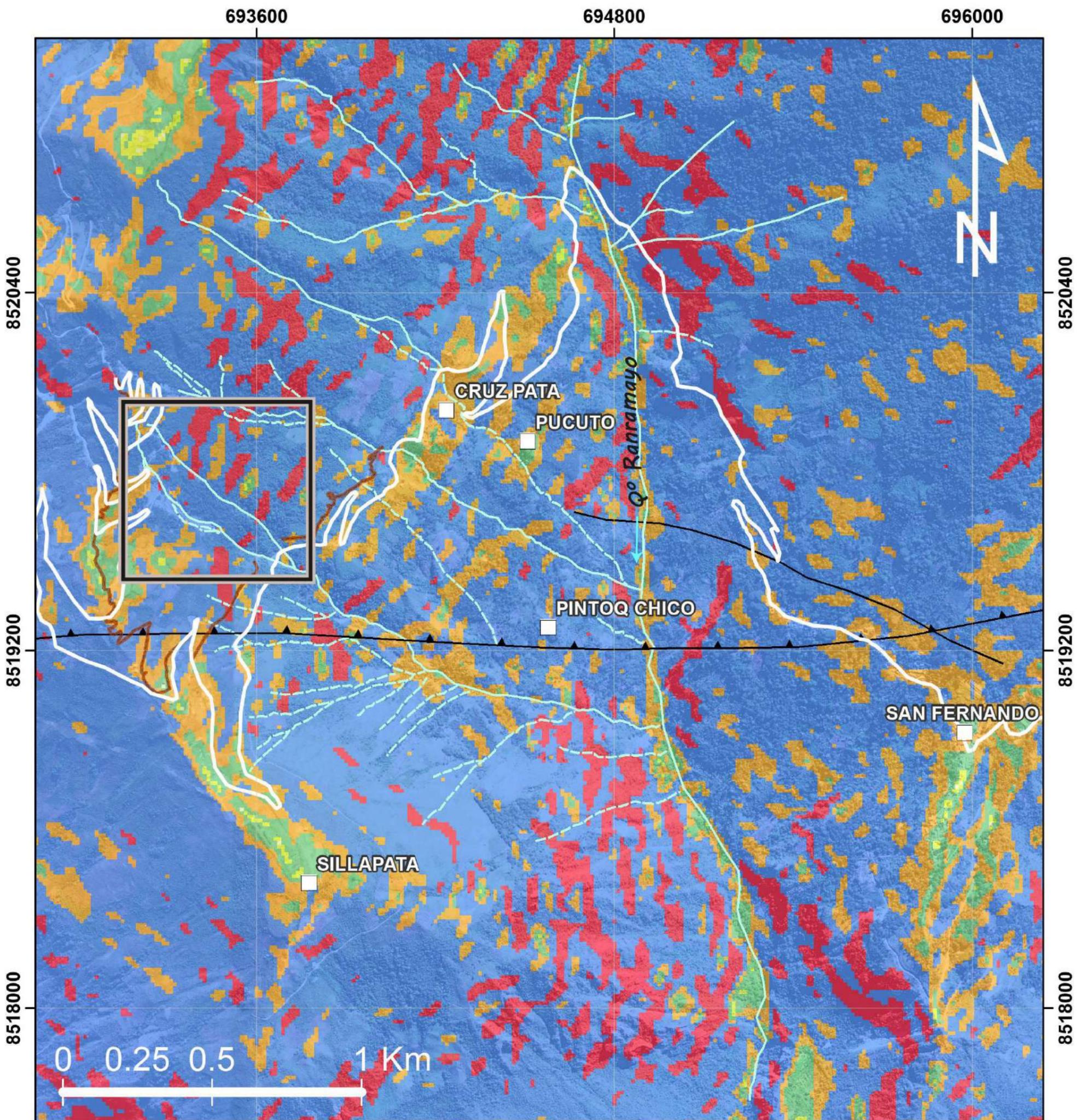
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA
 EN EL SECTOR DE SILLAPATA - CCONCHUAYCCO
 DISTRITO INKAWASI, PROVINCIA LA CONVENCIÓN Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

GEOLOGÍA DEL SECTOR SILLAPATA - CCONCHUAYCCO

Elaborado por: INGGEMMET
 Datum: UTM WGS84
 Zona: 18 S

Escala: 1: 18,000

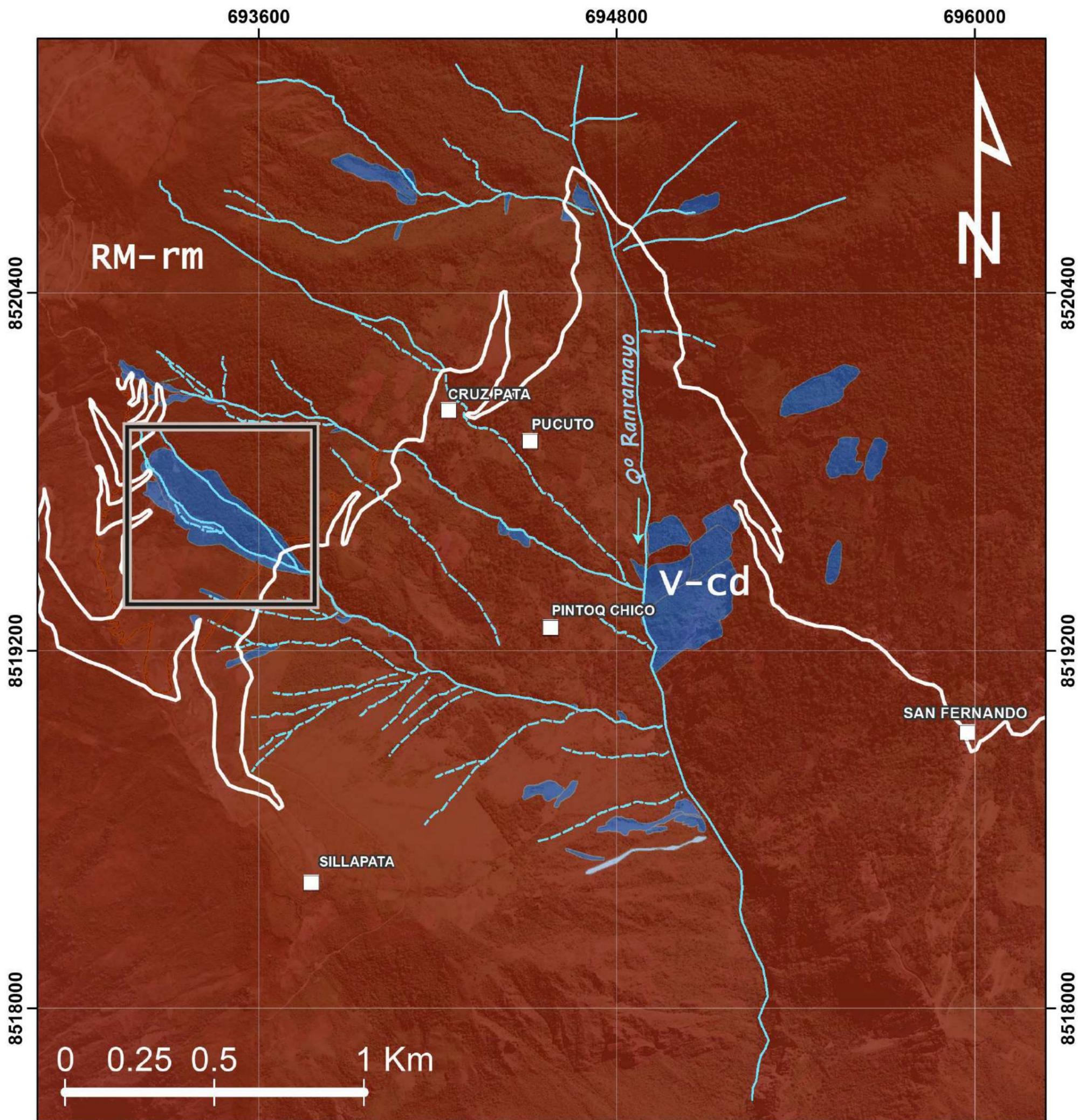
MAPA **1**



LEYENDA	
	5° - 15° Media
	15° - 25° Fuerte
	25° - 45° Muy Fuerte
	> 45° Abrupta

SIMBOLOGÍA			
	Centro Poblado		Vía departamental
—	Quebradas	→	Dirección de flujo
- - -	Cárcavas		Sector Evaluado

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR DE SILLAPATA - CCONCHUAYCCO DISTRITO INKAWASI, PROVINCIA LA CONVENCION Y DEPARTAMENTO DE CUSCO	
PENDIENTE DEL SECTOR SILLAPATA - CCONCHUAYCCO	
Elaborado por: INGEMMET Datum: UTM WGS84 Zona: 18 S	
Escala: 0 0.5 Km 	
MAPA 2	



LEYENDA	
RM-rm	Montaña en roca metamórfica
V-cd	Vertiente coluvio deluvial

SIMBOLOGÍA	
	Centro Poblado
	Vía departamental
—	Quebradas
→	Dirección de flujo
- - -	Cárcavas
	Sector Evaluado

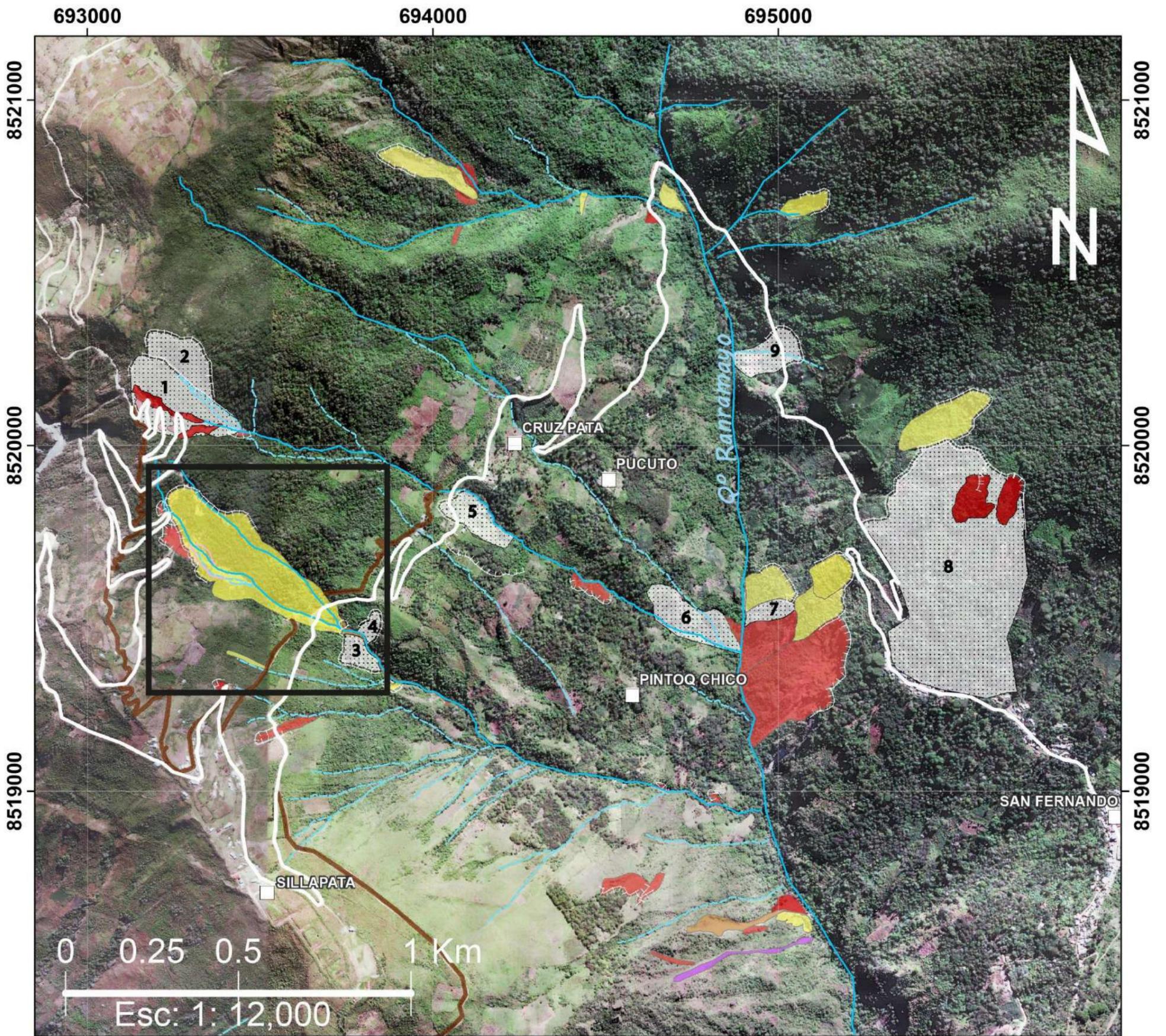
SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA
EN EL SECTOR DE SILLAPATA - CCONCHUYCCO
DISTRITO INKAWASI, PROVINCIA LA CONVENCION Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

GEOMORFOLOGÍA DEL SECTOR SILLAPATA - CCONCHUYCCO

Elaborado por: INGEMMET Datum: UTM WGS84 Zona: 18 S Escala: 1: 18,000	MAPA 3
--	--



SIMBOLOGÍA

Vía departamental	Escarpa
Quebradas / cárcavas	Vía vecinal

LEYENDA

Movimientos en Masa	Actividad
Deslizamiento	Activo
	Inactivo latente
	Suspendido
Derrumbe	Activo
	Inactivo latente
	Suspendido
Movimiento complejo (deslizamiento - flujo)	Activo
Flujo de detritos	Activo
09	Posibles deslizamiento en proceso de activación

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA
 EN EL SECTOR DE SILLAPATA - CCONCHUAYCCO
 DISTRITO INKAWASI, PROVINCIA LA CONVENCIÓN Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

CARTOGRAFIADO DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS
 EN MASA EN EL SECTOR DE SILLAPATA - CCONCHUAYCCO

Elaborado por: INGEMMET Datum: UTM WGS84 Zona: 18 S	MAPA 4
Escala: 1: 12,000 1: 4,500	

