

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7341

EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR PALMERAS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE TOTORA PALCA

Departamento Cusco
Provincia Chumbivilcas
Distrito Llusco



DICIEMBRE
2022

EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR PALMERAS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE TOTOTRA PALCA

(Distrito Llusco, provincia Chumbivilcas, departamento Cusco)

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

Equipo de investigación:

David Prudencio Mendoza

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). Evaluación del peligro geológico por deslizamiento en el sector Palmeras de la comunidad campesina de Totora Palca. Distrito Llusco, provincia Chumbivilcas, departamento Cusco. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7341, 24p.

INDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos del estudio	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	2
1.3. Aspectos generales	3
1.3.1. Ubicación.....	3
1.3.2. Accesibilidad	4
1.3.3. Clima.....	4
2. DEFINICIONES	5
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	6
3.1. Unidades litoestratigráficas	6
3.1.1. Formación Alpabamba.....	6
3.1.2. Centro Volcánico Vilcarani - Evento 1	6
3.1.3. Depósitos coluvio-deluvial	7
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	8
4.1. Pendientes del terreno	8
4.2. Unidades geomorfológicas	8
4.2.1. Unidad de montañas.....	8
4.2.2. Unidad de planicie.....	8
4.2.3. Unidad de piedemonte.....	9
5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS	9
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa del sector Palmeras	9
5.1.1. Factores condicionantes.....	13
5.1.2. Factores detonantes o desencadenantes	13
6. CARACTERIZACIÓN DE AREAS PROPUESTAS PARA REUBICACIÓN	13
6.1. Zona propuesta	13
6.2. Recomendaciones para el reasentamiento	15
CONCLUSIONES	16
RECOMENDACIONES	17
BIBLIOGRAFÍA	18

ANEXO 1: MAPAS	19
ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES.....	24

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por deslizamientos, realizado en el sector Palmeras de la comunidad campesina de Totora Palca, perteneciente a la jurisdicción distrital de Llusco, provincia de Chumbivilcas, departamento de 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.

Se tienen afloramientos de tobas y flujos piroclásticos, que están muy fracturadas y altamente meteorizadas (Centro Volcánico Vilcarani -Evento 1), sobre estas se aprecian depósitos coluvio-deluviales poco consolidados, compuesta por gravas (30%), gránulos (20%) envueltos en una matriz areno limosa (50%).

Las unidades geomorfológicas identificadas corresponden a geoformas de montañas en roca volcánica y de superficie de flujo piroclástico disectado, y geoformas de piedemonte coluvio deluvial.

Uno de los factores que condicionó el deslizamiento, fue el intenso fracturamiento y la alta meteorización del flujo piroclástico; así como también los depósitos coluvio-deluviales poco consolidados. Otro factor es la pendiente fuerte del terreno (15°- 25°).

En el sector Palmeras se identificó un deslizamiento rotacional con escarpe de 75m. y salto de 5 cm, ubicado a 30 m. por encima de la Institución educativa inicial Totora Palca, además presenta escarpes secundarios en promedio de 55 m. y salto de 21 cm.

El evento afectó 04 viviendas, la carretera Lluto – Antuyo en un tramo de 20m, zonas de cultivo e institución educativa.

Se concluye que el área de estudio es considerada de **peligro alto** a la ocurrencia de reactivación de deslizamientos, que pueden ser desencadenados en la temporada de lluvias intensas y/o prolongadas y con sismos, que se pueden generar por la activación de fallas activas cercanas.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes, las cuales deben ser tomadas en cuenta por las autoridades competentes. Por ejemplo, realizar zanjas de coronación y en forma de espina de pescado impermeabilizados, forestación del cuerpo del deslizamiento; así como realizar el EVAR correspondiente, entre otros.

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 (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad distrital de Llusco, según Oficio N° 101-2022-A/MDLL/CHC, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos en el sector Palmeras de la comunidad campesina de Totorá Palca distrito de Llusco por encontrarse en peligro ante “deslizamientos”, con última ocurrencia el 29 de enero del presente año, que afectó la institución educativa inicial Totorá Palca, 4 familias, 3 viviendas, la institución educativa inicial Totorá Palca, 3 hectáreas de cultivo y la carretera Lluto – Antuyo en un tramo de 20m.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó al ingeniero David Prudencio Mendoza, realizar la evaluación de peligros geológicos. El trabajo de campo se realizó el día 03 de junio del 2022.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS y fotografías terrestres y aéreas), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad distrital de Llusco y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa, que se presenta en el sector Palmeras de la comunidad campesina de Totorá Palca.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación necesarias a fin de prevenir o reducir los riesgos presentes o la generación de nuevos

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en el distrito de Llusco, se tienen:

- A) Según el boletín N° 74, serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro geológico en la región Cusco” (Vílchez et al., 2020); el estudio realiza un análisis de susceptibilidad a movimientos en masa (escala 1: 100 000), donde la comunidad campesina de Totorá Palca presenta susceptibilidad media. Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa como la propensión

que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.

- B) En el Boletín N° 35, serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Chalhuanca, Antabamba y Santo Tomas” hojas: 29-p, 29-q y 29-r (Pecho, V., 1981); y la “Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Santo Tomas (29-r)”, a escala 1: 50 000 (Galdós J. et al., 2003); describe la geología e información relacionada a los cambios más resaltantes sobre la estratigrafía. Además, señala de manera regional las unidades geomorfológicas donde se ubica la Comunidad campesina Totora Palca.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El sector Palmeras se encuentra dentro de la comunidad campesina de Totora Palca, se ubica al sureste del centro poblado de Llusco, capital de distrito, se accede al sector a 24 km por la carretera afirmada Lutto – Antutyto, Políticamente se encuentra dentro del distrito de Llusco, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco. (figura 1), cuyas coordenadas centrales UTM (WGS84 – Zona 18S) son (cuadro 1):

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 19S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	804895	8406014	-14.401346°	-72.172692°
2	805113	8406014	-14.401322°	-72.170673°
3	805113	8405774	-14.403489°	-72.170645°
4	804895	8405774	-14.403513°	-72.172665°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA				
C	805004	8405855	-14.402770°	-72.171664°

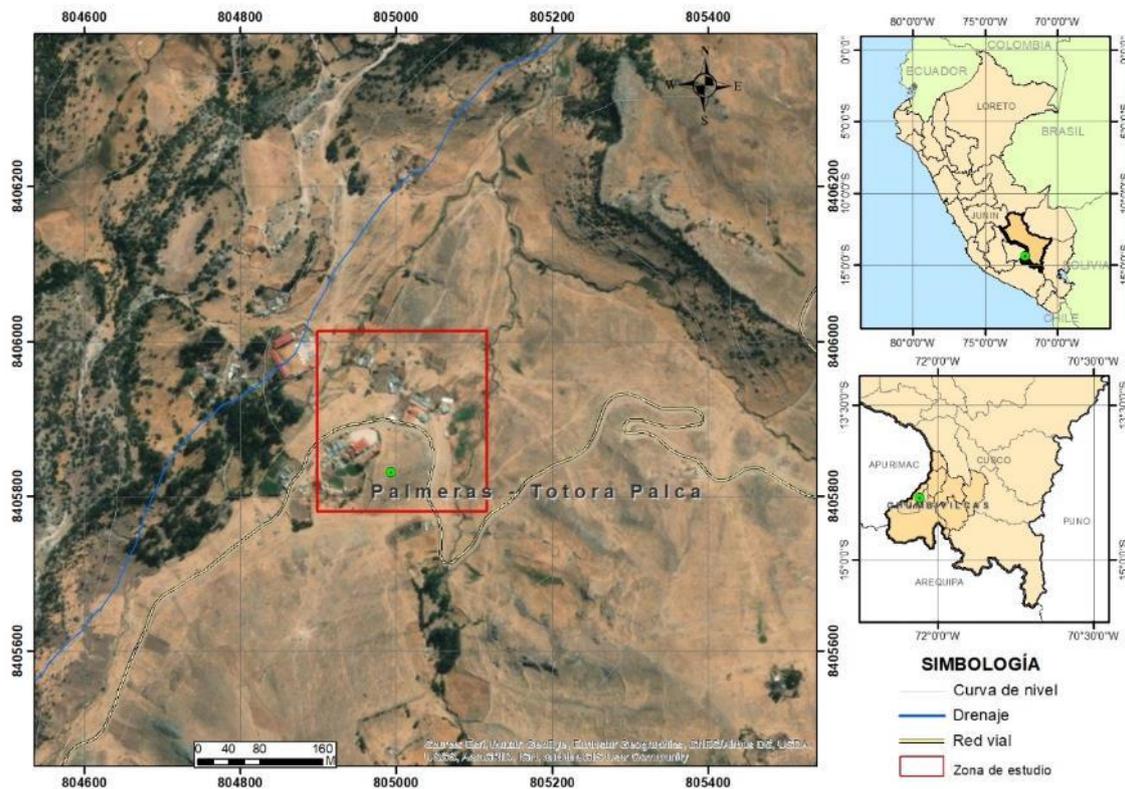


Figura 1. Ubicación del sector Palmeras en la comunidad de Totorá Palca.

1.3.2. Accesibilidad

Se accede a la zona de estudio por vía terrestre, desplazándose desde la ciudad del Cusco (Ingemmet - OD Cusco), mediante la siguiente ruta (cuadro 2):

Cuadro 2. Rutas y accesos a la zona evaluada.

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Cusco – Santo Tomas	Asfaltada y afirmado	237	6 h 13 min
Santo Tomas – Llusco	Asfaltada bicapa	27	50 min
Llusco – Totorá Palca	Trocha	24	60 min

1.3.3. Clima

De acuerdo al mapa climático del SENAMHI (2018), y detallando la información local, se puede observar que, el sector Palmeras de la Comunidad campesina de Totorá Placa presenta un clima lluvioso, frío y con otoño e invierno seco.

Presenta una frecuencia de precipitación entre los meses de diciembre a marzo, cuyas lluvias acumuladas anuales son de 500 mm a 1200 mm aproximadamente, además, en los meses de junio a setiembre presenta temperaturas máximas que oscilan entre 9°C a 19°C y mínimas entre -3°C a 3°C, con humedad atmosférica relativa de inviernos secos.

Esta clasificación climática es sustentada con información meteorológica recolectada de aproximadamente 20 años a partir de la cual se formulan “Índices Climáticos” de acuerdo a la clasificación climática por el método de Thornthwaite.

2. DEFINICIONES

Se describen algunas definiciones usadas en el informe:

Agrietamiento: Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

Corona: Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladera abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción.

Derrumbe 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. Se le conoce también como desprendimiento de rocas, suelos y/o derrumbes.

Deslizamientos: Movimiento ladera debajo 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).

Escarpa: Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

Flujos: Es un tipo de 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 deslizamiento o una caída. Los flujos pueden ser canalizados (huaicos) y no canalizados (avalanchas).

Formación geológica: Es una unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

Fractura: Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

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.

Movimientos en masa: Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. En el territorio peruano, los tipos más frecuentes corresponden a caídas, deslizamientos, flujos, reptación de suelos, entre otros.

Peligro o amenaza geológica: Es un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la

propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Susceptibilidad: Está definida como la propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de un proceso de movimientos en masa determinado.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base a la Carta Geológica Nacional “Geología de los cuadrángulos de Chalhuanca, Antabamba y Santo Tomas” hojas: 29-p, 29-q y 29-r (Pecho, V., 1981); y la “Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Santo Tomas (29-r)”, a escala 1: 50 000 (Galdós J. et al., 2003); donde se aprecian principalmente unidades litoestratigráficas de naturaleza volcánica, cubiertos por depósitos cuaternarios. La geología se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona inspeccionada y alrededores corresponden a afloramientos de rocas del Complejo Volcánico Vilcarani, además localmente se han identificado depósitos coluvio-deluviales acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad (Anexo 1 - Mapa 1).

3.1.1. Formación Alpabamba

Aflora ampliamente al sur de Totorá Palca, se aprecia en la parte alta de los cerros fuera del área de estudio, compuesta por una secuencia estratificada de tobas vítreas y tobas líticas brechadas, de color blanquecino con matriz de pómez y líticas, de edad Neógeno Mioceno.

3.1.2. Centro Volcánico Vilcarani - Evento 1

Esta unidad consta de 4 eventos, en la zona evaluada se aprecia el evento 1:

Evento 1: Compuesto por depósitos volcánicos-sedimentarios de tobas de arenas intercaladas con tobas de cenizas, se pueden distinguir hacia el noroeste del Totorá Paca, que alternan con flujos piroclásticos. Las rocas se presentan muy fracturadas y altamente meteorizadas, generando susceptibilidad a que se generen movimientos en masa (figura 2).



Figura 2: Flujo piroclástico, que se presenta muy fracturado y altamente meteorizado.

3.1.3. Depósitos coluvio-deluvial

En la comunidad campesina de Totora Palca, estos depósitos se ubican en el fondo de las quebradas, se encuentran poco compactos, y provienen de la remoción de materiales suspendidos en las laderas y por acción de aguas de escorrentía genera erosión.

Está constituido por inclusiones de gravas (30%), gránulos (20 %) con formas angulosas y heterométricos; envueltos en una matriz areno limosa (50%), dejando superficies suaves a moderadas (figura 3) (Anexo 2 – Tabla 1).



Figura 3: Depósito coluvio-deluvial, con pendientes suaves a moderadas.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente por ser un parámetro importante en la evaluación de peligros por movimientos en masa, ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

Se realizó el mapa de pendientes en base al levantamiento fotogramétrico, usando dron, obteniéndose el modelo digital del terreno con una resolución 50 cm por pixel y 4 cm por pixel para la ortofoto, información que fue corroborada con un análisis de imágenes satelitales y cartografía in situ (Anexo 1 - Mapa 2).

En la comunidad campesina de Totora Palca se tienen afloramientos de tobas, que presentan terrenos con pendientes fuertes a muy fuertes (15° a 45°) y hasta muy escarpadas (>45°); las áreas con depósitos coluvio-deluviales presentan terreno con pendientes suaves a moderados (1° a 15°), el sector donde se produjo el deslizamiento presenta afloramientos rocosos muy fracturados y altamente meteorizados con una pendiente fuerte.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se realizó la complementación y actualización del mapa geomorfológico regional a escala 1:100 000 elaborado por Vílchez (2020). Además, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual, en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación, diferenciándose montañas, superficies de flujos piroclásticos y piedemonte (Anexo 1 - Mapa 3).

4.2.1. Unidad de montañas

Son geoformas de carácter degradacional y erosional. Se consideran dentro de esta unidad a elevaciones del terreno con alturas mayores a 300 m con respecto al nivel de base local, diferenciándose la siguiente subunidad según el tipo de roca que la conforma y los procesos que han originado su forma actual.

Subunidad de montañas en roca volcánica (RM-rv): representado por un relieve modelado en afloramientos rocosos de la Formación Alpacabamba, conformada por secuencia de tobas vítreas y tobas líticas brechadas con matriz de pómez y líticas.

Se aprecia en las zonas altas de los cerros, hacia el sur de la comunidad de Totora Palca, presentando laderas con pendientes del terreno de fuertes a muy fuertes.

4.2.2. Unidad de planicie

Son superficies que no presentan un claro direccionamiento, pueden originarse por denudación de antiguas llanuras, del aplanamiento diferencial de anteriores cordilleras o También por acumulación de material volcánico piroclástico que cubrió la superficie preexistente.

Subunidad de superficie de flujo piroclástico disectado o erosionado (Sfp-d): Representado en la zona evaluada por el Evento 1 del complejo Volcánico Vilcarani, conformada por depósitos volcánicos sedimentarios de tobas de arenas intercaladas con tobas de cenizas y alternando con flujos piroclásticos.

Se aprecia en las zonas altas del sector Palmera con flujos piroclásticos muy fracturados y altamente meteorizados, presentando laderas con pendientes del terreno de fuertes a muy fuertes, susceptible a generar movimientos en masa.

4.2.3. Unidad de piedemonte

Son geoformas de carácter depositacional y agradacional. Se consideran como formas de terrenos que constituyen la transición entre los relieves montañosos accidentados y las zonas planas, predominan los terrenos generados por fuerzas de desplazamiento como depósitos coluviales antiguos y recientes y depósitos de tipo glaciar – fluvial.

Subunidad de piedemonte coluvio-deluvial (V-cd): Están formadas por acumulaciones al pie de laderas o acantilados de valles, conformado por materiales de origen coluvial y deluvial, donde no es posible distinguirlo como unidades individuales, su composición litológica es de bloques heterométricos de naturaleza homogénea con arcillas, limos y arenas, proviene de procesos de movimientos en masa de tipo deslizamiento o derrumbes, trasladados por acción de las aguas de escorrentía.

El sector Palmeras se encuentra sobre laderas con pendientes suaves a moderadas; siendo susceptible a movimientos en masa por la poca compactación que presenta estos depósitos.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa de tipo reactivación de deslizamientos (PMA: GCA, 2007). Estos procesos son resultado del modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los cursos de agua en la Cordillera de los Andes, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos.

Los movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelos, el drenaje superficial–subterráneo y la cobertura vegetal. Se tiene como “detonantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona, así como la sismicidad.

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa del sector Palmeras

En la zona se identificó un deslizamiento rotacional, el cual presenta agrietamientos longitudinales y transversales dentro del cuerpo del movimiento de hasta de 30 m de distancia, lo que indica que el deslizamiento presenta un avance progresivo (Anexo 1 - Mapa 4).

Según versiones de los moradores este deslizamiento se desarrolló entre el 15 al 30 de enero del presente año, fue desencadenado por lluvias intensas y prolongadas que se dieron en esos días, las afectaciones que dejó fueron: 3 viviendas con muros agrietados; cultivos de papa, maíz y habas en un área de 3 ha; tuberías de la red de agua potable del sector, además, la carretera afirmada Lutto – Antuty en un tramo de 50 m, vías vecinales y la institución educativa inicial Totorá Palca (figura 4).

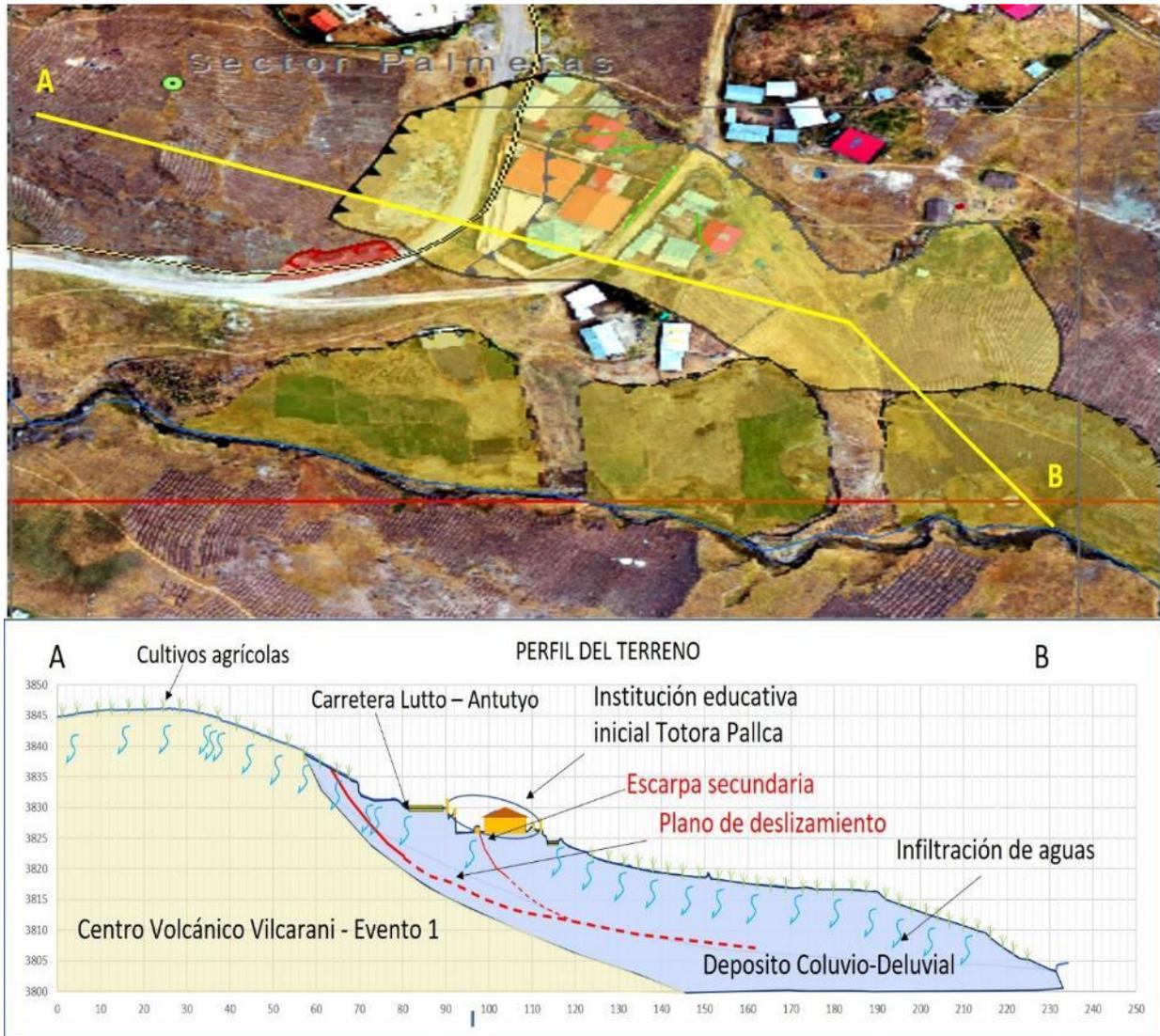


Figura 4: Corte geológico del deslizamiento

El evento principal presenta una escarpa principal con longitud de 75 m con salto de 5 cm y la distancia de la cabeza al pie del deslizamiento no es apreciable, pero se estima en 100 m (figura 5).

Los materiales que circundantes del deslizamiento provienen de las tobas y flujos piroclásticos movilizados, las cuales se presentan muy fracturados y altamente meteorizados, además, el deslizamiento ocurre sobre depósitos coluviodeluviales poco consolidados compuestos por gravas (30%), gránulos (20 %), envueltos en una matriz areno limosa (50%).



Figura 5: Escarpa del deslizamiento principal que afecta al sector de Totorá Palca.

Dentro del cuerpo del deslizamiento se parecían escarpas secundarias, la primera ubicada en la parte baja de la escarpa principal, que pasa por medio de la institución educativa inicial Totorá Palca, esta presenta un escaque con longitud de 50 m y un salto de 30 cm; la segunda se ubica en la margen izquierda de la escarpa principal, presentándose como continuación de esta, con longitud de 60 m, un salto de 12 cm. Además, se observó aperturas del suelo (agrietamientos) con longitudes de hasta 12 cm y con profundidad visible de 30 cm. (figura 6).



Figura 6: En A y B se aprecian los muros con rajaduras, ocasionado por la escarpa secundaria que atraviesa la institución educativa inicial Totorá Palca.

Además, en las construcciones de 3 viviendas y de la institución Educativa Inicial Totorá Palca, se aprecian grietas en el suelo y en muros, con aperturas de hasta 3.5 cm. (figura 7).



Figura 7: En coordenadas UTM: 804997 E, 8405906 S. Grietas ubicadas dentro del deslizamiento, se aprecia en el suelo y muros afectando a las viviendas.

En la parte baja del deslizamiento junto al riachuelo, se aprecian tres escarpas de deslizamientos antiguos con longitud promedio de 50 m y saltos de hasta 40 cm, estos se encuentran casi en la base de la quebrada y sus suelos están conformados netamente por depósitos coluvio-deluviales poco compactos. (Figura 8).



Figura 8: Escarpa de deslizamientos antiguos que llegan al riachuelo del sector.

5.1.1. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

- Substrato rocoso compuesto por tobas y flujos piroclásticos, los cuales se presentan muy fracturados y altamente meteorizados, originando inestabilidad en las laderas.
- Los depósitos coluvio-deluviales poco consolidados, se presentan adosados a las laderas, están compuestos por bloques heterométricos de naturaleza litológica homogénea, con arcillas, limos y arenas, los cuales son de fácil erosión y remoción ante precipitaciones intensas.

Factor geomorfológico

- Se tienen montañas modeladas en rocas volcánicas sedimentarias, cuyas laderas presentan pendientes fuertes a muy fuertes (15° a 45°), ello permite la generación de movimientos en masa, el material suelto que se encuentra en la ladera es fácilmente erosionable por acción de las aguas de escorrentía e infiltración.
- El sector donde se producen los deslizamientos se encuentra en la subunidad de superficie de flujo piroclástico disectado o erosionado, además de, piedemonte coluvio-deluvial, cuyas laderas presentan depósitos recientes con pendientes suaves (1°- 5°) a moderadas (5°- 15°) y fuertes (15°- 25°), lo que facilita la infiltración de las aguas de escorrentía.

Factor hidrológico - hidrogeológico

- Acción de las aguas de escorrentía sobre las laderas y montañas que circunscriben el sector evaluado, se infiltran y sobrecargan, lo que genera un aumento de peso de la masa inestable, con el transcurrir el tiempo esta pierde equilibrio y se desplaza cuesta abajo.

5.1.2. Factores detonantes o desencadenantes

- Las lluvias intensas y/o prolongadas dadas entre los meses de octubre a marzo, saturan y sobrecargan los taludes, al punto de desestabilizarlos; además de generar erosión aumentando la infiltrar en la zona evaluada.
- Los sismos pueden inducir o desencadenar derrumbes, deslizamientos o caída de rocas. ya que generan energía en los taludes y sobre las rocas sueltas, más aún, en cercanías de la zona de estudios se ubica la falla neotectónica Santo Tomas que presenta una cinemática normal y es una principal fuente sísmica en el área de estudio (Benavente, et al, 2013).

6. CARACTERIZACIÓN DE AREAS PROPUESTAS PARA REUBICACIÓN

6.1. Zona propuesta

La propuesta para la reubicación de la zona afecta, se ubica al este de la comunidad Totorá Palca, parte alta de la carretera afirmada Lutto – Antuyo, en coordenada E 805186; N 8405819 (figura 9 y 10) (Anexo 1 - Mapa 5).

a) Condiciones geológicas

Se encuentra sobre el Centro volcánico Vilcarani Evento 1, compuesto por afloramientos de flujos piroclásticos muy fracturados y altamente meteorizados.

b) Condiciones geomorfológicas

El terreno presenta pendientes moderadas a fuertes, en promedio de 17°. Geomorfológicamente, se ubica sobre la subunidad de superficie de flujo piroclástico disectado, actualmente no se evidenciaron movimientos en masa.

c) Condiciones geodinámicas

En la actualidad no se aprecian procesos de movimientos en masa en la zona que le puedan afectar, aunque la zona sea susceptible a la generación de movimientos en masa ya que las condiciones del terreno son parecidas a las del sector Palmeras.



Figura 9. Vista tomada en coordenadas E 805120; N 8405776. La parte alta del terreno es la posible zona de reubicación del sector Palmeras.



Figura 10. Vista panorámica del área propuesta para reubicación del sector Palmeras.

6.2. Recomendaciones para el reasentamiento

- Se debe realizar una evaluación del macizo rocoso retirando las rocas superficiales para definir si el área es apta para reubicación.
- Arborizar las áreas aledañas de la zona de reubicación para darle estabilidad al terreno.
- Diseñar drenajes pluviales mediante estudios geotécnicos y de ingeniería, con el fin de evitar la infiltración y la erosión del suelo que se pueda dar.
- Realizar, limpieza y mantenimiento de los canales que pasa junto a la carretera afirmada Lutto – Antutyo, ya que estos pueden generar erosión y afectar a la zona de reubicación.
- Las nuevas construcciones e infraestructuras solo deben realizarse en el área asignada para reubicación y deben ser estrictamente de uso urbano, alejados de las zonas agrícolas.
- Realizar estudio de suelo, para conocer las características del suelo, con fines de cimentación.

CONCLUSIONES

- a) El deslizamiento rotacional que afectó a la comunidad campesina Totora Palca se desarrolló entre el 15 a 30 de enero del presente año. Presenta un avance progresivo.
- b) El deslizamiento presenta un avance progresivo, su escarpa principal tiene una longitud de 75 m, con salto de 5 cm y la distancia de la cabeza al pie se estima en 100 m.
- c) Este evento afecta tres viviendas (cuatro familias) y los medios de vida de la comunidad. De darse reactivaciones pueden afectar tránsito vehicular y seguridad de las personas que se trasladan por la zona en época de lluvias o por eventos sísmicos
- d) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el sector Palmeras de la Comunidad campesina de Totora Palca se considerada de **peligro alto**.
- e) Los factores condicionantes del movimiento en masa son:
 - El substrato rocoso compuesto por tobas y flujos piroclásticos, las cuales se presentan muy fracturados y altamente meteorizados, que
 - Los depósitos coluvio- deluviales poco consolidados, adosados a las laderas de las quebradas, son de fácil remoción.
 - Ante lluvias intensas, los depósitos expuestos en las laderas provenientes del deslizamiento, se saturan fácilmente por estar compuestos por gravas en un 30%, gránulos en 20 % y en una matriz areno limosa en 50%, que permite la filtración y saturación del terreno. El incremento de peso hace que el material inestable en la zona
 - Las laderas presentan mayormente pendientes fuertes (15°- 25°), lo que permite la generación de deslizamientos sumado al material suelto disponible en laderas.
 - Por el tipo de material que conforma el depósito, las aguas de escorrentía se infiltran fácilmente, esto genera sobrecarga los taludes, que conlleva a desestabilizarlo.
 - Se tienen también procesos de erosiones de las laderas, .
- f) El factor desencadenante de los flujos y deslizamientos son las lluvias intensas y/o prolongadas que se presentar en los meses de diciembre a marzo en el sector. Los sismos que se pueden presentar por la presencia de fallas neotectónicas, reactivarían el deslizamiento.

RECOMENDACIONES

- a) Realizar zanjas de coronación y espina de pescado, para evitar la infiltración y sobrecarga de peso del talud en el deslizamiento.
- b) Forestar el cuerpo del deslizamiento y con el fin de impermeabilizar y evitar sobrecargas del talud.
- c) La institución educativa inicial Totora Palca, las familias afectadas por el deslizamiento y las que se encuentran en su área de influencia, deben pasar a un proceso de reubicación (ver ítem 6.1). Antes de reubicarse se deben implementar las recomendaciones sugeridas en el ítem 6.2.
- d) Hacer charlas de sensibilización, para que los pobladores tomen conciencia del problema para estar preparados para eventos futuros y para cuidar mejor sus suelos.
- e) Implementara un sistema de alerta temprana (SAT), con el fin de dar en tiempo real información ante la ocurrencia de nuevos movimientos, para la evacuación de las personas que se encuentren en las viviendas o la institución educativa.
- f) Realizar una evaluación de riesgos por peligros naturales (EVAR) en el sector y zonas aledañas, a fin calcular el riesgo en las viviendas para que pasen a un proceso de reubicación.



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



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

BIBLIOGRAFÍA

Benavente, C; Delgado, F; Taípe, E.; Audin, L. & Pari, W.; (2013) – Neotectónica y peligros sísmicos en la región Cusco, INGEMMET. Boletín, serie C: Geología Ambiental y Riesgo Geológico, 55, 245 p., 1 Mapa.

Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportation researchs board Special Report 247, p. 36-75.

Pecho, V., (1981) – Geología de los cuadrángulos de Chalhuanca, Antabamba y Santo Tomas. hojas 29-p, 29-q, 29-r, INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 101 p.

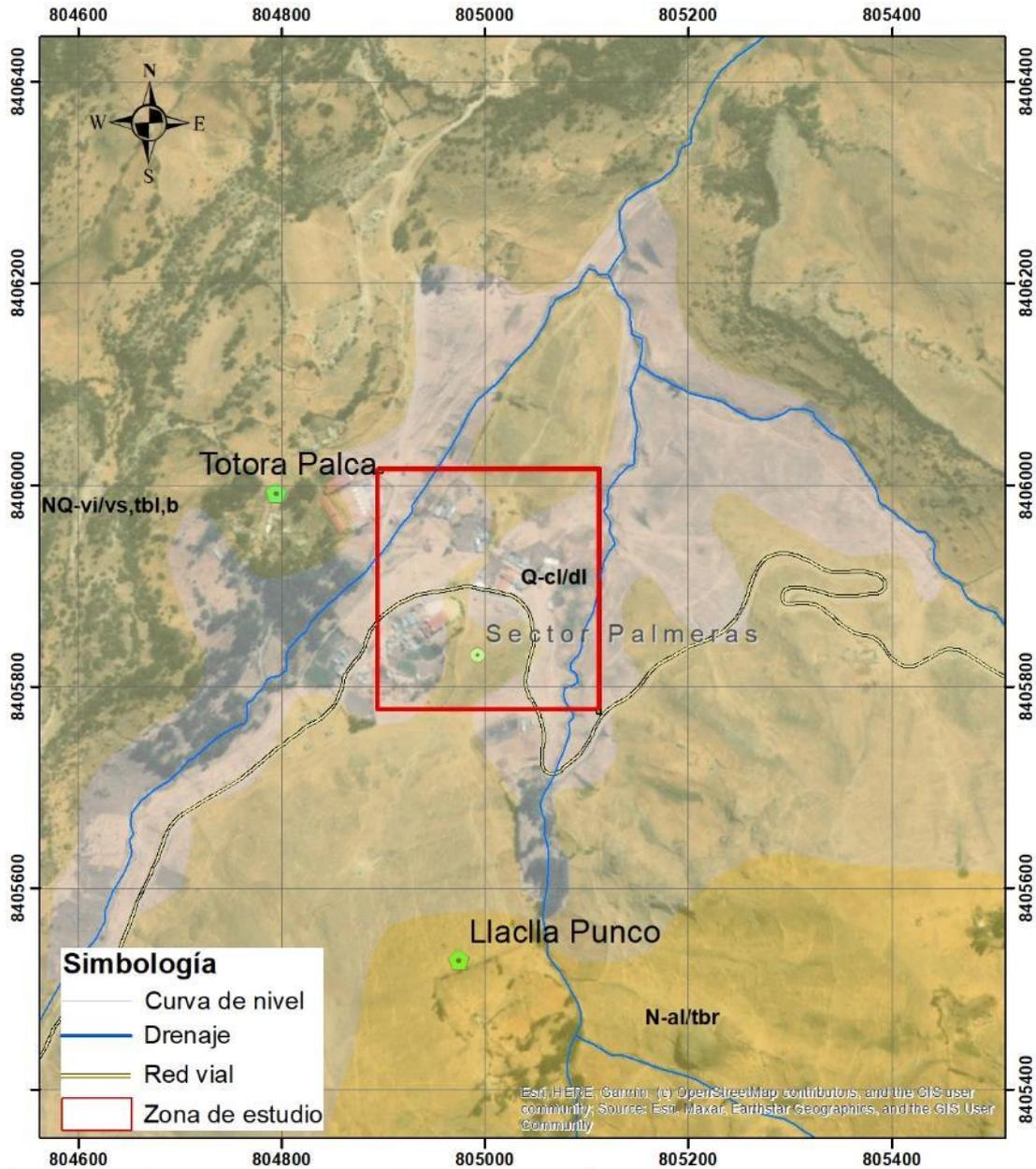
Galdos, J.; Carrasco, S. (2003) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Santo Tomás (29-r). Escala 1:100 000. INGEMMET, 32 p.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4.

SENAMHI. (1988). Mapa de clasificación climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú, 50pp.

Vílchez, M.; Sosa, N.; Pari, W. & Peña, F. (2020) - Peligro geológico en la región Cusco. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 74, 155 p.

ANEXO 1: MAPAS



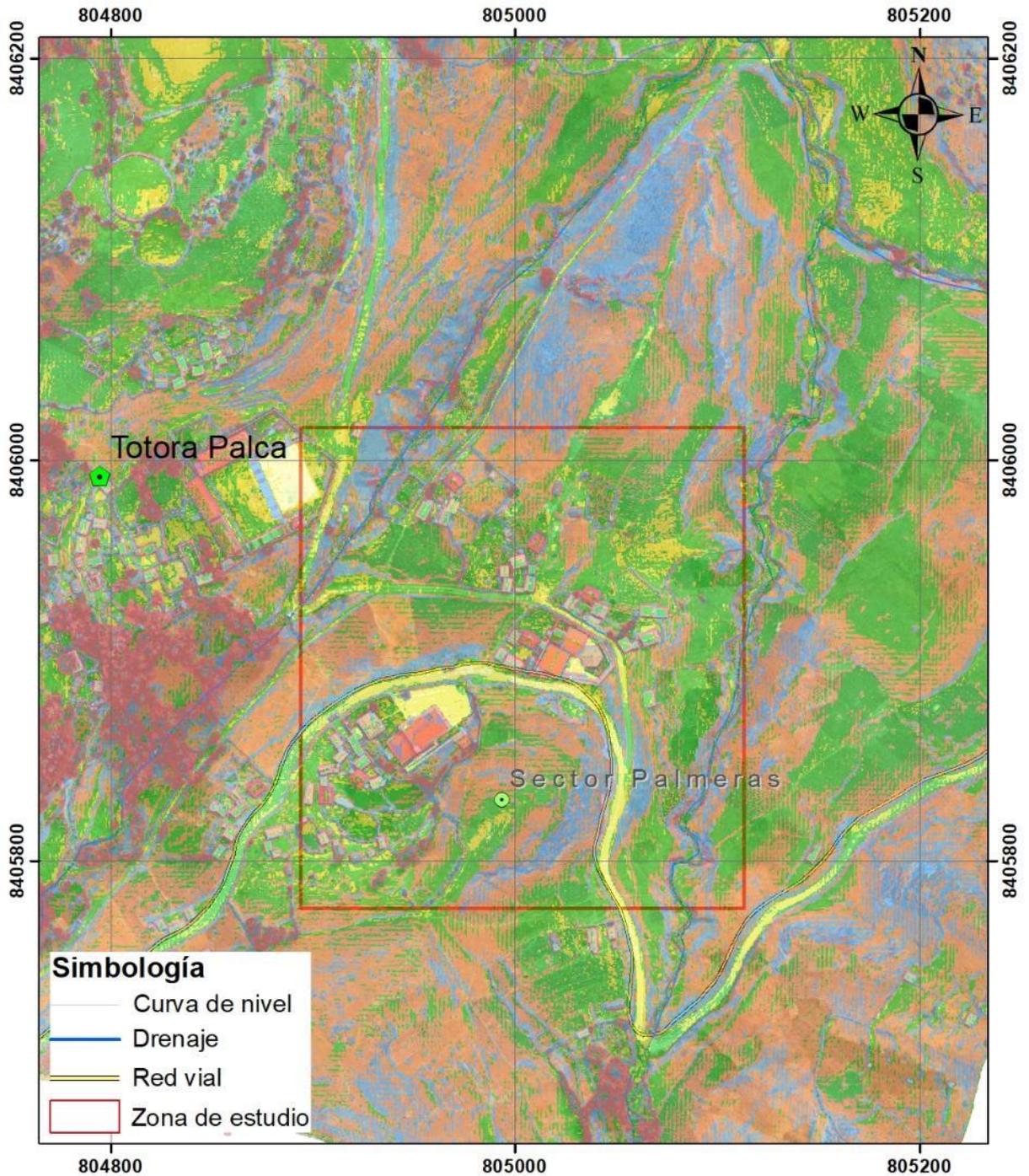
ERA/TEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Dep. coluvio-deluvial Q-cl/dl Bloques heterométricos y homogéneos en matriz arcillas arenosas en taludes suave.
		Pleistoceno	
	NEÓGENO	Plioceno	Centro volcánico vilcarani-1 NQ-vi/vs,tbl,b Dep. volcánico sedimentario intercalado en niveles de tobas de cenizas pomez de color gris blanquesina y estructura columnar.
		Mioceno	Formación Alpacabamba N-al/tbr Secuencias piroclásticas con matriz tobácea, pomez y líticos.
	PALEÓGENO	Oligoceno	
		Eoceno	
Paleoceno			

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

**ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS
 A NIVEL NACIONAL**

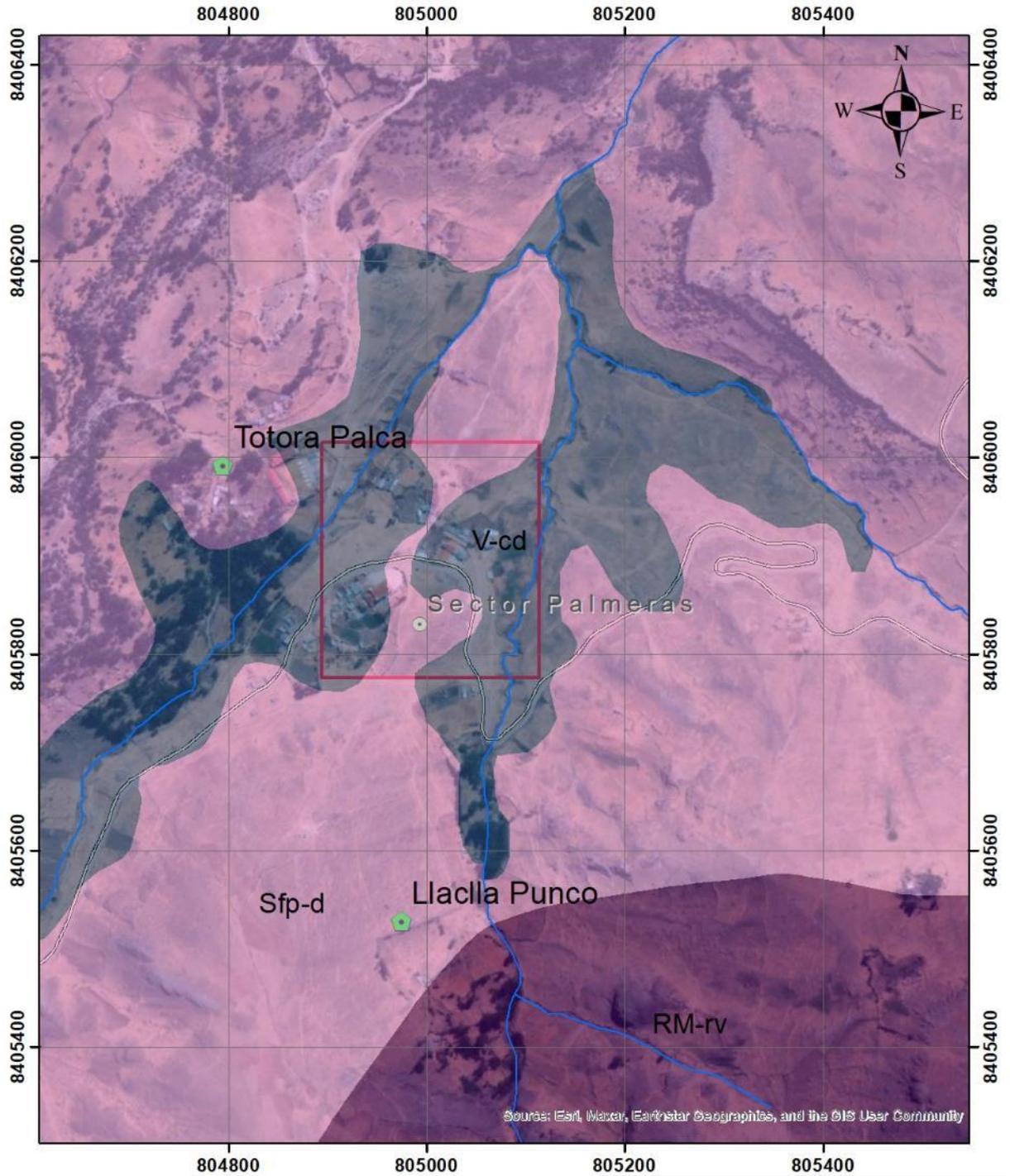
Mapa Geológico	Mapa: 1
-----------------------	-------------------

Escala 1:5 000 Datum UTMWGS 84 Zona 18S
 Versión digital: año 2022 Impreso: Agosto 2022



LEYENDA	
	(< 1°) Terreno llano
	(1° - 5°) Terreno inclinado con pendiente suave
	(5° - 15°) Pendiente moderada
	(15° - 25°) Pendiente fuerte
	(25° - 45°) Pendiente muy fuerte o escarpada
	(45° - 90°) Terreno muy escarpado

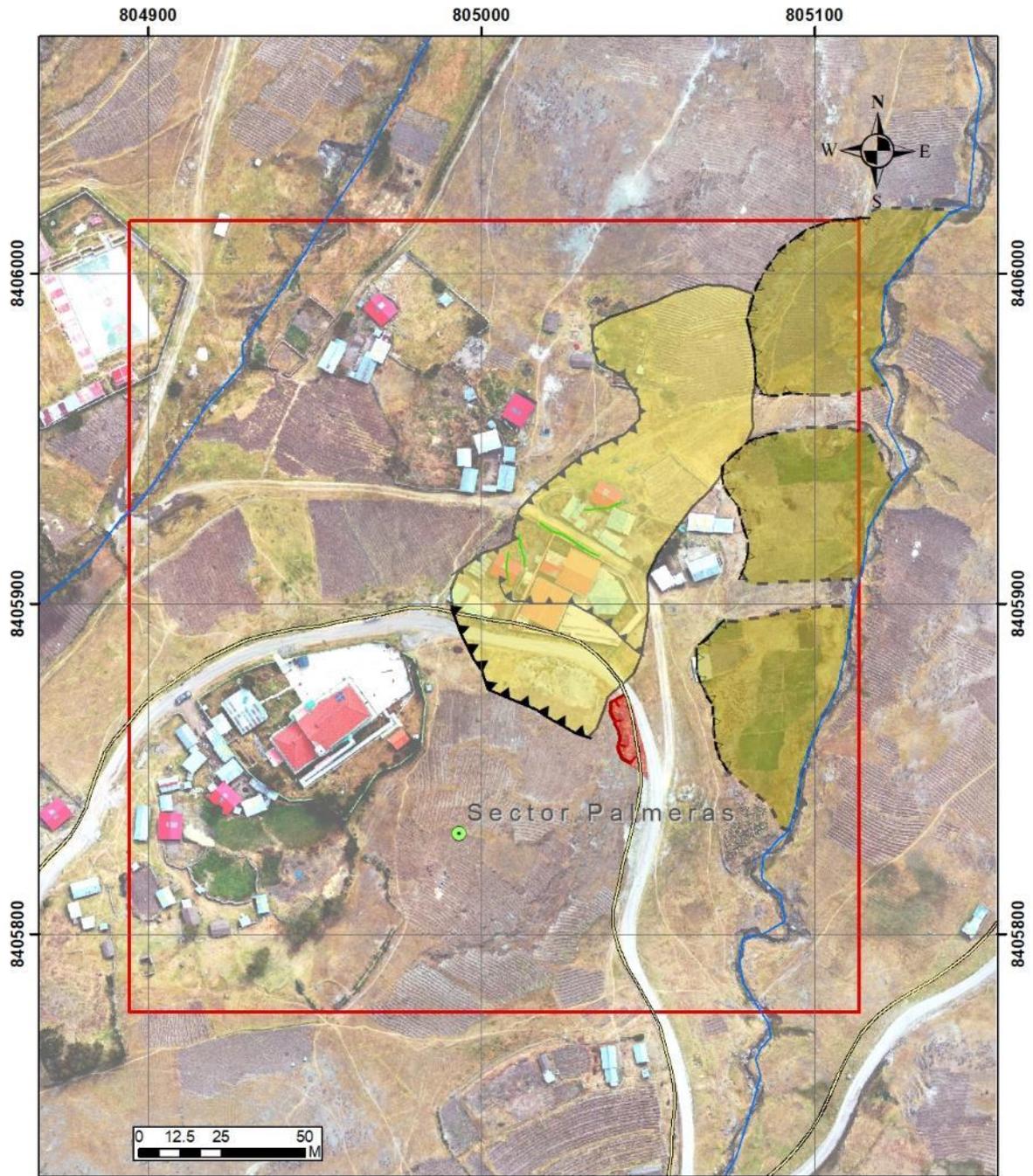
<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p>	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Mapa de Pendientes	Mapa: 2
Escala 1:2500 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2022 Impreso: Agosto 2022	



Leyenda	
	Sfp-d Superficie de flujo piroclástica disectado o erosionado
	RM-rv Montaña en roca volcánica
	V-cd Piedemonte coluvio-deluvial

Simbología	
	Curva de nivel
	Drenaje
	Red vial
	Zona de estudio

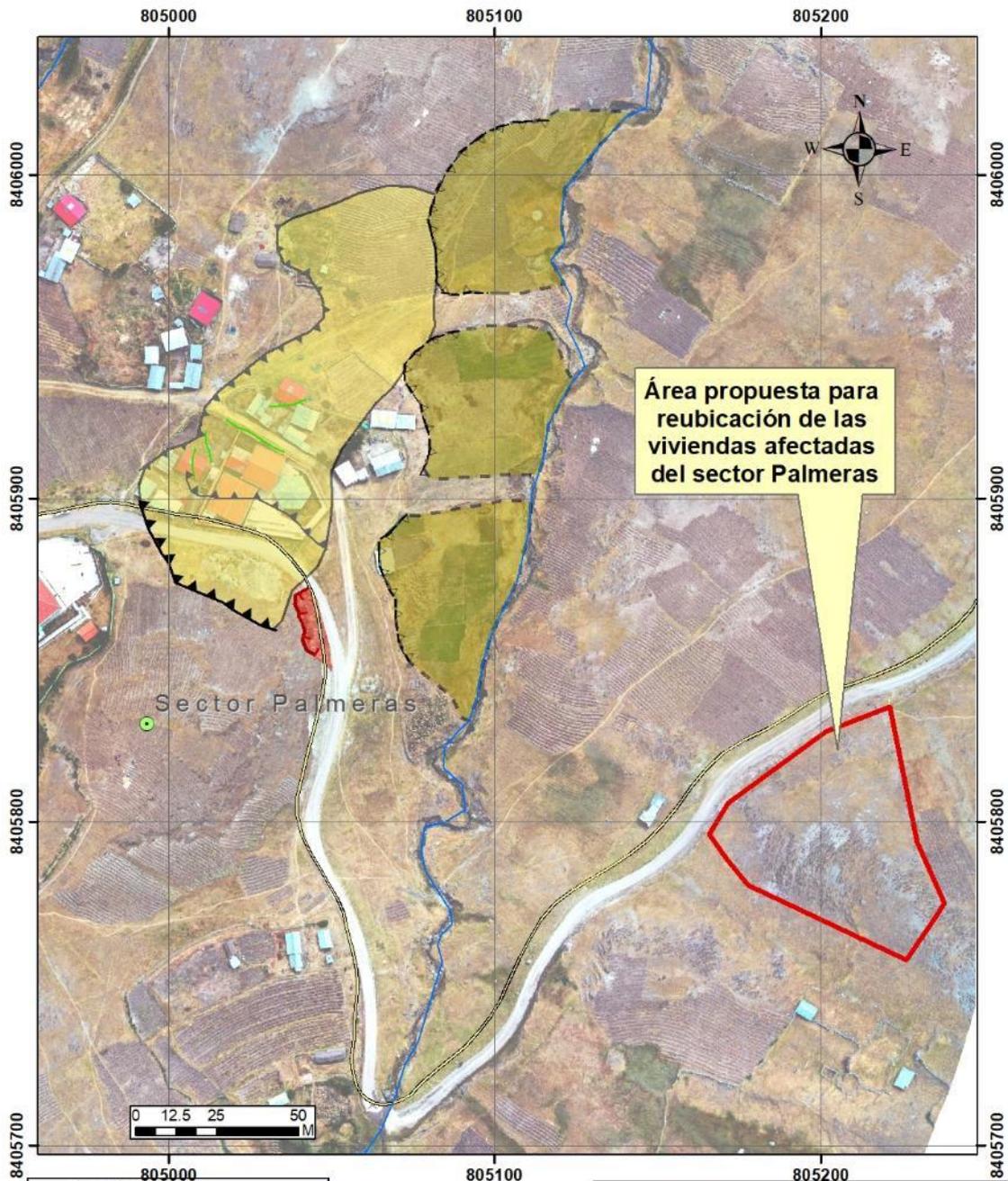
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Mapa geomorfológico	Mapa: 3
Escala 1:5 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2022 Impreso: Agosto 2022	



LEYENDA	
	Deslizamiento activo
	Deslizamiento antiguo
	Derrumbe
	Escarpa de desliz. activo
	Escarpa de desliz. antiguo
	Escarpa de derrumbe
	Grieta tensional

SIMBOLOGÍA	
	Drenaje
	Red vial

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Mapa de Peligros	Mapa: 4
Escala 1:1 500 Datum UTMWGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2022 Impreso: Agosto 2022	



LEYENDA	
	Deslizamiento activo
	Deslizamiento antiguo
	Derrumbe
	Escarpa de desliz. activo
	Escarpa de desliz. antiguo
	Escarpa de derrumbe
	Grieta tensional

SIMBOLOGÍA	
	Drenaje
	Red vial

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Mapa del área propuesta para reubicación	Mapa: 5
Escala 1:1 500 Datum UTMWGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2022 Impreso: Agosto 2022	

