

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7326

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR DE PIÑOTAPATA, ZONA PROPUESTA PARA LA REUBICACIÓN DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE TASSA

Departamento Moquegua
Provincia General Sánchez Cerro
Distrito Ubinas



NOVIEMBRE
2022

***EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN
EL SECTOR DE PIÑOTAPATA, ZONA PROPUESTA PARA LA REUBICACIÓN DE
LA COMUNIDAD CAMPESINA DE TASSA***

(Distrito Ubinas, provincia General Sánchez Cerro, departamento Moquegua)

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

Equipo de investigación:

*David Valdivia Humerez
Yhon Soncco Calsina
Domingo Ramos Palomino*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Piñotapata, zona propuesta para la reubicación de la comunidad campesina de Tassa, distrito Ubinas, provincia General Sánchez Cerro, departamento Moquegua., Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7326, 26p.

ÍNDICE

ÍNDICE	2
RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Objetivos del estudio	4
1.2 Antecedentes y trabajos anteriores.....	4
1.3 Aspectos generales	5
2. GLOSARIO	8
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	9
3.1 Unidades litoestratigráficas	9
3.1.1 Formación Cachios (Js-ca)	10
3.1.2 Formación Labra (Jms-l)	10
3.1.3 Formación Gramadal (Js-ca).....	11
3.1.4 Depósitos coluvio-deluviales (Qh-cd).	11
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	12
4.1 Pendientes del terreno.....	12
4.2 Unidades geomorfológicas	12
4.2.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y denudacional ..	13
4.2.2 Geoformas de carácter tectónico deposicional y agradacional	13
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	14
5.1 Peligros geológicos por movimientos en masa.....	15
5.1.1 Deslizamientos antiguos en el sector de Piñotapata	15
5.1.2 Erosión de laderas (Cárcavas).....	17
5.3 Factores condicionantes	18
5.3 Factores desencadenantes	18
6 CONCLUSIONES	20
7 RECOMENDACIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXO 1: MAPAS	23

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos, realizados en el sector de Piñotapata zona propuesta por el Gobierno Regional de Moquegua para la reubicación de la comunidad campesina de Tassa, distrito de Ubinas, provincia de General Sánchez Cerro, departamento de Moquegua. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

En el área evaluada afloran rocas sedimentarias areniscas que se encuentran muy fracturas y moderadamente alteradas, del Grupo Yura (Formaciones Cachios, Labra y Gramadal). Además, se ha identificado depósitos coluviodeluviales producto de deslizamientos antiguos que afectaron la zona, están no consolidados y conformados por bloques (5%), gravas (20%) que tiene formas angulosas a subangulosas, englobadas en una matriz areno limosa (75%).

En el sector de Piñotapata, se tienen geofomas como montañas en rocas sedimentarias y vertiente coluviodeluvial; siendo esta última, la que presenta mayor susceptibilidad a movimientos en masa.

Los peligros geológicos identificados en el sector de Piñotapata, corresponden a deslizamientos antiguos; denominados como “Piñotapata 1” y “Piñotapata 2”, además en el deslizamiento antiguo “Piñotapata 2” se ha reconocido cuatro sectores con reactivaciones antiguas (RADA1, RADA2, RADA3 y RADA4). También en el cuerpo de estos deslizamientos antiguos se ha identificado erosión de laderas tipo cárcavas. Los eventos mencionados pueden reactivarse en temporada de lluvias y por el mal uso del agua.

Los factores condicionantes son: a) Depósitos coluviodeluviales no consolidados (producto de deslizamientos antiguos) y b) Pendientes de los terrenos, que en la parte media varía de moderado a muy fuerte (15°-45°), en la parte baja cambia de inclinado a fuerte (5°-25°), además se tiene pendiente abrupta (<45°), en algunos tramos de las cárcavas. c) Material del depósito que permite la infiltración y retención del agua, lo permite la saturación y el incremento de la inestabilidad.

Por lo expuesto, el sector Piñotapata, es considerado de **Peligro Alto**, porque se encuentran en el cuerpo de un deslizamiento antiguo, que podría reactivarse a causa de las precipitaciones pluviales, actividad sísmica y actividad antrópica. Por tal motivo el sector propuesto para la reubicación se considera **NO APTA**.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades competentes tengan en consideración en la zona de estudio, con el fin de evitar la generación de nuevos riesgos.

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 del gobierno regional de Moquegua, según Oficio N° 695-2022-GRM/GR, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de los peligros geológicos en el sector de Piñotapata zona propuesta para el reasentamiento de la comunidad campesina de Tassa, el día 02 de setiembre 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 en consideración del distrito de Ubinas, la Municipalidad Provincial de General Sánchez Cerro, Gobierno Regional de Moquegua, Oficina de INDECI y COER - Moquegua, donde se proporcionan resultados de la inspección 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 que se presentan en el sector de Piñotapata, zona propuesta para el reasentamiento de la comunidad campesina de Tassa.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de los diferentes peligros identificados.
- c) Emitir recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los impactos que pueden causar los peligros geológicos identificados.

1.2 Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional se tienen:

- A. **Informe Técnico N° A6688**, “Evaluación de los movimientos en masa en la comunidad campesina de Tassa. Distrito Ubinas, provincia Sánchez Cerro, región Moquegua”.

Describen que la comunidad campesina de Tassa se encuentra asentada sobre un deslizamiento rotacional con avance progresivo y lenta, reactivado hace más de 25 años. Este evento afectó viviendas en un 100%, así como también la iglesia y el colegio de la comunidad campesina de Tassa. Así mismo, colapsaron reservorios de agua y la carretera presentó irregularidades y asentamientos. También en este informe se propone la reubicación de las viviendas de la comunidad campesina de Tassa al sector de la “Z”.

- B. **Núñez, S. & Gómez, D. (2012).** *Reporte preliminar de zonas críticas por peligros geológicos en la cuenca Río Tambo: informe inédito.*

Menciona que el sector de Tassa se encuentra en una Zona Crítica, afectada por deslizamiento y flujo de detritos.

- C. **Luque, G., Pari, W., Dueñas, K. & Huamán, M. (2020).** *Boletín Peligro geológico en la región Moquegua.*

Concluyen que la zona de Tassa se encuentra sujeta a flujos de detritos, deslizamientos, movimientos complejos y erosión de laderas. Además, menciona que el deslizamiento-flujo de Tassa se produjo, principalmente, por la infiltración de agua que proviene de los terrenos de cultivo, substrato permeable. También concluye que es una zona de susceptibilidad muy alta a movimientos en masa por las condiciones del terreno.

- D. **Mapa de susceptibilidad de movimientos en masa/región.**

Generado por el Ingemmet (<https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>), demuestra que el sector de Piñotapata se encuentra una zona medio a alto susceptibilidad a movimientos en masa.

- E. **Mapa geológico del cuadrángulo de Ichuña (33-u), a escala 1:100000 Morocco & Pino.**

Mencionan la litoestratigrafía presente en el área de estudio, afloran rocas sedimentarias como lutitas deleznable y areniscas calcáreas con nódulos calcáreos de las Formaciones Cachios, Labra y Gramadal perteneciente al Grupo Yura, estas rocas se encuentran cubiertas por depósitos de coluvio-deluviales constituido por clastos heterogéneos de rocas volcánicas de diversos tamaños, bloques y gravas, englobados en una matriz arenarcillosa.

1.3 Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El sector de Piñotapata, se localiza en el distrito de Ubinas, provincia de General Sánchez Cerro, departamento de Moquegua (Figura 1), dentro de las coordenadas siguientes:

Cuadro 1. Coordenadas del sector Piñotapata.

N°	UTM - WGS84 - Zona 19S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	318044.00 m E	8210131.00 m S	16° 10' 56.772" S	70° 42' 7.191" W
2	319350.00 m E	8210131.00 m S	16° 10' 57.122" S	70° 41' 23.227" W
3	318044.00 m E	8208264.00 m S	16° 11' 57.506" S	70° 42' 7.712" W
4	319350.00 m E	8208264.00 m S	16° 11' 57.857" S	70° 41' 23.744" W
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
Sector de Piñotapata	318831.00 m E	8209192.00 m S	16° 11' 27.529" S	70° 41' 40.959" W

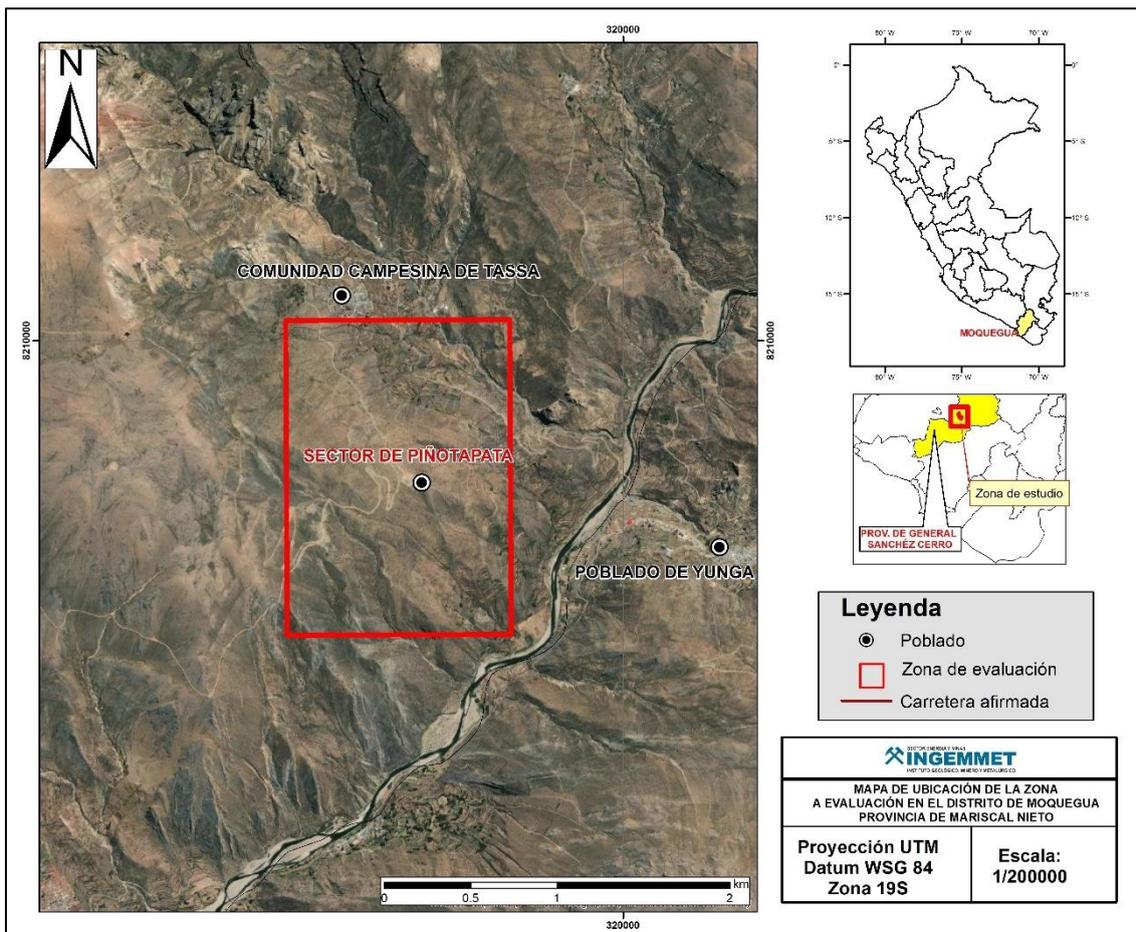


Figura 1. Mapa de ubicación del sector de Piñotapata.

1.3.2. Accesibilidad

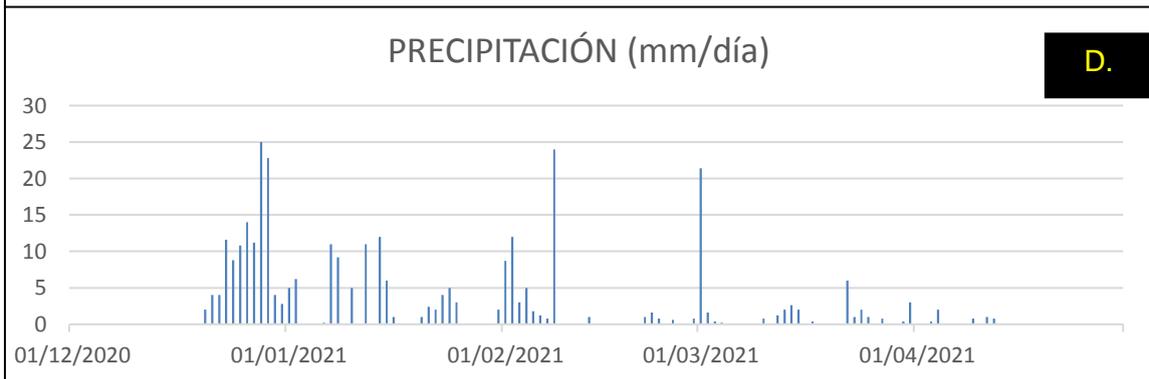
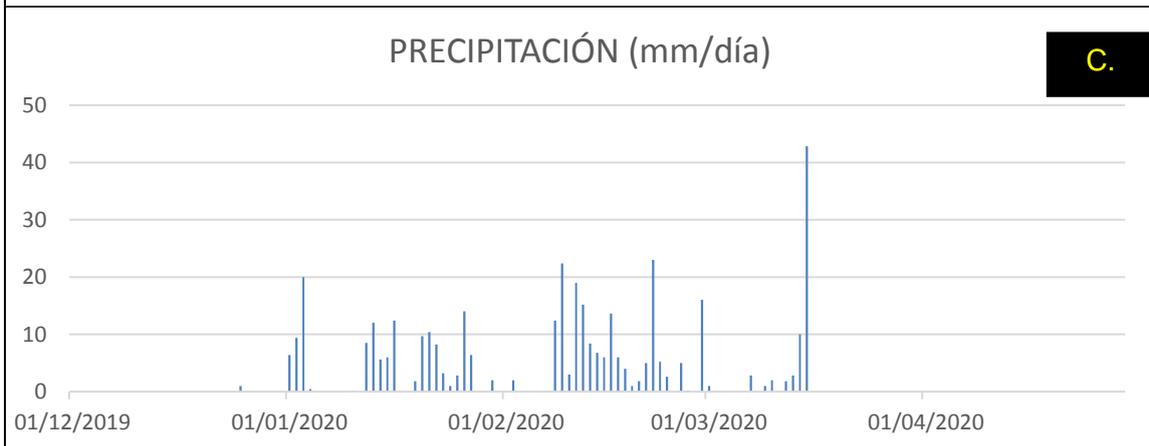
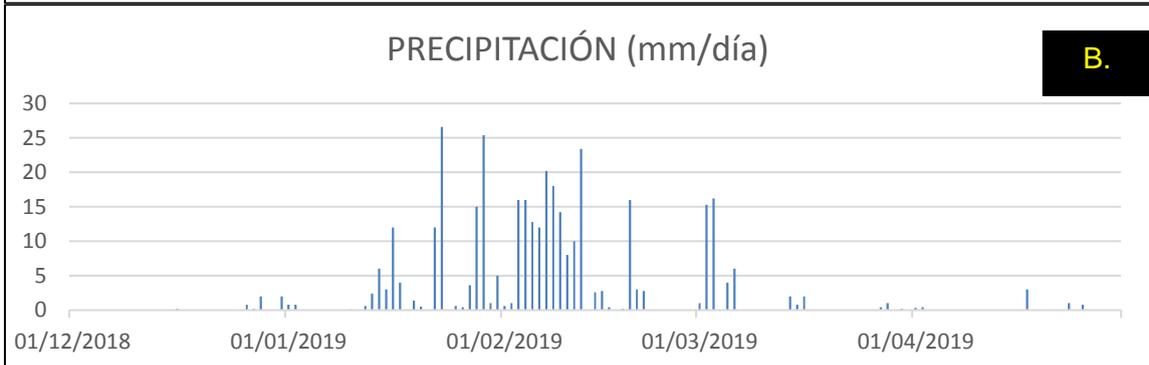
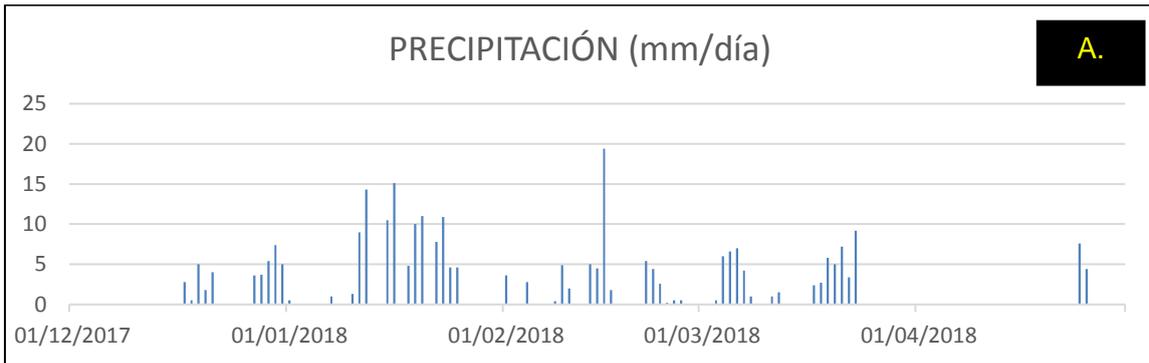
El acceso al sector de Piñotapata se realizó por vía terrestre desde la ciudad de Moquegua, mediante la siguiente ruta:

Cuadro 2. Ruta 1 a la zona evaluada.

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Moquegua - Chojata	Carrozable	181	4 h
Chojata – Tassa	Carrozable	42.4	1 h 31 min
Tassa – Piñotapata	Carrozable	2.3	6 min

1.3.3. Precipitaciones

Las precipitaciones pluviales presentes en la zona de estudio están comprendidas entre los meses de diciembre – abril, estas precipitaciones se dan principalmente en zonas entre los 3500 m s.n.m. y 4500 m s.n.m; es así que las lluvias intensas, prolongadas o extraordinarias generadas en los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022; determinan como valor medio de precipitación máxima de 42.8 mm/día, para el 15 de marzo del 2020 (Figura 2).



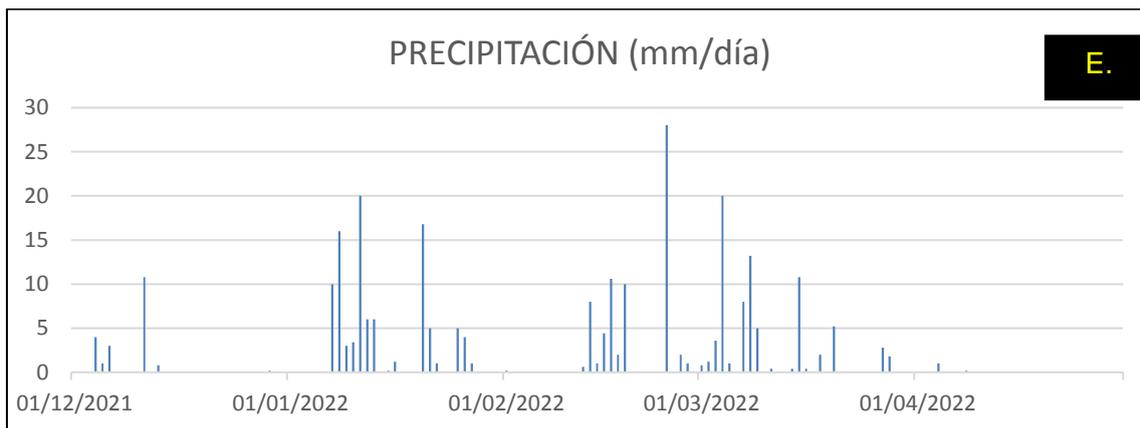


Figura 2. Registro de precipitaciones de estación **Ubinas**, distrito de Ubinas, durante los años 2018(A), 2019(B) y 2020(C), 2021(D) y 2022(E)(SENAMHI).

1.3.4. Sismicidad

Los movimientos sísmicos pueden generar derrumbes y deslizamientos desde las partes altas. Según Alva et al. (1984) el departamento de Moquegua se ubica en las zonas de sismicidad alta a muy alta (Figura 3).



Figura 3. Zonificación Sísmica del Perú. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

2. GLOSARIO

Deslizamiento. - Llamado también fenómenos de ladera o movimientos de ladera; son desplazamientos de masas de tierra o de rocas que se encuentran en pendiente, se entiende como movimiento del terreno o desplazamientos que afectan a los materiales en laderas o escarpes. Estos desplazamientos se producen hacia el exterior de las laderas y en sentido descendente como consecuencia de la fuerza de la gravedad,

Corominas y García Yagüe, (1997).

Caídas de rocas. - La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra un desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido el material, cae desplazándose principalmente por el aire, y puede efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). Dependiendo del material desprendido, se habla de una caída de roca, o una caída de suelo. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden & Varnes, 1996), es decir, con velocidades mayores a 5×10^1 mm/s. En función al mecanismo principal y la morfología de las zonas afectadas por el movimiento, así como del material involucrado, las caídas se subdividen en tres tipos principales: aludes, caída de rocas y derrumbes.

Derrumbe. - Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. Se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados (Vilchez, 2020).

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Para el análisis geológico se toma como referencia el mapa geológico del cuadrángulo Ichuña (33-u2 y 33-u3), a escala 1:50000 (Lipa et al., 2000). Además, se tomó como referencia la memoria explicativa de la revisión geológica del Cuadrángulo de Ichuña (33-u) Lipa V. (Lipa et al., 2001).

3.1 Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran son de origen sedimentario, teniendo a la formación Cachios, Labra y Gramadal, adosados por depósitos coluvio-deluviales (Figura 4).

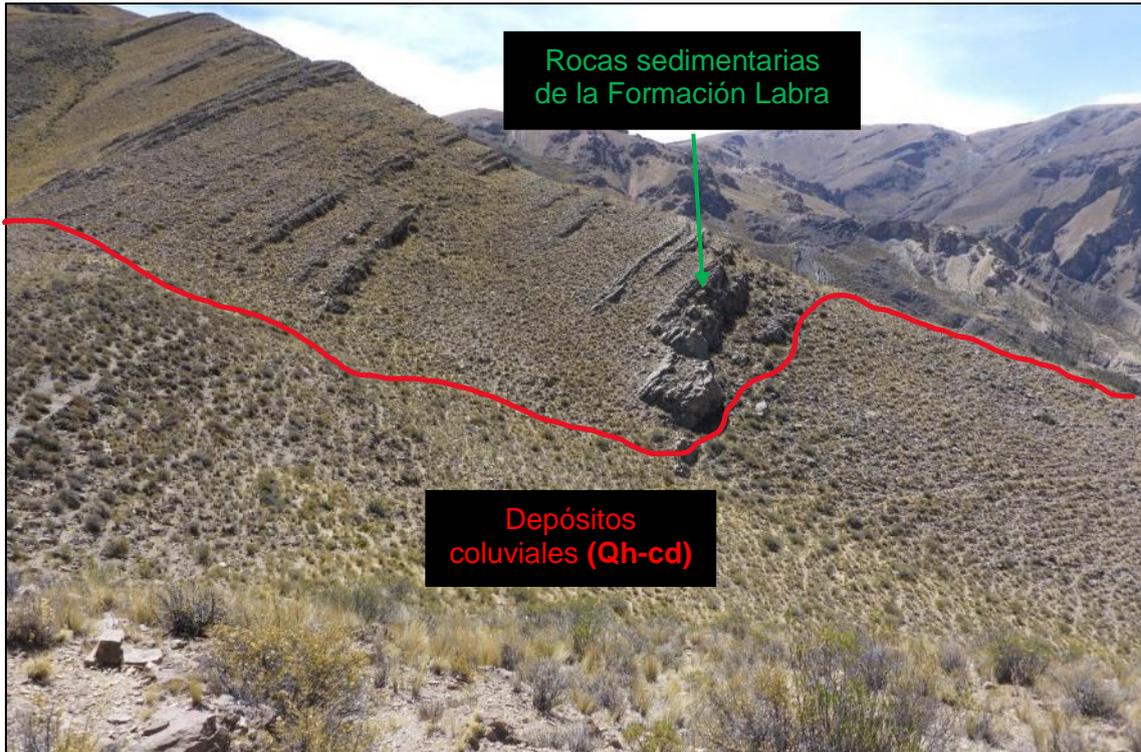


Figura 4.- Unidades geológicas en el sector de Piñotapata UTM E: 318409, N: 8209208.

3.1.1 Formación Cachios (Js-ca)

Está compuesta por lutitas grises y negras intercaladas con delgados niveles centimétricos de areniscas grises, infrayaciendo concordantemente a la Formación Labra; las lutitas grises están fuertemente fracturadas siendo fácilmente disgregadas al tacto (craqueladas), mientras que los niveles de areniscas evidencian laminaciones paralelas.

3.1.2 Formación Labra (Jms-l)

En la zona se presentan lutitas grises y negras intercaladas con delgados niveles centimétricos de areniscas grises, infrayaciendo concordantemente a la Formación Labra, donde se encuentran afectadas por una intrusión subvolcánica, estas rocas se encuentran fuertemente deformadas, muy fracturadas y moderadamente meteorizadas (Figura 5).



Figura 5.- Rocas sedimentarias (areniscas) muy fracturadas de la formación Labra, de UTM E: 318395, N: 8209173.

3.1.3 Formación Gramadal (Js-ca)

Consiste de calizas masivas grises fosilíferos con algunos niveles de dolomita y areniscas esta formación se encuentra formando el anticlinal de Yunga.

Las rocas se encuentran muy fracturadas, deformadas, moderadamente meteorizadas, además de encontrarse moderadamente alteradas por la actividad hidrotermal de la zona.

3.1.4 Depósitos coluvio-deluviales (Qh-cd).

Los depósitos coluvio-deluviales se acumulan en la parte baja de la ladera y son resultado de antiguos deslizamientos. Debido a su naturaleza son susceptibles a la erosión pluvial y movimientos en masa detonadas por precipitaciones pluviales o al realizar modificaciones en sus taludes naturales. Estos depósitos están compuestos por fragmentos de roca de composición sedimentaria, con bloques de tamaño máximo de 1.4 m (5%), gravas (20%), con formas angulosas a subangulosas, englobadas en una matriz areno-limosa (75%) (Figura 6).



Figura 6.- Depósitos coluvio-deluviales, acumulados en la parte baja producto de deslizamientos antiguos UTM E: 318801, N: 8209036.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1 Pendientes del terreno

Las pendientes de los terrenos en el sector de Piñotapata varían, en la parte alta y media va de moderado a muy fuerte (15° - 45°), mientras en la parte baja cambia a inclinado a fuerte (5° - 25°), además en alguna parte de las cárcavas es abrupta (>45).

Se elaboró un mapa de pendientes en base al modelo de elevación digital (DEM), de 12.5 m, tomado del portal EARTH-DATA - Alaska Satellite Facility Distributed (ASF DAAC) de la NASA (Mapa 3).

4.2 Unidades geomorfológicas

Para la clasificación y caracterización de las unidades geomorfológicas en el sector, se ha empleado la propuesta de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en los estudios del Ingemmet; cuyas concepciones se basan en considerar el efecto de los procesos morfodinámicos siguientes:

- Degradacionales o denudativos
- Agradacionales o deposicionales

El sector se encuentra por encima de los 3,800 m s.n.m. con vertientes montañosas, elevadas y abruptas, asociadas a la incisión del río Tassa y a la intrusión de rocas intrusivas.

En Piñotapata, las geoformas de mayor susceptibilidad a movimientos en masa son vertiente o piedemonte coluviodeluvial (V-cd) y montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs) (Mapa 3 y Figura 5).

4.2.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y denudacional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes, Villota, (2005). Así en el área evaluada se tienen las siguientes unidades:

4.2.1.1 Unidad de Montaña

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel, cuya cima puede ser aguda, sub aguda, semi redondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas y que presenta un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968).

Sub Unidad de ladera de montaña en roca sedimentaria (RM-rs): En el área de estudio se identificó la unidad morfológica de montaña desarrollada en rocas sedimentarias. Litológicamente corresponde a rocas sedimentarias representadas por areniscas y lutitas. Presenta un patrón de drenaje subparalelo, típico de estas unidades, con escarpas en forma de V.

Muestras laderas con pendientes que varían de 25° a 45°. Las montañas son elevaciones parte de la cordillera, levantadas por la actividad tectónica y modeladas por procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia-escorrentía.

Las estructuras tectónicas en el área de estudio corresponden a anticlinales tumbados y una falla de rumbo siniestral definida (Lipa et al.,2001).

Esta geoforma se asocia la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamientos, flujos y derrumbes. Además de procesos de erosión de ladera en cárcavas.

4.2.2 Geoformas de carácter tectónico deposicional y agradacional

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

4.2.2.1 Unidad de Piedemonte

Ambiente de agradación que constituye una transición entre los relieves montañosos, accidentados y las áreas bajas circundantes; en este ambiente predominan los

depósitos continentales coluvio-deluvial y las acumulaciones forzadas, las cuales están relacionadas con el repentino cambio de los perfiles longitudinales. Las unidades de piedemonte identificadas son las siguientes:

Sub Unidad de Vertiente coluvio-deluvial (V-cd): Es la acumulación de material de origen coluvial y deluvial en las laderas de la montaña en roca sedimentaria; se encuentran interestratificados y no es posible separarlos como unidades individuales.

Estos se encuentran acumulados al pie de las laderas en el sector de Piñotapata, están compuestos por fragmentos de rocas sedimentarias (areniscas), englobados en matriz limo-arenosa. (Figura 7).

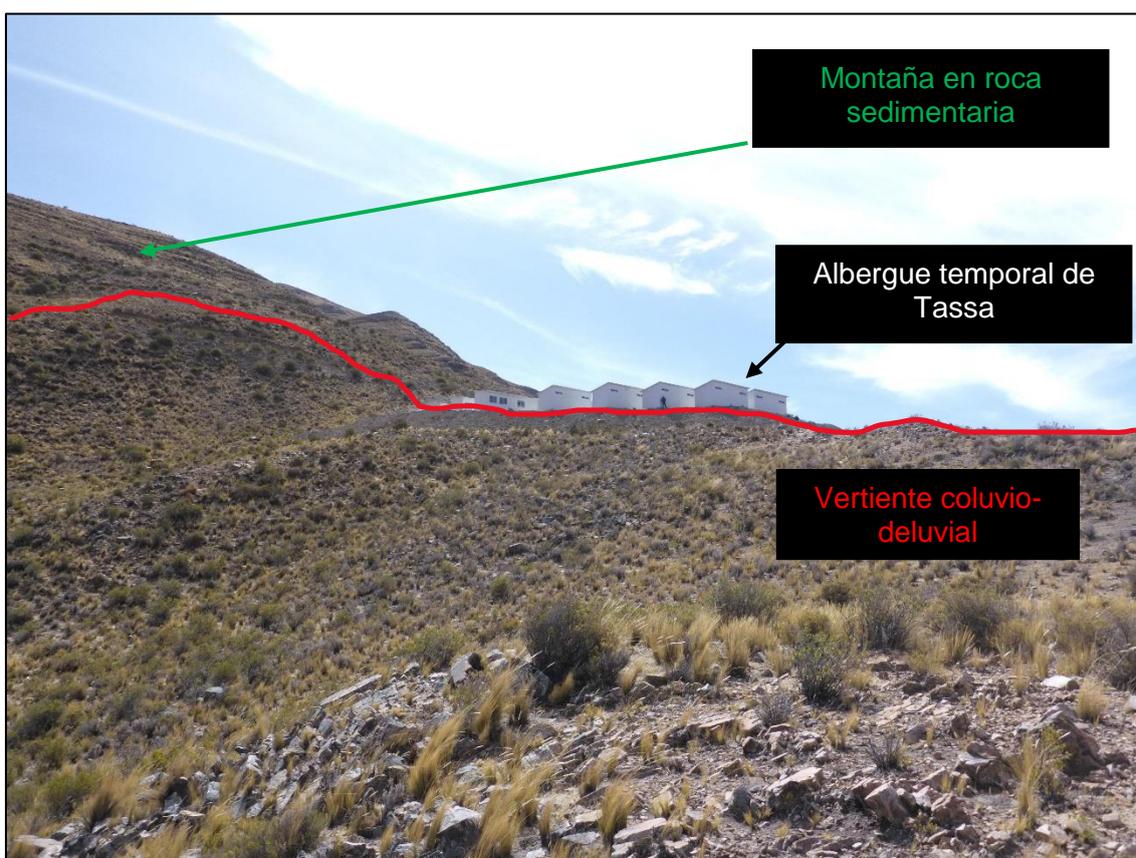


Figura 7. Unidades geomorfológicas en el sector de Piñotapata UTM E: 318779, N: 8209213.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en el sector de Piñotapata corresponden principalmente a movimientos en masa de tipo deslizamientos y caídas (derrumbes); además procesos de erosión de ladera cárcavas. Los primeros, son el resultado del proceso de 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 en el área de estudio tienen como factores intrínsecos la pendiente del terreno principalmente que varía de moderada a muy fuerte, el tipo de

roca sedimentaria muy fractura y moderadamente meteorizada, además de encontrarse sobre depósitos coluvio-deluviales de un deslizamiento antiguo. Se tiene como “detonantes” las precipitaciones pluviales periódicas, extraordinarias que caen en la zona que se presentan entre los meses de diciembre hasta abril, la sismicidad alta de la zona donde podrían generarse sismos de gran magnitud y la actividad antrópica. (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007).

5.1 Peligros geológicos por movimientos en masa

La zona de estudio y alrededores son susceptibles a la ocurrencia de peligros geológicos de tipo deslizamientos y derrumbes, condicionado por las características morfológicas, litológicas y pendiente. A continuación, se describen los peligros geológicos identificados.

5.1.1 Deslizamientos antiguos en el sector de Piñotapata

Deslizamiento antiguo en el sector de Piñotapata1 (DAP1)

Se presenta como una depresión con forma irregular que corresponde a un deslizamiento antiguo (DA1) denominado “Piñotapata1” (Figura 8), donde la corona y el salto de escarpe, no se observan claramente por los procesos de erosión de avanzada y estar cubierta por vegetación.

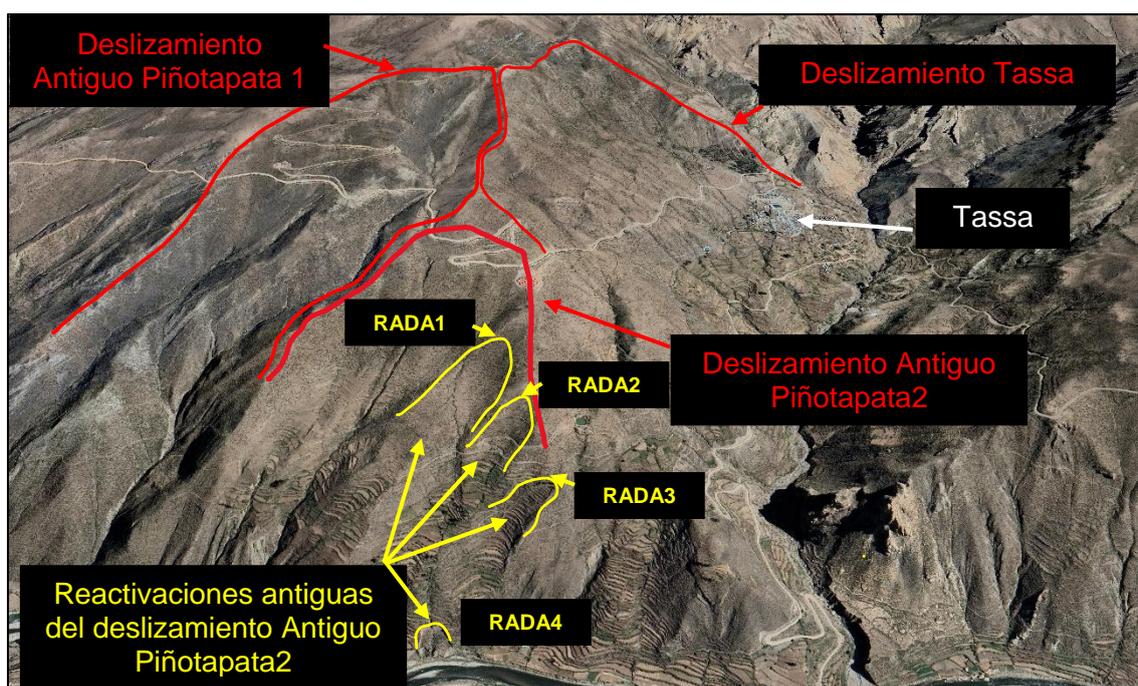


Figura 8. Deslizamiento antiguo Piñotapata1 (DA1), deslizamiento antiguo Piñotapata2 y deslizamiento reactivado en el sector de Tassa (Coordenadas UTM E: 301593, N: 8186237)

Deslizamiento antiguo en el sector de Piñotapata2 (DAP2)

Este deslizamiento se presenta como una depresión con forma irregular que corresponde a un deslizamiento antiguo (DAP2) denominado “Piñotapata2” (Figura 8). La corona del deslizamiento es poco clara, debido a que la zona presenta procesos de erosión, tiene una longitud aproximadamente de 2 km, el desnivel desde la corona hasta

la base del deslizamiento tiene aproximadamente 450 m.

La masa deslizada o removida, tiene dirección suroeste, hasta llegar al cauce del río Tambo, en cuya parte baja se ha observado depósitos de huaycos antiguos. Presenta ondulaciones o desniveles entre la ladera media y la quebrada.

El deslizamiento se encuentra sobre la geoforma de montaña en roca sedimentaria, constituida por areniscas muy fracturas, deformadas y moderadamente alterada.

Los depósitos que conforman el cuerpo del deslizamiento están compuestos por bloques (5%), bolones (5%) y gravas (15%) englobados en una matriz limo-arenoso (75%). Se tienen bloques con diámetros máximos 1.4 m, en promedio de 0.4 m. Los fragmentos de roca son de formas angulosas a subangulosas (Figura 9).



Figura 9. Depósitos coluvio-deluviales que forman el deslizamiento antiguo de Piñotapata2, coordenadas E: 318845, N: 8209082.

En el cuerpo y masa deslizada se identificaron reactivaciones antiguas, mencionados a continuación:

1. **Reactivación antigua 1 en el deslizamiento antiguo Piñotapata2 (RADA1).**
Se presenta una reactivación antigua, cuya corona principal es de forma regular y mide 800 m; la altura del salto no es visible por estar el escarpe erosionado. La masa se desplazó en dirección suroeste (Figura 8 y 10); esta reactivación antigua se encuentra en las coordenadas E: 318990, N: 8209074.
2. **Reactivación antigua 2 en el deslizamiento antiguo Piñotapata2 (RADA2).**
Reactivación antigua, cuya corona principal es de forma regular con longitud de 430 m; la altura del salto no es visible por estar afectada por la erosión.

(Figura 8 y 10); esta reactivación antigua se encuentra en las coordenadas E: 319146, N: 8209051.

3. **Reactivación antigua 3 en el deslizamiento antiguo Piñotapata2 (RADA3).**
 Reactivación antigua, presenta una corona principal de forma regular con longitud de 300 m. La masa se desplazó en dirección suroeste (Figura 8); esta reactivación se encuentra en las coordenadas E: 319333, N: 8208993. Este sector es utilizado como terrenos de cultivo.
4. **Reactivación antigua 4 en el deslizamiento antiguo Piñotapata2 (RADA4).**
 Reactivación antigua que se presentó en la parte baja del deslizamiento antiguo, cuya corona principal es de forma regular con longitud de 120 m, tiene un salto de 5 m; además presenta derrumbes en su base a causa de la erosión fluvial generada por el río Tambo. La masa se desplazó en dirección suroeste (Figura 8 y 10); esta reactivación se encuentra en las coordenadas E: 319515, N: 820866. El terreno actualmente es utilizado como terrenos de cultivo.

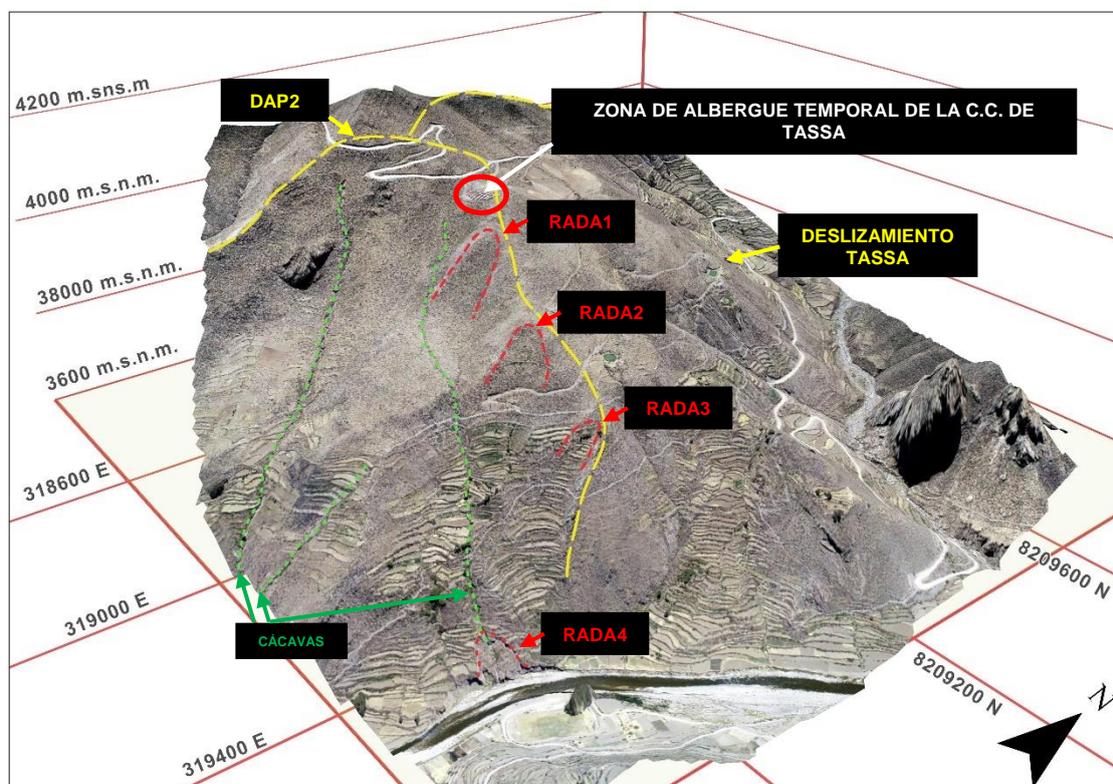


Figura 10. Modelo en 3D de peligros geológicos de la zona propuesta para la reubicación del C.C. de Tassa (Sector de Piñotapata), elaborado con dron Phantom 4 Pro. Coordenadas E: 319000, N: 8209200.

5.1.2 Erosión de laderas (Cárcavas)

Los procesos de erosión de ladera de tipo cárcavas, son canales producto de la erosión que genera el agua; al profundizarse y ampliarse los surcos de erosión se convierte en cárcavas, las cuales actúan como cauces de concentración y transporte de agua y sedimento.

Estos procesos ocurren en el cuerpo del deslizamiento antiguo, estos llegan a tener una longitud de 1 km, con profundidades de 2 m y ancho entre 1 a 15 m (Figura 10 y 11).

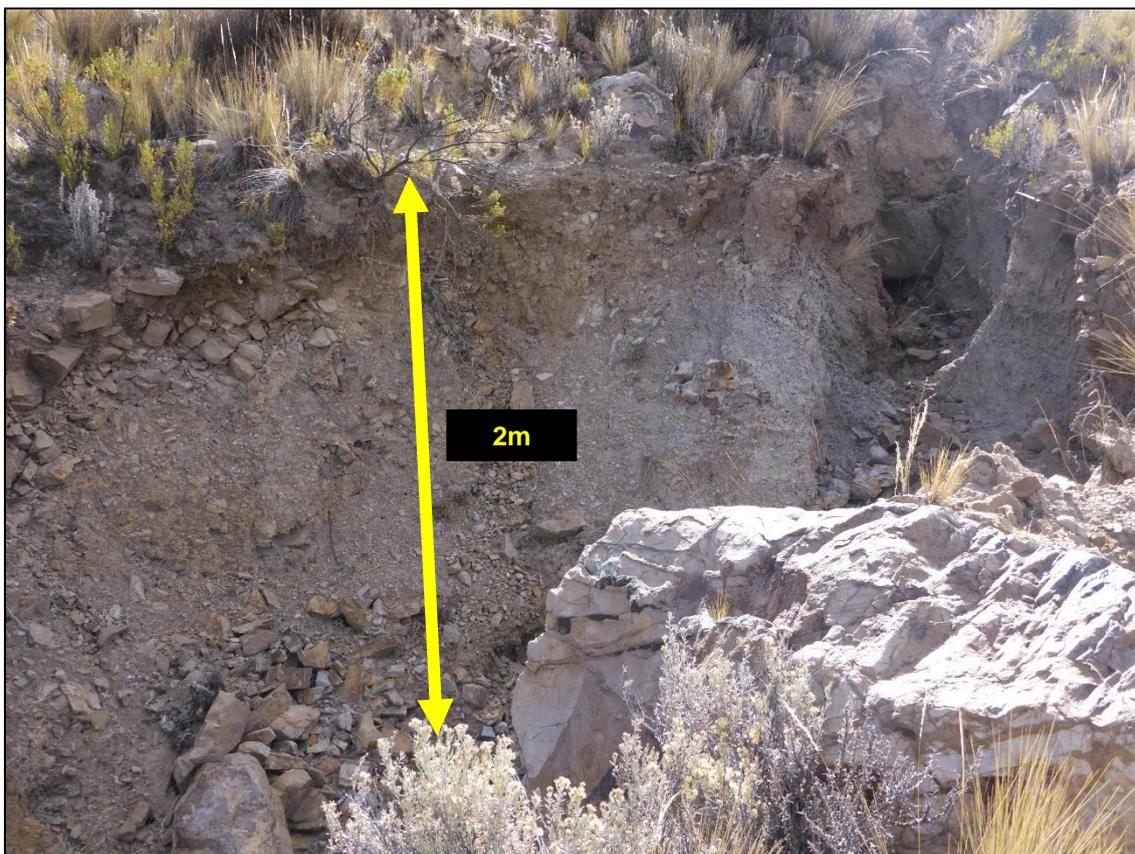


Figura 11. Depósitos coluvio-deluviales que forman el deslizamiento antiguo de Piñotapata2, afectados por la erosión de laderas coordenadas E: 318859, N: 8209043.

5.3 Factores condicionantes

- Presencia de depósitos de coluvio-deluviales poco compactos, constituida de bloques de roca sedimentaria areniscas de tamaños métricos, gravas y arenas; mayormente alterados, muy fracturados, por lo que están susceptibles a removerse.
- Depósito que permite la infiltración y retención del agua, lo que contribuye con el aumento de peso de la masa inestable.
- Presencia de pendiente variable del terreno, que varía desde moderado a fuerte (15° - 25°) en la parte media, mientras en la parte alta y baja la pendiente cambia a muy fuerte (25° - 45°), además en algunas partes de las cárcavas presenta una pendiente abrupta ($<45^{\circ}$). Este tipo de pendientes permite que el material inestable en la ladera se desplace cuesta abajo.

5.3 Factores desencadenantes

- La lluvias intensas, prolongadas o extraordinarias (según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, el período de lluvia en la sierra de Perú se da entre los meses de diciembre a abril), las aguas saturan los terrenos, aumentando el peso del material y las fuerzas tendentes al deslizamiento.
- Los movimientos sísmicos pueden generar desplazamientos y derrumbes de rocas y suelos desde las partes altas. Según el diseño sismorresistente, del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo N°011-2006- vivienda. La zona evaluada se encuentra en la zona de sismicidad alta donde podrían generarse sismos de gran magnitud.

- La actividad antrópica, que al modificar los terrenos y el mal uso del agua para el riego de los cultivos pueden causar la reactivación del deslizamiento antiguo.

Por lo expuesto la zona estudiada se considera de **Peligro Alto**

6 CONCLUSIONES

1. Los peligros geológicos identificados en el área evaluada comprenden a movimientos en masa tipo deslizamientos y procesos de erosión de laderas tipo cárcavas.
2. Los de movimientos en masa, están condicionados por la presencia de rocas sedimentarias (areniscas) moderadamente meteorizadas y muy fracturadas.
3. El sector de Piñotapata, sector propuesto por la Municipalidad de distrital de Ubinas para la reubicación del poblado de Tassa, no es apto por estar ubicado en el cuerpo de un deslizamiento que muestra signos de reactivaciones de movimientos en masa antiguos. Este sector ante lluvias intensas, movimientos sísmicos y actividad antrópica podría generar nuevas reactivaciones y afectaría a la futura población.
4. El cuerpo del deslizamiento antiguo de Piñotapata contiene fragmentos de rocas sedimentarias, englobadas en matriz arcillo-limosa, poco consolidada y con alta susceptibilidad a ser removida.
5. Las pendientes de los terrenos en el sector de Piñotapata, en la parte media varían de moderado a fuerte (15°-25°), mientras que en la parte alta y baja cambia a muy fuerte (25°-45°). Factor que influye mucho para la reactivación del deslizamiento.
6. En el sector de Piñotapata se identificó dos deslizamientos antiguos, denominado Piñotapata1 (**DAP1**) y Piñotapata 2 (**DAP2**), en este último se han identificado cuatro reactivaciones antiguas **RADA1, RADA2, RADA3 y RADA4**.
7. Por las condiciones litológicas, geomorfológicas e implicaciones geodinámicas, el sector de Piñotapata propuesto para la reubicación se considera de **Alto Peligro** y **NO APTA** para la reubicación de la Comunidad campesina de Tassa.
8. De seguir la irrigación de los terrenos de cultivo en forma inadecuada, los deslizamientos mencionados, pueden nuevamente reactivarse, lo que traería pérdida de terrenos de cultivo y obras de infraestructura.

7 RECOMENDACIONES

1. Designar un nuevo sector de reubicación para la comunidad campesina de Tassa, a un lugar que en el futuro no se vea afectado por peligros geológicas e hidrometeorológicas.
2. Realizar una evaluación de riegos (EVAR) en el nuevo sector que se escoja para la reubicación de la comunidad campesina de Tassa.
3. Cambiar el sistema de riego por uno tecnificado (riego por goteo), para evitar la desestabilización del área, es decir la reactivación de los deslizamientos antiguos.
4. Forestar el área con plantas nativas, para dar una mayor estabilidad al terreno.



ING. DOMINGO RAMOS PALOMINO



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

BIBLIOGRAFÍA

Corominas, J. & García Yagüe A. (1997). Terminología de los movimientos de ladera. I V Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Granada. Vol. 3,1051-1072

Cruden, D. M., Varnes, D.J., (1996). Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslide's investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.

INGEMMET. (2015). Informe técnico N° A6688, "Evaluación de los movimientos en masa en la comunidad campesina de Tassa. Distrito Ubinas, provincia Sánchez Cerro, región Moquegua".36p.

INGEMMET. (2014). Informe técnico N A6650. Evaluación ingeniero – geológica del deslizamiento – flujo de tierra en la comunidad campesina de Tassa. Distrito de Ubinas, provincia de General Sánchez Cerro, región Moquegua".16p.

Lipa, V., Valdivia, W., Carrasco, S. (2001). Memoria Explicativa de la Revisión Geológica del cuadrángulo de Ichuña (33-u). Escala 1:50 000. Ingemmet, 12 p.

Lipa, V., Valdivia, W., Carrasco, S. (2000). Mapa geológico del cuadrángulo de Ichuña (33-u2 y 33-u3). Escala 1:50 000. Ingemmet.

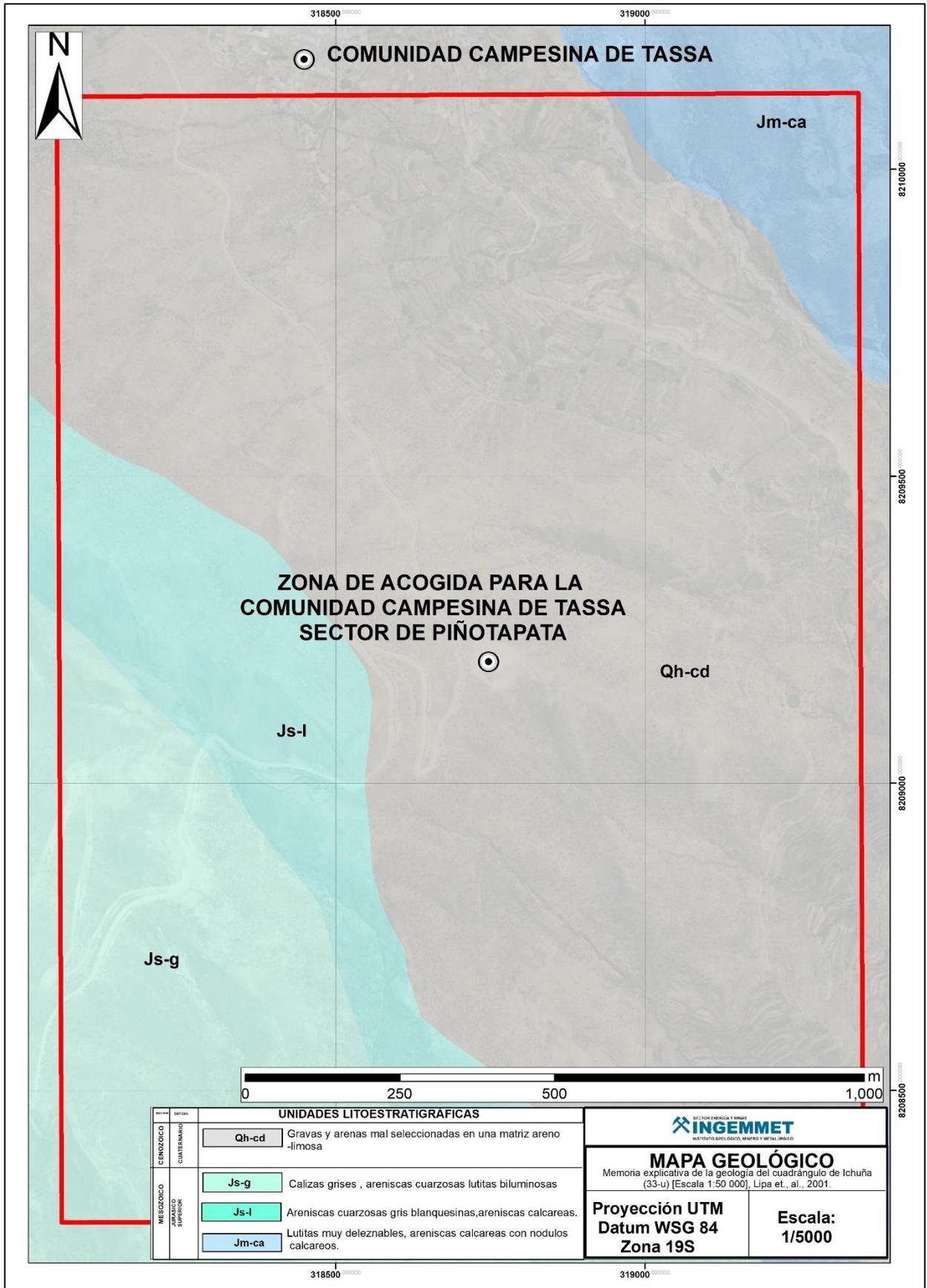
Luque, G. & Rosado, M. (2014) - Zonas críticas por peligros geológicos en la región Moquegua: primer reporte, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 62 p.

Núñez, S. & Gómez, D. (2012) – Reporte preliminar de zonas críticas por peligros geológicos en la cuenca Río Tambo: informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 54 p.

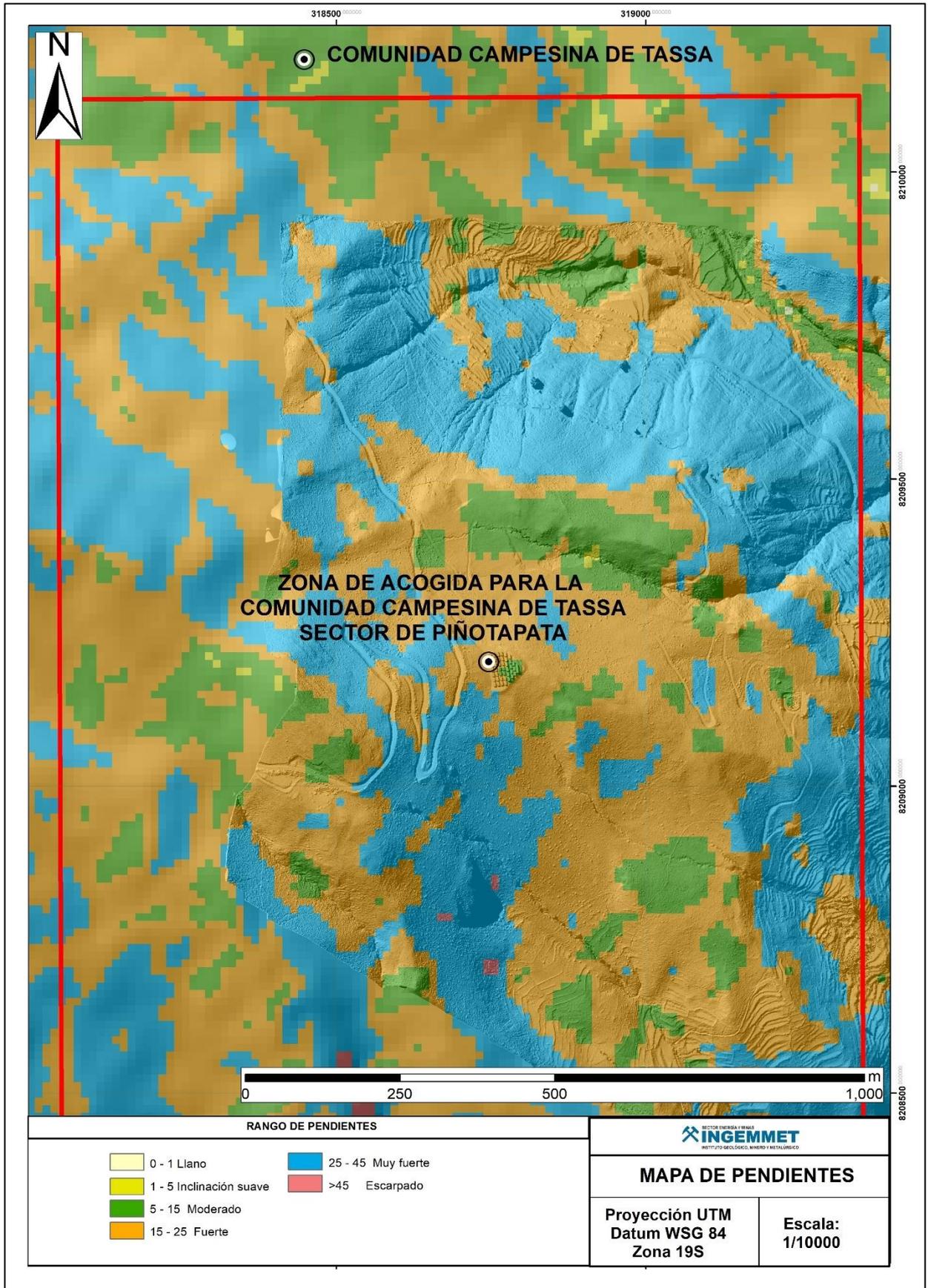
Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ad, Landslides analisys and control: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 176, p. 9-33.

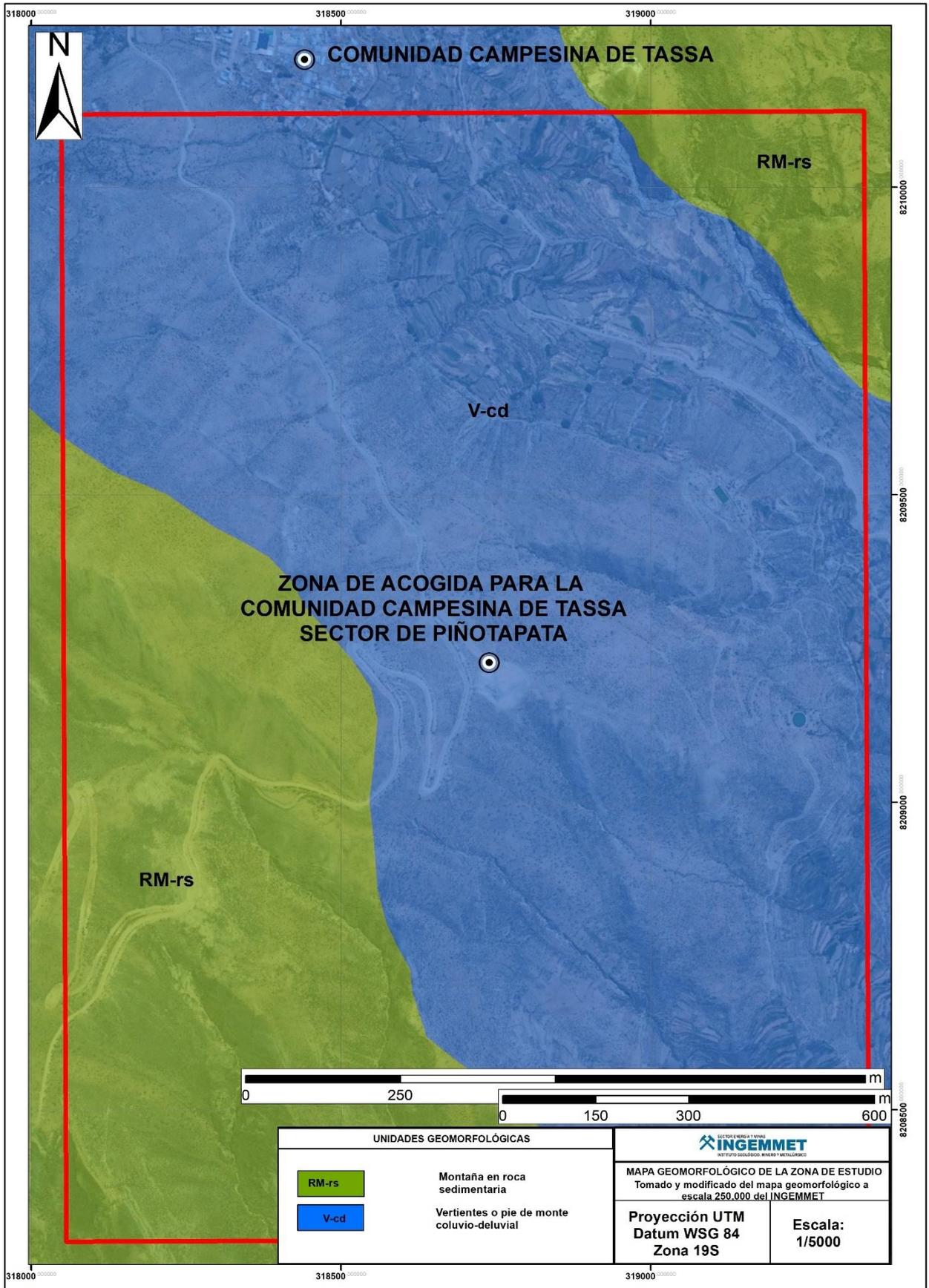
ANEXO 1: MAPAS



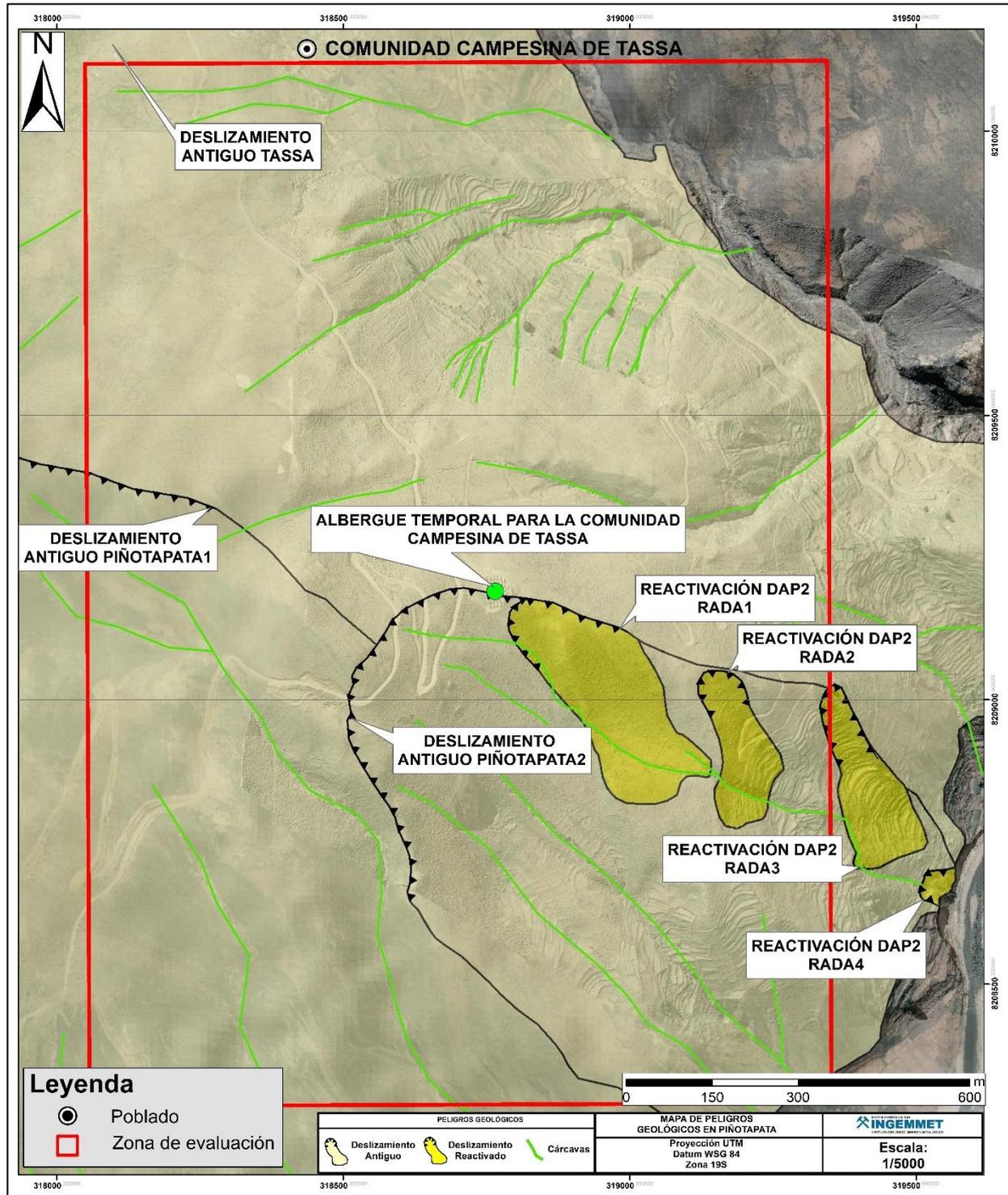
Mapa 1. Mapa geológico del sector de Piñotapata, en el distrito de Ubinas, provincia de General Sánchez Cerro, departamento Moquegua.



Mapa 2. Mapas pendientes del sector de Piñotapata, en el distrito de Ubinas, provincia de General Sánchez cerro, departamento Moquegua.



Mapa 3. Mapa geomorfológico del sector de Piñotapata, en el distrito de Ubinas, provincia de General Sánchez Cerro, departamento Moquegua.



Mapa 4. Mapa de peligros geológicos el sector de Piñotapata, tomando como base imagen dron de 21cm/pixel, en el distrito de Ubinas, provincia de General Sánchez Cerro, departamento Moquegua