

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

Opinión Técnica N° 005-2021

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CERRO SAN VALENTÍN

CREACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN ANTE DESLIZAMIENTOS EN EL CERRO SAN VALENTÍN

Región Cusco
Provincia La Convención
Distrito Santa Teresa



**Abril
2021**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. UBICACIÓN	3
3. ANTECEDENTES O TRABAJOS ANTERIORES	4
4. ANÁLISIS	5
4.1. Características geológicas de las obras de mitigación.....	6
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8
6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	10
ANEXO 1	11
ANEXO 2	14

OPINIÓN TÉCNICA

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTO - FLUJO EN EL CERRO SAN VALENTIN

CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN ANTE DESLIZAMIENTOS EN EL CERRO SAN VALENTÍN

(Distrito Santa Teresa, Provincia La Convención, Departamento Cusco)

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico, 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)”, de esta manera, contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

En atención al Oficio N° 1253-2021-INDECI-FONDES/70.0, el jefe del Instituto Nacional de Defensa Civil, solicita una Opinión Técnica de Proyecto de Inversión propuesto por la Municipalidad Distrital de Santa Teresa, para su financiamiento a través del FONDES.

En base a la información del informe técnico N° A7017 “Evaluación de peligros geológicos en el cerro San Valentín-Quilcapata, emitido por el Ingemmet en enero 2020, se realizó esta opinión técnica.

Este informe se pone en consideración de INDECI, Municipalidad Distrital de Santa Teresa y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastre, donde se proporcionan las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

2. UBICACIÓN

El cerro San Valentín-Quilcapata se encuentra en la margen izquierda del río Vilcanota, al oeste del distrito de Santa Teresa, provincia de La Convención, región Cusco (figura 1), en las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) siguientes (cuadro 1):

Cuadro 1. Coordenadas UTM WGS84, zona 18

N°	Este	Norte	Altitud (m s. n.m.)
1	760174	8547909	1829
2	761348	8547542	1475
3	761179	8546570	1546
4	759807	8546863	1782

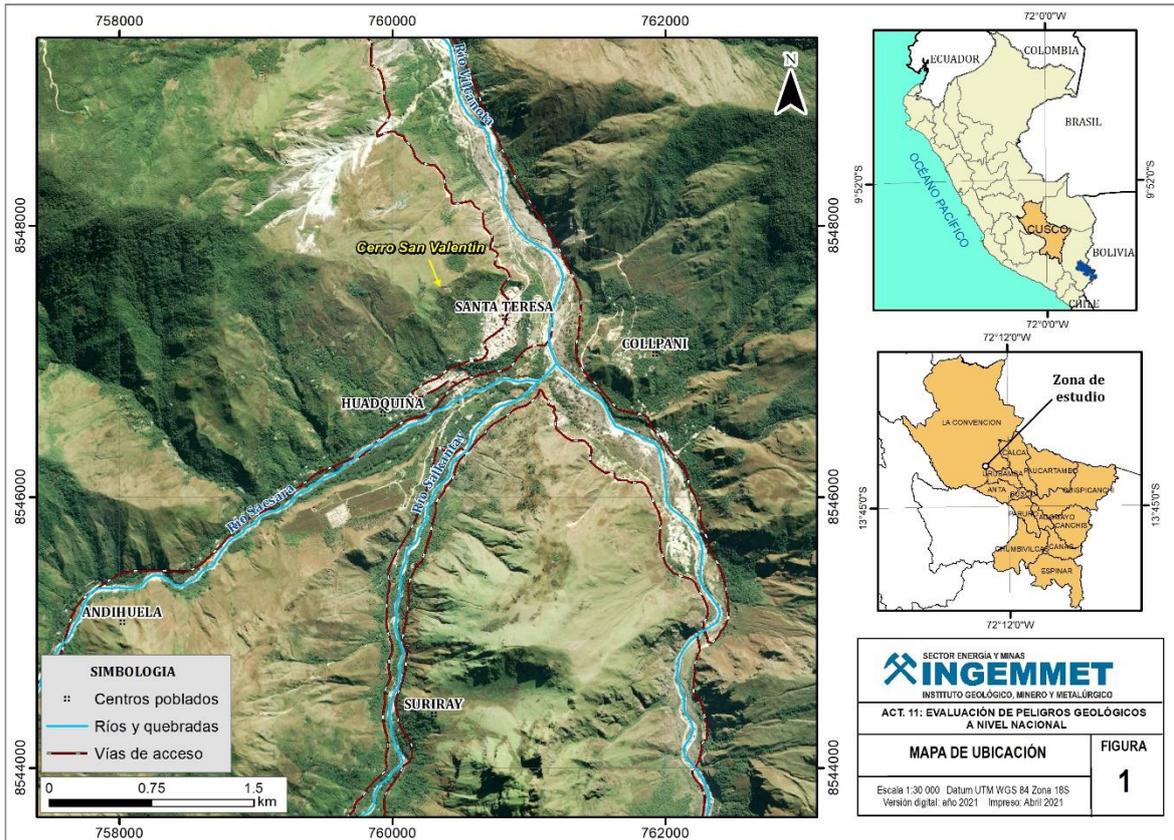


Figura 1. Mapa de ubicación del cerro San Valentín, distrito de Santa Teresa, provincia de La Convención, región Cusco.

3. ANTECEDENTES O TRABAJOS ANTERIORES

Entre los principales estudios realizados a nivel local en el distrito de Santa Teresa, se pueden mencionar:

3.1. El informe técnico N° A7017 “Evaluación de peligros geológicos en el cerro San Valentín - Quilcapata”, realizado en el año 2020.

Considerando las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas que presenta el cerro San Valentín, se le considera como **Zona Crítica y Peligro Muy Alto** a generar procesos de deslizamientos. Además, se encuentra en zona de susceptibilidad alta a muy alta a la ocurrencia de procesos por remoción en masa y peligros geohidrológicos.

3.2. Boletín N° 74, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: “Peligros Geológicos en la Región Cusco” (Vílchez et al., 2020); se identificó un total de 75 zonas críticas y 1682 ocurrencias de peligros geológicos, tipo: caídas, deslizamientos, flujos, procesos de erosión de laderas, erosión fluvial, reptación de suelos, inundación fluvial, movimientos complejos, hundimientos y finalmente vuelcos. En la provincia de La Convención se identificó 16 zona críticas, de los cuales 3 eventos de tipo flujo de detritos, derrumbes, deslizamientos y erosión fluvial fueron identificados en el distrito de Santa Teresa. El estudio también realizó un análisis de susceptibilidad a movimientos en masa presentado en un mapa a escala

1:100 000, donde el distrito de Santa Teresa presenta alta a muy alta susceptibilidad. 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.

4. ANÁLISIS

La zona de estudio se encuentra en la margen izquierda del río Vilcanota, a 23.1 km del distrito de Santa María, provincia de La Convención, región Cusco.

El cerro San Valentín está conformado por rocas de origen metamórfico de la Formación Ollantaytambo (figura 2), compuesto por esquistos y pizarras; en la parte media, las pizarras se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas, ello contribuyó con mayor infiltración de agua al terreno. Esta unidad se encuentra cubierta, por sectores, por depósitos coluvio-deluviales, compuesto por fragmentos de pizarras y esquistos, con diámetros que varían de 0.30 m a 1 m; de formas angulosas a subangulosas, inmersos en matriz areno arcillosa (fotografía 1).

El poblado de Santa Teresa, por el lado oeste, está circundada por montañas modeladas en rocas metamórficas (cerro San Valentín), de relieve agreste y laderas de pendientes empinadas (75°), este último, facilita el escurrimiento superficial del agua de precipitación pluvial y el arrastre del material suelto disponible en las laderas, generando la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes. Actualmente, Santa Teresa, se encuentra asentado sobre vertiente de deslizamiento (depósito de un antiguo mega deslizamiento).

Según registros históricos, en el año 1994, el cerro San Valentín se activó y desencadenó un deslizamiento, cuya extensión superó las 25 hectáreas. Presentó un escarpe de 750 m longitud y aproximadamente, 600 m de longitud entre el escarpe al pie de deslizamiento. El material desplazado llegó hasta las riberas del río Vilcanota.

En noviembre del 2019, la ladera noroeste del cerro San Valentín se reactivó en deslizamiento producto de las lluvias intensas (figura 3). Se formó un escarpe de forma semicircular, con tres niveles (figura 4A). El escarpe principal presentó 58 m de longitud y un salto de 2 m, en su parte central. Mientras que, en el flanco derecho, el deslizamiento presentó un salto de 1.10 m (figura 4B).

El deslizamiento presenta actividad retrogresiva, muestra de ello, es la formación de agrietamientos longitudinales discontinuos de 5 a 10 m y aperturas de hasta 0.50 m (fotografía 2). La masa deslizada (figura 5 A, B) desplazó bloques de hasta 0.6 m y arrancó árboles desde su raíz (figura 5C). Algunos árboles más resistentes, actuaron como retenedores del material desplazado (figura 5D).

En la divisora de aguas del cerro San Valentín, la existencia de agrietamientos con aperturas de hasta 0.80 m (fotografía 3) y permeabilidad alta debido al fracturamiento de la roca, permiten mayor infiltración de agua de lluvia al terreno y generan inestabilidad en la ladera; como lo acontecido el año 2019, donde el agua que infiltró, surgió tipo manantial en la cara libre de la ladera del cerro San Valentín (fotografía 4), generando erosión y posterior ocurrencia de un flujo de detritos.

El 19 de diciembre de 2019, el cerro San Valentín se reactivó en forma de flujo de detritos, en su trayecto transportó bloques de roca metamórfica de 50 a 70 cm de diámetro y palizada (fotografía 4).

Finalmente, en la zona media, el flujo de detritos se bifurcó en tres partes, la primera en dirección noroeste, el segundo y tercer brazo se desplazó en dirección al cementerio de Santa Teresa, ello afectó aproximadamente media hectárea de terrenos de cultivo y viviendas ubicadas al pie del cerro San Valentín.

4.1. Características geológicas de las obras de mitigación

El área de intervención, propuesto por la Municipalidad Distrital de Santa Teresa, se encuentra ubicado al noroeste del centro poblado del mismo nombre, sobre rocas de origen metamórfico del Grupo Ollantaytambo (cámbrico - ordovícico inferior), coberturado por depósitos coluvio deluviales. Sobre estos depósitos se desarrollaron procesos de remoción en masa de tipo deslizamiento- flujo, que ponen en riesgo a los pobladores de Santa Teresa.

4.1.1. Instalación de geomalla

Las geomallas son geosintéticos que se emplean con una función de refuerzo y estabilización. Están fabricadas con polímeros resistentes y duraderos, con el objetivo de que, al interactuar con el suelo, complementen su resistencia a la tensión.

En el proyecto, “Creación de los Servicios de Protección ante Deslizamientos en el cerro San Valentín”, proponen la construcción de una geomalla de 50 m x 100 m. Esta geomalla cubrirá la zona de escarpe del deslizamiento reactivado el año 2019, el cual está compuesto por fragmentos de rocas metamórficas, arenas y arcillas; materiales fácilmente erosionables y removibles ante lluvias intensas. Asimismo, se empleará dos pantallas de mallas de disipación contra caídas de rocas, las cuales estarán dispuestas por debajo del tendido de la geomalla. De esta manera, se busca proteger a la población contra desprendimientos de rocas y evitar daños a las viviendas ubicadas cuesta abajo.

El diseño y ejecución de esta medida de mitigación, se debe conocer el nivel freático y deberá ser ejecutada y supervisada por un especialista en geotecnia.

4.1.2. Sistemas de drenaje

Los canales colectores en espina de pescado se implementan con el fin de disminuir la infiltración de agua en las áreas arriba del talud, las cuales conducen las aguas colectadas, por la vía más directa hacia afuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a canales en gradería.

En el proyecto, “Creación de los Servicios de Protección ante Deslizamientos en el cerro San Valentín”, proponen la construcción de un sistema de drenaje tipo espina de pescado, en ladera con pendientes que varía de 25° a 65°, ello permite que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y/o acción de las aguas de escorrentía.

Este sistema contará con 6 niveles de drenaje, el canal de evacuación que conducirá las aguas, atravesará el poblado de Santa Teresa, hasta la confluencia con el río Sacsara.

El diseño y ejecución de esta medida de mitigación deberá ser ejecutada y supervisada por un especialista en geotecnia.

4.1.3. Muros de contención

En el proyecto, “Creación de los Servicios de Protección ante Deslizamientos en el cerro San Valentín” propone la construcción de un dique de contención en forma de V, en la cárcava socavada por el deslizamiento, esto con el fin de contrarrestar el caudal del flujo de detritos a manera de romper presión y de este modo minimizar los daños ocasionados si ocurriera el deslizamiento.

El muro propuesto se ubica en la zona media-baja del cerro San Valentín, sobre depósitos coluvio deluviales, compuesto por bloques de composición metamórfica, arenas y arcillas. Presenta 25° de pendiente en promedio.

Debido a las condiciones geológicas del área de estudio, el muro de contención debe realizarse con el fin de contrarrestar caída de rocas, provenientes de la parte alta del cerro San Valentín, mas no, como un disipador por flujo de detritos. Este muro debe ubicarse en la parte baja de la ladera.

El diseño y ejecución de esta medida de mitigación deberá ser ejecutada y supervisada por un especialista en geotecnia.

Nota: En expediente técnico adjunto, no contiene las coordenadas geográficas de ubicación de obra propuesta (muro), solamente muestra progresivas de dicha obra y adjunta imagen del Google Eart como referencia.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El poblado de Santa Teresa se encuentra asentado sobre depósitos de un antiguo mega deslizamiento, proveniente del cerro San Valentín. En el año 2019, la ladera noroeste del cerro, producto de las lluvias intensas, se reactivó a manera de un movimiento complejo (deslizamiento-flujo), que afectó viviendas y terrenos de cultivo.
2. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el poblado de Santa Teresa se considera como **Zona crítica** y de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamientos, que pueden ser desencadenados en temporada de lluvias intensas y excepcionales.
3. La ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa en la zona evaluada está condicionada por los siguientes factores:
 - Sustrato rocoso compuesto por pizarras y esquistos altamente meteorizado y muy fracturado, los cuales permiten mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.
 - Los suelos inconsolidados conformado por depósitos coluvio - deluviales, adosados a las laderas del cerro San Valentín, son fácilmente erosionables y removibles ante lluvias intensas.
 - Las laderas del cerro San Valentín presentan pendientes fuertes (25°) a escarpadas (75°), ello permite que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.
 - Acción de las aguas de escorrentía sobre las laderas del cerro San Valentín.
 - Presencia de agua subterránea (ojos de agua y manantiales) que saturan el terreno. La circulación del agua está ligado a las características estructurales del macizo rocoso (fallas y fracturas) y a los depósitos superficiales que los cubren.
4. El factor desencadenante que reactivó el deslizamiento en el 2019, fueron las lluvias intensas que se registró en noviembre del mismo año.
5. Las medidas de mitigación propuestas en el proyecto “Creación de los Servicios de Protección ante Deslizamientos en el cerro San Valentín”, por la Municipalidad Distrital de Santa Teresa; deben ejecutarse teniendo en cuenta modelos, que contemplen todas las condiciones geológicas y geotécnicas, para el correcto funcionamiento de dichas obras. Así mismo, la implementación de estas medidas deberán ser diseñadas, ejecutadas y supervisadas por especialistas en geotecnia.
6. Tomar en consideración las recomendaciones indicadas en el informe técnico N° A7017 “Evaluación de peligros geológicos en el cerro San Valentín – Quilcapata”.
 - Reubicar a la población afectada por el deslizamiento - flujo originado en el cerro San Valentín- Quilcapata, hacia la zona denominado El Potrero.
 - Colocar geomallas que ayudan en refuerzo y control de la erosión del talud, en la ladera del cerro San Valentín; la cual debe realizarse teniendo en cuenta estudios técnicos.

- Implementar un sistema de drenaje para reducir las presiones intersticiales a lo largo del cuerpo de deslizamiento, mediante un drenaje de espina de pescado y zanjas de coronación. El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía del talud y del cuerpo del deslizamiento.
 - Realizar el desquinche de rocas en la ladera del cerro San Valentín, en forma controlada, para evitar que los bloques sueltos lleguen a impactar en la zona urbana.
 - Implementar muros de contención en la zona baja, con el fin de retener los bloques que puedan ceder de la parte alta del cerro San Valentín.
 - Realizar estudios hidrogeológicos para conocer los niveles freáticos.
 - Prohibir el paso peatonal por el área de influencia (deslizamiento).
 - Continuar con los trabajos de reforestación.
7. En expediente técnico Creación de los Servicios de protección ante deslizamientos en el cerro San Valentín, no especifica las coordenadas geograficas de la propuesta del muro de contención y geomallas, solo adjunta imágenes del Google Eart y un grafico de progresivas.
- 8. La opinión técnica del diseño de las obras de mitigación propuestas en el expediente técnico en mención, debería realizarla el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres – CISMID.**



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



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

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ingemmet (2019). Evaluación de peligros geológicos en el cerro San Valentín. Informe técnico N.º A7017. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Ingemmet. 29 p.
- Carlotto, V., Cárdenas, J., Romero, D., Valdivia, W., & Tintaya, D. (1999). Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu. Hojas: 26-q y 27-q. Ingemmet, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 127, 319 p.
- Vílchez, M.; Sosa, N.; Pari, W. & Peña, F. (2020) - Peligros geológicos en la región Cusco. Ingemmet. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 74, 155 p.

ANEXO 1

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Material coluvio-deluvial, compuesto por fragmentos de pizarras y esquistos, con diámetros que varían de 0.30 m a 1 m; de formas angulosas a subangulosas, inmersos en matriz arenosa arcillosa. Fuente: Ingemmet, 2020.



Fotografía 2. Vista de agrietamientos longitudinales en la parte posterior del deslizamiento, con aperturas de 0.50 m en promedio. Ello indica su actividad retrogresivo. Fuente: Ingemmet, 2020.



Fotografía 3. Divisoria de aguas del Cerro San Valentín, notar agrietamiento que afecta ambas laderas del Cerro en dirección a Santa Teresa y Huadquiña. Fuente: Gómez, 2012.



Fotografía 4. Vista de filtración de agua tipo manantial en la ladera noroeste del cerro San Valentín. Fuente: Ingemmet, 2020.

ANEXO 2

MAPA GEOLÓGICO Y DE PELIGROS GEOLÓGICOS

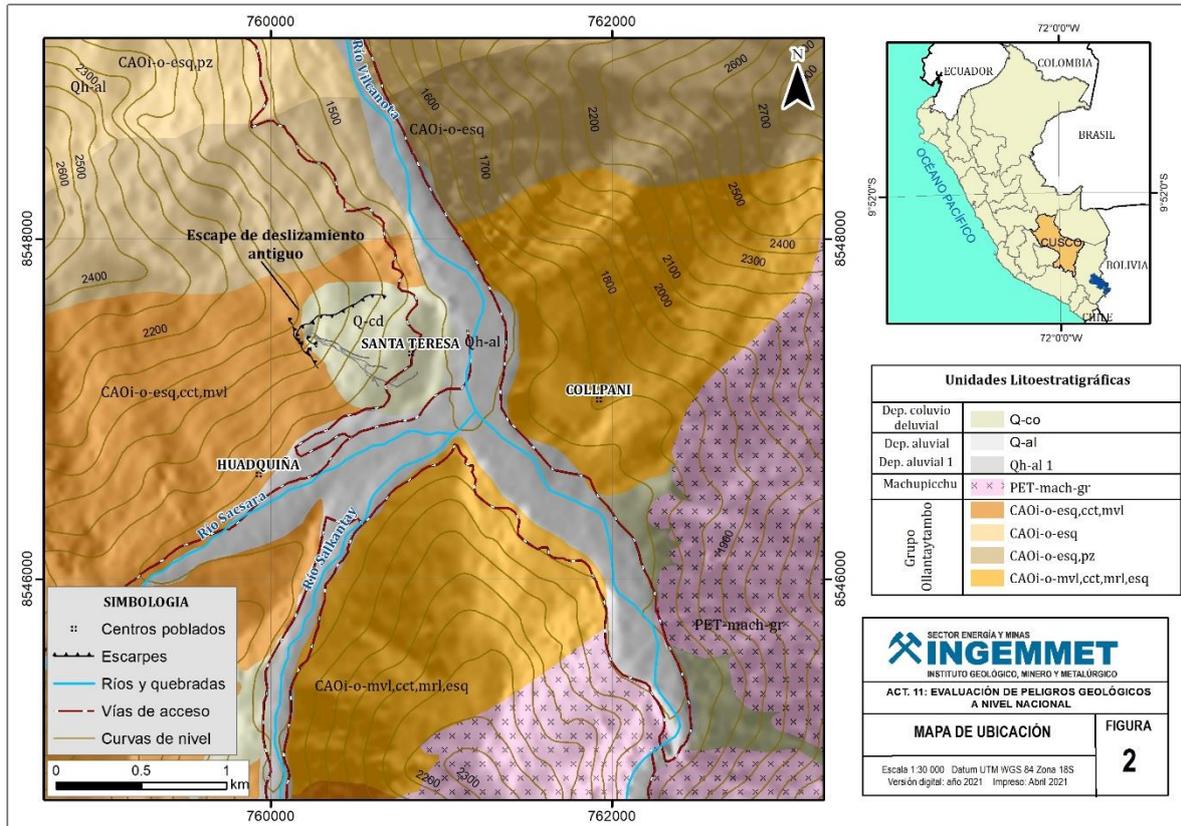


Figura 2. Mapa geológico del poblado de Santa Teresa. Modificado por Carlotto, 1999.

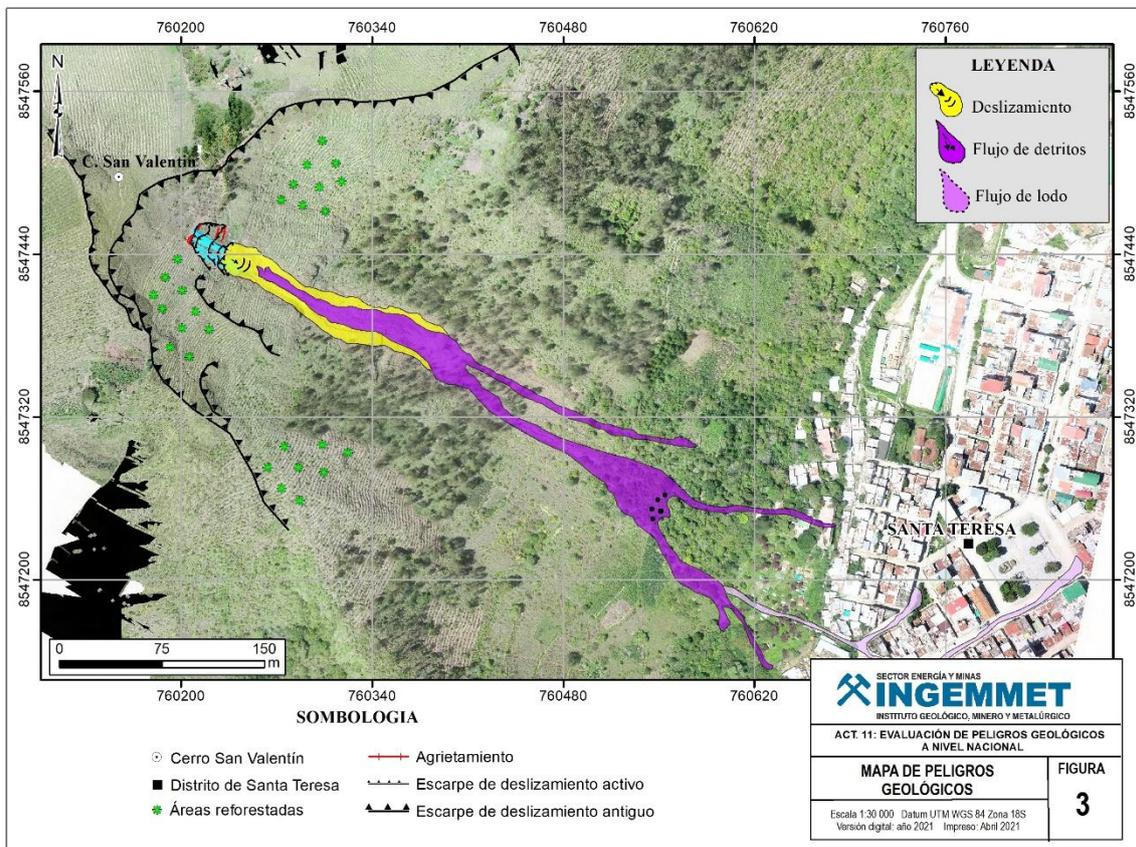


Figura 3. Cartografía de peligros geológicos del poblado de Santa Teresa. Fuente: Ingemmet, 2020

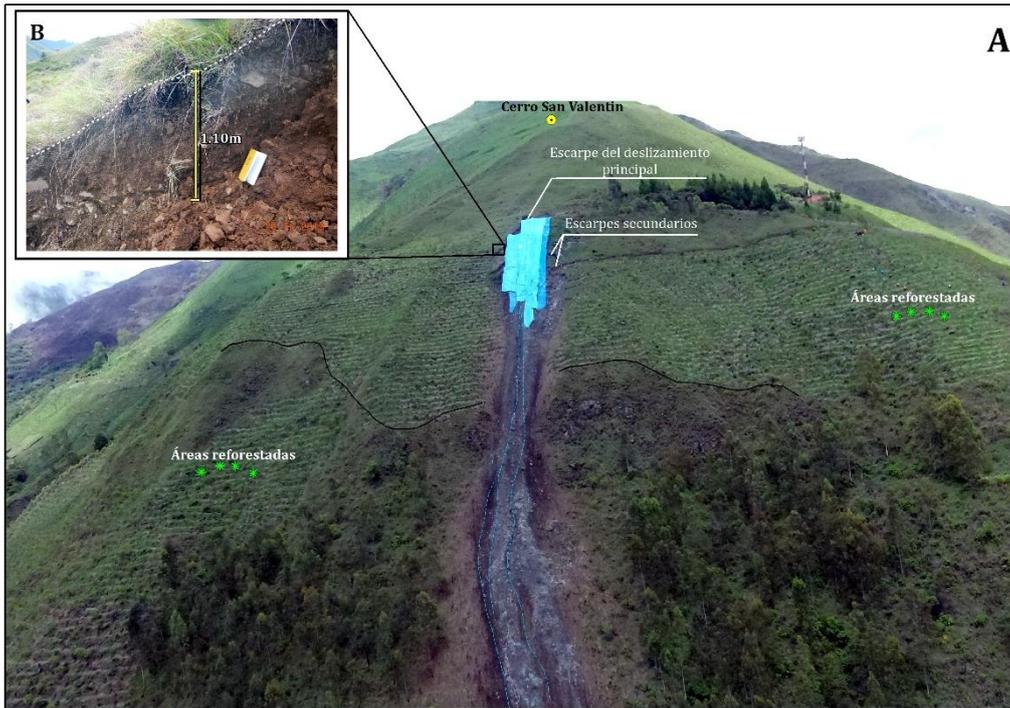


Figura 4. A) Vista frontal del deslizamiento activo, escarpes de deslizamientos antiguos (líneas de color negro) y zonas reforestadas. B) Escarpe del deslizamiento en el flanco derecho. Fuente: Ingemmet, 2020.



Figura 5. A) Vista al NO del poblado de Santa Teresa, se observa el mega deslizamiento antiguo demarcado con líneas negras y la reactivación con líneas de color amarillo. B) Reactivación del deslizamiento. C) Cuerpo del deslizamiento-Flujo. D) Afectación de terrenos de cultivo. Fuente: Ingemmet, 2020.