

Reporte de inspección

Caso: Desborde de la laguna
Upiscocha del día 14 de mayo

LAGUNA UPISCOCHA



INAIGEM
INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y
ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Reporte de inspección 01-2022

Elaborado por:

Ing. Oscar Vilca Gómez
Especialista en Hidrología y Glaciología

Ing. Ricardo Vila Garrafa
Especialista en Gestión de Riesgos y Geotecnia

Ing. Victor Bustinza Urviola
Jefe de la ODRMS

Cusco, 17 de mayo del 2022

Oficina Desconcentrada Macro Región Sur
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares
y Ecosistemas de Montaña – INAIGEM
Ministerio del Ambiente

Contenido

Resumen	3
1. Introducción	4
2. Antecedentes	4
3. Aspectos Generales	5
3.1. Ubicación	5
3.2. Objetivos	6
4. Análisis del evento suscitado el día 14 de mayo	6
4.1. Origen del evento	6
4.2. Causas	10
5. Peligros potenciales	11
6. Situación de la laguna Upiscocha	15
7. Conclusiones	15
8. Recomendaciones	16
9. Bibliografía	16

Reporte de inspección: Desborde de la laguna Upiscocha el día 14 de mayo

Resumen

El día 14 de mayo del 2022 a las 09:30 am aproximadamente se reporta el incremento súbito del caudal del río Upismayo.

El equipo de especialistas del INAIGEM se constituyó en la zona de afectación el día 15 de mayo con la finalidad de evaluar la situación de la laguna Upiscocha y determinar el origen del evento que ocasionó el desborde parcial de la laguna.

De la inspección se concluye que el origen del evento se localiza en la zona posterior del flanco derecho, talud que está constituido predominantemente de roca y en menor proporción depósitos de material morrénico. Se observó la huella dejada por el deslizamiento, también se evidenció la caída constante de rocas hacia la laguna.

Asimismo, se deja constancia la existencia de tres zonas con volúmenes importantes y ubicados en zonas altas, bloques de roca colgantes y agrietamientos que nos indican una situación de **peligro inminente**, la caída y el posterior impacto de estos bloques en la laguna generaría un evento de similares características en el incremento del caudal en el río Upismayo.

En consecuencia, los peligros señalados en este reporte están enfocados en el evento del día 14 de mayo del 2022, siendo importante tomar en cuenta los informes que figuran en los antecedentes en donde se indica que el escenario más adverso ser dará cuando la laguna Upiscocha se desconecte de la lengua glaciar en la zona posterior, dado que estará expuesta directamente a caídas de rocas, deslizamientos o avalanchas desde zonas con mayor altitud.

Este documento contiene conclusiones y recomendaciones concretas que se deben tomar en cuenta con la finalidad de evitar incidentes que pongan en riesgo la vida de los habitantes y visitantes en el ámbito de influencia de la laguna Upiscocha y aguas abajo.

1. Introducción

El Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montañas - INAIGEM, tiene la misión de fomentar y expandir la investigación científica y tecnológica en ámbitos de glaciares y ecosistemas de montaña, para el beneficio de la población, adoptando medidas de adaptación y mitigación en el contexto de riesgos producidos por el cambio climático.

El INAIGEM como institución encargada de establecer la política pública en glaciares y ecosistemas de montaña; a través de la Oficina Desconcentrada Macro Región Sur ODMRS realizan estudios para la generación de información que ayuden en la gestión del riesgo de desastres asociados a glaciares, el mismo que consiste en identificar peligros, analizar vulnerabilidades, evaluar los riesgos y recomendar medidas de prevención y reducción del riesgo en los ámbitos de las cuencas y subcuencas de origen glaciar.

A efectos del evento ocurrido el 14 de mayo del 2022, el INAIGEM inicia acciones de respuesta rápida en la evaluación y diagnóstico del peligro en la laguna Upiscocha.

En consecuencia, el presente reporte de inspección contiene registros actualizados al día de la inspección y respuesta a los objetivos planteados, de tal modo que al final nos brinda conclusiones y recomendaciones que orientarán a la correcta toma de decisiones y a la gestión adecuada del riesgo.

2. Antecedentes

El 30 de octubre del 2020 se emite el Reporte de Peligros en Glaciares RPG 001-2020, reporte de prevención frente a peligro latente, donde se pone de conocimiento el crecimiento acelerado de lagunas en el ámbito de la Cordillera Vilcanota. En el mismo se menciona a la laguna A-10 (extensión de la laguna Upiscocha) en el que se determina un crecimiento acelerado de hasta 73% en el periodo de un año, en el análisis de peligros potenciales se advierte que al unirse las lagunas representará PELIGRO ALTO. En las acciones inmediatas que se recomienda es la alerta ante peligro de desborde a las autoridades, comunicación a los pobladores que habitan cerca al cause del río, la elaboración de un plan de emergencia ante posible aluvión y realizar las inspecciones permanentes a la zona.

El 10 de noviembre del 2020 se emite el primer Informe Técnico de Inspección de la laguna Upiscocha, entre sus principales conclusiones son:

- La posición de la laguna respecto a los glaciares es la más desfavorable.
- Los glaciares cubiertos en contacto con la laguna se derriten de forma rápida y a medida que el hielo desaparece dejará expuesto un espejo de agua en condición vulnerable ante cualquier impacto.
- Entre las amenazas potenciales se menciona los deslizamientos en los taludes internos y la caída de rocas en ambos flancos.
- Upiscocha representa **peligro alto**.

El 27 de enero del 2021 en cumplimiento a las recomendaciones citadas en el informe técnico se realizó la inspección de la laguna Upiscocha con el objetivo de monitorear la evolución de la superficie y el espejo de agua.

El 18 de octubre del 2021 se iniciaron los primeros estudios en campo para la evaluación de peligros, estos consistieron en el registro de información topográfica, batimétrica, geológica, geofísica y encuestas de carácter social, realizado en el marco del proyecto GLOP.

El 31 de marzo del 2022 se realizó la inspección de la laguna Upiscocha con presencia del presidente ejecutivo del INAIGEM. El jefe de la Oficina Desconcentrada de Macro Región Sur y los especialistas, en coordinación con los representantes de la comunidad de Ausangate. Reunión en donde se abordaron aspectos relacionados a la gestión de riesgos en el ámbito.

3. Aspectos Generales

3.1. Ubicación

Políticamente, la laguna Upiscocha se ubica en el distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi del departamento de Cusco, ver **Figura 1** y **Anexo: Mapa de Ubicación**.

Hidrográficamente, Upiscocha pertenece a la microcuenca Lauramarca, subcuenca Yavero de la cuenca Urubamba, perteneciente a la gran vertiente del océano Atlántico.

Geográficamente, las coordenadas de la zona de interés en UTM Zona 19L/ WGS84, son: Este 256,451; Norte 8,475,813

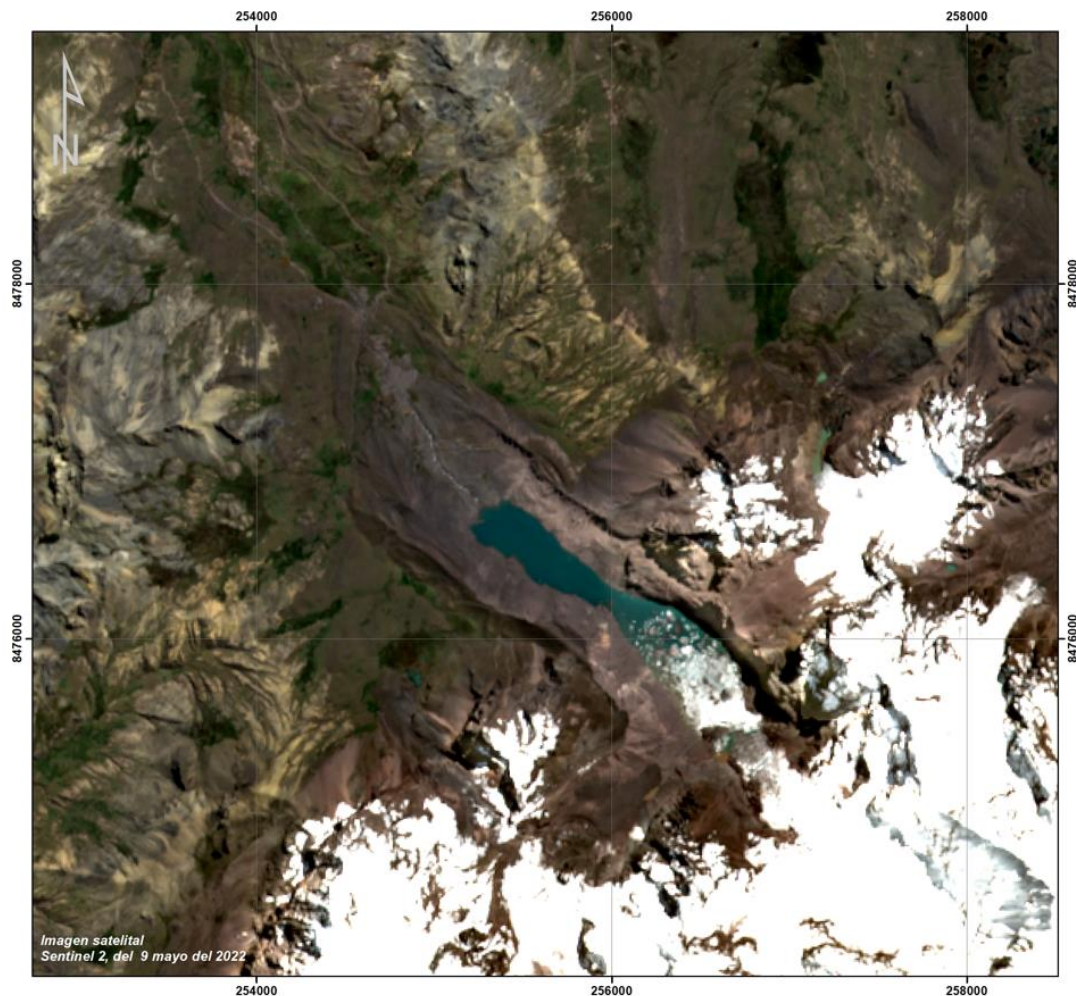


Figura 1. Ubicación de la laguna Upiscocha.

3.2. Objetivos

- Identificar el origen del evento suscitado el día 14 de mayo del 2022
- Analizar las causas que originaron el incremento en el caudal del río Upismayo
- Identificar los peligros potenciales existentes en la laguna Upiscocha
- Evaluar la situación actual de la laguna Upiscocha

3.3. Aspectos geológicos y geomorfológicos

El nevado Ausangate es una montaña elevada conformada principalmente por rocas del Permiano-Triásico del Grupo Mitu, cortadas con intrusivos del paleógeno que corresponden a la unidad Carhuazo Punco (Agapito Sánchez F. & Alberto Zapata M., 2002). El Grupo Mitu conforman rocas aglomerados y lavas de naturaleza andesítica intercaladas con areniscas pardas y limolitas rojas, mientras que las rocas intrusivas son graníticas. Asimismo, se han identificado en la superficie depósitos glaciares de bloques de roca en matriz gravosa, arenosa, arcillosa.

En el nevado Ausangate se aprecian fallas, fracturas y diaclasas, que condicionan estructuralmente a la roca. Las estructuras tienen una dirección E-O, NE-SO y NO-SE, que coinciden con las fallas identificadas por Audebaud, E. & Vargas, L. (1973), al norte y suroeste de la montaña.

Geomorfológicamente, la zona de interés se encuentra en el flanco derecho del valle glaciar, sector que tiene vertientes muy pronunciadas modelados por la erosión glaciar, y un debilitamiento progresivo de las rocas por infiltración de agua.

4. Análisis del evento suscitado el día 14 de mayo

4.1. Origen del evento

El origen del evento se localiza en el sector posterior del flanco derecho, según se aprecia en la comparación de fotografías de los años 2020 y 2022 (Ver **Figuras 2 y 3**). En ambas imágenes se observa el sector de arranque, el plano del deslizamiento y los cambios en el talud interior.

El deslizamiento impactó en la laguna y se introdujo en el fondo del vaso de la laguna Upiscocha (zona posterior y sector de crecimiento con profundidad desconocida) ocasionando el incremento súbito en el nivel de espejo de agua.

El impacto del deslizamiento produjo un oleaje que rebasó el nivel de la cota de coronación por 2 metros de altura aproximadamente (según evidencias y huellas dejadas por el agua), parte de la ola generó un volumen que se convirtió en el caudal destructivo que salió de la laguna ocasionando la erosión en la zona frontal del talud exterior (Ver **Figura 4**), profundizando considerablemente el cauce y provocando el arrastre de lodo, arena y rocas, los que quedaron depositados en forma de abanico en la zona baja (Ver **Figura 5**).

Se estima que el volumen de deslizamiento fue de aproximadamente dos millones de metros cúbicos, que produjo un caudal pico estimado de hasta cuarenta metros cúbicos por segundo y que durante el día 14 de mayo evacuó un caudal promedio de hasta diez metros cúbicos por segundo (datos que se deberán corroborar con registros de la estación hidrométrica del

proyecto GIRH situada en la zona baja de Ocongate). Estas cifras estimadas de forma preliminar serán analizadas y validadas en un análisis a detalle mediante el modelamiento de flujos.

El nivel de espejo de la laguna Upisocha antes del evento registraba un tirante promedio de hasta quince centímetros de altura en la cota de coronación (Ver **Figura 6**), al día de la inspección el tirante promedio en la zona de desagüe estaba en cincuenta centímetros aproximadamente, la diferencia de cuarenta centímetros multiplicado por la superficie total de la laguna que a la fecha es 539,370 m² representa un volumen excedente de 215,748 m³. Volumen que será evacuado paulatinamente en los próximos días, asimismo se tiene un volumen adicional y significativo en forma de hielo flotante en más de la mitad de la superficie total de la laguna.



Figura 2. Fotografía del 02 de noviembre del 2020.



Figura 3. Fotografía del 15 de mayo del 2022.



Figura 4. Erosión en el talud exterior del dique natural.



Figura 5. En esta imagen se observa el tirante de agua en el desagüe de la laguna Upiscocha registrado el 02 de noviembre del 2020.



Figura 6. Zona de transporte y deposición del material.

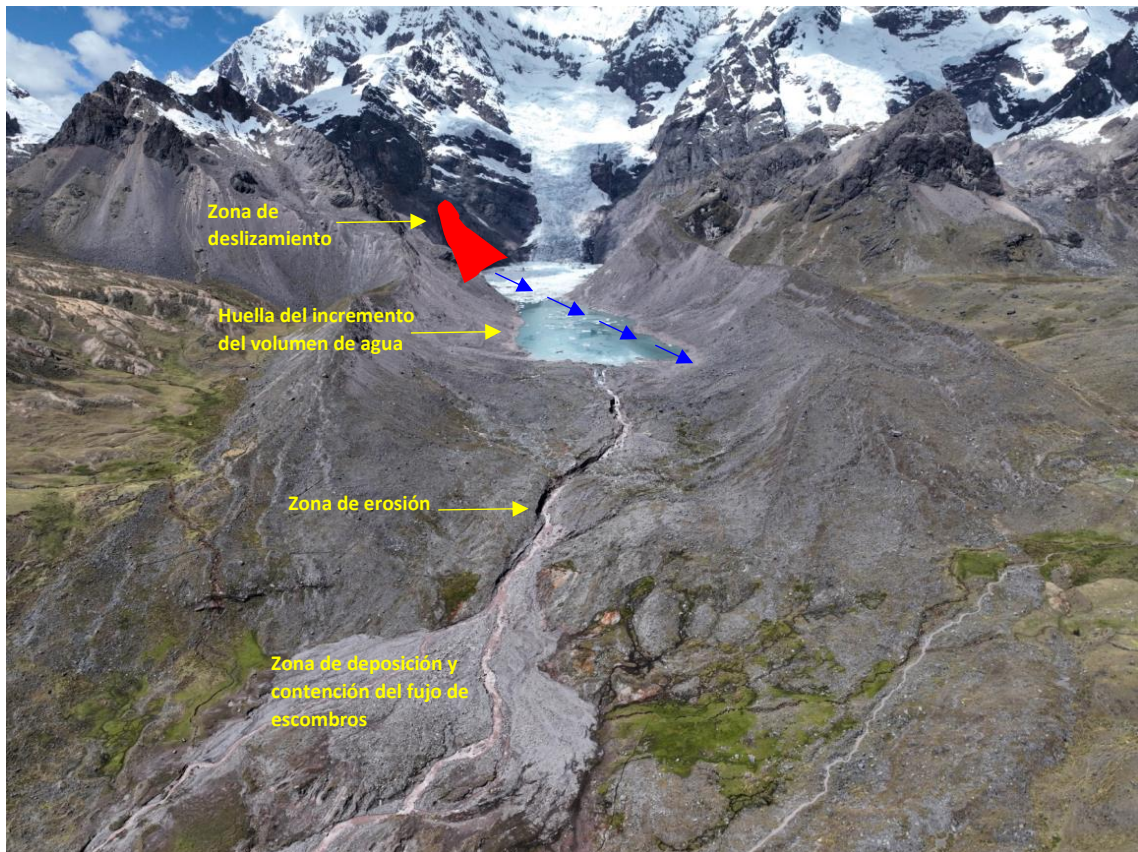


Figura 7. Descripción gráfica del evento. En la zona de deslizamiento se produce la caída de un importante volumen de roca fragmentada que impacta en la laguna y ocasiona el rompimiento de hielo en el frente glaciar, la ola generada por el impacto viaja en dirección a la zona frontal sector izquierdo, una parte del oleaje sale por rebose llegando a erosionar el cauce principal del río en el talud exterior del dique natural, posteriormente el vaso de la laguna contiene el volumen adicional de agua y el proceso de desagüe genera caudales torrentosos, mientras que en la zona baja un gran porcentaje de material sólido como rocas, grava, arena y limo es depositado.

4.2. Causas

La causa del deslizamiento está asociada principalmente al intemperismo o meteorización del lecho, que es la alteración de los materiales rocosos en una serie de procesos que ocasionan los cambios físicos y químicos en las rocas dando como resultado una desintegración y descomposición paulatina de estos.

Un proceso más específico se denomina gelifracción o gelivación que consiste en la fragmentación de las rocas debido a las tensiones producidas al congelarse agua contenida en sus grietas, fracturas y poros, como consecuencia de la infiltración de agua proveniente de la fusión de nieve y hielo en los sectores altos.

Este deslizamiento estuvo conformado predominante de material rocoso, teniendo como factor condicionante la fuerte pendiente, el sistema de fallas en el basamento y el alto grado de desintegración de la roca. Respecto al factor desencadenante podría deberse a la sobre saturación de agua en las fisuras culminada la temporada de lluvia y al proceso de gelifracción que se manifiesta en el cambio de estación principalmente.

Cabe precisar que la zona de deslizamiento se encuentra en la línea de flujo de una antigua lengua glaciar que a la fecha se encuentra retirada en la zona alta y que sin embargo aporta

con agua hacia las zonas bajas mediante filtraciones principalmente, ya que no se observa un curso de agua superficial.

En relación al oleaje que produjo el caudal pico es debido a la cantidad del material que impactó en la laguna desde alturas mayores a 100 metros y en algunos sectores con caída libre hacia el espejo de agua de Upiscocha (Ver **Figura 8**).

La presencia de hielo flotante y glaciér cubierto en el sector cumplió la función de atenuador o disipador de energía, controlando en gran medida la expansión de las ondas en el tren de olas y amortiguando el impacto directo en la laguna.



Figura 8. Altura máxima de caída bloques de roca sobre el espejo de agua de la laguna Upiscocha.

5. Peligros potenciales

Se registraron zonas con líneas de fractura paralelas (Ver **Figura 9**), vinculadas a volúmenes importantes de roca en los sectores superiores de los planos de deslizamiento, estos se identificaron y enumeraron en orden de importancia y grado de peligrosidad.

Se registraron escarpas de falla de deslizamiento y grietas tensionales, paralelas al plano de deslizamiento, vinculados a volúmenes importantes de roca en los sectores superiores de los planos de deslizamiento, estos se identificaron y enumeraron en orden de importancia y grado de peligrosidad (Ver **Figura 10 y 11**).

Zona 1, concentra la mayor cantidad de volumen de roca propensa a deslizarse e impactar en la laguna (Ver **Figura 11**).

Zona 2, bloque de roca de tamaño regular que podría generar el incremento del caudal en la salida de la laguna (Ver **Figura 12**).

Zona 3, bloque en forma de cuña situada en la parte superior, tiene un volumen considerable que podría alterar el nivel de espejo de la laguna (Ver **Figura 13**).

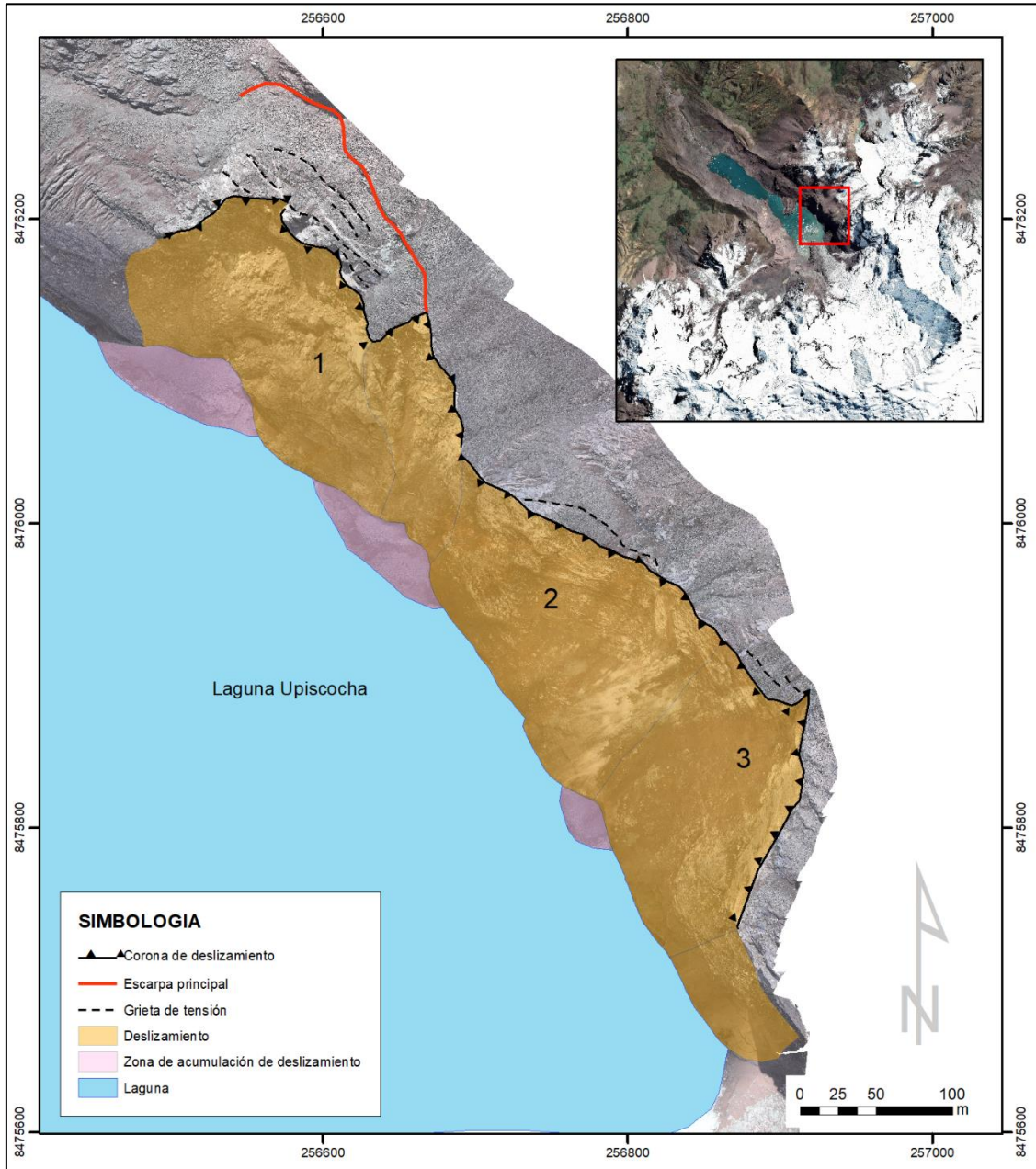


Figura 9. Zonas con peligros potenciales a deslizamientos y caídas por vuelco. Zona 1: la delimitación de las grietas de tensión y la escarpa de falla serán los planos de deslizamientos próximos. Zona 2: La grieta de tensión es el más próximo a generar un nuevo deslizamiento. Zona 3: las grietas de tensión corresponden a sistemas de diaclasas verticales que podrían generar vuelcos de roca.

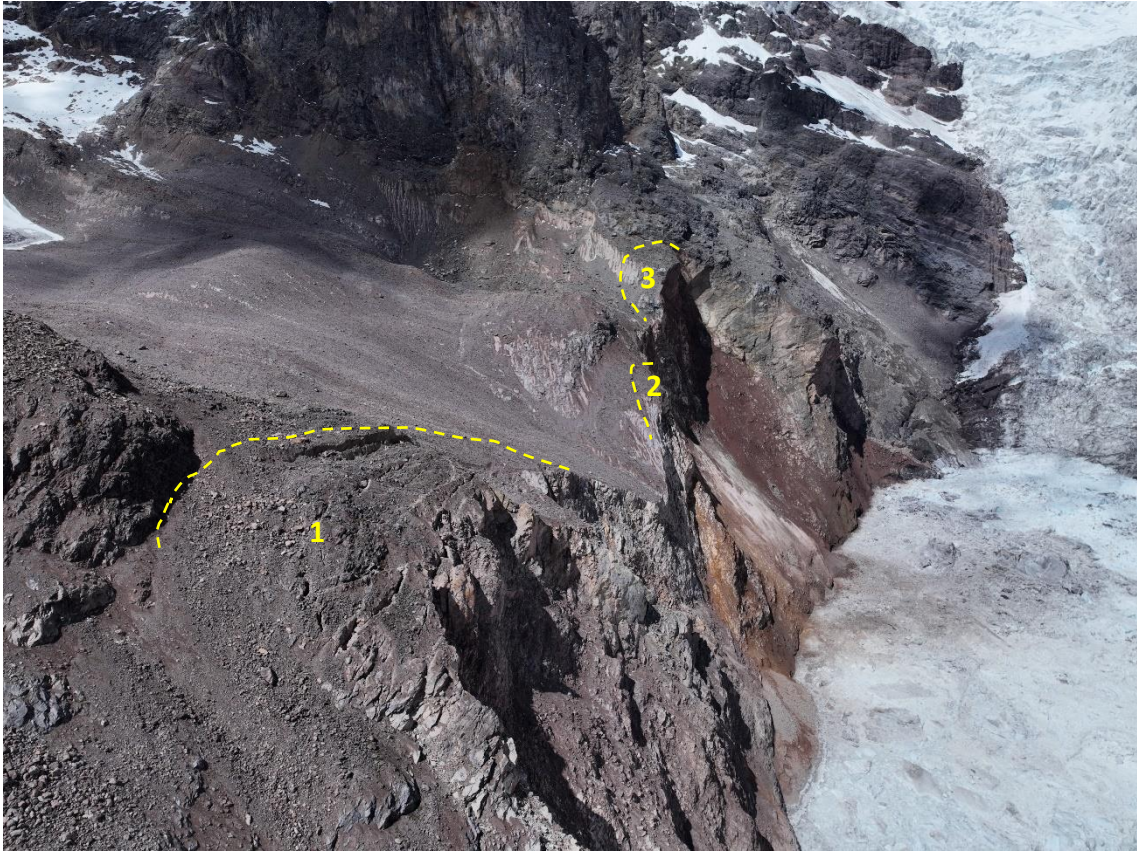


Figura 10. Zonas con peligros potenciales a deslizamientos y caídas por vuelco.

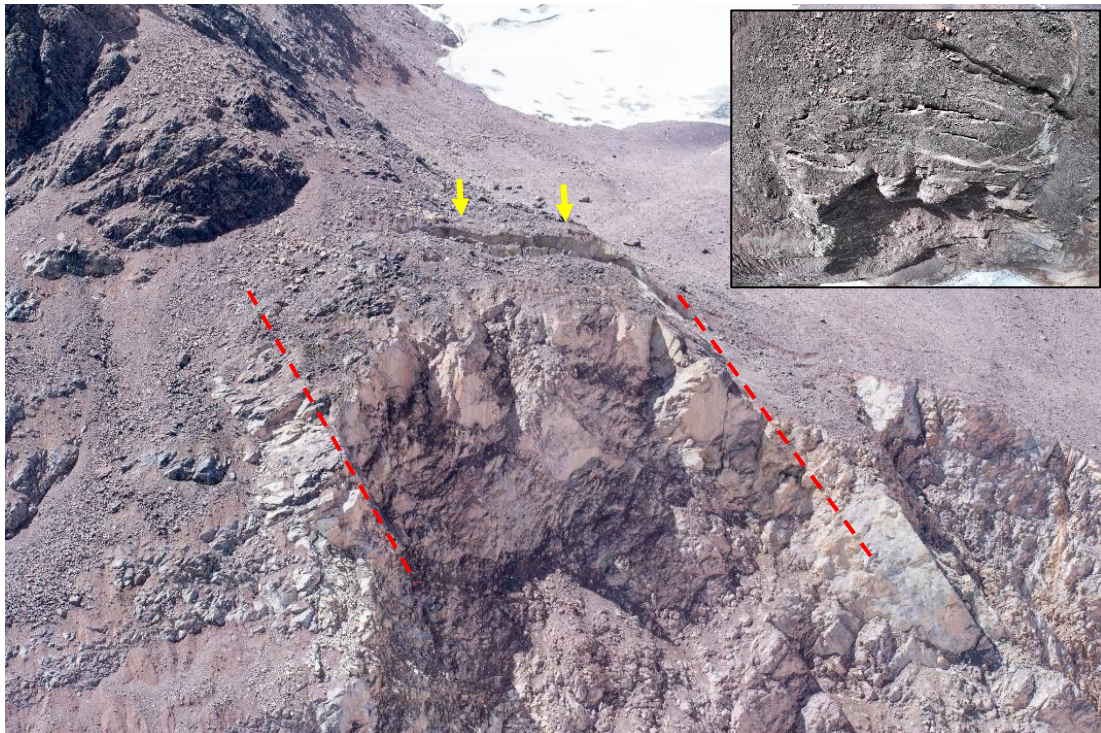


Figura 11. Zona 1: Se muestra las rocas fracturadas e intensamente alteradas hacia la superficie. Bloques de roca sueltas, sistemas de diaclasas de dirección NE-SO (líneas rojas). Además de escarpas se falla hacia la parte superior (indicado con flechas amarillas) y el detalle en la parte superior derecha.



Figura 12. Zona 2, agrietamientos paralelos al borde y situado en pendiente casi vertical hacia la laguna.



Figura 13. Zona 3, bloque en forma de cuña con agrietamiento en la parte superior y amenaza inminente.

6. Situación de la laguna Upiscocha

Según la delimitación del perímetro de espejo de agua de la laguna Upiscocha al 09 de mayo del 2022 (imagen Sentinel) se evidencia una superficie de 539,370 m² (Ver **Figura 14**). Siendo el sector posterior de mayor superficie con alta probabilidad de alcanzar mayores dimensiones según continúe el derretimiento del glaciar, cuando eso suceda y el glaciar se desconecte de la laguna Upiscocha, este incrementará considerablemente el nivel de peligro por desborde ocasionado por caída y avalanchas desde las zonas altas del nevado Ausangate.

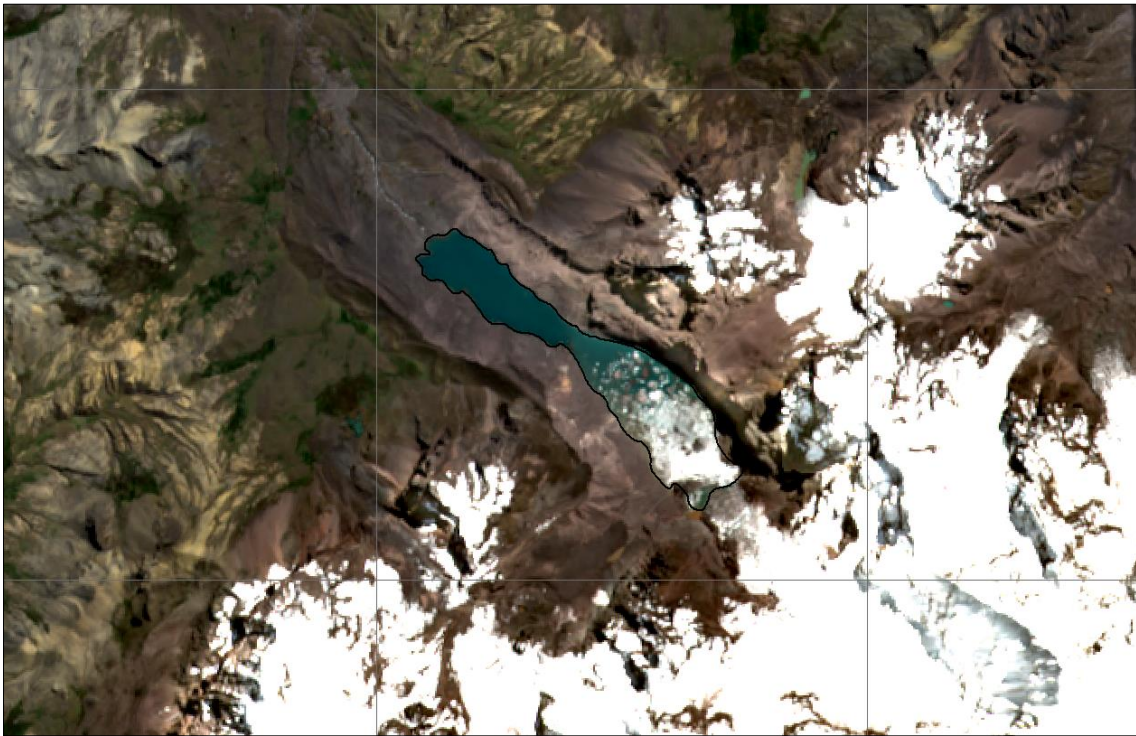


Figura 14. Perímetro del espejo de agua de la laguna Upiscocha digitalizado en una imagen satelital Sentinel 2, del 09 de mayo del 2022.

7. Conclusiones

- El origen del evento ocurrido el día viernes 14 de mayo del 2022 fue por un deslizamiento de roca situado en la zona posterior del flanco derecho.
- La causa del deslizamiento está asociada principalmente al intemperismo o meteorización del lecho rocoso.
- La causa que originó el incremento en el caudal del río Upismayo se debe principalmente a que la laguna Upiscocha no tiene borde libre, siendo los caudales de salida sensibles a cualquier alteración producto de los impactos por caída de rocas, deslizamientos, avalanchas y otros factores que ocasionen el incremento del nivel en el espejo de agua.
- Los peligros potenciales están identificados en los remanentes de bloques de roca que se ubican en las zonas altas principalmente, siendo 3 zonas que representan una amenaza directa a la estabilidad de la laguna Upiscocha.
- La laguna Upiscocha, en la actualidad tiene una superficie de 539,370 m².

8. Recomendaciones

- Existe alta probabilidad de caída de volúmenes importantes de roca sobre la laguna Upiscocha, por ello se recomienda estar alertas frente a eventuales incrementos del caudal en el río Upismayo.
- Advertir a los habitantes y visitantes en la zona sobre el peligro existente y evitar realizar cualquier tipo de actividades en inmediaciones del río Upismayo.
- Se debe evitar el acceso de personas a la zona cercana a la laguna Upiscocha, principalmente en inmediaciones de la zona de desagüe y dique frontal.
- Realizar estudios definitivos para la reducción del peligro en la laguna Upiscocha, frente al escenario más crítico de expansión del espejo de agua.
- Evaluar la intervención en la laguna, con obras de infraestructura, para controlar los niveles de agua y reducir así el riesgo aguas abajo.

9. Bibliografía

Audebaud, E. Vargas L. (1973) Boletín N° 25. Geología de los cuadrángulos de Ocongate y Sicuani Hojas 28t y 29t. Servicio de Geología y Minería.

Agapito Sánchez F. & Alberto Zapata M. (2002). Mapeo geológico del cuadrángulo Ocongate 28t. Serie A. Carta Geológica Nacional. Escala 1:100,000. INGEMMET.

Vilca, O. (2020) Reporte de prevención frente a peligro latente. Lagunas en formación Cordillera Vilcanota. ODMRS, INAIGEM, Cusco, Perú.

Vilca, O (2020) Informe Técnico de Inspección Laguna Upiscocha. Informe técnico, ODMRS, INAIGEM, Cusco, Perú.

Vilca, O (2021) Informe de Inspección 01 – Laguna Upiscocha. ODMRS, INAIGEM, Cusco, Perú.

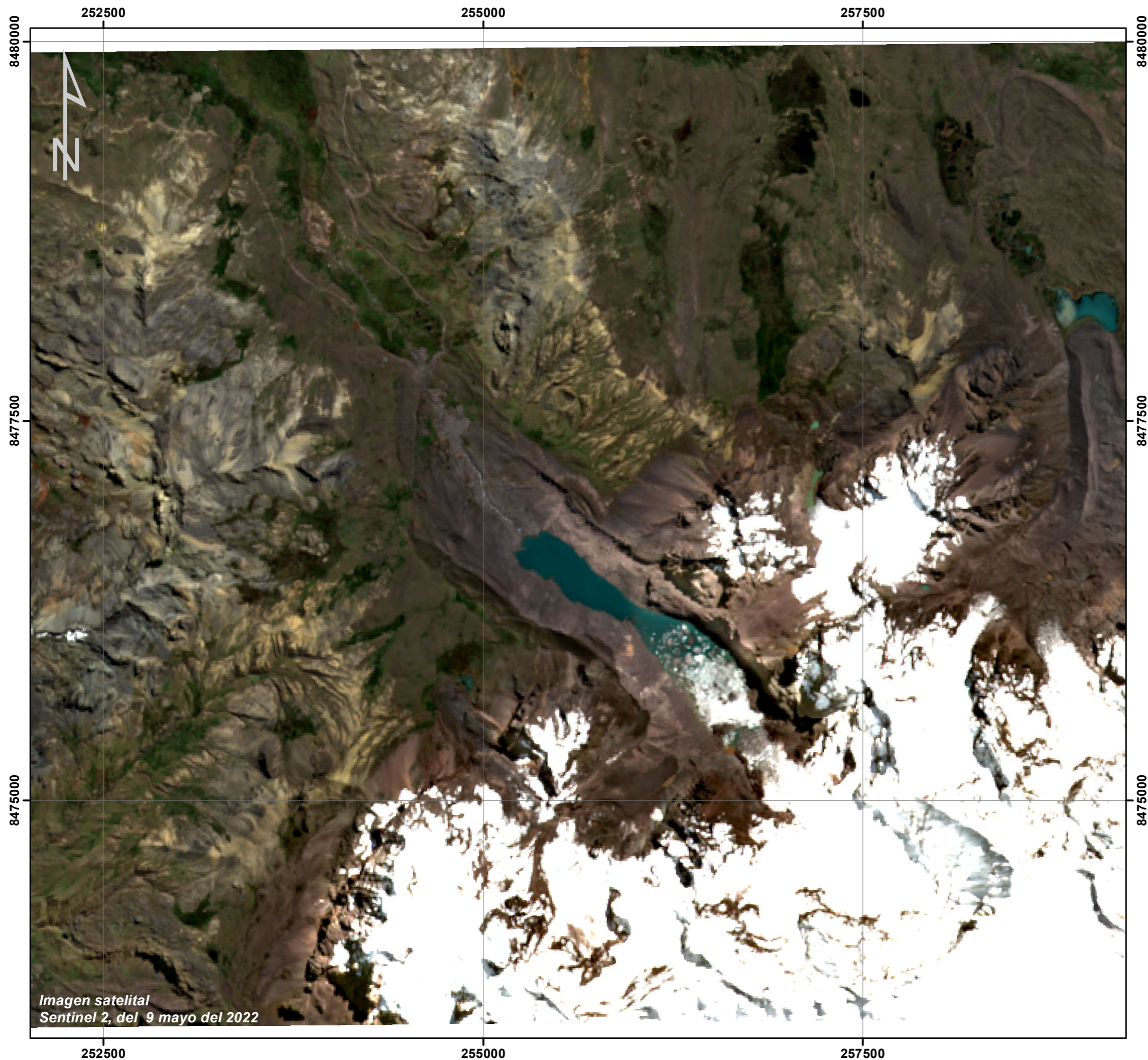
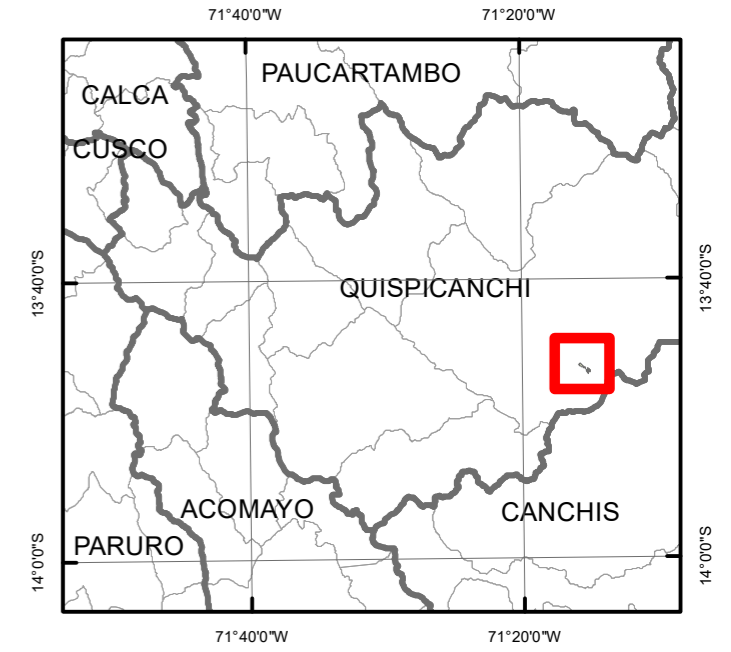


Imagen satelital
Sentinel 2, del 9 mayo del 2022

UBICACIÓN POLÍTICA

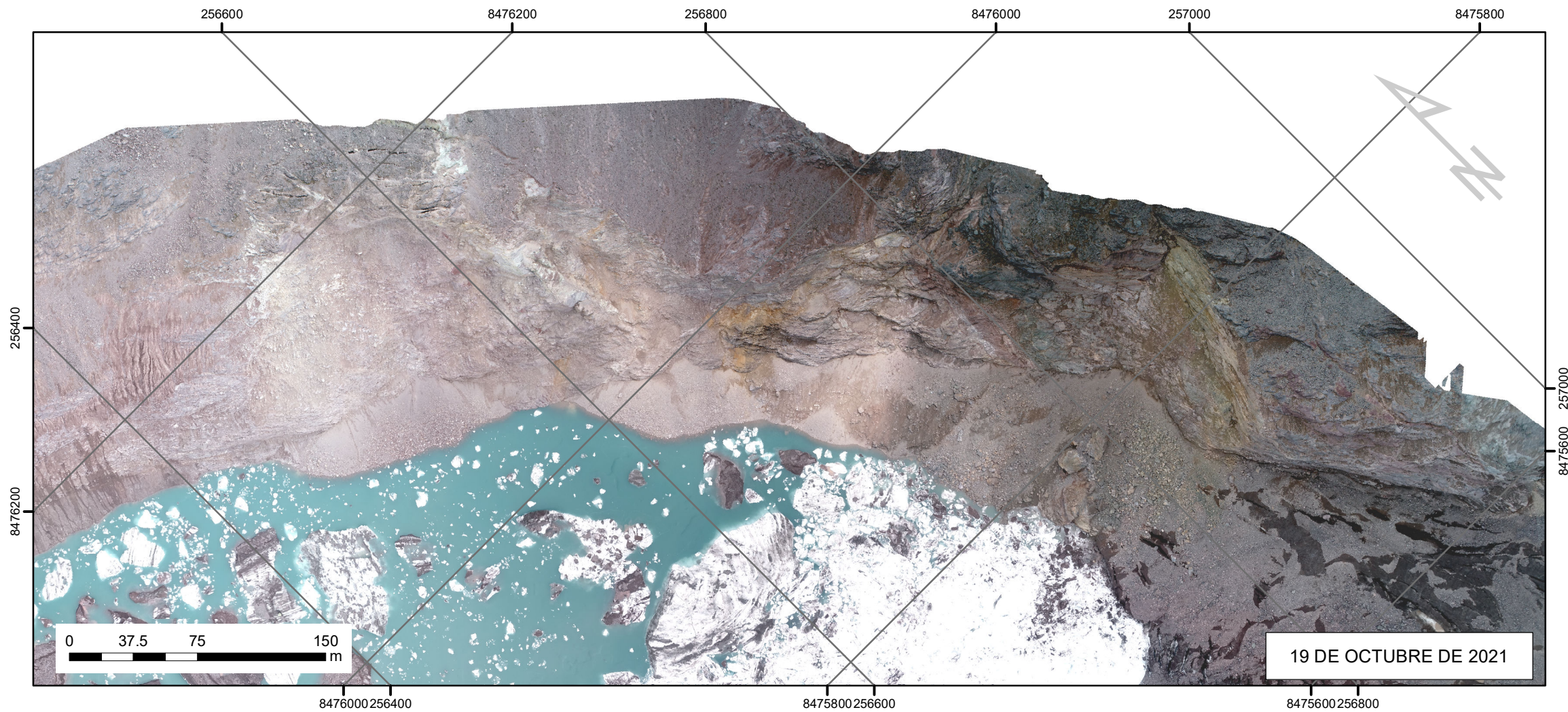


LOCALIZACIÓN

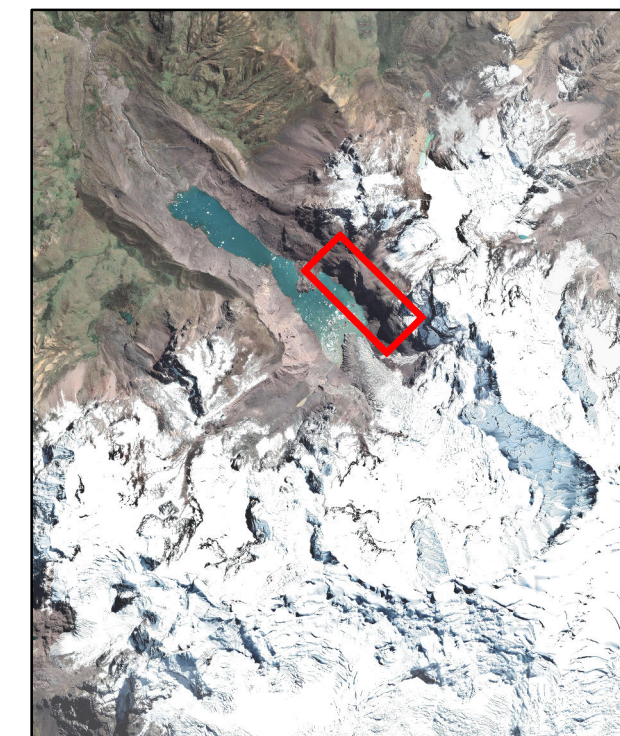


Distrito: Ocongate
 Provincia: Quispicanchi
 Departamento: Cusco

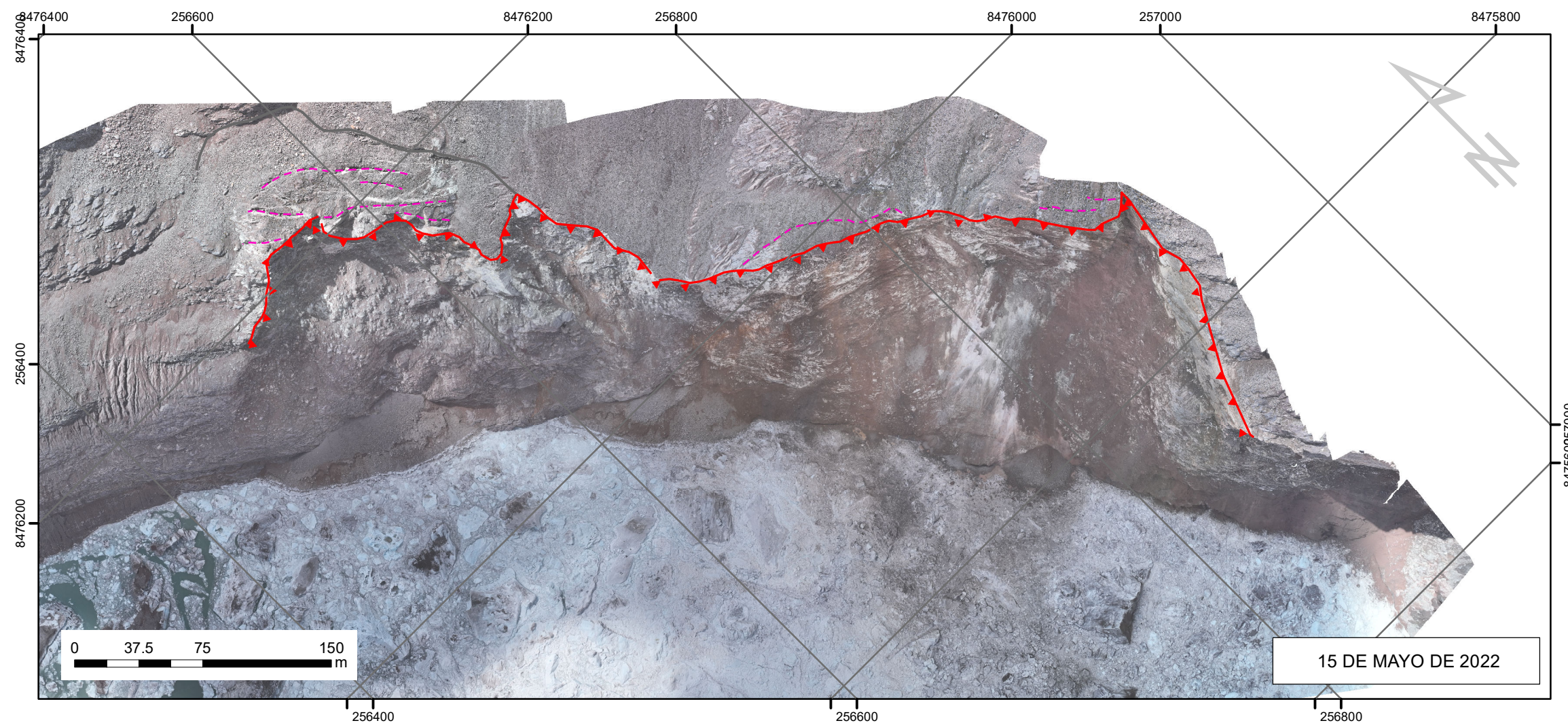
MAPA DE UBICACIÓN - LAGUNA UPISCOCHA		
Elaborado por: O. Vilca	Coordenadas: Proyección UTM Datum WGS84 - Zona 19S	Fecha : Mayo, 2022
Fuente: Elaboración propia	Escala: 1:25,000 	






LOCALIZACIÓN



Distrito: Ocongate
 Provincia: Quispicanchi
 Departamento: Cusco



SIMBOLOGÍA

-  Corona de deslizamiento
-  Escarpa principal
-  Grieta de tensión



ORTOFOTO 2021 - 2022

Elaborado por: O. Vilca	Coordenadas: Proyección UTM Datum WGS84 - Zona 19S	Fecha : Mayo, 2022
Fuente: Elaboración propia	Escala: 1:3,000	
