

Informe de inspección 01

LAGUNA SALKANTAYCOCHA



INAIGEM
INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y
ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Elaborado por:
Ing. Oscar Vilca Gómez
Especialista en Hidrología y Glaciología

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

INFORME DE INSPECCIÓN DE LA LAGUNA SALKANTAYCOCHA

Fecha 25 de febrero del 2020.

Visita técnica realizada por el especialista en hidrología y glaciología de la Oficina Desconcentrada Macro Región Sur del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña INAIGEM, en razón a los sucesos acontecidos el día domingo 23 de febrero en la cuenca Salkantay.

1. Objetivo

Evaluar la situación de la laguna Salkantaycocha, luego de los sucesos acontecidos en la sub cuenca Salkantay.

2. Ubicación

Se ubica en la cabecera de la cuenca Salkantay, perteneciente a la cuenca Urubamba. Políticamente se ubica en el distrito de Santa Teresa, provincia de La Convención del departamento de Cusco, ver Figura 1.

Geográficamente sus coordenadas UTM / WGS84 son:

Este: 763,307

Norte: 8,523,695

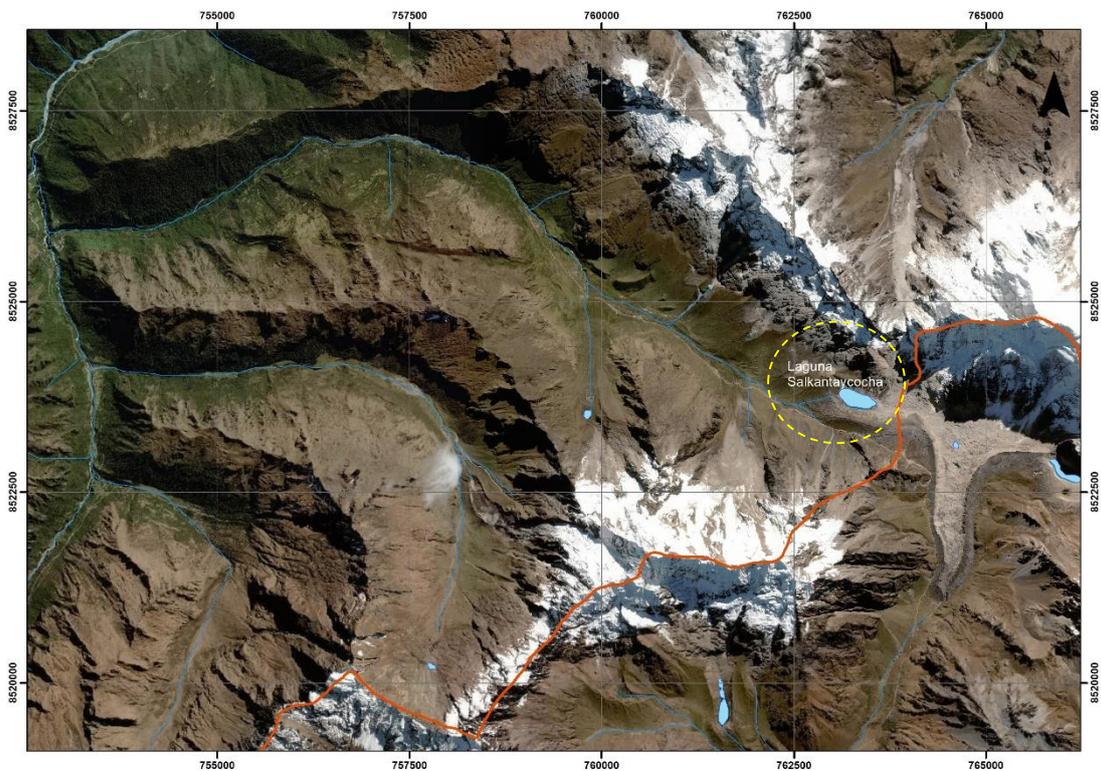


Figura 1. Ubicación de la laguna Salkantaycocha (Fuente: Elaboración propia)

3. Laguna Salkantaycocha

Es una laguna de origen glaciar situada a 4,500 msnm; ocupa una cubeta que dejó el glaciar durante su retroceso, sus características son:

Largo : 506 m
Ancho : 211 m
Superficie : 79,308 m²

Esta laguna se encuentra flanqueada en su totalidad por depósitos morrénicos Ver Figura 2, y su principal fuente de abastecimiento proviene del derretimiento de los glaciares del nevado Salkantay.

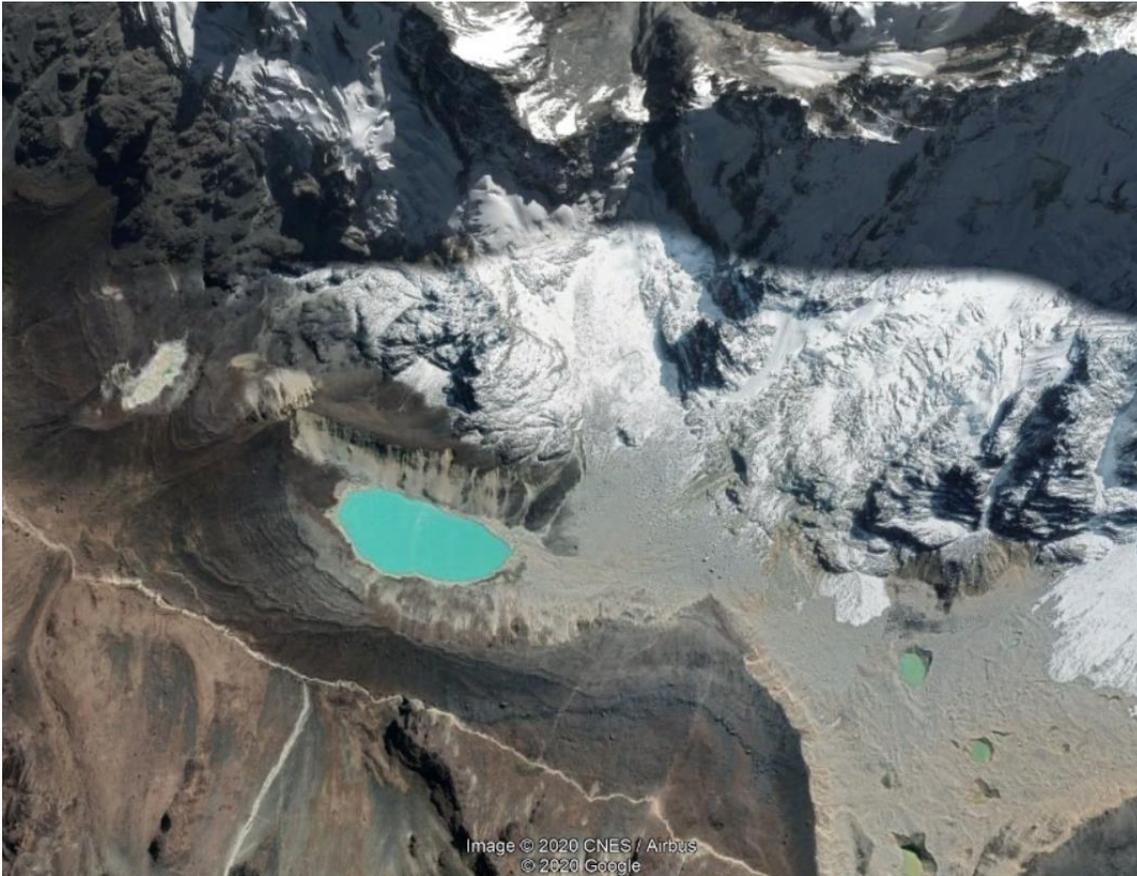


Figura 2. Imagen satelital de la laguna Salkantaycocha (Fuente: Google Maps).

El entorno de la laguna Salkantaycocha muestra evidencias claras de alteraciones en la superficie del agua, como es el cambio de coloración, también en la dinámica de los taludes internos, aspecto que se corrobora con la observación de deslizamientos y caída de rocas con relativa frecuencia (ver Figura 3).

En la zona posterior y entre el flanco izquierdo es posible apreciar una cantidad significativa de escombros, dispuestos en mayor proporción fuera del vaso lagunar.



Figura 3. Imagen de la laguna desde la zona posterior hacia aguas abajo, se observan los flancos izquierdo y derecho con marcadas zona de deslizamientos, así también en primer plano se observa la presencia de escombros, arena y lodo (Fuente: INAIGEM/O.Vilca).

La zona frontal que cumple la función de dique natural, está compuesta en su integridad por depósitos morrénicos, aquí se observan marcas que dejó el agua durante el salto u oleaje, sobrepasando los ~15 metros de borde libre (aproximadamente) (Ver Figura 4).



Figura 4. Zona frontal, se observa la huella del flujo de agua que sobrepasó la cota de rebose, también la erosión producida en la cara exterior (Fuente: INAIGEM / O.Vilca)

La zona posterior de la laguna se muestra con visibles signos de alteración en la superficie, con mayor presencia de escombros, arena y lodo. Esta zona es un depósito de detritos, con la frecuente caída de rocas y hielo proveniente de los frentes glaciares, hace la función de dissipador de energía amortiguando así la velocidad de las rocas antes que lleguen a impactar al espejo de agua (Ver Figura 5).



Figura 5. Vista de la zona posterior con presencia de abundante escombros, al momento de la inspección se observó caída de roca y hielo desde el frente glaciar. (Fuente: INAIGEM / O.Vilca)

4. Descripción de los sucesos

Avalancha mixta

Con origen en la cara sur del sector oeste del nevado Salkantay, aproximadamente entre los 5,600 y 5,400 msnm (Ver Figura 6). El desprendimiento de roca y hielo cae en forma vertical y luego se desplaza sobre el glaciar, este último cumple la función de una rampa de hielo debido a que posee una pendiente muy elevada, generando así la energía suficiente para alcanzar un desplazamiento de hasta 1.7 km.

Se estima la caída de un volumen de roca y hielo de aproximadamente 400 mil metros cúbicos, siendo roca más del 90% (Datos preliminares).



Figura 5. Zona de origen de la avalancha mixta, se observan las líneas paralelas en la pared rocosa que indican el proceso de fricción ejercido durante el desprendimiento (Fuente: Benito Moncada).

El volumen de escombros de la avalancha mixta, según la línea de flujo principal, se deposita entre la zona posterior de la laguna Salkantaycocha y sobre la línea del divorcio de aguas.



Figura 6. Línea de flujo de la avalancha y zona principal de depósito de escombros (Fuente: Benito Moncada)

Impacto en la laguna y generación del oleaje

Se plantea la hipótesis que un porcentaje menor del volumen total de escombros ingresa a la laguna, presumiblemente rocas de volumen considerable (De hasta 12 metros de diámetro), algunos de ellos impactan en el talud interior del flanco izquierdo causando deslizamientos, los mismos que aún se visibilizaron al momento de la inspección, el impacto de este volumen de escombros sobre el espejo de agua ocasiona el movimiento del agua y oleajes sucesivos dentro del vaso, siendo presumiblemente tres olas los que superan la cota de rebose del dique natural.

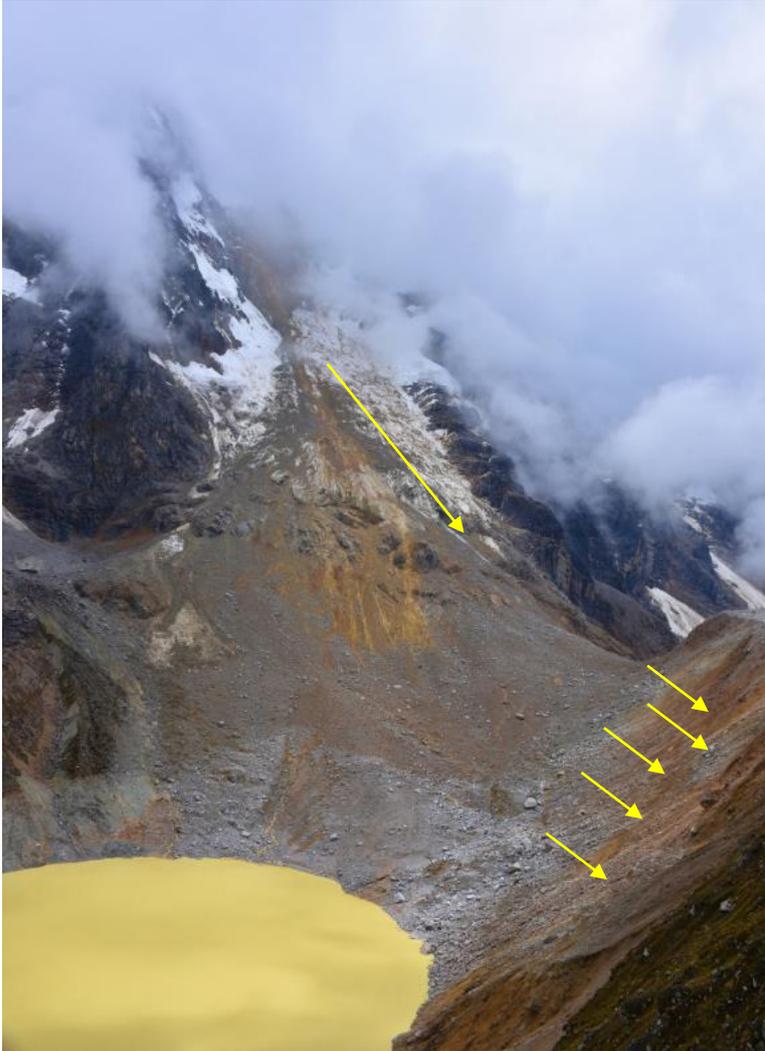


Figura 7. Se aprecia zonas significativamente alteradas en el talud interior del flanco izquierdo de la laguna, esto nos permite asumir la hipótesis sobre el impacto de los escombros (Fuente: INAIGEM / O.Vilca)

La dirección del flujo hidrodinámico llega ligeramente hacia la derecha del dique natural, zona donde se observa el mayor impacto con un deslizamiento de magnitud considerable y en constante dinámica, al momento de la inspección se observó continuos desprendimientos de roca (Ver Figura 8).



Figura 8. Dirección de flujo durante el oleaje, (Fuente: INAIGEM / O.Vilca)

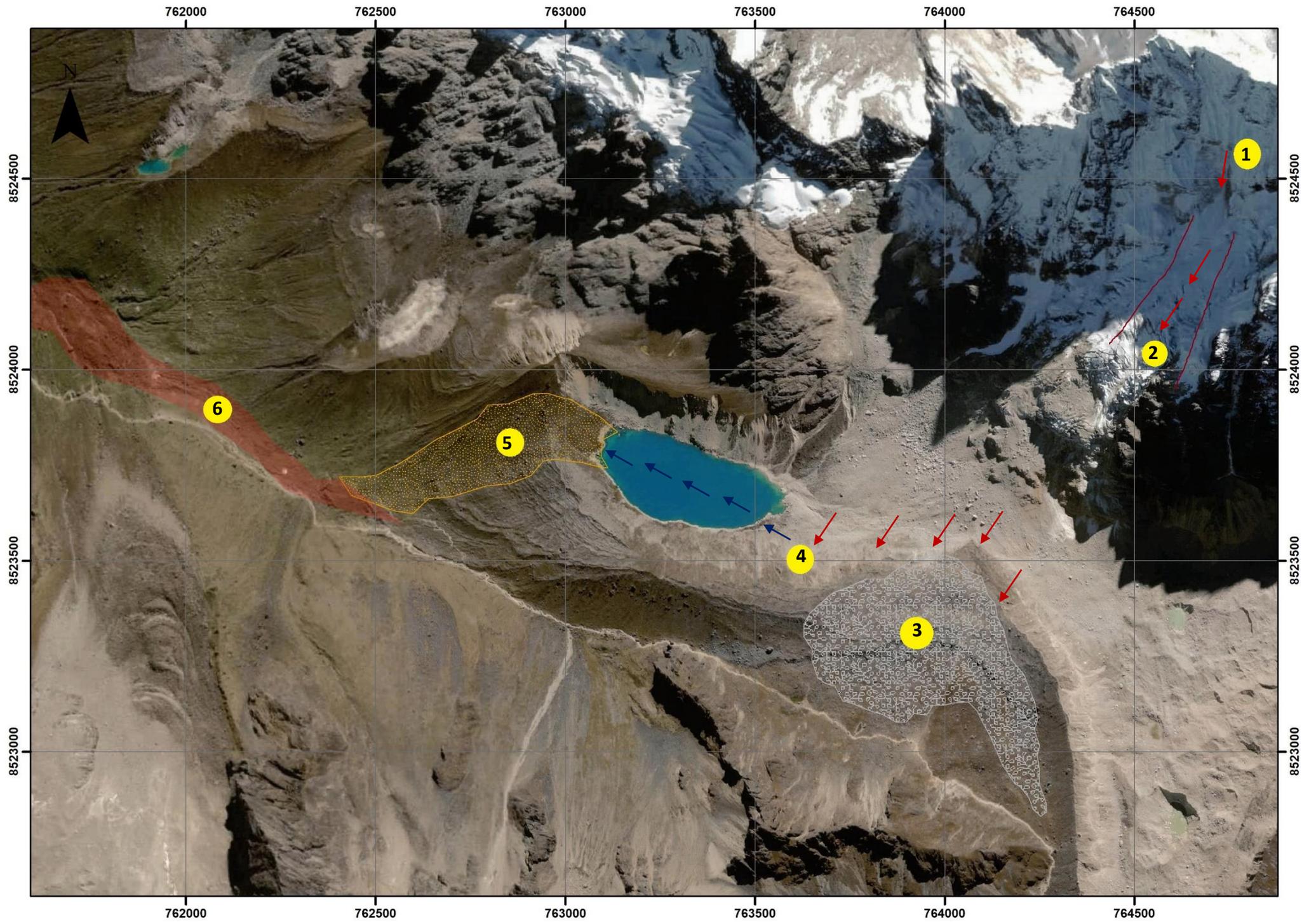
El proceso en cadena que desata la avalancha de tipo mixto (ver figura 9), tuvo como factores condicionantes lo siguiente:

- Días consecutivos con precipitaciones intensas.
- Laguna con el espejo de agua en su máximo nivel (sin rebose).
- Fuerte pendiente sobre el glaciar en la zona baja del desprendimiento, lo que facilitó que los escombros acumulen suficiente energía para sobrepasar la morrena de fondo y alcanzar así, hasta inmediaciones del abra Salkantay.

Figura 9. Descripción gráfica del proceso en cadena.

La avalancha mixta inicia en la cara sur del nevado Salkantay entre los 5,600 y 5,400 m de altitud **(1)**, se estima que cae un volumen de 400 mil metros cúbicos, estos escombros se transportan sobre el glaciar ubicado en la parte baja haciendo la función de rampa y con dirección de flujo hacia el divorcio de aguas **(2)**, la fuerte pendiente de la rampa incrementa la velocidad del flujo haciendo que estos se depositen en mayor proporción sobre la línea de divorcio de agua y parte de la morrena lateral izquierda **(3)**, una parte de los escombros impactan en el talud interior del flanco izquierdo logrando alcanzar el espejo de agua y desestabiliza la laguna al punto de generar oleajes dentro del vaso **(4)**, algunas olas sobrepasan el nivel de rebose de la laguna, erosionando la cara exterior del dique morrénico **(5)** El flujo de escombros se desplaza aguas abajo, ganando volumen con las escorrentías producto de las precipitaciones intensas de los últimos días **(6)**

(Fuente: Elaboración propia).



5. Conclusiones

- El fenómeno que originó el aluvión producto del desborde de la laguna Salkantaycocha fue una “avalancha mixta”.
- La avalancha mixta está compuesta predominantemente por roca.
- No se evidencia formación de brecha, el ancho de la base y la sección con una altura reducida en relación a los flancos hizo posible que el dique natural resista al impacto de los oleajes.
- Este evento pudo tener consecuencias mayores, en caso de que la totalidad de los escombros producto de la avalancha hubiera ingresado a la laguna.
- Se estima que el volumen de escombros precipitado desde la parte alta del nevado Salkantay es de 400 mil metros cúbicos.
- El volumen estimado de la laguna Salkantaycocha, es aproximadamente 2 millones de m³.
- El peligro es latente, considerando que la laguna mantiene un volumen importante de agua, y se observan desprendimientos de roca y hielo de manera permanente.

6. Recomendaciones

A corto plazo:

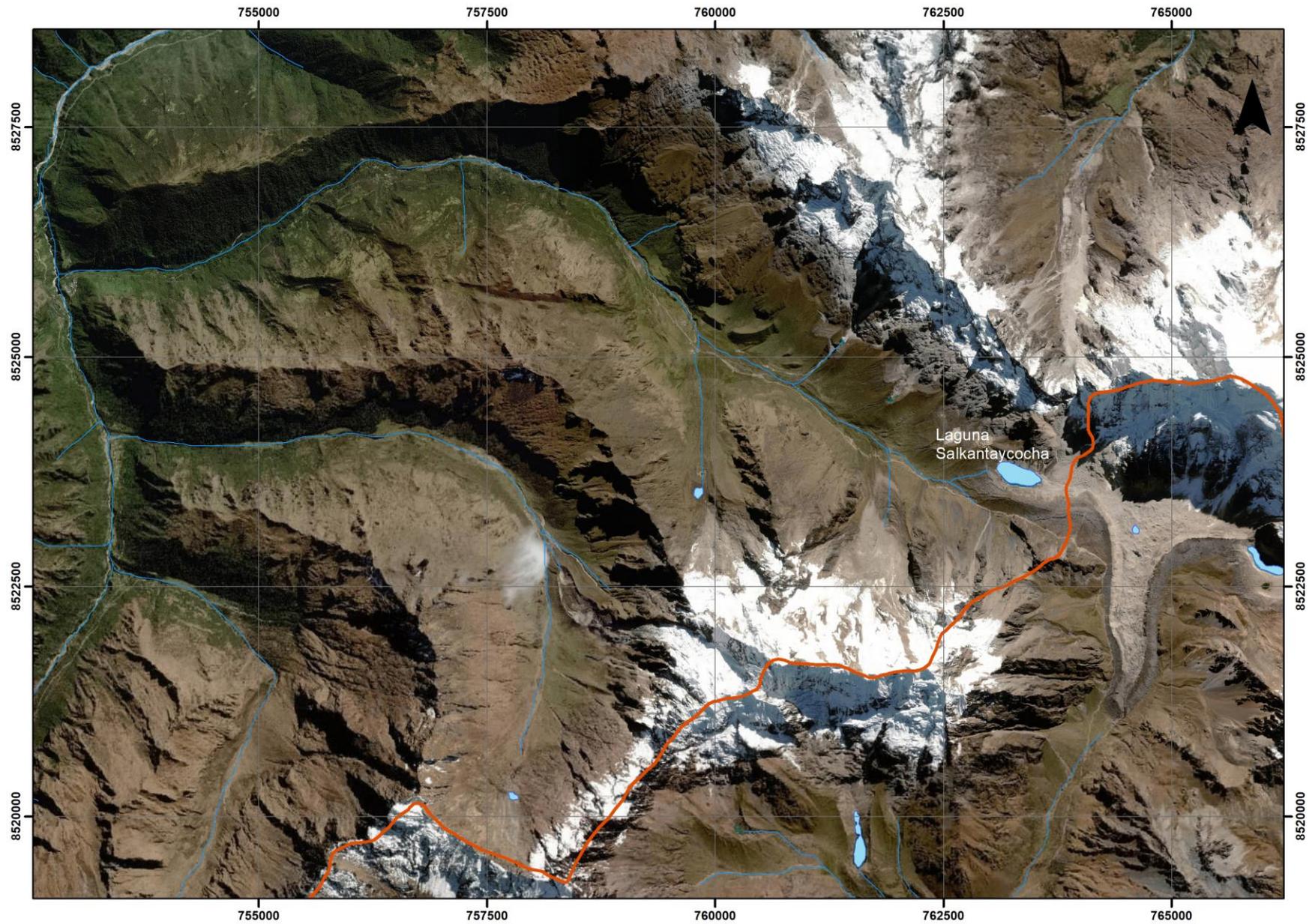
- Realizar la evaluación del ámbito mediante un levantamiento con DRONE.
- Estimar el volumen de hielo y roca con potencial de peligro.
- Evaluar la situación de la morrena frontal, que actúa como un dique de la laguna Salkantaycocha.

A mediano plazo:

- Realizar un estudio de evaluación de riesgos en la cuenca Salkantay.
- Realizar estudios geotécnicos a detalle, con la finalidad de determinar la estabilidad del vaso de la laguna posterior al evento suscitado.
- Realizar la batimetría de la laguna Salkantaycocha, para conocer con exactitud el volumen de acumulación de agua.
- Implementar un sistema de alerta temprana, para que la población actúe con suficiente tiempo y de modo adecuado para reducir daños de orden personal y material.
- Sensibilizar y preparar a la población de la sub cuenca Salkantay, fundamentalmente en aspectos de prevención.

Ing. Oscar Vilca Gómez
Especialista en Hidrología y Glaciología
Oficina Desconcentrada Macro Región Sur

Anexo. Mapa de Ubicación



Fotografías



Laguna Salkantaycocha antes del evento

Fuente: Abel Tseng

<https://lh5.googleusercontent.com/p/AF1QipPh1VJpiRoCroV8yZ9n9oqBP7ippOrKRBxWoNuk=h1440>



Laguna Salkantaycocha el día 25/02/2020

Fuente: INAIGEM / O.Vilca

Fotos 1. Comparativas de la laguna Salkantaycocha, antes y después del evento.



Foto 2. Vista panorámica de la zona de avalancha, capturada el día 24/02/2020 a las 09:14 hrs (Fuente: Benito Moncada)



Foto 3. Zona de depósito de escombros, se observa el tamaño de las rocas producto de la avalancha mixta (Fuente: INAIGEM / O.Vilca).



Foto 4. Taludes interiores del vaso, en línea amarilla se señala el impacto de los oleajes producidos por la avalancha (Fuente: INAIGEM / O.Vilca).



Foto 5. Panorámica de la zona de avalancha y la huella del flujo con dirección a la laguna (Fuente: INAIGEM / O.Vilca).



Foto 6. Zoom de la zona de arranque de la avalancha, se observa la acumulación de escombros en la zona alta/media (Fuente: INAIGEM / O.Vilca).



Foto 7. Deslizamiento en el talud de la morrena lateral derecha, cercano a la zona frontal (Fuente: INAIGEM / O.Vilca).



Foto 8. Vista de la cara exterior en la zona frontal del dique de la laguna Salkantaycocha (Fuente: Benito Moncada).