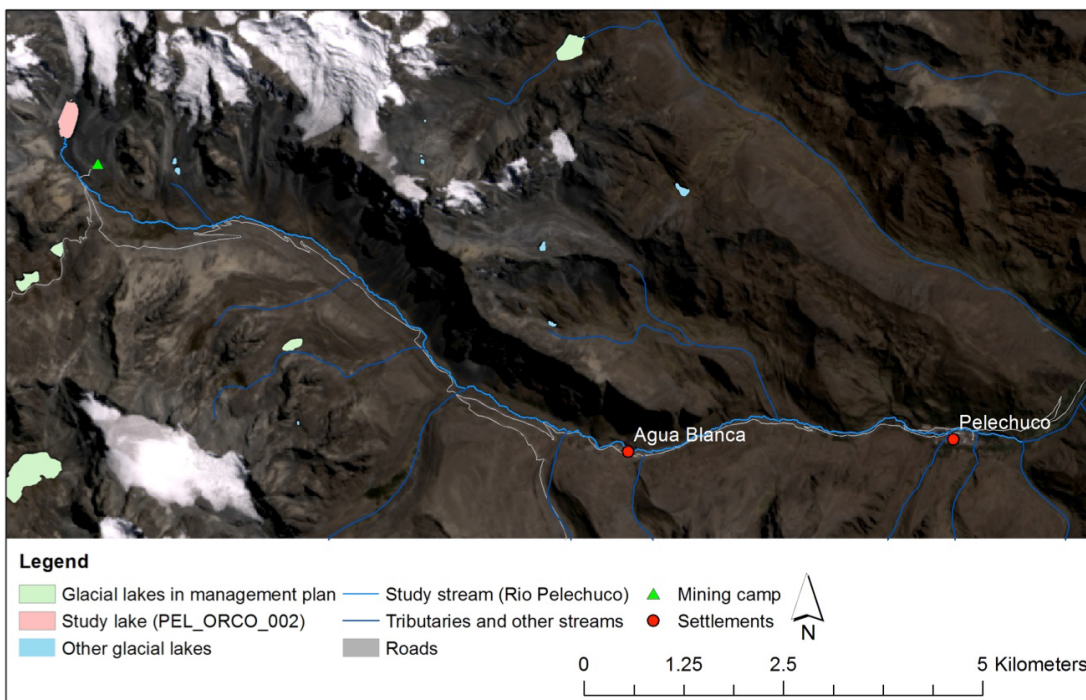


# Investigación de campo sobre Rupturas de Lagunas Glaciares (GLOFs) en la Cordillera Apolobamba

02 de Marzo de 2015

La Ruptura de Lagunas Glaciares (*Glacial Lake Outburst Floods – GLOFs*) en zonas de alta montaña es un fenómeno claramente ligado al calentamiento global, causa principal del retroceso glaciar. El único caso documentado de una inundación debido a la ruptura de una laguna glaciar en Bolivia hasta la fecha ha ocurrido en 2009 en Keara, pequeño pueblo en la Cordillera Apolobamba.

En 2014, la investigadora inglesa Kathryn Robertson estaba en la región para realizar un estudio de campo detallado de la laguna “PEL\_ORCO\_002” en la cabecera del valle de Pelechuco. Presentamos a continuación una versión abreviada y traducida de su [informe de campo](#).



*Mapa de ubicación de la laguna glaciar en el valle de Pelechuco (K. Robertson)*

Kathryn Robertson es estudiante de último año de la Universidad de Cambridge del Reino Unido. A mediados de 2014 estuvo en Bolivia para realizar estudios de campo en una de las lagunas glaciares potencialmente peligrosas en la parte superior del valle de Pelechuco en la Cordillera Apolobamba. La planificación del trabajo de campo se había realizado con el apoyo de Dirk Hoffmann y Rodrigo Tarquino del [Instituto Boliviano de la Montaña – BMI](#) en La Paz. Presentamos a continuación un resumen en español de dicho informe, cuya versión completa contiene también una lista bibliográfica.

## Lagunas glaciares

Lagunas glaciares son un fenómeno común en regiones de montaña con glaciares, como son el Himalaya y

los Andes. Se forman cuando agua de deshielo se acumula atrás de un dique de hielo o masa de piedra. El cambio climático acelera el [retroceso glaciar](#) en muchas regiones de alta montaña y, en consecuencia, lagunas glaciares aumentan en número y tamaño. Esto a su vez aumenta el peligro de Rupturas de Lagunas Glaciares (Glacial Lake Outburst Floods – GLOFs). Estos GLOFs ocurren, cuando el nivel del agua en la laguna glaciar sube por encima de la altura del dique o cuando un impacto externo, como ser una caída de hielo o una avalancha de nieve o roca, causa una ola muy fuerte que sobrepasa el dique. Este flujo de agua también puede erosionar el dique y llevar a un vaciamiento espontáneo y completo de la laguna, con serias consecuencias río abajo. El proceso de formación, crecimiento y ruptura de una laguna glaciar contenida por material glaciar se muestra en el esquema gráfico más abajo.

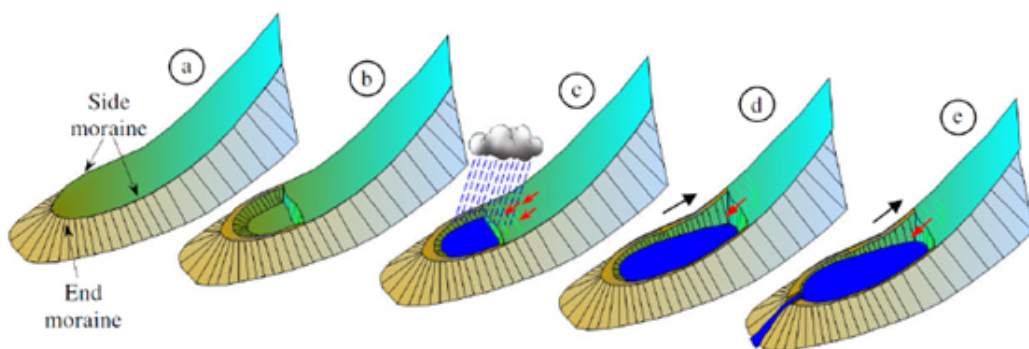
La investigación sobre la ocurrencia de GLOFs es un área importante de investigación debido a su gran potencial destructivo y el riesgo para asentamientos humanos. GLOFs pueden descargar hasta 30.000 metros cúbicos por segundo y viajar distancias de más de 200 kilómetros y siempre cuando el valle es muy poblado, pueden causar daños severos a la infraestructura, terrenos agrícolas y cobrar vidas humanas.

Sin embargo, el riesgo de Rupturas de Lagunas Glaciares puede ser limitado por una evaluación efectiva de las amenazas asociadas a las lagunas glaciares. Para esto existen diferentes metodologías como el mapeo de las lagunas y el monitoreo de su expansión en el tiempo y la simulación de rupturas y sus potenciales impactos. En muchos casos, el uso de imágenes satelitales ha sido una herramienta muy útil, considerando la poca accesibilidad de muchas de las lagunas glaciares de alta montaña. Sin embargo, el método más confiable es una combinación de herramientas, incluyendo el trabajo de campo.

### Rupturas de Lagunas Glaciares (GLOFs) en la Cordillera Apolobamba

La mayor parte de la investigación sobre GLOFs ha sido enfocada en la región de los Himalayas, los Alpes Europeos y la Cordillera Blanca en el Perú. Este proyecto se concentra en los Andes Bolivianos, donde, después del fuerte retroceso glaciar experimentado durante las últimas décadas, se ha realizado muy poca investigación sobre el tema.

La [Cordillera Apolobamba](#) es una cadena montañosa de aproximadamente 75 km de largo y es parte de la Cordillera Oriental de los Andes. La existencia de GLOFs en esta región ya no es solamente una mera hipótesis teórica; en 2009, una laguna glaciar por encima del pueblo de Keara se vació e inundó el valle hacia abajo, cortando comunicación por tierra por varios meses. En base a este incidente, las lagunas glaciares han sido incorporadas en el programa de monitoreo del área protegida de Apolobamba.



*Esquema gráfico de creación, crecimiento y ruptura de una laguna glaciar; fuente: Awal et al. 2010*

### El proyecto de investigación

La meta de este proyecto es determinar con detalle la amenaza de una laguna potencialmente peligrosa (la

laguna PEL\_ORC\_002), identificada como tal por el trabajo de Daniel Weggenmann de hace un par de años. Weggenmann había realizado un inventario glaciario completo para la Cordillera Apolobamba. Se eligió esta laguna de un grupo de lagunas clasificadas como “potencialmente peligrosas” por su potencial impacto en poblaciones humanas. La laguna nutre un río que atraviesa el valle de Pelechuco. Hay dos poblaciones en este valle, Agua Blanca y Pelechuco. En muchas partes del valle, la carretera de acceso se encuentra a muy poca distancia del río.

Es difícil calcular la probabilidad de la ocurrencia de una Ruptura de Lagunas Glaciares, porque estos eventos son muy raros y además son varios los posibles mecanismos que las pueden causar. Es por eso que este trabajo se enfoca en el potencial impacto que pueda tener una ruptura de la laguna glaciaria, y no tanto en discutir su probabilidad.

### El trabajo de campo

Para poder estimar el volumen de la laguna, y con esto determinar el posible rango de volúmenes de agua de inundación en caso de una ruptura, se requirió mediciones de la laguna. Para poder realizar la modelación, era necesario recabar datos geométricos detallados del valle y río entre la laguna glaciaria y el pueblo de Pelechuco. Aunque este tipo de datos en teoría puede ser obtenido a través de imágenes satelitales y Modelos de Elevación Digital (DEM), la resolución de estos datos no hubiera sido lo suficientemente alta como para permitir por sí solo una estimación exacta de la geometría del valle y de la laguna.

Por eso, era necesario conducir trabajo de campo para poder definir la geometría con alta resolución. Para obtener estos datos, se pasó un total de seis días en el valle de Pelechuco. La medición de la laguna se realizó con un receptor GPS Garmin. Se hizo necesario caminar alrededor de la laguna en modo “track” y luego vaciar la información a la computadora.

Se obtuvo datos para la geometría del valle y del río Pelechuco midiendo secciones transversales del río y del valle en 14 puntos diferentes. Se usó una cinta de 50 metros, que fue colocada a través del río de forma perpendicular al flujo del agua; luego se procedió a medir la profundidad y distancia del suelo (ver foto abajo).



*Brecha antigua en el dique de la morrena (izq.); medición de caudal (dcha.)*

### Observaciones y resultados preliminares

Es todavía temprano para evaluar el potencial impacto de una inundación desde la laguna glaciaria PEL\_ORCO\_002, hasta que el trabajo de modelaje haya sido terminado. Sin embargo, es posible compartir algunas observaciones preliminares.

El borde del glaciario se ha retraído de tal forma que ya no llega hasta la laguna, lo que podría reducir las

tasas futuras de crecimiento de la laguna y disminuir el posible volumen máximo de agua para una inundación. Sin embargo, el retroceso del glaciar todavía significa un riesgo para una inundación, porque grandes bloques de hielo podrían caer a la laguna, causando una ola enorme que a su vez pueda destruir la morrena que contiene la laguna glaciar.

Ya se puede observar una brecha en la morrena que sirve de dique, lo que sugiere que una pequeña ruptura de esta laguna pueda haber ocurrido en el pasado. Porque ya hay un riachuelo de desagüe de la laguna, un vaciamiento repentino y completo de la laguna glaciar parece poco probable. Sin embargo, un gran volumen de agua todavía puede ser liberado en caso de colapso de la morrena, posible también como consecuencia del derretimiento del hielo en su interior. Para poder determinar si la morrena efectivamente cuenta con un núcleo de hielo, sería necesario efectuar investigaciones geofísicas adicionales.

En los próximos pasos, los datos sobre el área de la laguna serán usadas para calcular el posible volumen de descarga. Con esta información se estará elaborando escenarios de inundaciones mediante el modelamiento computacional. Se espera que los resultados obtenidos puedan ayudar a una evaluación y el manejo de amenazas de Rupturas de Lagunas Glaciares en el valle de Pelechuco.

El informe de campo completo (en inglés) puede ser bajado aquí: [\*Glacial Lake Outburst Floods in the Cordillera Apolobamba, Bolivia: Fieldwork report.\*](#)

Kathryn Robertson puede ser contactada a través del siguiente correo electrónico: [kathrynrobertson1@gmail.com](mailto:kathrynrobertson1@gmail.com)