



## PROYECTO GLACIARES+

Más allá de los riesgos hacia  
las oportunidades

# Proyección de Lagunas Futuras en las Cordilleras Glaciares del Perú



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



EL PERÚ PRIMERO



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Confederación Suiza

Agencia Suiza para el Desarrollo  
y la Cooperación COSUDE



University of  
Zurich<sup>UZH</sup>



# Proyección de Lagunas Futuras en las Cordilleras Glaciares del Perú

Ministra de Agricultura y Riego

Fabiola Martha Muñoz Dodero

Viceministra de Políticas Agrarias

María Elena Rojas Junes

Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego

Jorge Luis Montenegro Chavesta

Jefe de la Autoridad Nacional del Agua

Walter Obando Licera

Gerente General

Jorge J. Ganoza Roncal

Director (e) de la Dirección de Calidad y Evaluación de Calidad de Recursos Hídricos

Óscar A. Ávalos Sanguinetti

Responsable del Área de Evaluación de Glaciares y Lagunas

Nelson Santillán Portilla

## Autores principales:

Lucía Guardamino<sup>1</sup>,  
Wilfried Haerberli<sup>1</sup>, Randy Muñoz<sup>1</sup>,  
Fabian Drenkhan<sup>1,2</sup>, Arnaldo Tacsí<sup>3</sup>,  
Alejo Cochachin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geografía,  
Universidad de Zúrich

<sup>2</sup>Departamento de Humanidades,  
Pontificia Universidad Católica  
del Perú

<sup>3</sup>Área de Evaluación de Glaciares  
y Lagunas,  
Dirección de Calidad y Evaluación  
de Recursos Hídricos,  
Autoridad Nacional del Agua

## Contribuciones:

Daniel Colonia, Claudia Giraldez,  
Simone Schauwecker, Judith Torres,  
E. Braendle y Holger Frey.

## Editado por:

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
Calle Diecisiete N° 355  
Urb. El Palomar  
San Isidro, Lima, Perú

## Para más información:

[www.proyectoglaciares.pe](http://www.proyectoglaciares.pe)  
[infooglaciares@care.org.pe](mailto:infooglaciares@care.org.pe)

## Foto portada:

Laguna Artesoncocha Alta, nueva laguna en formación en el término glaciar del Nevado Artesonraju, Cordillera Blanca. Foto: Área de Evaluación de Glaciares y Lagunas.

## Diseño y diagramación:

Herbert Salvatierra Böttger

Publicación electrónica disponible en: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/3597>

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2019-05609

Primera edición: Abril 2019

Tiraje: 500 ejemplares

Se terminó de imprimir en mayo del 2019 en Zuna Printing E.I.R.L.

Calle 43 Mz N1 Lote 22 Urb. Albino Herrera, Carmen de la Legua, Callao

El contenido de esta publicación solo podrá ser reproducido con autorización de la Autoridad Nacional del Agua, incluyendo autoría y fuente de información. Prohibida su venta.

El siguiente estudio se realizó en el marco del Proyecto Glaciares+ (PG+) en estrecha colaboración con el Área de Evaluación de Glaciares y Lagunas de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en el Perú. El PG+ es una iniciativa de la cooperación Suiza – Perú en el marco del Programa Global de Cambio Climático y Medio Ambiente de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), ejecutado por CARE Perú y el consorcio suizo liderado por la Universidad de Zúrich, y conformado por Meteodat, el Centro de Investigación del Medio Alpino (CREALP), y la Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL). El PG+ se establece en estrecha coordinación con la ANA y el Ministerio del Ambiente (MINAM) y es implementado por el Área de Evaluación de Glaciares y Lagunas de la ANA, Gobiernos Regionales de Ancash, Cusco y Lima así como por los gobiernos y universidades locales. Esta iniciativa busca mejorar la capacidad de adaptación integral, promover el uso productivo del agua procedente de los glaciares y fortalecer capacidades para la reducción de riesgos de desastres frente al retroceso glaciar en el Perú.

# Contenidos

1. Antecedentes	4
2. Objetivo	4
3. Metodología	4
4. Resultados	6
5. Conclusiones	8
6. Recomendaciones	9
7. Materiales disponibles	10
8. Referencias	11
9. Anexos	12
Anexo 1: Posibles lagunas futuras identificadas (superficie >1ha) por cordillera	12
Anexo 2: Mapas	42
Anexo 3: Preguntas frecuentes sobre la información científica respecto a la topografía del lecho glaciar y posibles lagunas futuras en el Perú	54
A. Introducción: a la vanguardia en investigación en alta montaña	54
B. ¿Qué modelos pueden usarse para calcular la topografía del lecho glaciar?	55
C. A la fecha ¿dónde se han aplicado dichos modelos?	57
D. ¿Han sido los modelos y sus resultados comparados y evaluados?	58
E. ¿Cómo la selección del DEM y la incertidumbre del modelo afectan posibles aplicaciones?	59
F. ¿Qué pueden aportar las mediciones en campo adicionales?	60
G. ¿Se formarán lagunas donde las depresiones del lecho glaciar están quedando expuestas?	61
H. ¿Cuáles deben ser los siguientes pasos en la ciencia y la política?	62

# 1. ANTECEDENTES

Con el continuo calentamiento global y reducción glaciaria, nuevas lagunas pueden formarse donde las depresiones en el lecho glaciario quedan expuestas por el retroceso del hielo. Opciones para el uso, así como el incremento de riesgos se relacionan a estas nuevas lagunas (Haerberli et al. 2016, Drenkhan et al. 2018, 2019).

La simulación de posibles lagunas futuras constituye un importante avance científico, así como una base esencial para la planificación y adaptación tempranas ante los impactos del cambio climático. Estas potenciales nuevas lagunas representan probables lugares de almacenamiento de agua, en un mundo con una fuerte reducción del suministro hídrico estacional proveniente de los deshielos glaciares y la mayor variabilidad de las precipitaciones. Posibilidades de uso asociadas a nuevas fuentes de hidroenergía, suministro de agua, turismo, entre otros, surgen en este escenario. Sin embargo, también probables fuentes de amenazas emergen en tanto que las lagunas quedan expuestas a diferentes tipos de procesos de movimientos de masa, incluyendo la desestabilización de las pendientes en torno a los picos de hielo debido a la descompensación de la presión de las laderas del glaciar y la degradación del permafrost. Por lo tanto, el conocimiento acerca del futuro de las lagunas contribuye a una gestión prospectiva e integrada de los recursos hídricos, de los riesgos y ordenamiento del territorio para enfrentar los impactos de ambos cambios: hidro-climáticos y socio-económicos. En este contexto, un reciente estudio sobre la cuenca del Vilcanota-Urubamba (sur peruano) analizó los riesgos actuales y futuros relacionados a las lagunas futuras, y explora posibles opciones de gestión (Drenkhan et al. 2019).

Aquí proporcionamos acceso a material detallado sobre la topografía del lecho glaciario, depresiones asociadas y posibles lagunas futuras en las cordilleras glaciares del Perú. Este material va dirigido a tomadores de decisiones, la comunidad científica y el público en general.

## 2. OBJETIVO

Generar una base de datos geoespacial que abarque posibles sitios de futuras lagunas, incluyendo estimaciones de áreas, volúmenes y una aproximación de los probables períodos de formación bajo condiciones constantes y aceleradas de retroceso glaciario en los Andes del Perú. Así, contribuir con el conocimiento sobre las lagunas y paisajes futuros para la adopción de estrategias de adaptación al cambio climático respecto a la gestión integrada de los recursos hídricos, gestión del riesgo de desastres y ordenamiento territorial en un modelo de planificación de corto a largo plazo.

## 3. METODOLOGÍA

La metodología expuesta describe los datos empleados en el modelamiento del lecho glaciario con el modelo GlabTop (Glacier bed Topography) (Linsbauer et al. 2009), el análisis visual para la asignación de niveles de confiabilidad y la estimación del inicio más próximo de formación de las lagunas.

La información topográfica fue proporcionada por el Modelo Digital de Elevación (DEM, por sus siglas en inglés) SRTM Plus de 30m obtenido en febrero del año 2000. Este DEM incluye el llenado de vacíos con DEMs adicionales, proporcionando una definición mejorada del terreno, particularmente en regiones escarpadas de alta montaña<sup>1</sup>. Los contornos glaciares se tomaron del segundo Inventario Nacional de Glaciares de la ANA (ANA 2014)<sup>2</sup>. Finalmente, las líneas de flujo glaciario fueron digitalizadas manualmente siguiendo las recomendaciones de Paul y Linsbauer (2012). Los DEMs usados y contornos glaciares fueron generados en el lapso de una década o menos, por lo tanto, las geometrías de la superficie glaciaria y los bordes glaciares empleados, corresponden a fechas relativamente próximas.

Todas las depresiones simuladas en el lecho fueron visualmente verificadas respecto a (1) los tres criterios morfológicos descritos por Colonia et al. (2016, 2017; después Frey et al. 2010), (2) la calidad del traslape visualmente evaluada entre la simulación realizada a partir del DEM SRTM Plus de 30m y una simulación alterna en la que se empleó el DEM SRTM de 90m, también del año 2000 y, (3) la localización de las lagunas en áreas de divisiones planas de neviza<sup>3</sup>. En base a este análisis sistemático, se atribuyeron niveles de confiabilidad a todas las lagunas que aún no habían iniciado su proceso de formación (ver Tabla 1). Se asignó un nivel conservador de “baja confiabilidad” en todos los casos para las lagunas que se encontraban en áreas de divisiones planas de neviza, en tanto que no necesariamente representan

<sup>1</sup>Ver mayor información sobre el SRTM Plus de 30 m en: [www2.jpl.nasa.gov/srtm](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm)

<sup>2</sup>Data disponible en la página web:

[catalogo.geoidep.gob.pe/metadatos/srv/spa/catalog\\_search.jsessionid=FE043160911DC5505EFD0E9B5F0ABE85#/metadata/1099ce9e-bd97-49c1-a32a-2eccb35fcf79](http://catalogo.geoidep.gob.pe/metadatos/srv/spa/catalog_search.jsessionid=FE043160911DC5505EFD0E9B5F0ABE85#/metadata/1099ce9e-bd97-49c1-a32a-2eccb35fcf79)

<sup>3</sup>Áreas planas divididas donde la neviza y el hielo fluyen en direcciones opuestas o diversas.



**Imagen 1.** Nevado Chicón, Cordillera Urubamba, Cusco. Foto: Miguel Morán.

simulaciones equivocadas, a pesar de su alta incertidumbre en relación a su posición y forma. Los artefactos modelados en zonas de cresta debido al desfase de los DEMs y de las pendientes derivadas; y en áreas del término glaciar que actualmente no presentan cobertura de hielo, fueron eliminados. En pocos casos, donde las imágenes presentaban una baja calidad (p. ej. resolución espacial, nubes), fueron verificadas con otras fuentes adicionales de imágenes satelitales (Spot 5 y DigitalGlobe/Quickbird de Bing Maps).

El posible inicio del tiempo más próximo de formación de cada laguna se calculó siguiendo los pasos indicados por Colonia et al. (2016, 2017). Se evaluaron dos escenarios: el primer escenario, o escenario con condiciones de retroceso y cambio climático actuales, se calculó a partir de las tasas de retroceso horizontal y vertical del glaciar, tomando como base los datos proporcionados por el primer (1962 - 1970) y segundo inventario de glaciares (2003-2010); mientras que el segundo escenario, representa condiciones de retroceso acelerado, calculado a partir de un factor 2. Se establecieron tres categorías en relación al inicio de la formación de la laguna: (1) formación completada, en formación o inminente (posible formación dentro de los próximos 5 años), (2) probable formación antes del 2050, y (3) probable formación después del 2050.

ATRIBUCIÓN DE NIVELES DE CONFIABILIDAD				
1er paso		2do paso		3er paso
N° de CM* completados	Nivel de confiabilidad (I)	Calidad del traslape entre simulaciones	Nivel de confiabilidad (II)	Localización en zona de divisiones planas de neviza
0-1	baja	no hay traslape	baja	Verdadero: cambia a "baja"  Falso: mantiene "nivel de confiabilidad (II)"
		ligero/regular/buen traslape	baja a media	
2	media	no hay traslape	media	
		ligero/regular/buen traslape	media a alta	
3	alta	no hay traslape	media a alta	
		ligero/regular/buen traslape	alta	

\*CM: Criterios Morfológicos: (0) no cumple con ningún CM, (1) cambio de pendiente, (2) patrón de agrietamientos y (3) estrechamiento lateral.

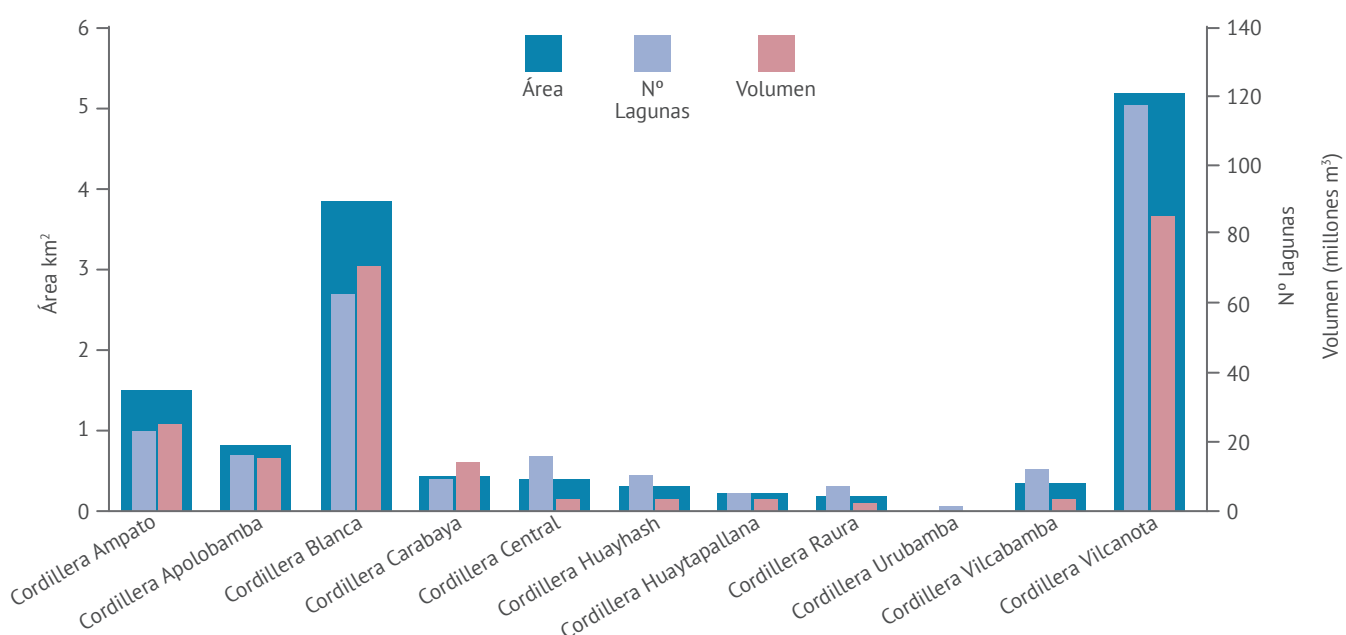
**Tabla 1.** Protocolo seguido para establecer niveles de confiabilidad de las lagunas futuras modeladas

## 4. RESULTADOS

Empleando la metodología descrita, se identificaron 287 sitios con depresiones en los lechos glaciares y áreas superiores a los 10,000 m<sup>2</sup> (>1ha). Estas depresiones, o probables lugares de formación de nuevas lagunas, se localizan en 11 de las 18 cordilleras glaciares del Perú. El volumen aproximado que representan es de 231 millones de m<sup>3</sup> (ver Figura 1 y Tabla 2). La cuenca con el mayor número de posibles lagunas futuras identificadas es la del Urubamba, donde se hallan el 28.9% de estas lagunas (ver Tabla 2).

Andes	Cuenca	Cordilleras											N°
		Ampato	Apolobamba	Blanca	Carabaya	Central	Huayhuash	Huaytapallana	Raura	Urubamba	Vilcabamba	Vilcanota	
Norte	Marañón	0	0	21	0	0	1	0	4	0	0	0	26
	Santa	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	41
	Pativilca	0	0	1	0	0	10	0	1	0	0	0	12
	Huallaga	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
	Huaura	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Central	Camaná	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	Ocoña	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	Quilca-Vitor-Chili	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Cañete	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	Mala	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
	Mantaro	0	0	0	0	10	0	6	0	0	0	0	16
	Rímac	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
	Alto Apurímac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7
Centro-sur	Urubamba	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	76	83
Sur	Suches	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	Azángaro	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	Inambari	0	7	0	10	0	0	0	0	0	0	39	56
	Alto Madre de Dios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<b>Total</b>		<b>24</b>	<b>17</b>	<b>63</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>117</b>	<b>287</b>

Tabla 2. Distribución de posibles lagunas glaciares futuras (>1 ha) por cuenca hidrográfica.



Nota: En 7 cadenas montañosas no se desarrollarían posibles lagunas futuras, debido a que sus glaciares se ubican en pendientes pronunciadas y cuentan con áreas de pequeña cobertura.

Imagen 2: Área, número de lagunas y volumen de las posibles lagunas glaciares futuras en las cordilleras del Perú.



La evaluación visual de las lagunas simuladas indica que 53 lagunas predichas a partir de la base de información del inventario de glaciares (ANA 2014), se están desarrollando, o ya han completado su proceso de formación (ver Tabla 3). El éxito en la identificación anticipada de estas lagunas da cuenta de la eficacia del modelo para determinar los sitios de posible formación de lagunas, generando resultados robustos, aun cuando las estimaciones sobre el espesor del glaciar y volumen de lagunas se encuentran en el orden de  $\pm 30\%$  (p. ej. Farinotti et al., 2017). Además, es probable que un número significativo de lagunas inicien su desarrollo en la primera mitad del siglo. Otras 112 lagunas podrían todavía formarse en la segunda mitad del siglo (ver Tabla 4). Estas lagunas corresponden con zonas de divisiones planas de neviza ubicadas a elevadas altitudes del glaciar.

Niveles de confiabilidad	N° lagunas
Baja	73
Baja a media	64
Media	26
Media a alta	33
Alta	38
Laguna(s) en formación o formada(s) <sup>1</sup>	53
<b>Total</b>	<b>287</b>

<sup>1</sup>Niveles de confiabilidad no fueron atribuidos a las lagunas en formación o completamente formadas (ver metodología).

**Tabla 3.** Clasificación de lagunas por niveles de confiabilidad

A partir de la comparación con el volumen glaciar nacional ( $38 \text{ km}^3$ ) calculado para los años 2003 al 2010, en el segundo inventario de glaciares, el volumen potencial de las futuras lagunas correspondería entre 0.5 y 1% del volumen glaciar total. Ello se puede explicar debido a la limitada extensión de las partes planas en los glaciares de las cordilleras del Perú que favorecerían la formación de nuevas lagunas. En el pasado reciente, las lenguas glaciares ubicadas en una topografía plana, han desaparecido, en contraste con glaciares ubicados en zonas de pendientes pronunciadas, mayormente pequeños y que aún se preservan. Como resultado de este efecto, el número de posibles lagunas futuras a formarse en la cordillera Vilcanota es superior, por su meseta plana y de gran altitud, en comparación con la cordillera Blanca y sus valles profundamente cortados (ver Imagen 2).

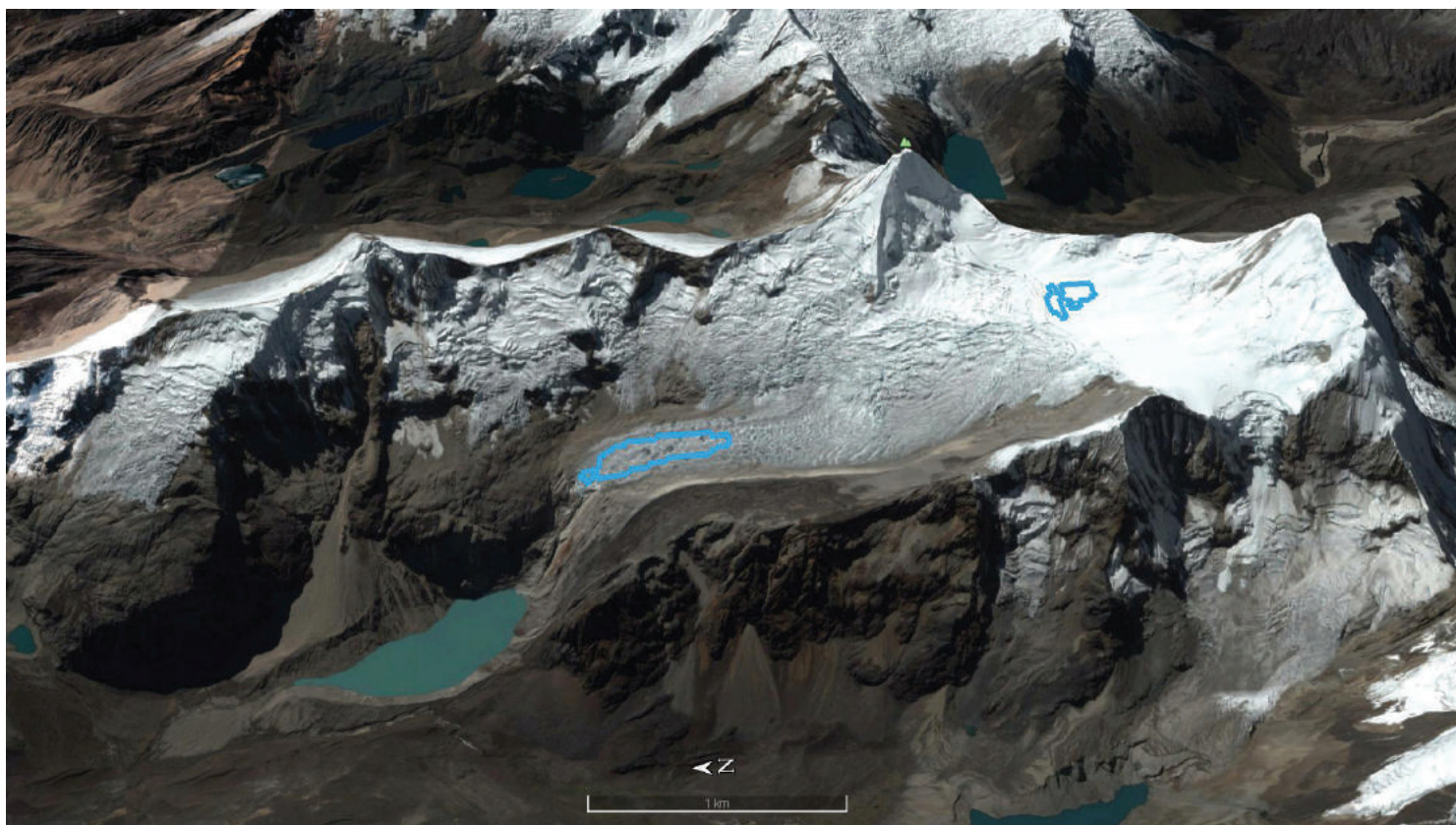
Inicio período de formación	N° lagunas
Completamente formada, en formación o inminente	116
Antes del 2050	59
Después del 2050	112

<sup>1</sup>Número de lagunas calculadas bajo las tasas de cambio y retroceso glaciar registradas a partir del primer y segundo inventario de glaciares (escenario constante).

**Tabla 4.** Clasificación de lagunas de acuerdo a su período más próximo de formación<sup>1</sup>

La mayoría de las nuevas lagunas se formarán en depresiones del lecho rocoso y, por lo tanto, presentarán represas estables. Sin embargo, la mayor parte de ellas también se constituirán cerca de pendientes de roca o morrenas y de picos rocosos extremadamente empinados por sobre los 5,000 m.s.n.m., donde en muchos casos se exhibe un derretimiento paulatino del permafrost y del glaciar. Este entorno cambiante y desestabilizador en alta montaña es proclive a causar, a largo plazo, el probable aumento de grandes avalanchas de roca o hielo hacia estas lagunas. Por ende, los riesgos derivados del impacto de olas e inundaciones, incluso para la población e infraestructuras a distancias considerables río abajo, también van en aumento (Haeberli et al., 2017).

## 5. CONCLUSIONES



**Imagen 3.** Alta confiabilidad en la simulación de dos posibles lagunas futuras (códigos: 1376914-25-1 y 1376914-25-2) en la Cordillera Blanca (nevado Alpamayo). Los tres criterios morfológicos se cumplen con claridad: (1) Cambio de pendiente en la dirección del flujo, (2) transición de una zona libre de agrietamientos hacia otra zona de agrietamientos transversales, y (3) estrechamiento lateral inducido principalmente por la existencia de un lecho rocoso resistente. Imagen tomada el 17.06.17. Fuente: Google Earth Pro.

- La metodología permite alcanzar evaluaciones realistas, incluyendo la definición de niveles de confiabilidad. Por lo tanto, es preciso realizar de manera conjunta una inspección visual de la morfología y la geometría glaciar actual, en combinación con modelamientos numéricos.
- Las estimaciones son más robustas respecto a la ubicación aproximada de las depresiones del lecho glaciar; mientras que, los cálculos sobre la forma, área, profundidad y volumen, en lugar de representar valores precisos, se deben interpretar como indicadores sobre la dimensión o magnitud de la laguna futura.
- El volumen de 231 millones de  $m^3$  en 287 sitios con depresiones de lechos modelados representa un volumen de 0.5 al 1% de la extensión glaciar de los años base del segundo inventario de glaciares (2003-2010). Este pequeño porcentaje se debe a que la mayoría de las partes planas de los glaciares ya han desaparecido en las cordilleras investigadas, dejando en su mayoría glaciares pequeños y de pendiente pronunciada.
- Es probable que la tasa de formación de nuevas lagunas se encuentre en una fase de declive, dado que la superficie glaciar que aún persiste es más reducida, con algunos sectores donde prácticamente esta ha desaparecido. Además, un importante número de lagunas futuras previstas probablemente comenzarán a formarse dentro de las próximas décadas.
- Estos resultados constituyen una primera proyección de lagunas futuras del Perú. Su realización precisó de la data proporcionada por el segundo inventario nacional de glaciares (para los años 2003 al 2010). En este sentido, se resalta los avances del Perú en la recopilación y el análisis de datos sobre los glaciares, sin los cuales no hubiese sido posible el desarrollo de la metodología expuesta.



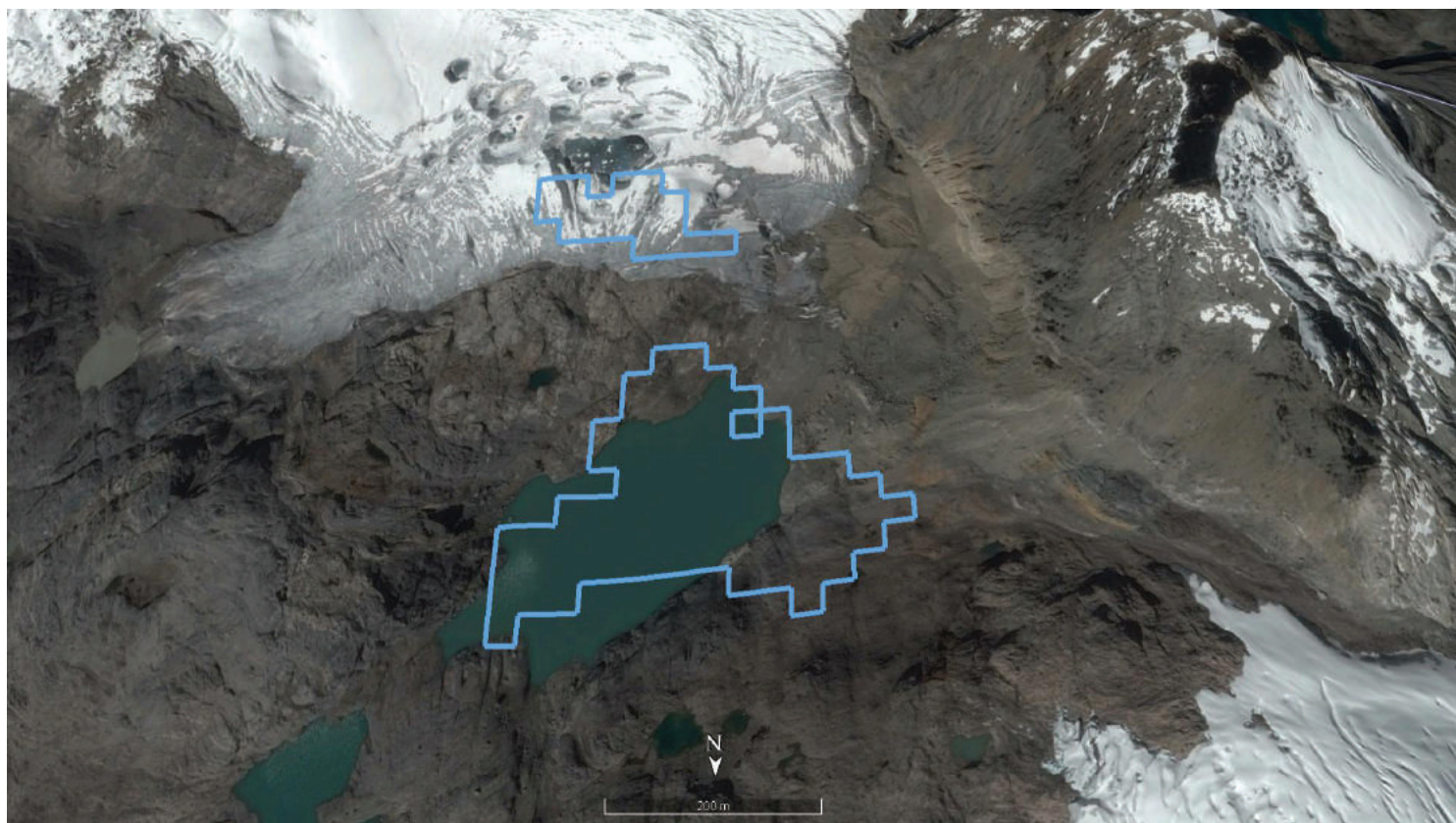


## 6. RECOMENDACIONES

- La información proporcionada en el estudio sobre la proyección de lagunas futuras es un insumo importante para la toma de decisiones y el desarrollo de políticas sostenibles a mediano y largo plazo. Por tal motivo, es imprescindible la transferencia de esta información a las autoridades competentes con el fin de darle utilidad práctica a la data presentada.
- Los resultados presentados para el Perú deben entenderse como una primera aproximación o estimación de orden de magnitud. En tal sentido, es necesario aplicar métodos más sofisticados (p. ej. radio-eco sondas en lugares críticos) para lograr estimaciones más precisas de las futuras geometrías de las lagunas y espesor del hielo. Para ello, un primer paso sería realizar un análisis a escala local-regional de la información proporcionada para priorizar este tipo de estudios en posibles lagunas futuras de interés.
- Dada la probabilidad que la mayoría de nuevas lagunas con volúmenes importantes se estén formando ahora o dentro de pocas décadas, la planificación a corto, mediano y largo plazo debe poner fuerte énfasis en el almacenamiento y uso del agua. En relación con los proyectos de hidroenergía o abastecimiento de agua, investigaciones locales complementarían el establecimiento de planes para la construcción de presas.
- Con la conformación de potenciales nuevas lagunas, viene la posibilidad del incremento de la vulnerabilidad y exposición de la población e infraestructuras ubicadas aguas abajo, a posibles eventos extremos y de impactos negativos. Se recomienda a las autoridades competentes desarrollar un análisis y evaluación aproximada del riesgo potencial relacionado, que permita construir una lista de prioridades donde se integren la necesidad de mayor investigación, así como de acciones hacia una gestión del riesgo de desastres, principalmente en regiones y zonas de alta montaña aledañas a glaciares.
- Nuevos potenciales de uso y almacenamiento de agua, que ofrecen las lagunas formadas, deben estar abordados adecuadamente mediante un proceso participativo y dentro de una gestión integrada de los recursos hídricos. El establecimiento de esta perspectiva de planificación anticipada, en conjunto con el reconocimiento de los múltiples usuarios del agua, garantizará la sostenibilidad y evitará que surjan competencias y conflictos sobre el acceso al recurso en algunas regiones.



Imagen 4. Peligro de origen glaciar, Ancash.



**Imagen 5.** Ejemplo exitoso de simulación de una laguna futura en la Cordillera Raura (código: 4989999-36-2). Asimismo, otra laguna (código: 4989999-36-1) podría estar iniciando su desarrollo, actualmente se observa formación de pequeña laguna supra-glaciar. Imagen tomada el 17.06.17. Fuente: Google Earth Pro.

## 7. MATERIALES DISPONIBLES

Los productos proporcionados corresponden con los datos espaciales: shapefiles, topografía subglaciar y mapas de lagunas futuras de cada cordillera. También se incluye un texto adicional con preguntas útiles para la ciencia y política. A continuación, toda la información se lista en detalle:

- Los shapefiles comprenden las depresiones simuladas de potenciales lagunas futuras en 11 cordilleras glaciares del Perú. Se incluyen los parámetros de área, volumen, una estimación del probable inicio de formación de la laguna, y las atribuciones de niveles de confiabilidad.
- La topografía subglaciar, o modelo de elevación sin glaciares, obtenida con el modelo GlabTop y a través de la substracción de los valores de espesor glaciar resultantes de la superficie del DEM. Este producto es la base para la identificación de posibles depresiones.
- Mapas generales para cada cordillera brindan información de los niveles de confiabilidad y posibles períodos de formación estimados para las potenciales lagunas futuras a partir de las tasas de retroceso glaciar de las últimas décadas. Además, se incluyen ejemplos seleccionados de la distribución del espesor del hielo con los sitios probables de formación de lagunas futuras en proceso de formación o que ya han completado su desarrollo (ver Anexo 2).
- Información relevante con Preguntas Frecuentes, el cual proporciona respuestas a preguntas básicas, tanto para científicos y partes interesadas, las cuales pueden surgir con el uso de la información ahora accesible. Asimismo, se proveen las correspondientes referencias a la literatura científica.

Información más detallada concerniente al presente estudio, en sus versiones inglés y español, se encuentra disponible en la página web ECLIM (Universidad de Zúrich): <http://eclim-research.ch/>



## 8. REFERENCIAS

- ANA, 2014. Inventario Nacional de Glaciares (resumen). Huaraz, Perú.
- Colonia, D., Torres, J., Haerberli, W. and Schauwecker, S. (2016): Metodología para la identificación de futuras lagunas glaciares en zonas tropicales: Andes del Perú. Boletín INAIGEM 2, 37–46. [https://issuu.com/inaigem/docs/inagem\\_boletin3-a](https://issuu.com/inaigem/docs/inagem_boletin3-a)
- Colonia, D., Torres, J., Haerberli, W., Schauwecker, S., Braendle, E., Giraldez, C. and Cochachin, A. (2017): Compiling an inventory of glacier-bed overdeepenings and potential new lakes in de-glaciating areas of the Peruvian Andes: Approach, first results, and perspectives for adaptation to climate change. *Water* 9, 336. doi: 10.3390/w9050336.
- Drenkhan, F., Huggel, C., Guardamino, L. and Haerberli, W. (2019): Managing risks and future options in the deglaciating Andes of Peru: the example of the Vilcanota-Urubamba Basin. *Science of the Total Environment* 665, 465-483. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.070
- Drenkhan, F., Guardamino, L., Huggel, C. and Frey, H. (2018): Current and future glacier and lake assessment in the deglaciating Vilcanota-Urubamba basin, Peruvian Andes. *Global and Planetary Change* 169, 105-118. doi: 10.1016/j.gloplacha.2018.07.005
- Farinotti, D., Brinkerhoff, D. J., Clarke, G. K. C., Fürst, J. J., Frey, H., Gantayat, P., Gillet-Chaulet, F., Girard, C., Huss, M., Leclercq, P. W., Linsbauer, A., Machguth, H., Martin, C., Maus- sion, F., Morlighem, M., Mosbeux, C., Pandit, A., Portmann, A., Rabatel, A., Ramsankaran, R., Reerink, T. J., Sanchez, O., Stentoft, P. A., Singh Kumari, S., van Pelt, W. J. J., Anderson, B., Benham, T., Binder, D., Dowdeswell, J. A., Fis- cher, A., Helfricht, K., Kutuzov, S., Lavrentiev, I., McNabb, R., Gudmundsson, G. H., Li, H., and Andreassen, L. M. (2017): How accurate are estimates of glacier ice thickness? Results from ITMIX, the Ice Thickness Models Intercomparison eXperiment. *The Cryosphere* 11, 949–970. doi: 10.5194/tc-11-949-2017
- Frey, H., Haerberli, W., Linsbauer, A., Huggel, C. and Paul, F. (2010): A multi level strategy for anticipating future glacier lake formation and associated hazard potentials. *Natural Hazards and Earth System Science* 10, 339-352. doi: 10.5194/nhess-10-339-2010.
- Haerberli, W., Schaub, Y., & Huggel, C. (2017). Increasing risks related to landslides from degrading permafrost into new lakes in de - glaciating mountain ranges. *Geomorphology*. doi: 10.1016/j.geomorph.2016.02.009
- Haerberli, W., Buetler, M., Huggel, C., Lehmann Friedli, Th., Schaub, Y. and Schleiss, A.J. (2016): New lakes in deglaciating high-mountain regions – opportunities and risks. *Climatic Change* 139(2), 201-214. doi: 10.1007/s10584-016-1771-5
- Linsbauer, A., Paul, F., Hoelzle, M., Frey, H., and Haerberli, W. (2009): The Swiss Alps without glaciers - a GIS-based modelling approach for reconstruction of glacier beds. *Proc. Geomorphometry 2009* 243–247. doi: 10.5167/uzh-27834

## 9. ANEXOS

### ANEXO I: POSIBLES LAGUNAS FUTURAS IDENTIFICADAS (SUPERFICIE >1HA) POR CORDILLERA



Imagen 6. Posibles lagunas futuras modeladas en la parte alta de la cuenca Vilcanota-Urubamba, Cordillera Vilcanota. Fuente: DigitalGlobe, Bing Maps.

#### 1.A. CORDILLERA AMPATO | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Camaná | Subcuenca: Capiza

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Periodo de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1345669-1-3	Llacllajo	752121	8276451	Arequipa	Castilla	Pampacolca	5398	11146	174	105	0.0892	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	1
1345692-1-2	Llacllajo	756427	8278646	Arequipa	Castilla	Viraco	6137	20433	217	161	0.1523	7	después 2050	después 2050	baja	1
1345669-1-1	Llacllajo	750588	8277436	Arequipa	Castilla	Pampacolca	5436	29721	246	167	0.2824	10	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media	1
1345669-1-2	Llacllajo	750884	8279376	Arequipa	Castilla	Pampacolca	6334	54799	244	305	0.8517	16	después 2050	después 2050	baja	1
1345692-1-1	Llacllajo	755517	8278523	Arequipa	Castilla	Viraco	5906	110526	486	477	0.8944	8	después 2050	después 2050	baja	1

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 1.1. B. CORDILLERA AMPATO | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Ocoña | Subcuenca: Chichas

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1364499-1-4	Collpa Huayco	753894	8281330	Arequipa	Condesuyos	Salamanca	5752	10217	173	110	0.0418	4	después 2050	después 2050	media a alta	1
1364356-3-1	Pacapausa	727415	8295484	Arequipa	Condesuyos	Salamanca	5472	14861	152	183	0.1393	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	1
1364498-1-1	Collpa Huayco	755117	8280971	Arequipa	Condesuyos	Salamanca	5631	19505	213	152	0.1198	6	antes 2050	antes 2050	media a alta	1
1364499-1-2	Collpa Huayco	752538	8280833	Arequipa	Condesuyos	Salamanca	5952	21362	246	130	0.0873	4	después 2050	después 2050	baja	1
1364499-2-1	Collpa Huayco	753496	8282959	Arequipa	Condesuyos	Salamanca	5751	27864	258	195	0.2619	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	1
1364378-1-2	Igosnioc	749338	8282559	Arequipa	Condesuyos	Salamanca	5597	30650	232	238	0.2220	7	antes 2050	antes 2050	media a alta	1
1364498-1-2	Collpa Huayco	755221	8279135	Arequipa	Condesuyos	Salamanca	5895	91022	341	499	0.7625	8	después 2050	después 2050	baja	1
1364499-1-5	Collpa Huayco	754037	8282178	Arequipa	Condesuyos	Salamanca	5598	143963	661	261	3.7068	26	antes 2050	antes 2050	baja a media	1
1364378-1-1	Igosnioc	750888	8281144	Arequipa	Condesuyos	Salamanca	5996	202477	639	526	3.4077	17	después 2050	después 2050	baja	1
1364499-1-1	Collpa Huayco	753733	8280682	Arequipa	Condesuyos	Salamanca	5800	252631	1015	426	8.9870	36	antes 2050	antes 2050	baja	1
1364499-1-3	Collpa Huayco	751951	8280722	Arequipa	Condesuyos	Salamanca	5992	268421	610	610	3.7607	14	después 2050	después 2050	baja	1

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 1.C. CORDILLERA AMPATO | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Ocoña | Subcuenca: Chorunga

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
136299-1-1	Piñog	749331	8280915	Arequipa	Condesuyos	Andaray	6013	12074	120	122	0.0502	4	después 2050	antes 2050	baja	1
136299-1-2	Piñog	748577	8280184	Arequipa	Condesuyos	Andaray	5551	15789	252	108	0.1310	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	1
136299-1-3	Piñog	748585	8279892	Arequipa	Condesuyos	Andaray	5539	17647	228	120	0.1783	10	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	1

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 1.D. CORDILLERA AMPATO | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Camaná | Subcuenca: Colca

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1349138-1-1	Huichay	834271	8259470	Arequipa	Caylloma	Cabanaconde	5790	92879	509	259	0.9994	11	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	1

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 1.E. CORDILLERA AMPATO | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Camaná | Subcuenca: Huacocane/Huarío

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiability	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1345499-1-2	Huacocane / Huarío	749426	8277825	Arequipa	Castilla	Pampacolca	5399	11146	207	71	0.0836	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	1
1345499-1-1	Huacocane / Huarío	749071	8278471	Arequipa	Castilla	Pampacolca	5475	31579	260	197	0.6242	20	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	1

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 1.F. CORDILLERA AMPATO | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Camaná | Subcuenca: Sigwas

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiability	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1322499-1-1	Lluta	834416	8257767	Arequipa	Caylloma	Lluta	5497	11146	136	136	0.0864	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	1
132296-1-1	Pichirijma	834536	8248758	Arequipa	Caylloma	Lluta	6179	14861	179	159	0.0492	3	antes 2050	antes 2050	baja	1

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

## 2.A. CORDILLERA APOLOBAMBA | Vertiente: Titicaca | Cuenca: Azángaro | Subcuenca: Grande

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Periodo de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
0199998-3-1	Inambari	452396	8383815	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	5102	23091	61	334	0.1579	7	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	2

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

## 2.B. CORDILLERA APOLOBAMBA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Inambari | Subcuenca: Huari Huari

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Periodo de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4664896-2-1	Sandia	451301	8385906	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	5082	61885	377	0.5588	9	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	2
4664899-6-1	Quiaca	460641	8385840	Puno	Sandia	Quiaca	5189	21244	265	0.1598	8	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	2
4664899-11-2	Quiaca	456139	8384999	Puno	Sandia	Quiaca	4998	127464	456	2.7950	22	22	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media a alta	2
4664899-11-1	Quiaca	457142	8384592	Puno	Sandia	Quiaca	5150	10160	152	0.1044	10	10	antes 2050	antes 2050	baja	2
4664898-10-1	Sina	473833	8381337	Puno	San Antonio de Putina	Sina	4965	151479	442	5.7590	38	38	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	2
4664898-12-2	Sina	472298	8379699	Puno	San Antonio de Putina	Sina	5123	60961	274	1.0816	18	18	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	2
4664898-12-1	Sina	471874	8379371	Puno	San Antonio de Putina	Sina	5247	12931	122	0.0480	4	4	después 2050	después 2050	alta	2

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado



2.C. CORDILLERA APOLOBAMBA | Vertiente: Titicaca | Cuenca: Suches | Subcuenca: Trapiche

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante *	E. cambio acelerado**		
017299-7-1	Canutira	460082	8383865	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	5240	12007	210	86	0.0462	4	antes 2050	antes 2050	baja	2
017299-5-2	Canutira	457553	8383346	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	5088	23091	216	157	0.2355	10	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	2
017299-5-1	Canutira	457507	8383193	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	5104	37870	237	286	0.2910	8	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	2
017299-8-1	Canutira	460973	8383100	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	5011	76663	432	215	1.3134	17	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	2
017299-2-1	Canutira	454339	8382716	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	5057	120075	344	518	2.1660	18	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	2
017296-3-1	Cuybas	468696	8380529	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	5041	37870	313	147	0.2291	6	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	2
017296-4-1	Cuybas	470661	8378141	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	5390	11084	91	152	0.0323	3	después 2050	antes 2050	baja a media	2
017296-4-2	Cuybas	471159	8377319	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	5233	12931	122	122	0.0591	5	después 2050	después 2050	alta	2
017296-4-3	Cuybas	470748	8376717	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	5040	40641	182	243	0.4812	12	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	2

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.A. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Buín

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376938-4-1	Shuytupampa	217819	8991904	Ancash	Carhuaz	Shilla	4687	72900	570	120	1.2132	17	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.B. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Pativilca | Subcuenca: Desague

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1375894-1-1	Chira	260440	8901520	Ancash	Bolognesi	Aquia	4944	20700	134	302	0.1773	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.C. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Hualcán

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376939-2-1	Chucchun	221907	8979036	Ancash	Carhuaz	Carhuaz	4937	24300	264	181	0.1413	6	después 2050	antes 2050	alta	3
1376939-2-2	Chucchun	221260	8978750	Ancash	Carhuaz	Carhuaz	4850	18000	67	208	0.2304	13	antes 2050	antes 2050	alta	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.D. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Llaca

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376958-4-1	Llaca	231772	8956257	Ancash	Huaraz	Independencia	4472	56700	430	196	0.6336	11	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.E. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Llucción

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376932-18-1	Parón	209998	9007930	Ancash	Huaylas	Caraz	4775	217800	1160	274	4.4505	20	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3
1376932-1-1	Huancotay	201752	9006714	Ancash	Huaylas	Caraz	4659	39600	467	168	0.3879	10	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	3
1376932-19-1	Parón	210024	9005581	Ancash	Huaylas	Caraz	4501	62100	411	201	0.6255	10	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	3
1376932-22-1	Parón	209341	9004191	Ancash	Huaylas	Caraz	4946	22500	381	63	0.1485	7	antes 2050	antes 2050	media	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.F. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Los Cedros

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376914-25-1	S/N	206796	9018783	Ancash	Huaylas	Santa Cruz	4845	117000	751	223	3.2031	27	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	alta	3
1376914-25-2	S/N	207350	9016729	Ancash	Huaylas	Santa Cruz	5375	38700	274	171	0.2214	6	después 2050	después 2050	alta	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.G. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Marcará

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376942-2-3	Lejiamayo	224226	8975672	Ancash	Carhuaz	Marcará	5298	14400	208	67	0.0756	5	después 2050	antes 2050	baja	3
1376942-2-2	Lejiamayo	224125	8975512	Ancash	Carhuaz	Marcará	5278	25200	255	85	0.135	5	después 2050	antes 2050	media	3
1376942-2-1	Lejiamayo	224183	8975331	Ancash	Carhuaz	Marcará	5254	16200	154	153	0.0927	6	después 2050	antes 2050	media	3
1376942-2-4	Lejiamayo	224946	8974614	Ancash	Carhuaz	Marcará	5199	37800	192	244	0.3321	9	después 2050	después 2050	media	3
1376942-5-1	Lejiamayo	225917	8972385	Ancash	Carhuaz	Marcará	4793	27900	302	168	0.612	22	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media	3
1376948-3-1	Honda	238638	8966176	Ancash	Carhuaz	San Miguel de Aco	4844	33300	330	120	0.4176	13	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	alta	3
1376948-3-2	Honda	238070	8965319	Ancash	Carhuaz	San Miguel de Aco	4998	56700	334	212	1.6641	29	después 2050	antes 2050	baja	3
1376949-4-1	Honda	242074	8964324	Ancash	Carhuaz	San Miguel de Aco	4715	63900	602	152	0.5715	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media	3
1376944-2-1	Yaracyacu	235635	8965671	Ancash	Carhuaz	San Miguel de Aco	5287	18900	150	210	0.099	5	después 2050	después 2050	alta	3
1376949-4-2	Honda	242597	8961935	Ancash	Carhuaz	San Miguel de Aco	5474	10800	90	210	0.0549	5	después 2050	después 2050	baja	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.H. CORDILLERA BLANCA | Cuenca: Santa | Subcuenca: Negro

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376978-17-1	Rurec	246226	8942893	Ancash	Huaraz	Olleros	4877	12600	60	300	0.0729	6	antes 2050	antes 2050	media	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.I. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Pachacoto

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376994-17-1	Pastoruri	260355	8902943	Ancash	Recuay	Catac	5032	16200	117	150	0.1512	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3
1376994-5-1	Qda. Raríá	256600	8912802	Ancash	Recuay	Catac	4758	27900	315	134	0.6876	25	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	3
1376994-10-1	Qda. Huayllaco	258092	8911425	Ancash	Recuay	Catac	4981	15300	90	150	0.189	12	antes 2050	antes 2050	baja	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.J. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Puchca

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4989967-4-1	Mosna	246512	8950281	Ancash	Huari	Huantar	4734	153900	647	268	5.3982	35	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	3
4989967-3-1	Mosna	247261	8949032	Ancash	Huari	Huantar	4894	95400	479	328	1.1646	12	antes 2050	antes 2050	alta	3
4989966-12-1	Rurichinchey	244745	8966165	Ancash	Huari	Huari	4753	10800	121	150	0.0711	7	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3
4989966-11-1	Rurichinchey	245296	8964949	Ancash	Huari	Huari	4812	98100	330	420	1.6659	17	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3
4989969-7-1	Mosna	258925	8913234	Ancash	Huari	Chavín de Huantar	4983	18900	205	138	0.2142	11	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.K. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Pariac

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376974-9-1	Intercuenca Río Pariac	244046	8947026	Ancash	Huaraz	Huaraz	4658	19800	150	120	0.153	8	después 2050	después 2050	alta	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.L. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Quillcay

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376969-2-1	Quilcayhuanca	245140	8960587	Ancash	Huaraz	Independencia	5132	36900	300	200	0.3366	9	después 2050	antes 2050	media	3
1376969-2-2	Quilcayhuanca	243762	8960102	Ancash	Huaraz	Independencia	5020	53100	290	270	0.5742	11	antes 2050	antes 2050	media	3
1376969-2-3	Quilcayhuanca	243855	8959938	Ancash	Huaraz	Independencia	5011	13500	60	300	0.054	4	antes 2050	antes 2050	media	3
1376964-4-1	Shallap	243042	8950670	Ancash	Huaraz	Huaraz	4783	56700	656	151	0.9702	17	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	alta	3
1376964-4-2	Shallap	245432	8950342	Ancash	Huaraz	Huaraz	4810	27900	225	183	0.4158	15	antes 2050	antes 2050	alta	3
1376964-4-3	Shallap	245134	8950229	Ancash	Huaraz	Huaraz	4780	23400	344	95	0.1575	7	antes 2050	antes 2050	alta	3
1376962-9-1	Qda. Cojup	239325	8960998	Ancash	Huaraz	Independencia	4600	42300	362	216	0.9702	23	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	3
1376969-2-4	Quilcayhuanca	244275	8957523	Ancash	Huaraz	Independencia	4966	10800	208	55	0.0882	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media	3
1376966-2-1	Quilcayhuanca	246491	8954045	Ancash	Huaraz	Huaraz	4773	11700	60	209	0.0765	7	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.M. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Quitarcasa

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376829-1-1	San Mateo	193634	9037211	Ancash	Huaylas	Yuracmarca	4776	12600	111	90	0.0855	7	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.N. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Ranrahirca

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376936-7-1	Llanganuco	209510	9000918	Ancash	Yungay	Yungay	4809	75600	508	240	0.9081	12	después 2050	antes 2050	baja	3
1376936-19-1	Llanganuco	214216	8996561	Ancash	Yungay	Yungay	4405	124200	801	218	2.9331	24	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media	3
1376936-19-2	Llanganuco	214523	8995329	Ancash	Yungay	Yungay	4480	31500	302	134	0.4239	13	después 2050	después 2050	baja	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.O. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Santa Cruz

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376926-1-1	Qda. de los Baños	199635	9014616	Ancash	Huaylas	Santa Cruz	4740	135000	917	277	1.2456	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.P. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Shiqui

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376996-7-1	Jeullesh	235992	8897889	Ancash	Recuay	Catac	4871	18900	239	180	0.1629	9	después 2050	después 2050	baja	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.Q. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Yanamayo

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4989944-13-1	Pomabamba	216947	9017605	Ancash	Pomabamba	Pomabamba	4997	56700	360	210	0.5319	9	después 2050	después 2050	alta	3
4989944-13-3	Pomabamba	215434	9017618	Ancash	Pomabamba	Pomabamba	5161	795600	1205	810	24.3792	31	después 2050	después 2050	alta	3
4989944-13-2	Pomabamba	216582	9017351	Ancash	Pomabamba	Pomabamba	5041	64800	403	295	0.7155	11	después 2050	después 2050	alta	3
4989946-30-1	Yurma	214380	9007164	Ancash	Yungay	Yanama	4328	22500	263	104	0.2484	11	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media	3
4989946-30-2	Yurma	214042	9006804	Ancash	Yungay	Yanama	4370	45000	325	201	0.4545	10	antes 2050	antes 2050	baja	3
4989949-6-1	Juitush	242453	8974184	Ancash	Asuncion	Chacas	4405	17100	150	120	0.1503	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3
4989949-6-2	Juitush	242613	8973530	Ancash	Asuncion	Chacas	4611	20700	274	125	0.1836	9	después 2050	antes 2050	alta	3
4989949-6-3	Juitush	244485	8971647	Ancash	Asuncion	Chacas	5188	138600	604	338	1.9467	14	después 2050	después 2050	alta	3
4989949-6-7	Juitush	243816	8971232	Ancash	Asuncion	Chacas	5174	11700	210	90	0.0585	5	después 2050	después 2050	alta	3
4989949-6-6	Juitush	244270	8970894	Ancash	Asuncion	Chacas	5214	27900	162	239	0.1575	6	después 2050	después 2050	alta	3
4989949-6-4	Juitush	244834	8970891	Ancash	Asuncion	Chacas	5242	100800	477	309	1.206	12	después 2050	después 2050	alta	3
4989949-6-9	Juitush	243517	8970698	Ancash	Asuncion	Chacas	5220	88200	498	240	0.7173	8	después 2050	después 2050	media	3
4989949-6-5	Juitush	244970	8970039	Ancash	Asuncion	Chacas	5299	102600	448	234	1.2717	12	después 2050	después 2050	baja	3
4989949-36-1	Qda. Huichganga	226664	8978638	Ancash	Asuncion	Chacas	4446	17100	185	125	0.1836	11	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3
4989949-28-1	Qda. Huichganga	231450	8975947	Ancash	Asuncion	Chacas	4841	34200	276	202	0.522	15	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	3
4989949-6-8	Juitush	242595	8972165	Ancash	Asuncion	Chacas	4865	44100	446	138	0.5571	13	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 3.R. CORDILLERA BLANCA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Santa | Subcuenca: Yanayacu

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1376982-6-1	Qda. Gueshgue	253272	8916762	Ancash	Recuay	Catac	4794	120600	585	300	2.5911	21	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	3

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado



#### 4.A. CORDILLERA CARABAYA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Inambari | Subcuenca: Araza

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m²)	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm³)	Prof. Media (m)	Periodo de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4664822-3-2	Camanti	309369	8496218	Cusco	Quispicanchi	Camanti	4914	11084	205	110	0.0416	4	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja	4
4664822-3-1	Camanti	308811	8495783	Cusco	Quispicanchi	Camanti	4855	320507	638	790	14.2076	44	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	4
4664829-11-2	Socapata	308644	8494711	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5062	20320	263	136	0.1173	6	antes 2050	antes 2050	baja	4
4664829-11-1	Socapata	308451	8494466	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5060	17549	266	91	0.0850	5	antes 2050	antes 2050	baja	4
4664829-17-1	Socapata	311812	8482308	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	4939	24015	188	188	0.1155	5	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	4
4664829-17-2	Socapata	311822	8481067	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5160	10160	179	86	0.0480	5	después 2050	después 2050	baja	4

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

#### 4.B. CORDILLERA CARABAYA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Inambari | Subcuenca: Esquilaya

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m²)	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm³)	Prof. Media (m)	Periodo de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4664866-27-1	Ayapata	345676	8465579	Puno	Carabaya	Ayapata	4802	13855	177	152	0.0730	5	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media a alta	4
4664866-20-1	Ayapata	347924	8464171	Puno	Carabaya	Ayapata	4784	24015	252	152	0.2854	12	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media	4

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

#### 4.C. CORDILLERA CARABAYA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Inambari | Subcuenca: Limbani

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4664882-3-1	Limbani	418442	8415217	Puno	Sandia	Limbani	5087	12007	152	119	0.1903	16	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	4

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

#### 4.D. CORDILLERA CARABAYA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Inambari | Subcuenca: Sangaban

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4664845-5-1	Janjoyo	346222	8461155	Puno	Carabaya	Macusani	5078	12007	195	130	0.0656	5	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	4

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 5.A. CORDILLERA CENTRAL | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Rímac | Subcuenca: Blanco

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de Laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1375549-1-1	Quiullacocha	384134	8686210	Lima	Huarocharí	San Mateo	5050	62356	336	306	0.7110	11	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	5
1375549-1-2	Quiullacocha	384704	8685053	Lima	Huarocharí	San Mateo	5194	62356	449	94	0.5007	8	después 2050	después 2050	baja a media	5
1375549-4-1	Quiullacocha	384405	8683786	Lima	Huarocharí	San Mateo	5055	48395	250	214	0.4272	9	antes 2050	antes 2050	alta	5

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 5.B. CORDILLERA CENTRAL | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Mantaro | Subcuenca: Huari

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de Laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4996934-18-1	Suitucancha	385899	8691289	Junín	Yauli	Suitucancha	4930	20475	337	65	0.1554	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	5
4996934-5-2	Suitucancha	386790	8684916	Junín	Yauli	Suitucancha	5110	10237	182	92	0.0344	3	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja	5
4996934-5-1	Suitucancha	386847	8684721	Junín	Yauli	Suitucancha	5117	11168	122	153	0.0642	6	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	5

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 5. C. CORDILLERA CENTRAL | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Mantaro | Subcuenca: Pachacayo

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4996929-9-1	Cochas	388559	8677385	Junín	Jauja	Canchayllo	5162	19544	153	153	0.3611	18	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	5
4996929-4-1	Cochas	389978	8675405	Junín	Jauja	Canchayllo	5162	13960	122	153	0.0884	6	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	5
4996929-4-2	Cochas	389857	8674893	Junín	Jauja	Canchayllo	5202	16752	183	153	0.1452	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	5

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 5. D. CORDILLERA CENTRAL | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Cañete | Subcuenca: Pisocancha

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1375499-24-1	Licococha	394266	8645984	Lima	Yauyos	Tanta	4956	29782	275	152	0.53886	18	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	5

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

**5.E. CORDILLERA CENTRAL | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Mantaro | Subcuenca: Yauli**

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4996949-7-1	Pomacocha	385211	8687576	Junín	Yauli	Yauli	4899	21406	218	165	0.1982	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	5
4996949-7-2	Pomacocha	385628	8687166	Junín	Yauli	Yauli	4983	14891	218	126	0.0726	5	antes 2050	antes 2050	media a alta	5
4996949-7-3	Pomacocha	385793	8686732	Junín	Yauli	Yauli	5030	26990	141	289	0.1964	7	después 2050	antes 2050	alta	5
4996949-7-4	Pomacocha	386155	8685268	Junín	Yauli	Yauli	5334	12099	193	128	0.0726	6	después 2050	después 2050	baja	5

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

**5.F. CORDILLERA CENTRAL | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Mala | Subcuenca: San Lorenzo**

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1375528-7-2	Acacache	383931	8679678	Lima	Huarocharí	San Lorenzo de Quinti	4983	17683	350	72	0.0987	6	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	5
1375528-7-1	Acacache	383530	8679546	Lima	Huarocharí	San Lorenzo de Quinti	4927	13030	153	110	0.1108	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	5
1375528-8-1	Acacache	383847	8679365	Lima	Huarocharí	San Lorenzo de Quinti	4963	38158	515	102	0.3769	10	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	5

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 6.A. CORDILLERA HUAYHUASH | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Pativilca | Subcuenca: Achin

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m²)	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm³)	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1375882-3-1	Achin	290739	8867151	Ancash	Bolognesi	Pacllón	5235	10374	214	63	0.0604	6	después 2050	después 2050	alta	6
1375882-3-2	Achin	289760	8865211	Ancash	Bolognesi	Pacllón	5353	61301	469	224	0.6243	10	después 2050	antes 2050	alta	6
1375882-9-1	Achin	287193	8863441	Ancash	Bolognesi	Pacllón	4972	14146	154	154	0.0802	6	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	6

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 6.B. CORDILLERA HUAYHUASH | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Maraón | Subcuenca: Nupe

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m²)	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm³)	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4989996-22-1	Carhuacocho	294580	8864222	Huánuco	Lauricocha	Jesús	4234	101853	399	338	1.2345	12	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	6

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 6.C. CORDILLERA HUAYHUASH | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Pativilca | Subcuenca: Rapay

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m²)	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm³)	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1375869-29-3	Huayllapa	291895	8861259	Lima	Cajatambo	Copa	5320	32065	215	184	0.5055	16	después 2050	después 2050	media a alta	6
1375869-29-1	Huayllapa	290393	8860604	Lima	Cajatambo	Copa	4673	10374	197	76	0.1971	19	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	6
1375869-29-2	Huayllapa	290574	8860514	Lima	Cajatambo	Copa	4665	20748	377	63	0.3273	16	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	6
1375869-34-1	Huayllapa	294175	8857273	Lima	Cajatambo	Cajatambo	4914	16976	184	92	0.1867	11	antes 2050	antes 2050	alta	6
1375869-34-2	Huayllapa	294308	8856853	Lima	Cajatambo	Cajatambo	4965	31122	276	154	0.4414	14	después 2050	antes 2050	alta	6
1375869-34-3	Huayllapa	294402	8856096	Lima	Cajatambo	Cajatambo	5069	10374	92	154	0.0585	6	después 2050	después 2050	baja a media	6
1375868-12-1	Pumarini	287276	8848587	Lima	Cajatambo	Cajatambo	5067	21691	184	154	0.2075	10	antes 2050	antes 2050	media a alta	6

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

**7.A. CORDILLERA HUAYTAPALLANA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Mantaro | Subcuenca: Pariahuanca**

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4996169-4-1	Lampa	495479	8683513	Junín	Huancayo	Pariahuanca	4895	38285	194	276	0.3380	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media a alta	7
4996167-13-1	Lampa	519402	8681013	Junín	Huancayo	Pariahuanca	4819	29881	276	153	0.5827	20	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	alta	7

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

**7.B. CORDILLERA HUAYTAPALLANA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Mantaro | Subcuenca: San Fernando**

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4996149-2-1	Anadamarca	514944	8707858	Junín	Concepción	Andamarca	4575	52291	477	141	0.5808	11	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	7
4996149-2-2	Anadamarca	514434	8707468	Junín	Concepción	Andamarca	4591	105516	506	161	1.8591	18	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	7
4996149-2-3	Anadamarca	514193	8707242	Junín	Concepción	Andamarca	4616	13073	162	153	0.1111	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	7
4996148-3-1	Acobambaba	506412	8703214	Junín	Concepción	Andamarca	4741	16808	245	76	0.2456	15	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media	7

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 8.A. CORDILLERA RAURA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Huallaga | Subcuenca: Huertas

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4984998-10-1	Blanco	312297	8841877	Pasco	Daniel Alcides Carrión	Yanahuanca	4844	13203	154	122	0.1151	9	después 2050	antes 2050	media a alta	8
4984998-5-1	Blanco	311106	8839339	Pasco	Daniel Alcides Carrión	Yanahuanca	5026	13203	164	123	0.0745	6	después 2050	después 2050	media a alta	8

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 8.B. CORDILLERA RAURA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Marañón | Subcuenca: Lauricocha

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4989999-36-2	Lauricocha	305238	8846475	Huánuco	Lauricocha	San Miguel de Cauri	4860	74504	393	358	2.2653	30	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	8
4989999-36-1	Lauricocha	305334	8846099	Huánuco	Lauricocha	San Miguel de Cauri	4941	17919	120	216	0.0868	5	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	8
4989999-12-1	Lauricocha	306823	8843301	Huánuco	Lauricocha	San Miguel de Cauri	4931	16032	184	123	0.1235	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	8
4989999-8-1	Lauricocha	311475	8843120	Huánuco	Lauricocha	San Miguel de Cauri	4942	34894	184	244	0.1773	5	antes 2050	antes 2050	baja a media	8

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 8.C. CORDILLERA RAURA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Huaura | Subcuenca: Quichas

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1375699-5-1	Surasaca	304940	8843523	Lima	Oyón	Oyón	5010	14146	181	123	0.0811	6	después 2050	antes 2050	media a alta	8

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado



### 8.D. CORDILLERA RAURA | Vertiente: Pacífico | Cuenca: Pativilca | Subcuenca: Rapay

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
1375868-34-1	Pumarínri	302060	8848407	Lima	Cajatambo	Cajatambo	4898	13203	77	256	0.0472	4	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	8

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 9.A. CORDILLERA URUBAMBA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Urubamba | Subcuenca: Vilcanota

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4994977-6-1	Chicon	817430	8537371	Cusco	Urubamba	Urubamba	4832	11328	123	154	0.0595	5	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	9

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

**10. A. CORDILLERA VILCABAMBA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Alto Apurímac | Subcuenca: Abuela**

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4999355-3-1	S/N	746827	8520307	Cusco	La Convención	Santa Teresa	5278	10289	153	92	0.0440	4	después 2050	después 2050	baja	10

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

**10. C. CORDILLERA VILCABAMBA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Alto Apurímac | Subcuenca: Berbejo**

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4999362-14-2	Ancayfanua	764473	8523101	Cusco	Anta	Mollepata / Limatambo	4505	44898	336	182	0.4780	11	después 2050	después 2050	baja a media	10
4999362-14-1	Ancayfanua	764496	8522657	Cusco	Anta	Mollepata / Limatambo	4456	14966	184	92	0.1310	9	después 2050	después 2050	baja a media	10

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

**10. D. CORDILLERA VILCABAMBA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Alto Apurímac | Subcuenca: Yanama**

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4999348-10-1	Moyoc	733884	8555720	Cusco	La Convención	Santa Teresa	4437	84184	786	185	1.6219	19	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	10
4999348-20-1	Moyoc	737072	8531289	Cusco	La Convención	Santa Teresa	4879	34609	309	208	0.3611	10	después 2050	después 2050	baja a media	10
4999348-19-2	Moyoc	736930	8550941	Cusco	La Convención	Santa Teresa	4859	17772	153	123	0.0935	5	después 2050	después 2050	baja a media	10
4999348-19-1	Moyoc	736799	8530698	Cusco	La Convención	Santa Teresa	4843	16837	246	92	0.0645	4	después 2050	después 2050	media a alta	10

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

**10.B. CORDILLERA VILCABAMBA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Urubamba | Subcuenca: Vilcanota**

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4994972-7-1	Vilcabamba	738727	8541185	Cusco	La Convención	Vilcabamba	4641	214	214	214	0.2759	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media a alta	10
4994972-18-1	Vilcabamba	736659	8536674	Cusco	La Convención	Vilcabamba	4824	268	165	165	0.2806	9	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	media	10
4994974-61-1	Santa Teresa	739314	8535303	Cusco	La Convención	Santa Teresa	4408	271	104	104	0.0842	5	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	10
4994974-60-1	Santa Teresa	738977	8533693	Cusco	La Convención	Santa Teresa	4918	184	120	120	0.1048	6	antes 2050	antes 2050	media	10
4994974-56-1	Santa Teresa	742589	8531320	Cusco	La Convención	Santa Teresa	4931	342	63	63	0.1225	6	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media	10
4994974-32-1	Santa Teresa	745538	8522025	Cusco	La Convención	Santa Teresa	4817	214	92	92	0.0720	5	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	alta	10

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 11.A. CORDILLERA VILCANOTA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Inambari | Subcuenca: Araza

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 185		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m²)	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm³)	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4664829-85-1	Araza	276345	8487690	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5192	13051	179	143	0.0895	7	completamente formada, en formación o inminente		baja	11
4664829-75-1	Araza	277296	8483854	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	4758	13051	183	92	0.0336	3	completamente formada, en formación o inminente		baja	11
4664829-74-1	Araza	277044	8482344	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5088	41018	365	159	0.4512	11	antes 2050		media a alta	11
4664829-71-1	Araza	279418	8481588	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	4873	12119	229	95	0.0503	4	completamente formada, en formación o inminente		media a alta	11
4664829-65-1	Araza	283907	8480604	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	4964	14916	183	122	0.1352	9	antes 2050		baja a media	11
4664829-65-2	Araza	283868	8480397	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	4997	11187	196	122	0.0494	4	antes 2050		baja a media	11
4664829-58-1	Araza	285221	8480366	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	4829	20509	263	119	0.1622	8	antes 2050		media a alta	11
4664829-67-1	Araza	280784	8480147	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5116	40086	244	214	0.4726	12	completamente formada, en formación o inminente		media a alta	11
4664829-66-1	Araza	282339	8479980	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5089	13983	122	153	0.0718	5	después 2050		media a alta	11
4664829-29-2	Araza	295222	8479692	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5136	16780	178	156	0.0820	5	completamente formada, en formación o inminente		laguna o lagunas en formación	11
4664829-30-1	Araza	295926	8479627	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5007	18645	153	153	0.1352	7	completamente formada, en formación o inminente		laguna o lagunas en formación	11
4664829-29-1	Araza	295017	8479600	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5138	14916	202	137	0.1072	7	completamente formada, en formación o inminente		laguna o lagunas en formación	11
4664829-66-2	Araza	282241	8479495	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5156	12119	183	92	0.0615	5	después 2050		media a alta	11
4664829-55-1	Araza	286672	8478827	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5185	11187	173	86	0.0578	5	antes 2050		media a alta	11
4664829-20-1	Araza	299134	8475846	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5238	13983	61	183	0.0597	4	después 2050		baja	11
4664829-19-3	Araza	299825	8475141	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5104	22373	173	183	0.3198	14	antes 2050		baja	11
4664829-51-2	Araza	288134	8474890	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5246	20509	196	162	0.1995	10	completamente formada, en formación o inminente		alta	11
4664829-19-2	Araza	298316	8474932	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5477	51273	265	378	0.4372	9	después 2050		baja	11
4664829-50-1	Araza	288281	8474579	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5239	96952	526	273	1.2660	13	antes 2050		alta	11
4664829-19-1	Araza	299243	8474255	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5443	12119	137	72	0.0485	4	después 2050		media a alta	11

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 11.B. CORDILLERA VILCANOTA | Vertiente: Titicaca | Cuenca: Azángaro | Subcuenca: Grande

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 185		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m²)	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm³)	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
0194999-1-1	Nuñoa	307037	8442285	Puno	Melgar	Nuñoa	5378	11187	122	122	0.1007	9	después 2050		baja	11

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 11.C. CORDILLERA VILCANOTA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Alto Madre de Dios | Subcuenca: Madre de Dios

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Periodo de formación de laguna		Confiabilidad	Nº mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4664969-5-1	Sabaluyoc	267407	8504984	Cusco	Paucartambo	Kosñipata	4814	17712	153	153	0.1408	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	11

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 11.D. CORDILLERA VILCANOTA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Inambari | Subcuenca: Sangaban

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Periodo de formación de laguna		Confiabilidad	Nº mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4664844-67-1	Corani	302842	8474381	Cusco	Quispicanchi	Marcapata	5095	28899	330	105	0.1426	5	antes 2050	antes 2050	baja a media	11
4664844-60-1	Corani	298060	8471616	Puno	Carabaya	Corani	5299	20509	214	122	0.0988	5	antes 2050	antes 2050	baja a media	11
4664844-27-1	Corani	305325	8460533	Puno	Carabaya	Corani	5590	16780	183	122	0.0615	4	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-25-4	Corani	304923	8460338	Puno	Carabaya	Corani	5604	60595	357	267	0.4428	7	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-25-3	Corani	304708	8460055	Puno	Carabaya	Corani	5576	16780	92	184	0.0615	4	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-38-1	Corani	307603	8460014	Puno	Carabaya	Corani	5432	21441	153	153	0.0979	5	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-25-2	Corani	304348	8460099	Puno	Carabaya	Corani	5601	94155	427	275	0.5267	6	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-31-1	Corani	307836	8459645	Puno	Carabaya	Corani	5443	11187	183	92	0.0531	5	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-28-1	Corani	307455	8459598	Puno	Carabaya	Corani	5445	10255	169	86	0.0448	4	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-25-1	Corani	303644	8459477	Puno	Carabaya	Corani	5634	74578	374	156	0.4447	6	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-27-2	Corani	306239	8459291	Puno	Carabaya	Corani	4995	13051	184	97	0.1044	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	11
4664844-17-4	Corani	303243	8459056	Puno	Carabaya	Corani	5639	28899	153	214	0.1725	6	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-17-3	Corani	302952	8458873	Puno	Carabaya	Corani	5617	27035	264	92	0.1883	7	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-17-2	Corani	302615	8458703	Puno	Carabaya	Corani	5622	39154	288	153	0.1920	5	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-17-1	Corani	302768	8458487	Puno	Carabaya	Corani	5591	12119	159	94	0.0960	8	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-16-1	Corani	302094	8457917	Puno	Carabaya	Corani	5550	19577	214	153	0.1026	5	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-15-3	Corani	302039	8457672	Puno	Carabaya	Corani	5544	10255	186	64	0.0345	3	después 2050	después 2050	baja	11
4664844-15-2	Corani	301710	8456790	Puno	Carabaya	Corani	5482	38221	214	305	0.2452	6	antes 2050	antes 2050	alta	11
4664844-15-1	Corani	301617	8456446	Puno	Carabaya	Corani	5507	21441	282	134	0.0867	4	antes 2050	antes 2050	alta	11

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

### 11.E. CORDILLERA VILCANOTA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Urubamba | Subcuenca: Vilcanota

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m²)	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm³)	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4994978-15-1	Pitumarca	266741	8478867	Cusco	Canchis	Pitumarca	5132	10255	92	153	0.0466	5	después 2050	antes 2050	baja a media	11
4994998-12-2	Salcca	276132	8478884	Cusco	Canchis	Pitumarca	5298	47544	418	151	0.2368	5	después 2050	después 2050	media a alta	11
4994998-12-1	Salcca	275222	8478765	Cusco	Canchis	Pitumarca	5330	36357	335	214	0.2312	6	después 2050	después 2050	baja	11
4994998-12-3	Salcca	276383	8478535	Cusco	Canchis	Pitumarca	5264	12119	153	122	0.0392	3	después 2050	después 2050	media a alta	11
4994978-15-2	Pitumarca	267162	8478465	Cusco	Canchis	Pitumarca	5093	359840	916	550	14.3079	40	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994998-11-3	Salcca	272953	8477913	Cusco	Canchis	Pitumarca	5632	21441	183	152	0.1119	5	después 2050	después 2050	baja	11
4994999-2-2	Salcca	281107	8477834	Cusco	Canchis	Pitumarca	5349	52205	275	244	0.3431	7	después 2050	después 2050	media a alta	11
4994998-11-4	Salcca	274011	8477726	Cusco	Canchis	Pitumarca	5449	16780	183	152	0.0998	6	después 2050	antes 2050	baja a media	11
4994978-16-1	Pitumarca	268670	8477701	Cusco	Canchis	Pitumarca	5103	10255	122	92	0.0718	7	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994999-1-2	Salcca	278228	8477619	Cusco	Canchis	Pitumarca	5299	23306	264	180	0.2144	9	después 2050	antes 2050	alta	11
4994999-1-1	Salcca	278083	8477505	Cusco	Canchis	Pitumarca	5301	19577	285	133	0.1063	5	después 2050	antes 2050	alta	11
4994999-2-1	Salcca	281215	8477359	Cusco	Canchis	Pitumarca	5280	13051	228	95	0.0699	5	después 2050	después 2050	media a alta	11
4994999-2-3	Salcca	282120	8477489	Cusco	Canchis	Pitumarca	5049	151021	550	275	3.0978	21	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994998-12-4	Salcca	276030	8477505	Cusco	Canchis	Pitumarca	5125	365434	1107	458	13.9406	38	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	11
4994998-11-2	Salcca	273680	8476980	Cusco	Canchis	Pitumarca	5475	10255	152	92	0.0420	4	después 2050	después 2050	baja a media	11
4994999-2-4	Salcca	282907	8476900	Cusco	Canchis	Pitumarca	5074	14916	196	124	0.1240	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994999-1-4	Salcca	279785	8476910	Cusco	Canchis	Pitumarca	5094	63392	366	266	1.0273	16	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media a alta	11
4994999-1-3	Salcca	278814	8476835	Cusco	Canchis	Pitumarca	5202	135173	336	520	2.2830	17	antes 2050	antes 2050	media a alta	11
4994978-20-3	Pitumarca	273192	8476696	Cusco	Canchis	Pitumarca	5451	12119	122	183	0.0410	3	después 2050	después 2050	media	11
4994999-3-1	Salcca	283487	8476265	Cusco	Canchis	Pitumarca	5076	89494	397	297	2.1059	24	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994998-11-1	Salcca	273484	8476121	Cusco	Canchis	Pitumarca	5303	22373	214	214	0.0979	4	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	11

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4994978-20-2	Pitumarca	272011	8476073	Cusco	Canchis	Pitumarca	5209	58730	566	196	0.5034	9	antes 2050	antes 2050	media	11
4994978-20-1	Pitumarca	271616	8475755	Cusco	Canchis	Pitumarca	5158	30764	318	152	0.3943	13	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994999-20-2	Salcca	296002	8474780	Cusco	Canchis	Pitumarca	5251	19577	281	117	0.0699	4	después 2050	antes 2050	baja a media	11
4994999-19-1	Salcca	294799	8474379	Cusco	Canchis	Pitumarca	5170	52205	365	205	0.5817	11	antes 2050	antes 2050	baja	11
4994999-20-1	Salcca	296009	8474091	Cusco	Canchis	Pitumarca	5141	12119	214	31	0.0475	4	antes 2050	antes 2050	baja a media	11
4994978-5-1	Pitumarca	260988	8473779	Cusco	Canchis	Pitumarca	5118	67120	555	98	0.3832	6	después 2050	antes 2050	media a alta	11
4994978--2	Pitumarca	261462	8473283	Cusco	Canchis	Pitumarca	5021	41018	339	183	0.2470	6	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja	11
4994999-7-1	Salcca	287589	8472986	Cusco	Canchis	Pitumarca	5105	10255	153	72	0.0578	6	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	11
4994999-11-1	Salcca	291561	8472492	Cusco	Canchis	Pitumarca	5185	21441	173	216	0.1538	7	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994999-10-1	Salcca	290031	8472445	Cusco	Canchis	Pitumarca	5152	13983	153	122	0.1091	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	11
4994977-2-1	Tigre	250835	8468745	Cusco	Quispicanchi	Cusipata	5074	15848	173	130	0.1016	6	después 2050	después 2050	baja a media	11
4994977-2-2	Tigre	250303	8467679	Cusco	Quispicanchi	Cusipata	4954	132377	632	264	1.9773	15	después 2050	antes 2050	alta	11
4994999-33-1	Salcca	304204	8461619	Cusco	Canchis	Checacupe	5578	30764	215	183	0.1501	5	después 2050	después 2050	baja	11
4994999-33-2	Salcca	304014	8460770	Cusco	Canchis	Checacupe	5586	28899	305	122	0.1184	4	después 2050	después 2050	baja	11
4994999-35-1	Salcca	301027	8460269	Cusco	Canchis	Checacupe	5295	20509	137	223	0.0755	4	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	11
4994999-35-2	Salcca	302569	8459643	Cusco	Canchis	Checacupe	5602	10255	137	117	0.0261	3	después 2050	después 2050	baja	11
4994999-34-1	Salcca	302711	8459594	Cusco	Canchis	Checacupe	5604	11187	178	105	0.0727	7	después 2050	después 2050	baja	11
4994996-1-1	Salcca	299624	8458499	Cusco	Canchis	Checacupe	5242	27035	283	122	0.1026	4	antes 2050	antes 2050	baja a media	11
4994996-2-1	Salcca	299860	8457978	Cusco	Canchis	Checacupe	5264	27035	276	141	0.1203	4	después 2050	antes 2050	media	11
4994996-3-1	Salcca	299055	8455470	Cusco	Canchis	Checacupe	5340	11187	153	91	0.0774	7	después 2050	antes 2050	baja	11
4994996-3-2	Salcca	299445	8455205	Cusco	Canchis	Checacupe	5390	20509	248	114	0.1287	6	después 2050	después 2050	baja	11

\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

## 11.F. CORDILLERA VILCANOTA | Vertiente: Atlántico | Cuenca: Urubamba | Subcuenca: Yavero

Código Laguna	Microcuenca	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	Nº mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4994868-7-1	Jachacalla	258291	8505019	Cusco	Quispicanchi	Cairhuayo	4981	49408	468	219	0.5081	10	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994897-12-1	Tinquirimayo	263929	8503547	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	4868	15848	223	153	0.1063	7	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja	11
4994897-4-1	Tinquirimayo	260260	8503221	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	4957	24238	295	122	0.1296	5	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	11
4994898-5-1	Tinquirimayo	273090	8486320	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5074	36357	343	183	0.4689	13	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994898-2-1	Tinquirimayo	275563	8486315	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5052	53137	366	183	0.8455	16	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994898-2-3	Tinquirimayo	274807	8485763	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5137	41950	373	211	0.6414	15	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	11
4994898-2-2	Tinquirimayo	275390	8485685	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5150	37289	244	244	0.2629	7	después 2050	antes 2050	baja	11
4994896-1-1	Pinchimuro Mayo	264866	8484872	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	4680	33560	275	122	0.3654	11	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media	11
4994899-7-1	Tinquirimayo	270385	8483753	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	4959	12119	235	64	0.0522	4	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994899-7-2	Tinquirimayo	270768	8483787	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	4998	24238	280	217	0.1342	6	después 2050	antes 2050	baja a media	11
4994899-9-3	Tinquirimayo	273740	8483191	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5415	21441	183	153	0.0932	4	después 2050	después 2050	media a alta	11
4994899-9-2	Tinquirimayo	272917	8483016	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5257	13051	153	122	0.0653	5	después 2050	después 2050	media a alta	11
4994899-9-1	Tinquirimayo	272140	8482832	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5120	74578	397	244	1.3760	18	después 2050	después 2050	baja a media	11
4994896-5-1	Pinchimuro Mayo	264986	8482751	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	4997	208819	834	434	6.2776	30	antes 2050	antes 2050	media	11
4994899-21-1	Tinquirimayo	269719	8480895	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5397	20509	153	122	0.0746	4	después 2050	después 2050	baja	11
4994899-16-1	Tinquirimayo	270310	8480755	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5379	10255	122	92	0.0475	5	después 2050	después 2050	baja	11
4994899-21-2	Tinquirimayo	267692	8480980	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5133	181785	796	310	3.6627	20	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994899-21-3	Tinquirimayo	267396	8480412	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5206	39154	400	168	0.2564	7	después 2050	antes 2050	baja a media	11
4994896-7-1	Pinchimuro Mayo	264917	8480248	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	4976	68053	408	272	0.9397	14	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11



Código Laguna	Microcuencia	UTM - 18S		Ubicación Política			Altitud (msnm)	Área (m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m)	Ancho máximo (m)	Volumen (Mm <sup>3</sup> )	Prof. Media (m)	Período de formación de laguna		Confiabilidad	N° mapa
		Este	Norte	Región	Provincia	Distrito							E. cambio constante*	E. cambio acelerado**		
4994899-21-4	Tinquirimayo	266642	8480109	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5337	13051	122	122	0.0970	7	después 2050	después 2050	baja a media	11
4994899-13-1	Tinquirimayo	273763	8480256	Cusco	Quispicanchi/ Canchis	Ocongate/ Pitumarca	5230	148224	694	330	2.6354	18	después 2050	antes 2050	baja a media	11
4994899-15-1	Tinquirimayo	271328	8480094	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5209	55934	368	216	0.7365	13	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	11
4994899-13-2	Tinquirimayo	274509	8479593	Cusco	Quispicanchi/ Canchis	Ocongate/ Pitumarca	5323	355179	1284	443	9.6346	27	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	media a alta	11
4994896-7-2	Pinchimuro Mayo	264673	8479429	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5019	13051	183	92	0.0960	7	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994899-15-2	Tinquirimayo	270796	8479413	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5359	174327	744	521	2.4322	14	después 2050	después 2050	alta	11
4994899-15-4	Tinquirimayo	270533	8478978	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5381	10255	110	191	0.0522	5	después 2050	después 2050	alta	11
4994899-15-3	Tinquirimayo	271346	8478912	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5429	10255	153	61	0.0308	3	después 2050	después 2050	media a alta	11
4994899-15-5	Tinquirimayo	270348	8478590	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5492	18645	130	189	0.1100	6	después 2050	después 2050	media	11
4994899-14-1	Tinquirimayo	274102	8478209	Cusco	Quispicanchi/ Canchis	Ocongate/ Pitumarca	5413	27967	153	214	0.1818	7	antes 2050	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994896-10-1	Pinchimuro Mayo	264071	8477475	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	4957	27035	214	187	0.2489	9	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas en formación	11
4994894-1-1	Lauramarca	255407	8476439	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	4558	36357	471	114	0.2974	8	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	laguna o lagunas formadas	11
4994896-13-1	Pinchimuro Mayo	262875	8474991	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	5010	26102	250	153	0.2787	11	completamente formada, en formación o inminente	completamente formada, en formación o inminente	baja a media	11
4994894-7-1	Lauramarca	257127	8472032	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	4861	18645	130	202	0.1091	6	antes 2050	antes 2050	baja a media	11
4994894-7-2	Lauramarca	257946	8471707	Cusco	Quispicanchi	Ocongate	4989	41018	214	244	0.3337	8	después 2050	antes 2050	baja a media	11

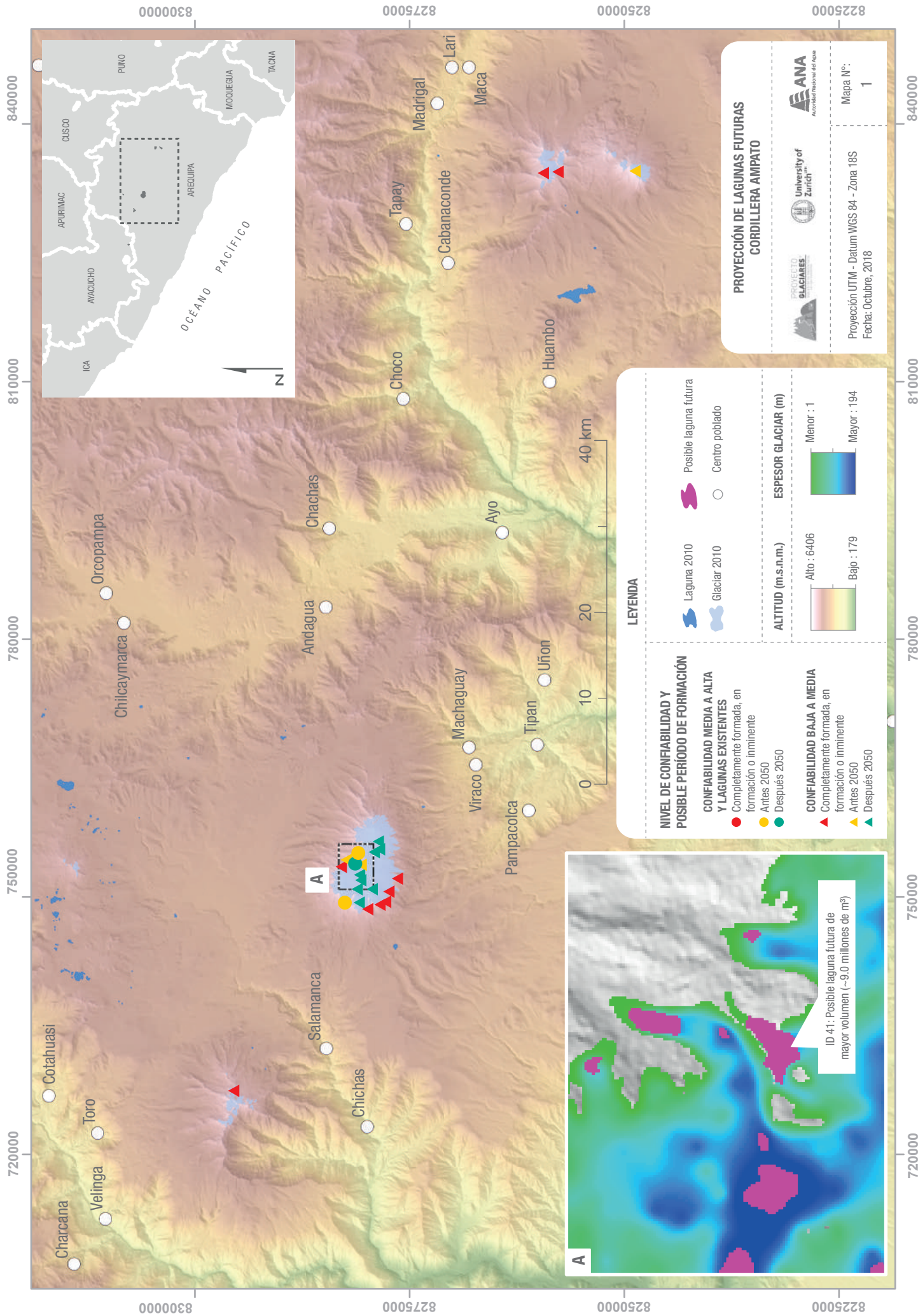
\*E. cambio constante: Escenario de cambio constante | \*\*E. cambio acelerado: Escenario de cambio acelerado

## 9. ANEXOS

### ANEXO II: Mapas



**Imagen 7.** Nevado Ausangate, Cusco. Fotografía tomada desde la carretera en dirección a la laguna Sibinacocho. Foto: Wilfried Haebertli.



**LEYENDA**

**NIVEL DE CONFIABILIDAD Y POSIBLE PERIODO DE FORMACIÓN**

**CONFIABILIDAD MEDIA A ALTA Y LAGUNAS EXISTENTES**

- Completamente formada, en formación o inminente
- Antes 2050
- Después 2050

**CONFIABILIDAD BAJA A MEDIA**

- ▲ Completamente formada, en formación o inminente
- ▲ Antes 2050
- ▲ Después 2050

**PROYECTO GLACIARES**

- Laguna 2010
- Glaciar 2010
- Posible laguna futura
- Centro poblado

**ALTIMETRIA**

ALTIMETRIA (m.s.n.m.)

Alto : 6406

Bajo : 179

**ESPESOR GLACIAR (m)**

Menor : 1

Mayor : 194

**PROYECCIÓN DE LAGUNAS FUTURAS CORDILLERA AMPATO**

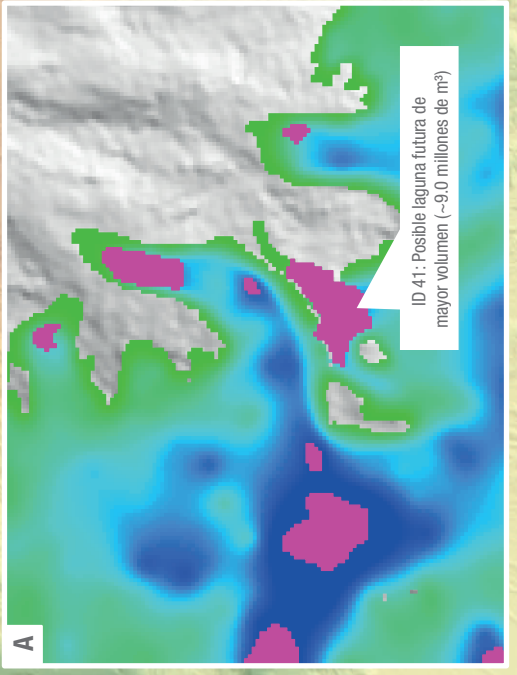
ANANA  
Autoridad Nacional del Agua

University of Zurich

PROYECTO GLACIARES

Proyección UTM - Datum WGS 84 - Zona 18S  
Fecha: Octubre, 2018

Mapa N°: 1



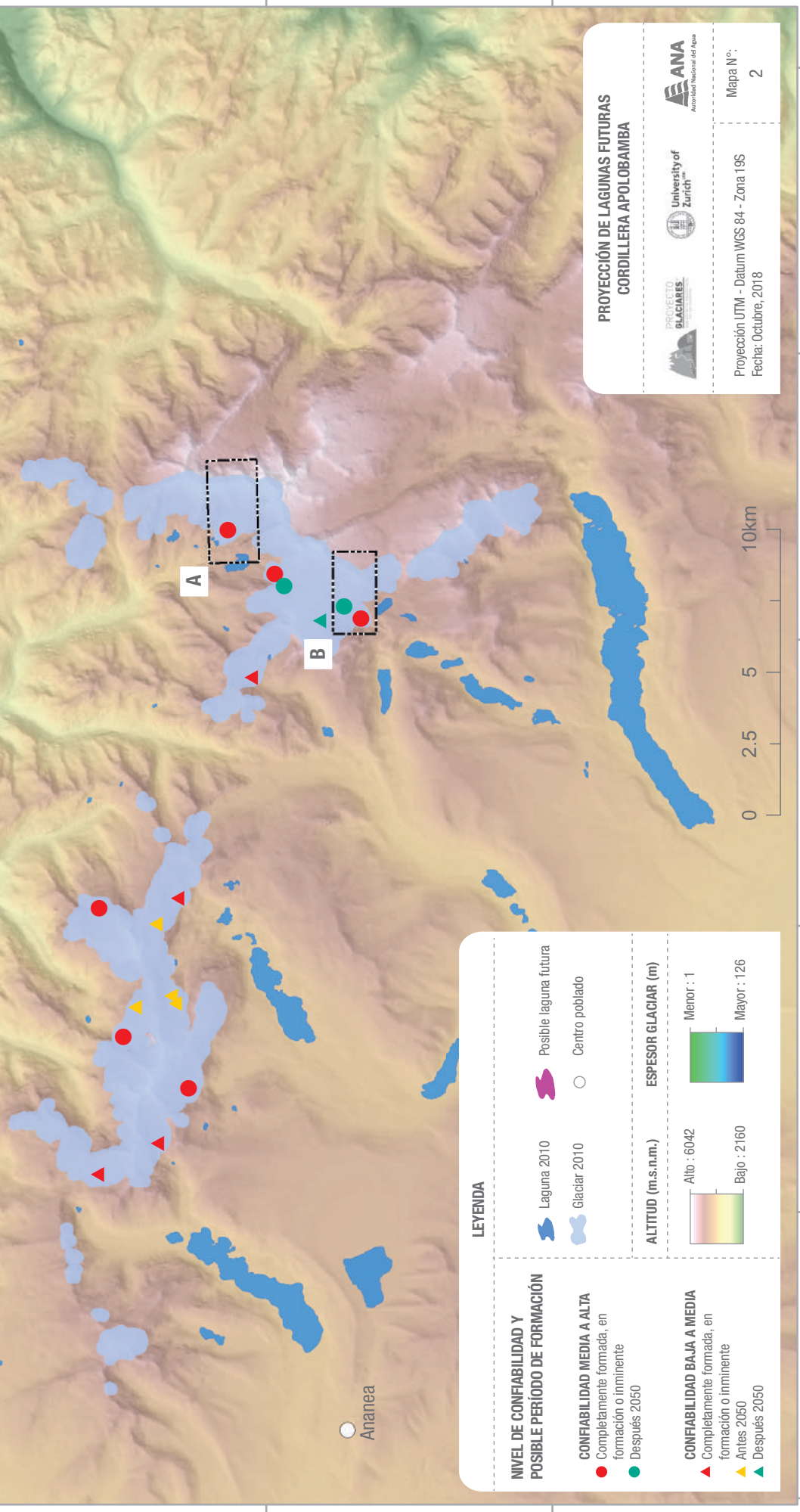
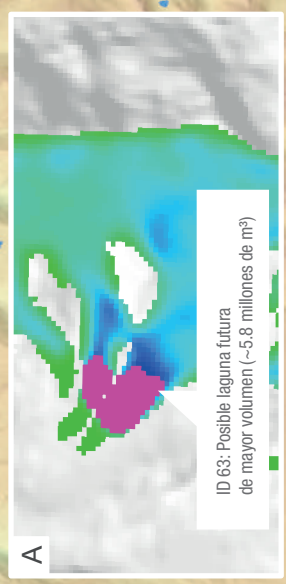
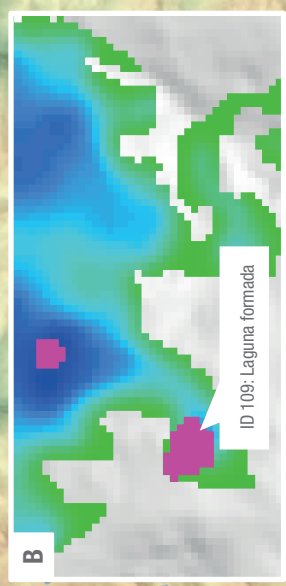
**A**

**A**



8390000 8380000 8370000

490000 480000 470000 460000 450000 440000



490000 480000 470000 460000 450000 440000

**PROYECCIÓN DE LAGUNAS FUTURAS  
CORDILLERA APOLOBAMBA**

Proyección UTM - Datum WGS 84 - Zona 19S  
Fecha: Octubre, 2018

Mapa N°: 2

**LEYENDA**

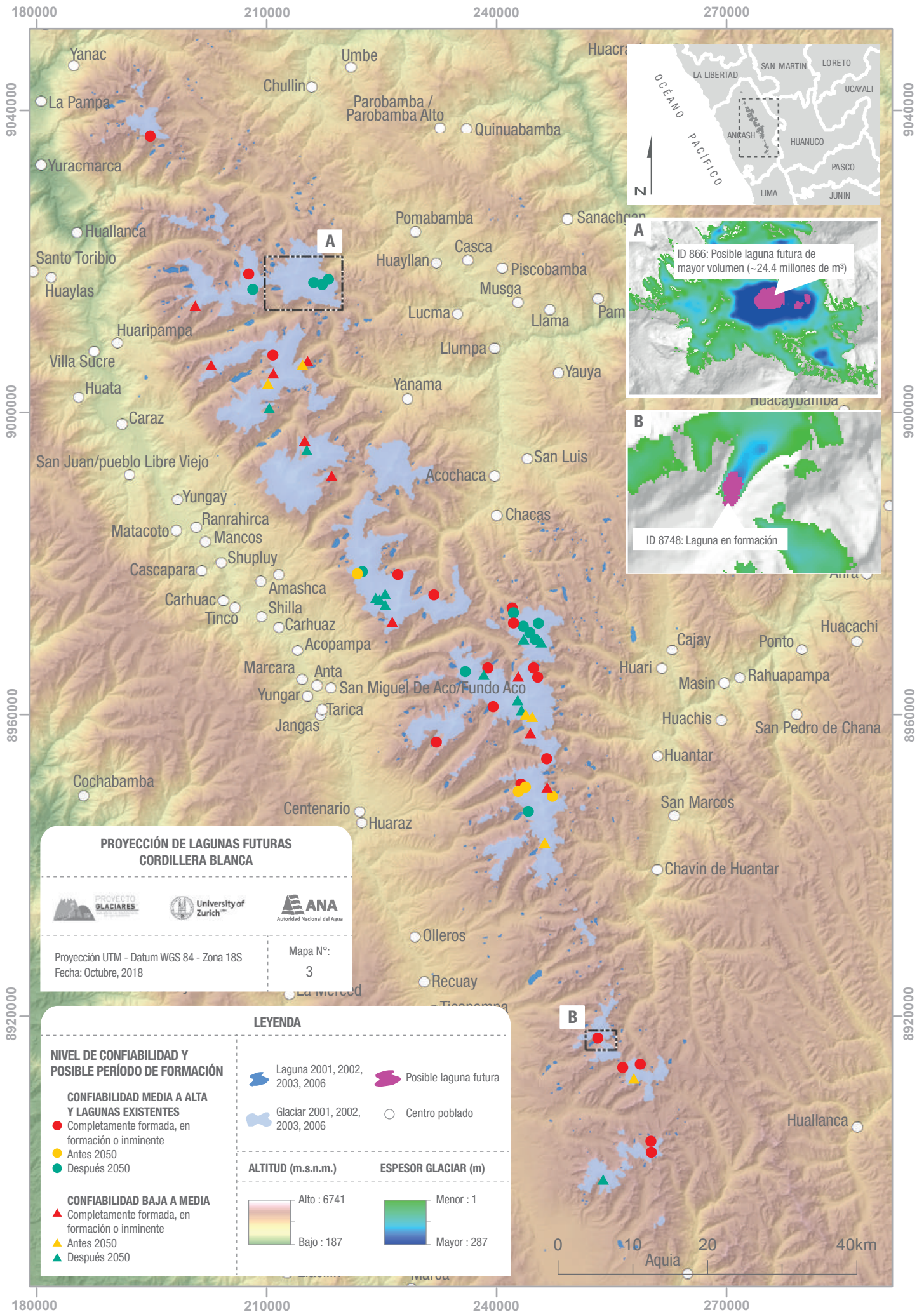
Laguna 2010	Posible laguna futura
Glaciar 2010	Centro poblado
<b>ALTITUD (m.s.n.m.)</b>	<b>ESPESOR GLACIAR (m)</b>
Alto : 6042 Bajo : 2160	Menor : 1 Mayor : 126

**NIVEL DE CONFIABILIDAD Y POSIBLE PERÍODO DE FORMACIÓN**

**CONFIABILIDAD MEDIA A ALTA**  
Completamente formada, en formación o inminente  
Después 2050

**CONFIABILIDAD BAJA A MEDIA**  
Completamente formada, en formación o inminente  
Antes 2050  
Después 2050

Ananea



**PROYECCIÓN DE LAGUNAS FUTURAS  
CORDILLERA BLANCA**



Proyección UTM - Datum WGS 84 - Zona 18S  
Fecha: Octubre, 2018

Mapa N°:  
3

**NIVEL DE CONFIABILIDAD Y  
POSIBLE PERÍODO DE FORMACIÓN**

**CONFIABILIDAD MEDIA A ALTA  
Y LAGUNAS EXISTENTES**

- Completamente formada, en formación o inminente
- Antes 2050
- Después 2050

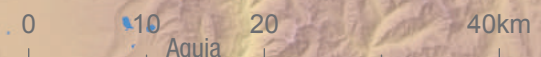
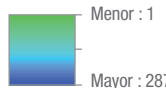
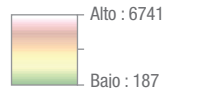
**CONFIABILIDAD BAJA A MEDIA**

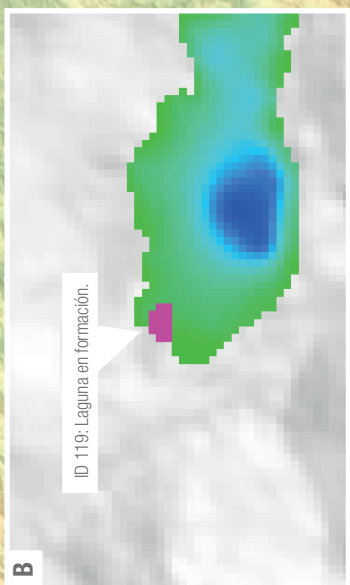
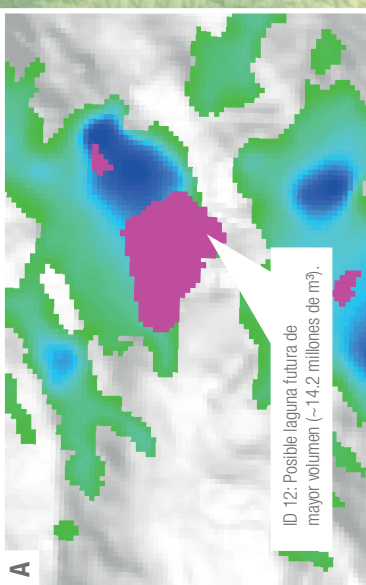
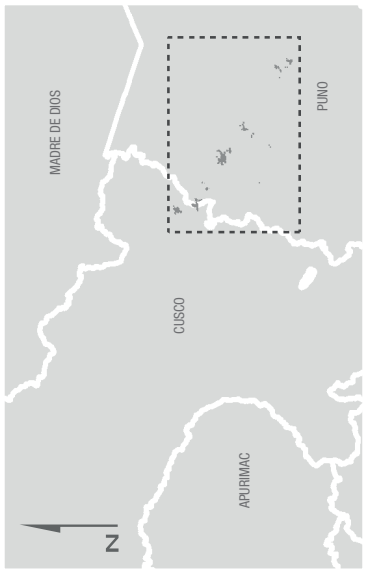
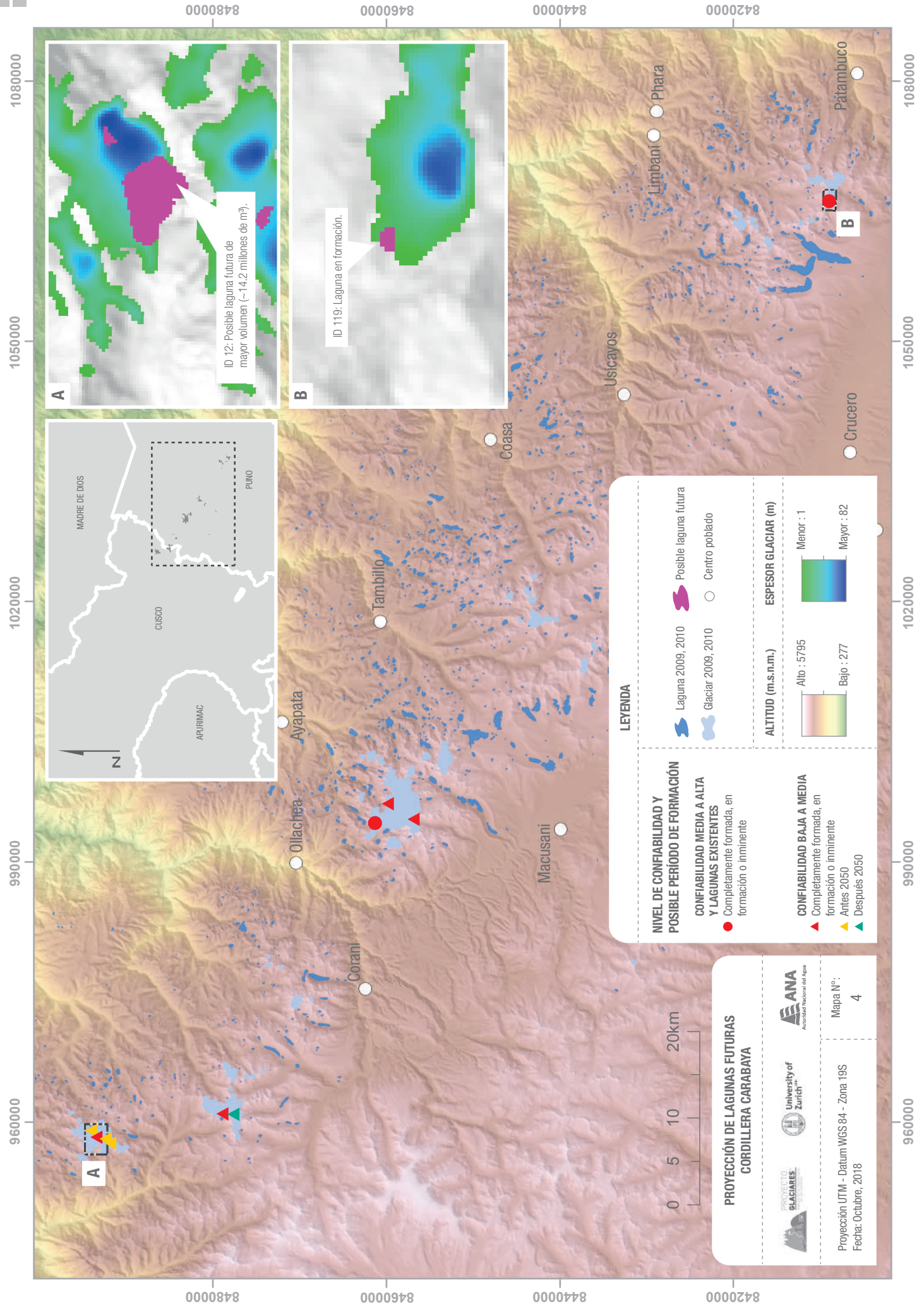
- ▲ Completamente formada, en formación o inminente
- ▲ Antes 2050
- ▲ Después 2050

**LEYENDA**

- Laguna 2001, 2002, 2003, 2006
- Glaciar 2001, 2002, 2003, 2006
- Posible laguna futura
- Centro poblado

**ALTITUD (m.s.n.m.)      ESPESOR GLACIAR (m)**





**LEYENDA**

Laguna 2009, 2010	Posible laguna futura
Glaciar 2009, 2010	Centro poblado

**NIVEL DE CONFIABILIDAD Y POSIBLE PERÍODO DE FORMACIÓN**

<b>CONFIABILIDAD MEDIA A ALTA Y LAGUNAS EXISTENTES</b>	<b>CONFIABILIDAD BAJA A MEDIA</b>
Completamente formada, en formación o inminente	Completamente formada, en formación o inminente
Antes 2050	Después 2050

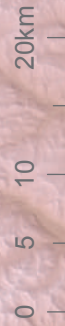
**ESPESOR GLACIAR (m)**

Alto : 5795	Menor : 1
Bajo : 277	Mayor : 82

**PROYECCIÓN DE LAGUNAS FUTURAS CORDILLERA CARABAYA**

Proyección UTM - Datum WGS 84 - Zona 19S  
 Fecha: Octubre, 2018

Mapa N°: 4

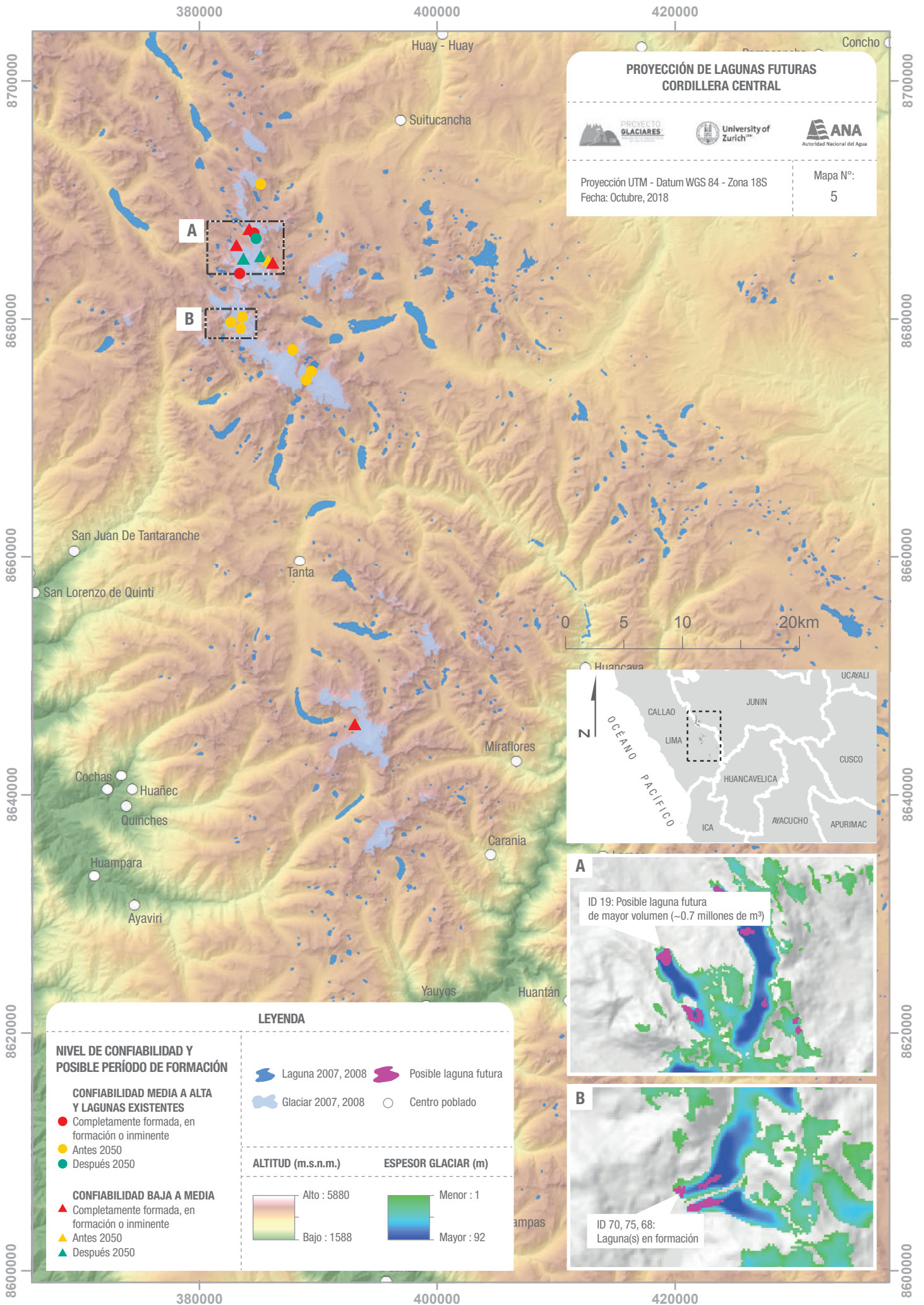


8420000 8440000 8460000 8480000

1080000 1050000 1020000 990000 960000

8420000 8440000 8460000 8480000

960000 990000 1020000 1050000 1080000



**PROYECCIÓN DE LAGUNAS FUTURAS  
CORDILLERA CENTRAL**

PROYECTO  
GLACIARES

University of  
Zurich

ANA  
Autoridad Nacional del Agua

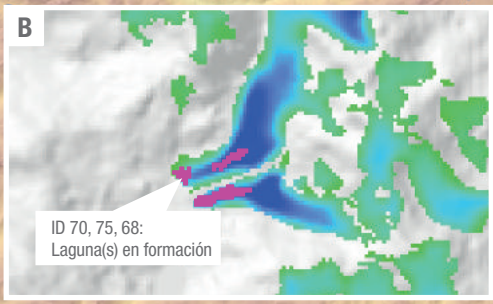
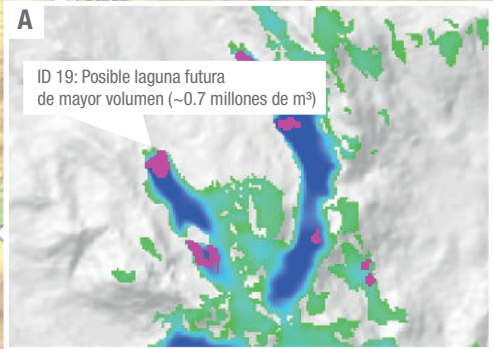
---

Proyección UTM - Datum WGS 84 - Zona 18S  
Fecha: Octubre, 2018

Mapa N°:  
5

**A**

**B**



**LEYENDA**

---

**NIVEL DE CONFIABILIDAD Y POSIBLE PERÍODO DE FORMACIÓN**

**CONFIABILIDAD MEDIA A ALTA Y LAGUNAS EXISTENTES**

- Completamente formada, en formación o inminente
- Antes 2050
- Después 2050

**CONFIABILIDAD BAJA A MEDIA**

- ▲ Completamente formada, en formación o inminente
- ▲ Antes 2050
- ▲ Después 2050

- Laguna 2007, 2008
- Glaciar 2007, 2008
- Posible laguna futura
- Centro poblado

---

**ALTITUD (m.s.n.m.)**

Alto : 5880

Bajo : 1588

**ESPESOR GLACIAR (m)**

Menor : 1

Mayor : 92

282000

288000

294000

300000

### PROYECCIÓN DE LAGUNAS FUTURAS CORDILLERA HUAYHUASH



Proyección UTM - Datum WGS 84 - Zona 18S  
Fecha: Octubre, 2018

Mapa N°:  
6



8866000

8866000

8860000

8860000

8854000

8854000

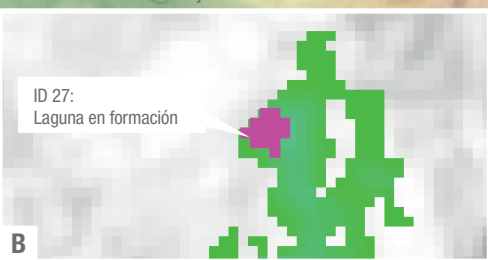
8848000

8848000

8842000

8842000

ID 22: Posible laguna futura de mayor volumen  
(~1.2 millones de m<sup>3</sup>). Actualmente completamente formada.



#### NIVEL DE CONFIABILIDAD Y POSIBLE PERÍODO DE FORMACIÓN

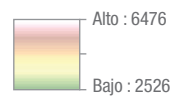
- CONFIABILIDAD MEDIA A ALTA  
Y LAGUNAS EXISTENTES**
- Completamente formada, en formación o inminente
  - Antes 2050
  - Después 2050

- CONFIABILIDAD BAJA A MEDIA**
- ▲ Completamente formada, en formación o inminente
  - ▲ Después 2050

#### LEYENDA

- Laguna 2007
- Posible laguna futura
- Glaciar 2007
- Centro poblado

#### ALTITUD (m.s.n.m.)



#### ESPESOR GLACIAR (m)



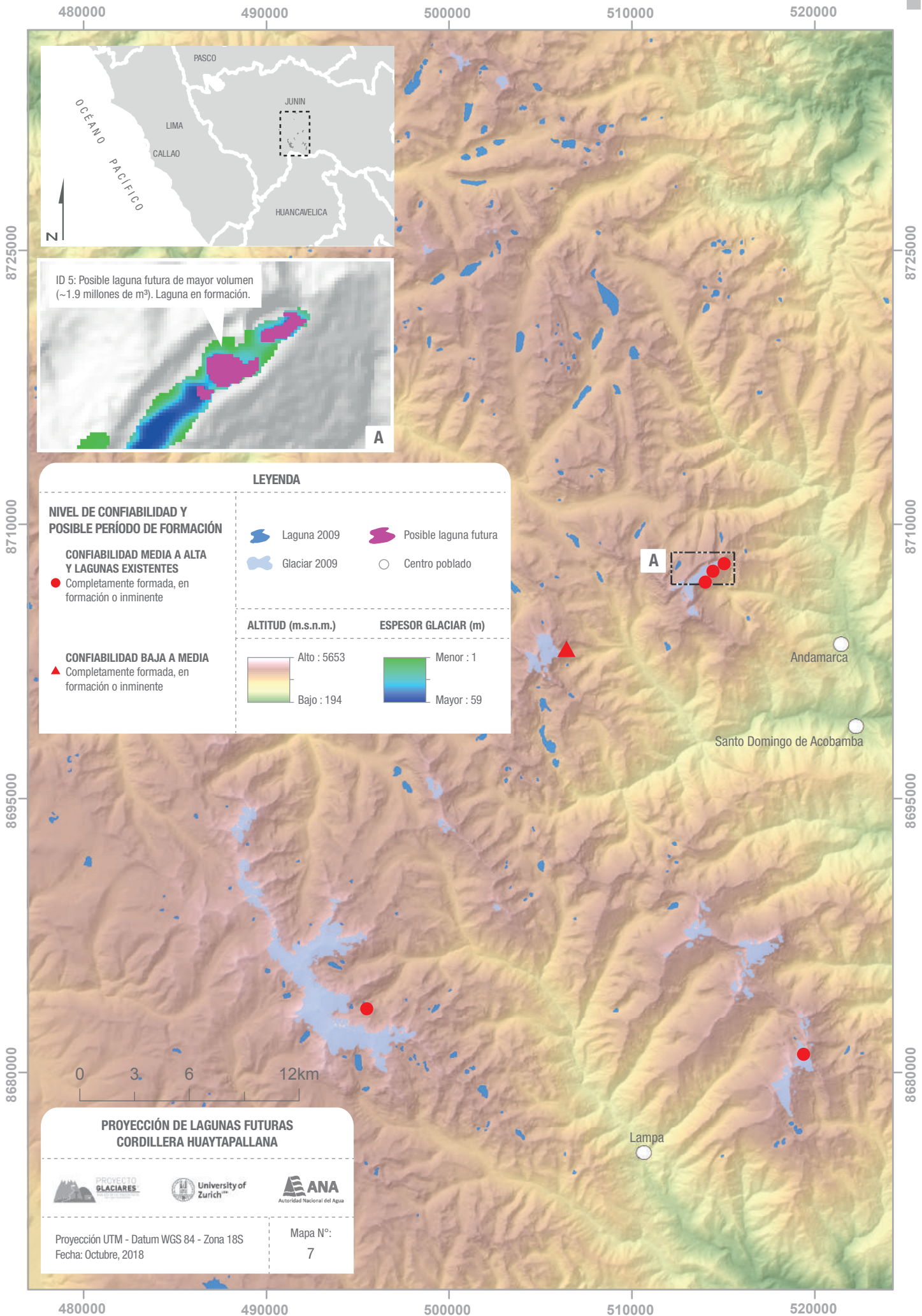
282000

288000

294000

300000





**LEYENDA**

**NIVEL DE CONFIABILIDAD Y POSIBLE PERÍODO DE FORMACIÓN**

**CONFIABILIDAD MEDIA A ALTA Y LAGUNAS EXISTENTES**

- Completamente formada, en formación o inminente

**CONFIABILIDAD BAJA A MEDIA**

- ▲ Completamente formada, en formación o inminente

**Laguna 2009** (Blue shape)

**Glaciar 2009** (Light blue shape)

**Possible laguna futura** (Purple shape)

○ Centro poblado

---

**ALTITUD (m.s.n.m.)**

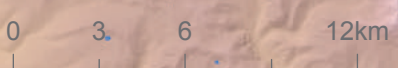
Alto : 5653

Bajo : 194

**ESPESOR GLACIAR (m)**

Menor : 1

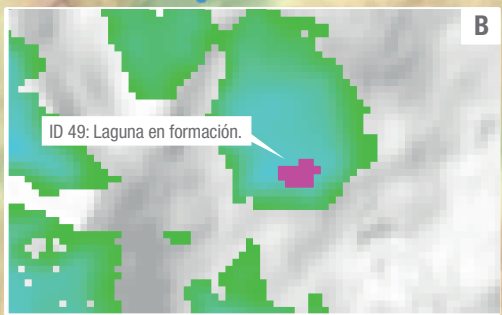
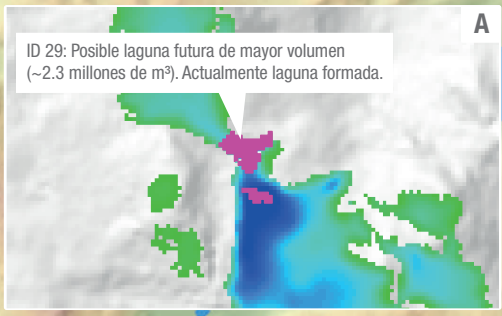
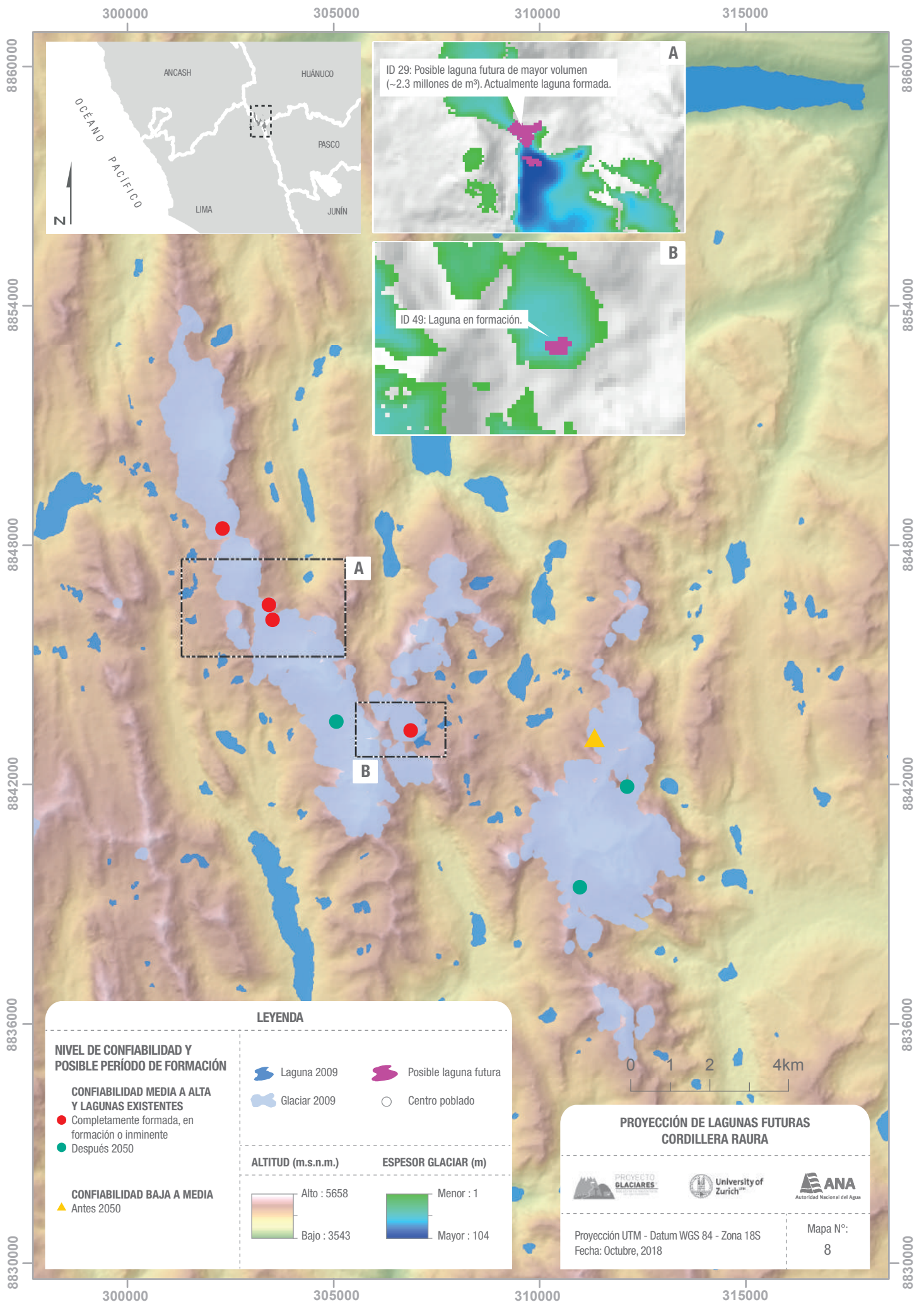
Mayor : 59



**PROYECCIÓN DE LAGUNAS FUTURAS CORDILLERA HUAYTAPALLANA**

Proyección UTM - Datum WGS 84 - Zona 18S  
 Fecha: Octubre, 2018

Mapa N°: 7



**LEYENDA**

**NIVEL DE CONFIABILIDAD Y POSIBLE PERÍODO DE FORMACIÓN**

**CONFIABILIDAD MEDIA A ALTA Y LAGUNAS EXISTENTES**

- Completamente formada, en formación o inminente
- Después 2050

**CONFIABILIDAD BAJA A MEDIA**

- ▲ Antes 2050

**Laguna 2009**      **Posible laguna futura**

**Glaciar 2009**      **Centro poblado**

**ALTITUD (m.s.n.m.)**      **ESPESOR GLACIAR (m)**

Alto : 5658      Menor : 1

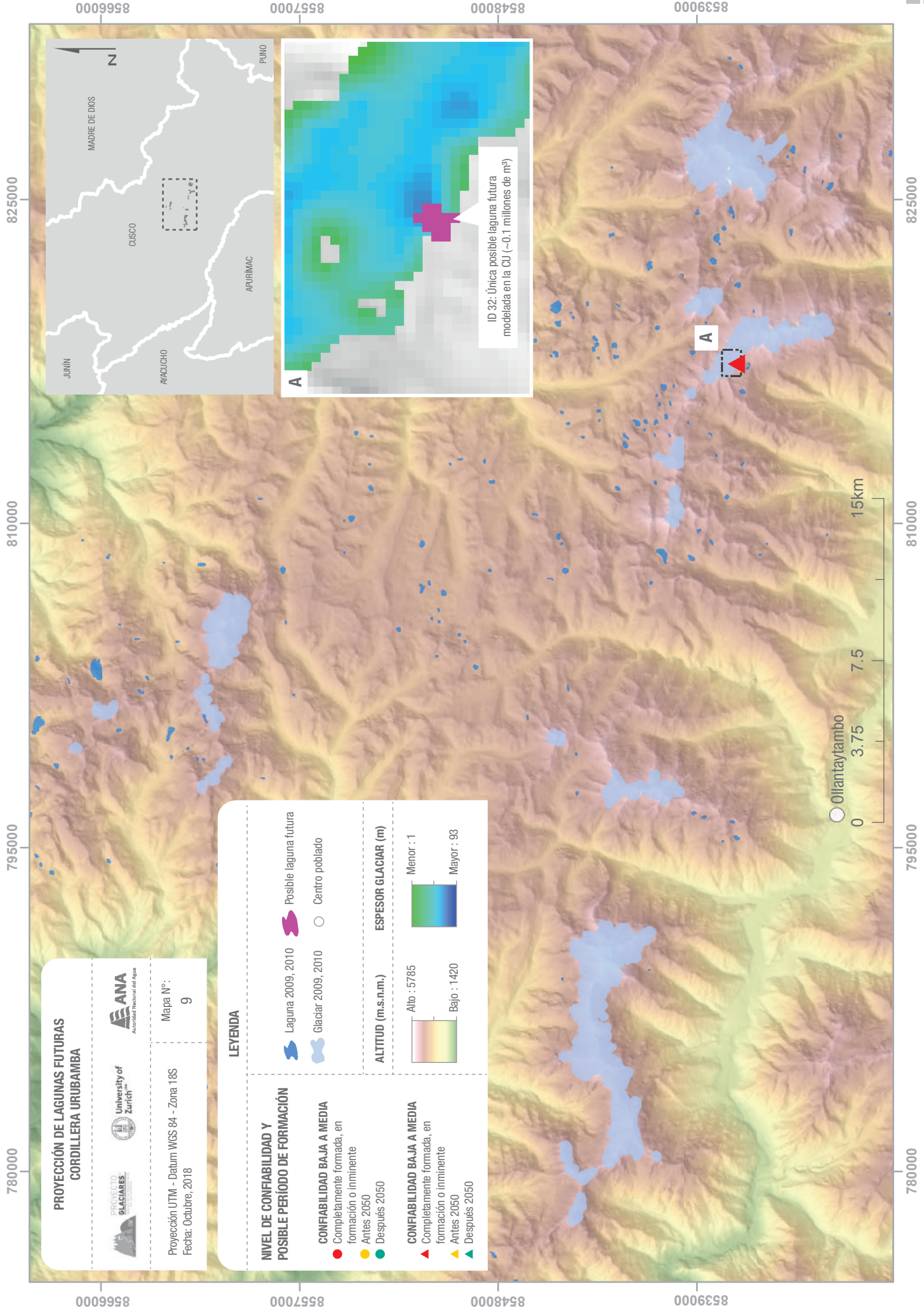
Bajo : 3543      Mayor : 104



**PROYECCIÓN DE LAGUNAS FUTURAS CORDILLERA RAURA**

PROYECTO GLACIARES      University of Zurich      ANA  
Autoridad Nacional del Agua

Proyección UTM - Datum WGS 84 - Zona 18S      Mapa N°: 8  
Fecha: Octubre, 2018



**PROYECCIÓN DE LAGUNAS FUTURAS CORDILLERA URUBAMBA**

Proyección UTM - Datum WGS 84 - Zona 18S  
 Fecha: Octubre, 2018

Mapa N°:  
**9**

**LEYENDA**

**NIVEL DE CONFIABILIDAD Y POSIBLE PERÍODO DE FORMACIÓN**

**CONFIABILIDAD BAJA A MEDIA**

- Completamente formada, en formación o inminente
- Antes 2050
- Después 2050

**CONFIABILIDAD BAJA A MEDIA**

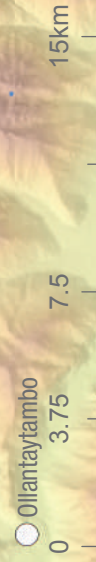
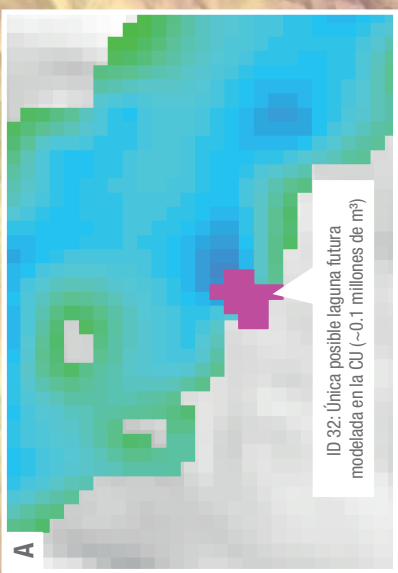
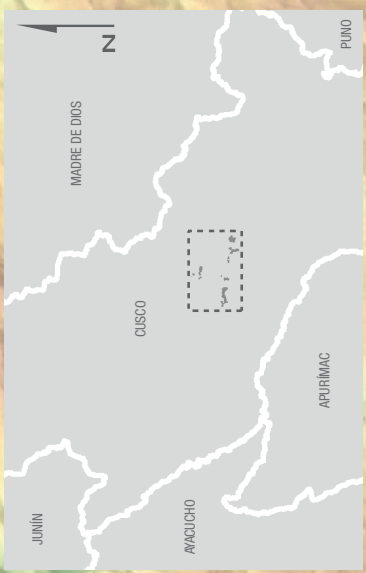
- ▲ Completamente formada, en formación o inminente
- ▲ Antes 2050
- ▲ Después 2050

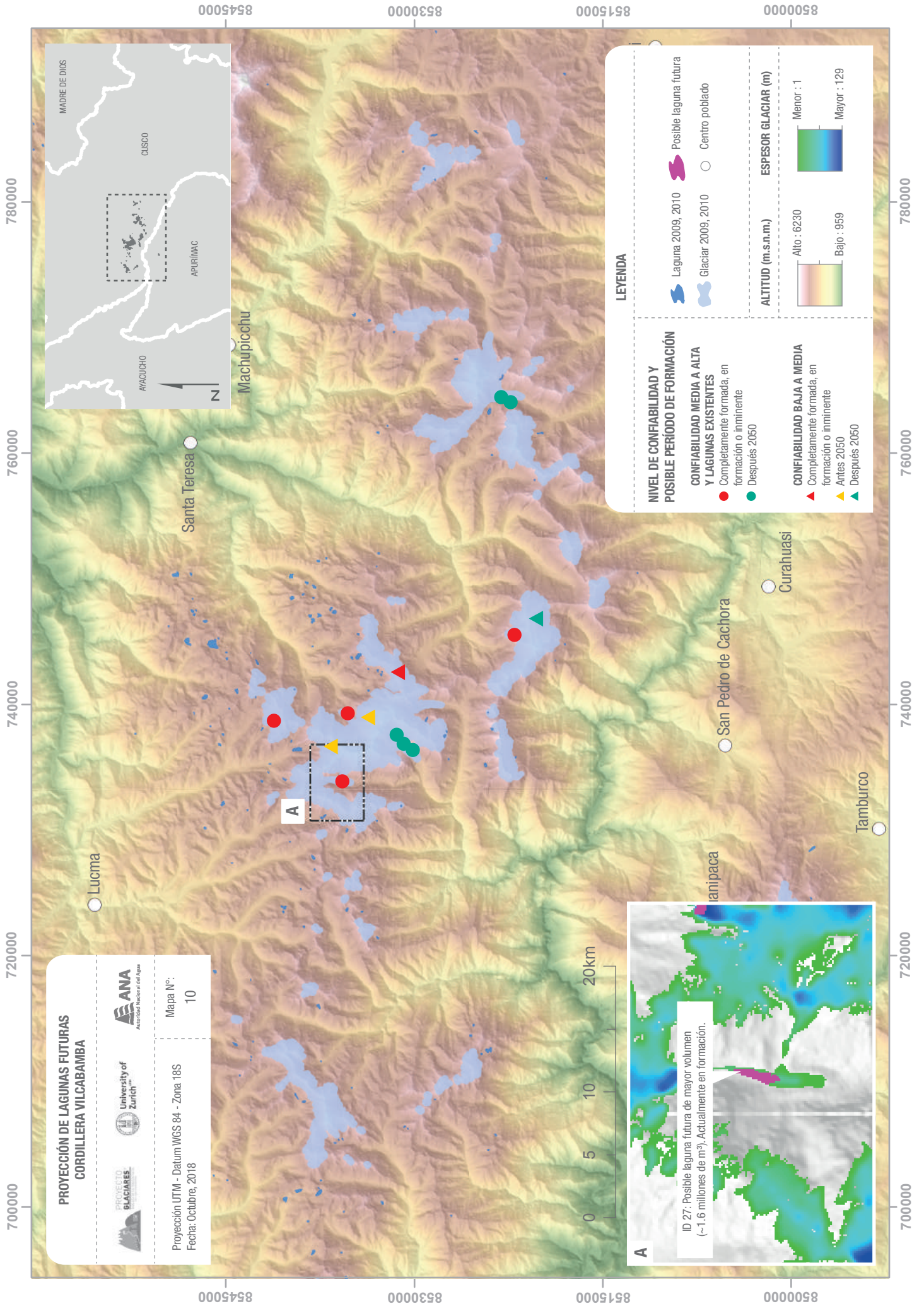
Laguna 2009, 2010 Posible laguna futura   
 Glaciar 2009, 2010 Centro poblado

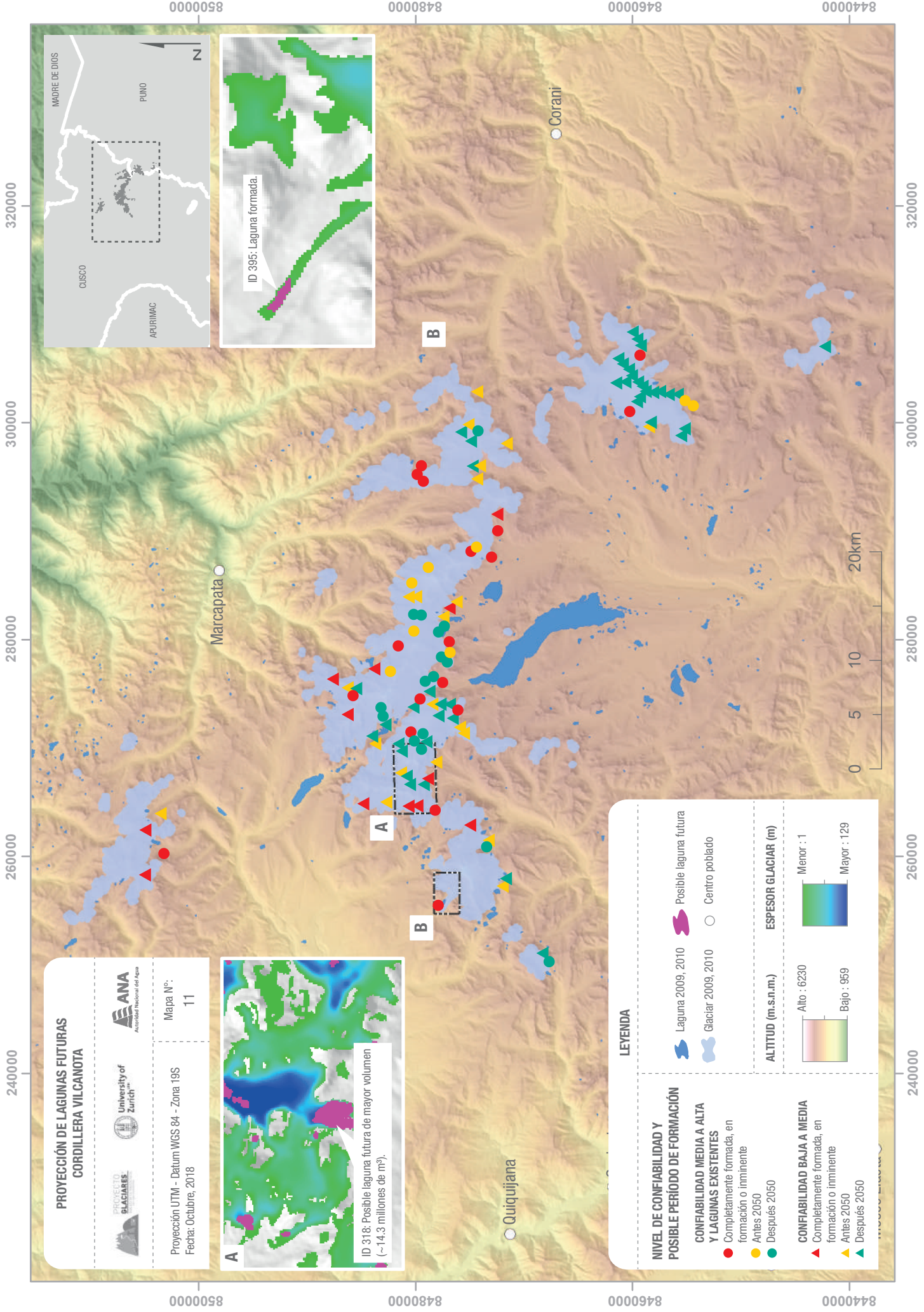
**ESPESOR GLACIAR (m)**

Alto : 5785 Menor : 1  
 Bajo : 1420 Mayor : 93

**ALTITUD (m.s.n.m.)**





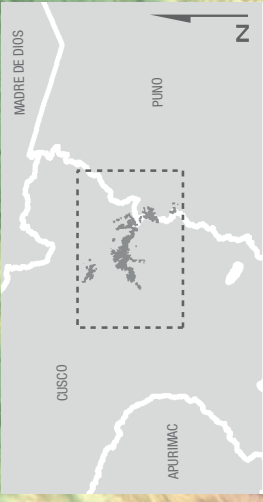
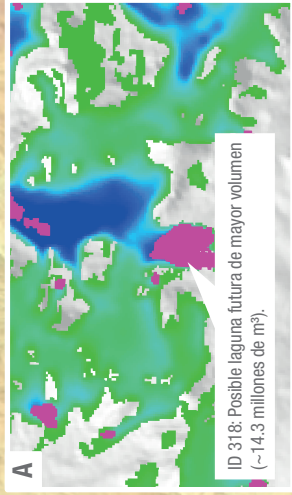


**PROYECCIÓN DE LAGUNAS FUTURAS  
CORDILLERA VILCANOTA**



Proyección UTM - Datum WGS 84 - Zona 19S  
Fecha: Octubre, 2018

Mapa N°:  
11



**LEYENDA**

**NIVEL DE CONFIABILIDAD Y  
POSIBLE PERÍODO DE FORMACIÓN**

**CONFIABILIDAD MEDIA A ALTA  
Y LAGUNAS EXISTENTES**

- Completamente formada, en formación o inminente
- Antes 2050
- Después 2050

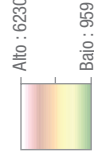
**CONFIABILIDAD BAJA A MEDIA**

- ▲ Completamente formada, en formación o inminente
- ▲ Antes 2050
- ▲ Después 2050

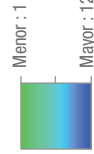
- 🟦 Laguna 2009, 2010
- 🟩 Glaciar 2009, 2010

- Posible laguna futura
- Centro poblado

**ALTITUD (m.s.n.m.)**



**ESPESOR GLACIAR (m)**



8500000 8480000 8460000 8440000

320000 300000 280000 260000 240000

## 9. ANEXOS

### ANEXO 3: Preguntas frecuentes sobre la información científica respecto a la topografía del lecho glaciar y posibles lagunas futuras en el Perú



Imagen 8. Laguna 513 y Nevado Hualcán, Cordillera Blanca. Foto: Wilfried Haeblerli

#### A. INTRODUCCIÓN: A LA VANGUARDIA EN INVESTIGACIÓN EN ALTA MONTAÑA

En un estudio llevado a cabo por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMD) sobre el análisis e interpretación de datos de inventarios de glaciares, el Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (WGMS por sus siglas en inglés) introdujo en 1995 el uso de información topográfica en tres dimensiones (incluyendo la elevación) para la estimación del espesor medio y el cálculo del volumen de glaciares que no cuentan con mediciones (ver la discusión en Haeblerli 2016). Este paso junto con información digital del terreno disponible permite ahora el cálculo detallado de la topografía del lecho glaciar. Tales lechos glaciares representan la superficie topográfica de futuros paisajes que rápidamente se están desarrollando como consecuencia de la continua desaparición de los glaciares. El modelamiento de los futuros paisajes – especialmente la formación de posibles lagunas futuras en las depresiones expuestas del lecho glaciar – es un emergente e importante campo de investigación en el marco de las estrategias de adaptación relacionadas al impacto del cambio climático en las regiones de alta montaña (Frey et al. 2010, Haeblerli 2017, Haeblerli et al. 2016, 2017, Huss et al. 2017, Vuille et al. 2017).



En cooperación con el Proyecto Glaciares+, en el Perú se ha construido una base de datos con la topografía del lecho glaciar y posibles lagunas futuras para todas las cordilleras glaciares del país (Colonia et al. 2017). Esta información se encuentra a la vanguardia de la investigación internacional en alta montaña. En este marco, el presente documento es una breve y abierta compilación de respuestas científicas a preguntas básicas que surgieron o podrían surgir en el futuro en relación con el uso práctico de esta información en la planificación a largo plazo. El objetivo principal es aclarar aspectos generales, señalar la literatura científica relevante que representa el estado del arte en este campo y, de este modo, ayudar a las autoridades gubernamentales del Perú. Es un documento que puede ser continuamente actualizado.

#### Referencias:

Colonia, D., Torres, J., Haerberli, W., Schauwecker, S., Braendle, E., Giraldez, C. and Cochachin, A. (2017): Compiling an inventory of glacier-bed overdeepenings and potential new lakes in de-glaciating areas of the Peruvian Andes: Approach, first results, and perspectives for adaptation to climate change. *Water* 9, 336. doi:10.3390/w9050336.

Frey, H., Haerberli, W., Linsbauer, A., Huggel, C. and Paul, F. (2010): A multi level strategy for anticipating future glacier lake formation and associated hazard potentials. *Natural Hazards and Earth System Science* 10, 339-352. doi.org/10.5194/nhess-10-339-2010.

Haerberli, W. (2017): Integrative modelling and managing new landscapes and environments in de-glaciating mountain ranges: An emerging trans-disciplinary research field. *Forestry Research and Engineering: International Journal* 1(1). doi:10.15406/freij.2017.01.00005 442.

Haerberli, W., Schaub, Y. and Huggel, C. (2017): Increasing risks related to landslides from degrading permafrost into new lakes in de-glaciating mountain ranges. *Geomorphology* 293, 405-417. doi:10.1016/j.geomorph.2016.02.009.

Haerberli, W. (2016): Brief communication: On area- and slope-related thickness estimates and volume calculations for unmeasured glaciers. *The Cryosphere Discussion*. doi:10.5194/tc-2015-22.

Haerberli, W., Buetler, M., Huggel, C., Lehmann Friedli, Th., Schaub, Y. and Schleiss, A.J. (2016): New lakes in deglaciating high-mountain regions – opportunities and risks. *Climatic Change* 139(2), 201-214. doi:10.1007/s10584-016-1771-5.

Huss, M., Bookhagen, B., Huggel, C., Jacobsen, D., Bradley, R.S., Clague, J.J., Vuille, M., Buytaert, W., Cayan, D.R., Greenwood, G., Mark, B.G., Milner, A.M., Weingartner, R., Winder, M. (2017): Towards mountains without permanent snow and ice. *Earth's Future* 5. doi:10.1002/2016EF000514.

Vuille, M., Carey, M., Huggel, C., Buytaert, W., Rabatel, A., Jacobsen, D., Soruco, A., Villacis, M., Yarleque, C., Timm, O.E., Condom, T., Salzmann, N. and Sicart, J-E. (2017): Rapid decline of snow and ice in the tropical Andes – Impacts, uncertainties and challenges ahead. *Earth-Science Reviews*. doi:10.1016/j.earscirev.2017.09.019.

## B. ¿QUÉ MODELOS PUEDEN USARSE PARA CALCULAR LA TOPOGRAFÍA DEL LECHO GLACIAR?

El modelamiento en tres dimensiones, que usa las pendientes, los espesores de hielo y la topografía del lecho glaciar, está basado en el principio de la ley del flujo inverso del hielo, en el que las variaciones anuales de masa glaciar, determinadas por las condiciones climáticas y topográficas, regulan el flujo de hielo y las correspondientes tensiones basales cortantes. Actualmente existen tres tipos de enfoques (Haerberli et al., 2016, material complementario, ver también desarrollos de nuevos modelos en Farinotti et al., 2017):

(1) Modelos basados en la tensión cortante (Linsbauer y otros 2009, 2012, Paul y Linsbauer 2012, Frey et al 2014, James and Carrivick 2016, Drenkhan et al. 2018): asumen una tensión basal cortante constante para cada glaciar individual, definido por una relación empírica entre la tensión basal cortante promedio y el rango de elevación del glaciar que gobiernan la rotación de la masa (Haerberli y Hoelzle 1995). Este enfoque es simple y empírico, pero posee la ventaja de requerir información fácilmente disponible, es transparente, robusto y de rápida aplicación.

(2) Modelos basados en el flujo (Farinotti et al. 2009, Huss and Farinotti 2012): parametrizan un complejo conjunto de procesos para simular el flujo de masa de la superficie y el correspondiente flujo de hielo; tensiones basales cortantes no se asumen en primera instancia, pero están generados por estos modelos y pueden variar entre glaciares individuales. Este enfoque implica un entendimiento integral de los procesos. Muchos de dichos procesos pueden, sin embargo,

no ser parametrizados con precisión para glaciares sin mediciones. Por lo tanto, es necesario un gran ajuste de los parámetros, lo cual reduce la complejidad buscada y hace nuevamente que el enfoque sea algo empírico.

(3) Modelos combinados flujo/tensión (Clarke et al., 2013) combinan los enfoques (1) y (2). Optimizan el uso de toda la información disponible (flujo de masa, tensión cortante) pero dejan reducidas posibilidades para las comparaciones independientes con los enfoques (1) y (2).

#### Referencias:

Clarke, G.K.C., Anslow, S.F., Jarosch, A.H., Radić, V., Menounos, B., Bolch, T. and Berthier E. (2013): Ice volume and subglacial topography for western Canadian glaciers from mass balance fields, thinning rates, and a bed stress model. *Journal of Climate* 26, 4282-4303.

Drenkhan, F., Guardamino, L., Huggel, C. and Frey, H. (2018): Current and future glacier and lake assessment in the deglaciating Vilcanota-Urubamba basin, Peruvian Andes. *Global and Planetary Change*, 169, pp. 105–118. doi: 10.1016/j.gloplacha.2018.07.005.

Farinotti, D., Brinkerhoff, D. J., Clarke, G. K. C., Fürst, J. J., Frey, H., Gantayat, P., Gillet-Chaulet, F., Girard, C., Huss, M., Leclercq, P. W., Linsbauer, A., Machguth, H., Martin, C., Maus, F., Morlighem, M., Mosbeux, C., Pandit, A., Portmann, A., Rabatel, A., Ramsankaran, R., Reerink, T. J., Sanchez, O., Stentoft, P. A., Singh Kumari, S., van Pelt, W. J. J., Anderson, B., Benham, T., Binder, D., Dowdeswell, J. A., Fischer, A., Helfricht, K., Kutuzov, S., Lavrentiev, I., McNabb, R., Gudmundsson, G. H., Li, H., and Andreassen, L. M. (2017): How accurate are estimates of glacier ice thickness? Results from ITMIX, the Ice Thickness Models Intercomparison eXperiment. *The Cryosphere* 11, 949–970. doi.org/10.5194/tc-11-949-2017.

Farinotti, D., Huss, M., Bauder, A., Funk, M. and Truffer, M. (2009): A method to estimate the ice volume and ice-thickness distribution of alpine glaciers. *Journal of Glaciology* 55, 422-430. doi: 10.3189/002214309788816759.

Frey, H., Machguth, H., Huss, M., Huggel, C., Bajracharya, S., Bolch, T., Kulkarni, A., Linsbauer, A., Salzmann, N. and Stoffel, M. (2014): Estimating the volume of glaciers in the Himalaya-Karakoram region using different methods. *The Cryosphere* 8, 2313-2333. doi:10.5194/tc-8-2313-2014.

Haeberli, W., Linsbauer, A., Cochachin, A., Salazar, C. and Fischer, U.H. (2016): On the morphological characteristics of overdeepenings in high-mountain glacier beds. *Earth Surface Processes and Landforms* 41, 1980-1990. doi:10.1002/esp.3966.

Haeberli, W. and Hoelzle, M. (1995): Application of inventory data for estimating characteristics of and regional climate-change effects on mountain glaciers: a pilot study with the European Alps. *Annals of Glaciology* 21, 206-212. Russian Translation in: *Data of Glaciological Studies, Moscow*, 82, 116-124.

Huss, M. and Farinotti, D. (2012): Distributed ice thickness and volume of all glaciers around the globe. *Journal of Geophysical Research* 117 (F4), F04010. doi:10.1029/2012JF002523

James, W.H.M. and Carrivick, J.L. (2016): Automated modelling of spatially-distributed glacier ice thickness and volume. *Computers & Geosciences* 92, 90–103. doi.org/10.1016/j.cageo.2016.04.007.

Linsbauer, A., Frey, H., Haeberli, W., Machguth, H., Azam, M.F. and Allen, S. (2016): Modelling glacier-bed overdeepenings and possible future lakes for the glaciers in the Himalaya–Karakoram region. *Annals of Glaciology* 57(71). doi:10.3189/2016AoG71A627.

Linsbauer, A., Paul, F. and Haeberli, W. (2012): Modeling glacier thickness distribution and bed topography over entire mountain ranges with GlabTop: Application of a fast and robust approach. *Journal of Geophysical Research* 117, F03007. doi:10.1029/2011JF002313.

Linsbauer, A., Paul, F., Hoelzle, M., Frey, H. and Haeberli, W. (2009): The Swiss Alps without glaciers – a GIS-based modelling approach for reconstruction of glacier beds. *Proceedings of Geomorphometry 2009, Zurich, Switzerland*, 243-247.

Paul, F. and Linsbauer, A. (2012): Modeling of glacier bed topography from glacier outlines, central branch lines, and a DEM. *International Journal of Geographic Information Science* 26, 1173–1190. doi:10.1080/13658816.2011.627859.





## C. A LA FECHA ¿DÓNDE SE HAN APLICADO DICHS MODELOS?

Las primeras topografías de lecho glaciar y "DEMs sin glaciares" para cadenas montañosas enteras fueron calculadas por Linsbauer et al (2009) para los Alpes Suizos y por Clarke et al. (2013) para grandes regiones del oeste de Canadá. Los espesores glaciares, con los que en principio las topografías del lecho glaciar podrían ser calculadas, han sido modelados en todo el mundo (Huss and Farinotti 2012, Huss and Hock 2015). Linsbauer et al. (2012) fueron los primeros en usar dicha información para la determinación de depresiones en el lecho glaciar como posibles lugares donde podrían formarse lagunas futuras en los Alpes Suizos. Posteriormente, aplicaciones similares se realizaron para el Himalaya-Karakoram (Linsbauer et al. 2015), las cordilleras del Perú (Colonia et al. 2017, Drenkhan et al. 2018), el sur de Sudamérica (Patagonia, etc. Carrivick et al. 2016) y el Djungarskiy Alatau (Kapitsa et al. 2017). Estudios análogos se encuentran en desarrollo para los Alpes Austriacos (Otto et al. 2017), los Alpes Italianos occidentales (Viani et al. 2017) y el Mont Blanc en la región francesa de los Alpes (Haerberli et al. 2018) – se esperan muchos más a corto plazo.

### Referencias:

Carrivick, J.L., Davies, B.J., James, W.H.M., Quincy, D.J. and Glasser, N.F. (2016): Distributed ice thickness and glacier volume in southern South America. *Global and Planetary Change* 146, 122–132. doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.09.010.

Clarke, G.K.C., Anslow, S.F., Jarosch, A.H., Radić, V., Menounos, B., Bolch, T. and Berthier E. (2013): Ice volume and subglacial topography for western Canadian glaciers from mass balance fields, thinning rates, and a bed stress model. *Journal of Climate* 26, 4282-4303.

Colonia, D., Torres, J., Haerberli, W., Schauwecker, S., Braendle, E., Giraldez, C. and Cochachin, A. (2017): Compiling an inventory of glacier-bed overdeepenings and potential new lakes in de-glaciating areas of the Peruvian Andes: Approach, first results, and perspectives for adaptation to climate change. *Water* 9, 336. doi:10.3390/w9050336.

Drenkhan, F., Guardamino, L., Huggel, C. and Frey, H. (2018): Current and future glacier and lake assessment in the deglaciating Vilcanota-Urubamba basin, Peruvian Andes. *Global and Planetary Change*, 169, pp. 105–118. doi: 10.1016/j.gloplacha.2018.07.005.

Haerberli, W., Magnin, F. and Linsbauer, A. (2018): Modeling permafrost occurrence, glacier-bed topography and possible future lakes for assessing changing hazard conditions in cold mountain regions. *Extended Abstract EUCOP5, Chamonix, France*.

Huss, M. and Hock, R. (2015): A new model for global glacier change and sea-level rise. *Frontiers in Earth Science*. doi:10.3389/feart.2015.00054.

Huss, M. and Farinotti, D. (2012): Distributed ice thickness and volume of all glaciers around the globe. *Journal of Geophysical Research* 117(F4) F04010. doi:10.1029/2012JF002523.

Kapitsa, V., Shahgedanova, M., Machguth, H., Severskiy, I. and Medeu, A. (2017): Assessment of evolution and risks of glacier lake outbursts in the Djungarskiy Alatau, Central Asia, using Landsat imagery and glacier bed topography modeling. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 17, 1837–1856. doi.org/10.5194/nhess-17-1837-2017.

Linsbauer, A., Frey, H., Haerberli, W., Machguth, H., Azam, M.F. and Allen, S. (2016): Modelling glacier-bed overdeepenings and possible future lakes for the glaciers in the Himalaya–Karakoram region. *Annals of Glaciology* 57(71). doi:10.3189/2016AoG71A627.

Linsbauer, A., Paul, F. and Haerberli, W. (2012): Modeling glacier thickness distribution and bed topography over entire mountain ranges with GlabTop: Application of a fast and robust approach. *Journal of Geophysical Research* 117, F03007. doi:10.1029/2011JF002313.

Otto, J.-C., Helfericht, K., Prasicek, G., Buckel, J. and Keuschnig, M. (2017): Predicting future glacial lakes in Austria using different modeling approaches. *Geophysical Research Abstracts* 19, EGU2017-14016.

Viani, C., Giardino, M., Huggel, C., Perotti, L. and Mortara, G. (2017): Morphodynamics of glacier lakes in the western Italian Alps resulting from continued glacier shrinkage: past evidences and future scenarios. VIIth Young Geomorphologists Day “Innovative technologies for monitoring and digitally modeling past and present geomorphological processes”, Napoli, 15-16 June 2017.

## D. ¿HAN SIDO LOS MODELOS Y SUS RESULTADOS COMPARADOS Y EVALUADOS?

Un extenso ejercicio de comparación internacional de modelos (Farinotti et al. 2017) ha comparado mediciones de espesor de varios glaciares con una variedad de enfoques de modelamiento que calculan el espesor de hielo basados en las propiedades de la superficie glaciar. El estudio ha mostrado que en montañas glaciares tanto el GlabTop (aplicado en el Perú por el Proyecto Glaciares+) y el GlabTop2 (versión automatizada) tienen un desempeño similar a otros enfoques de modelamiento. El ejercicio también ha mostrado que la incertidumbre del  $\pm 30\%$  en el modelamiento del espesor de hielo, tal y como ha sido establecido previamente por el GlabTop (Linsbauer et al. 2012) y el GlabTop2 (Frey et al. 2014), es bastante típico para cualquier enfoque de modelamiento (Kapitsa et al. 2017).

### Referencias:

Farinotti, D., Brinkerhoff, D. J., Clarke, G. K. C., Fürst, J. J., Frey, H., Gantayat, P., Gillet-Chaulet, F., Girard, C., Huss, M., Leclercq, P. W., Linsbauer, A., Machguth, H., Martin, C., Maus, F., Morlighem, M., Mosbeux, C., Pandit, A., Portmann, A., Rabatel, A., Ramsankaran, R., Reerink, T. J., Sanchez, O., Stentoft, P. A., Singh Kumari, S., van Pelt, W. J. J., Anderson, B., Benham, T., Binder, D., Dowdeswell, J. A., Fischer, A., Helfricht, K., Kutuzov, S., Lavrentiev, I., McNabb, R., Gudmundsson, G. H., Li, H., and Andreassen, L. M. (2017): How accurate are estimates of glacier ice thickness? Results from ITMIX, the Ice Thickness Models Intercomparison eXperiment. *The Cryosphere* 11, 949–970. doi.org/10.5194/tc-11-949-2017.

Frey, H., Machguth, H., Huss, M., Huggel, C., Bajracharya, S., Bolch, T., Kulkarni, A., Linsbauer, A., Salzmann, N. and Stoffel, M. (2014): Estimating the volume of glaciers in the Himalaya-Karakoram region using different methods. *The Cryosphere* 8, 2313–2333. doi:10.5194/tc-8-2313-2014.

Kapitsa, V., Shahgedanova, M., Machguth, H., Severskiy, I. and Medeu, A. (2017): Assessment of evolution and risks of glacier lake outbursts in the Djungarskiy Alatau, Central Asia, using Landsat imagery and glacier bed topography modeling. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 17, 1837–1856. doi.org/10.5194/nhess-17-1837-2017.

Linsbauer, A., Frey, H., Haerberli, W., Machguth, H., Azam, M.F. and Allen, S. (2016): Modelling glacier-bed overdeepenings and possible future lakes for the glaciers in the Himalaya–Karakoram region. *Annals of Glaciology* 57(71). doi:10.3189/2016AoG71A627.

Linsbauer, A., Paul, F. and Haerberli, W. (2012): Modeling glacier thickness distribution and bed topography over entire mountain ranges with GlabTop: Application of a fast and robust approach. *Journal of Geophysical Research* 117, F03007. doi:10.1029/2011JF002313.



Imagen 9. Laguna Chuecón en actual desarrollo, Cordillera Central. Foto: Área de Evaluación de Glaciares y Lagunas.



## E. ¿CÓMO LA SELECCIÓN DEL DEM Y LA INCERTIDUMBRE DEL MODELO AFECTAN POSIBLES APLICACIONES?

La relativa gran incertidumbre ( $\pm 30\%$ ) de los valores modelados de profundidad de hielo y, por lo tanto, de la elevación absoluta del lecho glaciar, se debe principalmente a que aún existe un limitado entendimiento de los aspectos relacionados a la cuantificación de los flujos de masa y el flujo de los glaciares (balance de masa de la superficie, deslizamiento basal, etc.; Haerberli 2016). En contraste, diferencias relativas entre glaciares individuales, que reflejan patrones espaciales del espesor de hielo y las respectivas topografías del lecho, están principalmente relacionadas a la pendiente de la superficie obtenida de los DEMs y, por lo tanto, son mucho más robustos (cf. la comparación de modelos en la figura 6 de Frey et al. 2014 o la discusión de acceso abierto en Haerberli 2016). Una comprobación independiente de las depresiones del lecho usando criterios morfológicos (Frey et al. 2010) con inspección visual ayuda con la definición de niveles de confianza de la información resultante (Colonia et al. 2017, Linsbauer et al. 2016). Con este procedimiento, por ejemplo, algunas depresiones aparentemente grandes en el término glaciar que resultan de imprecisiones entre las pendientes derivadas del DEM y la ubicación exacta del límite glaciar (debido por ejemplo al desfase entre el DEM y la delimitación glaciar) se pueden excluir (Frey et al. 2014, Drenkhan et al. 2018). La principal incertidumbre restante respecto a la topografía del lecho está relacionada con el filtrado/suavizado en relación a la superficie de la pendiente, que es necesario para abarcar los efectos del acoplamiento de la tensión longitudinal en los glaciares. Esta incertidumbre sobre el suavizado longitudinal es especialmente importante en referencia al modelado de las depresiones del lecho (Adhikari & Marshall 2013) y requiere mayor investigación.

En Haerberli et al. (2016) se provee un análisis de las incertidumbres relacionadas a la calidad del DEM y los métodos de interpolación. Mientras que la posición general y forma aproximada de las depresiones modeladas del lecho glaciar son bastante robustas, los contornos y parámetros geométricos exactos (especialmente profundidad y volumen) no pueden ser obtenidos y permanecen como estimaciones del orden de magnitud. Dado que todos los métodos numéricos aplican suavizado espacial con el propósito de simular el acoplamiento de tensión longitudinal, DEMs de mayor resolución no necesariamente mejoran la información tal y como se observa al comparar la simulación con el SRTM de 90m remuestreada a 30m y la simulación con un SRTM original de 30m. Para el modelo GlabTop2, incluso se halló que la resolución espacial de un DEM debajo de los 70m resulta en estimaciones menos certeras del espesor. La combinación de la información de superficies de DEMs y espesores de hielo permite el cálculo de la topografía del lecho glaciar que no cambia en el tiempo más allá de las incertidumbres del modelo. En el rango de tales incertidumbres, nuevos DEMs con cambios en la geometría de los glaciares no proveen, por lo tanto, información nueva o esencial. Los DEMs a usar para el cálculo de las topografías del lecho glaciar deben ser lo más cercano posible en el tiempo a los datos de inventarios glaciares. La aplicación de información de nuevos inventarios que describan cambios en los glaciares previos a los DEMs que aún muestran extensiones glaciares distintas generan errores sistemáticos que deben ser evitados. Esto debe ser particularmente considerado para el (limitado) uso de DEMs libremente disponibles, como el SRTM (registrado in 02/2000) y el Aster GDEM (producto generado entre 2000 y 2016).

### Referencias:

- Adhikari, S. and Marshall, S.J. (2013): Influence of high-order mechanics on simulation of glacier response to climate change: insights from Haig Glacier, Canadian Rocky Mountains. *The Cryosphere* 7(5), 1527–1541. doi:10.5194/tc-7-1527-2013.
- Colonia, D., Torres, J., Haerberli, W., Schauwecker, S., Braendle, E., Giraldez, C. and Cochachin, A. (2017): Compiling an inventory of glacier-bed overdeepenings and potential new lakes in de-glaciating areas of the Peruvian Andes: Approach, first results, and perspectives for adaptation to climate change. *Water* 9, 336. doi:10.3390/w9050336.
- Drenkhan, F., Guardamino, L., Huggel, C. and Frey, H. (2018): Current and future glacier and lake assessment in the deglaciating Vilcanota-Urubamba basin, Peruvian Andes. *Global and Planetary Change*, 169, pp. 105–118. doi: 10.1016/j.gloplacha.2018.07.005.
- Frey, H., Machguth, H., Huss, M., Huggel, C., Bajracharya, S., Bolch, T., Kulkarni, A., Linsbauer, A., Salzmann, N. and Stoffel, M. (2014): Estimating the volume of glaciers in the Himalaya-Karakoram region using different methods. *The Cryosphere* 8, 2313-2333. doi:10.5194/tc-8-2313-2014.
- Frey, H., Haerberli, W., Linsbauer, A., Huggel, C. and Paul, F. (2010): A multi level strategy for anticipating future glacier lake formation and associated hazard potentials. *Natural Hazards and Earth System Science* 10, 339-352. doi.org/10.5194/nhess-10-339-2010.
- Haerberli, W. (2016): Brief communication: On area- and slope-related thickness estimates and volume calculations for unmeasured glaciers. *The Cryosphere Discussion*. doi:10.5194/tc-2015-22.
- Haerberli, W., Linsbauer, A., Cochachin, A., Salazar, C. and Fischer, U.H. (2016): On the morphological characteristics of overdeepenings in high-mountain glacier beds. *Earth Surface Processes and Landforms* 41, 1980-1990. doi:10.1002/esp.3966.
- Linsbauer, A., Frey, H., Haerberli, W., Machguth, H., Azam, M.F. and Allen, S. (2016): Modelling glacier-bed overdeepenings and possible future lakes for the glaciers in the Himalaya–Karakoram region. *Annals of Glaciology* 57(71). doi:10.3189/2016AoG71A627.

## F. ¿QUÉ PUEDEN APORTAR LAS MEDICIONES EN CAMPO ADICIONALES?

Un gran número de mediciones en campo alrededor del mundo – mayormente sondeos con radio ecosondas – han sido utilizados hasta ahora para calibrar y validar los enfoques de modelamiento actualmente disponibles. Una moderna base de datos de espesores glaciares está disponible en el Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (WGMS; Gärtner-Roer et al. 2014). Nuevas observaciones de campo pueden, ciertamente, ser recomendadas – especialmente si están enfocadas a investigaciones locales – pero difícilmente contribuirán más que como pruebas generales sobre el rendimiento general del modelo. La razón es que la comparación directa entre dichas mediciones de campo y los cálculos de modelamiento numérico no es trivial. Los sondeos de radio ecosonda no proveen directamente la profundidad del hielo, sino que deben ser interpretadas. La principal incertidumbre entonces se relaciona a la migración y esquemas de interpolación aplicados. La migración define la posición de los puntos reflejados en el lecho glaciar. En las depresiones del lecho glaciar, con su pronunciada topografía en tres dimensiones, los procedimientos en dos dimensiones tradicionalmente aplicados son problemáticos y causan una considerable incertidumbre. La interpolación debe ser aplicada con el propósito de obtener información en tres dimensiones de perfiles de sondas en dos dimensiones. Aquí existe la misma incertidumbre que con la interpolación numérica que calcula localmente valores de profundidad.

Colonia et al. (2017) proveen un ejemplo en la Cordillera Blanca: en el caso del glaciar Artesonraju, la comparación con radio ecosondas (Chisolm 2016) fue posible. La máxima profundidad, el volumen de la depresión del lecho de la posible futura laguna en esta plana lengua glaciar calculados usando GlabTop son 58 m y 4.45 millones de m<sup>3</sup>. Las mejores estimaciones de inter y extrapolaciones de radio ecosondas (cerca de 10 perfiles longitudinales predominantemente paralelos) proveen valores de 80 m y cerca de 10 (4.5 a 17.3) millones de m<sup>3</sup>. Esto muestra que las incertidumbres del volumen de las depresiones calculadas por inter y extrapolaciones de radio ecosondas pueden ser del orden de  $\pm 50\%$  o incluso más, sin embargo, confirma que las estimaciones de la profundidad de hielo usando GlabTop se encuentran dentro del  $\pm 30\%$  del espesor de hielo real. Esto muestra que los resultados de los procedimientos aquí aplicados son robustos con respecto a la existencia/ubicación de depresiones de lecho y su forma aproximada pero sólo pueden proveer una estimación gruesa del orden de magnitud de la profundidad y volúmenes de potenciales lagunas.

### Referencias:

Chisolm, R.E. Climate Change Impacts and Water Security in the Cordillera Blanca, Peru. Ph.D. Thesis, University of Texas at Austin, Austin, TX, USA, 2016.

Colonia, D., Torres, J., Haeberli, W., Schauwecker, S., Braendle, E., Giraldez, C. and Cochachin, A. (2017): Compiling an inventory of glacier-bed overdeepenings and potential new lakes in de-glaciating areas of the Peruvian Andes: Approach, first results, and perspectives for adaptation to climate change. *Water* 9, 336. doi:10.3390/w9050336.

Gärtner-Roer, I., Naegeli, K., Huss, M., Knecht, T., Machguth, H. and Zemp, M. (2014): A database of worldwide glacier thickness observations, *Global and Planetary Change* 122, 330–344. doi:org/10.1016/j.gloplacha.2014.09.003.



Imagen 10. Laguna formándose en la lengua glaciar del nevado Antizón, Cordillera Blanca. Foto: Área de Evaluación de Glaciares y Lagunas.

## G. ¿SE FORMARÁN LAGUNAS DONDE LAS DEPRESIONES DEL LECHO GLACIAR ESTÁN QUEDANDO EXPUESTAS?

La experiencia muestra que en el 70% de los casos, las lagunas se forman donde las depresiones del lecho glaciar que fueron modeladas, están quedando expuestas por el retroceso y desaparición de los glaciares (Haeberli et al. 2016, Kapitsa et al. 2017). Las dificultades en la predicción de la formación de lagunas nuevas están relacionadas con dos aspectos: incertidumbres del modelo y características de la cuenca.

Las incertidumbres del modelo son especialmente altas en pequeños tamaños donde los artefactos (error de observación) pueden predominar, en divisiones de neviza donde la pendiente de la superficie en un punto se vuelve  $0^\circ$  y, en los márgenes de hielo plano donde la determinación de la pendiente sobre una distancia de referencia razonable se vuelve difícil. Las características de la cuenca incluyen cortes profundamente erosionados en los umbrales del lecho de roca aguas abajo – el cual no puede ser modelado hoy en día – y el llenado por sedimentación. Este último es especialmente rápido donde las depresiones son superficiales y la entrada de escombros de las paredes rocosas circundantes es alta. Se puede aprender mucho acerca de tales preguntas a partir de la observación detallada durante los próximos años y décadas del retroceso de los márgenes de hielo. En resumen, no todas las depresiones de lecho glaciar modeladas conducirán finalmente a la formación y existencia de una nueva laguna. La incertidumbre es mucho más pequeña al otro lado del argumento: la formación de una gran laguna fuera de las depresiones modeladas del lecho glaciar, no puede ser estrictamente excluida pero es poco probable.

### Referencias:

Haeberli, W., Linsbauer, A., Cochachin, A., Salazar, C. and Fischer, U.H. (2016): On the morphological characteristics of overdeepenings in high-mountain glacier beds. *Earth Surface Processes and Landforms* 41, 1980-1990. doi:10.1002/esp.3966.

Kapitsa, V., Shahgedanova, M., Machguth, H., Severskiy, I. and Medeu, A. (2017): Assessment of evolution and risks of glacier lake outbursts in the Djungarskiy Alatau, Central Asia, using Landsat imagery and glacier bed topography modeling. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 17, 1837–1856. doi.org/10.5194/nhess-17-1837-2017.



**Imagen 11.** Nueva laguna formándose en el glaciar Brazzini, Cordillera Raura. Foto: Área de Evaluación de Glaciares y Lagunas

## **H. ¿CUÁLES DEBEN SER LOS SIGUIENTES PASOS EN LA CIENCIA Y LA POLÍTICA?**

La primera y más importante tarea es hacer que la información existente esté disponible públicamente tanto para la ciencia (por ejemplo, datos geoespaciales y notas técnicas de libre descarga) y la política (por ejemplo, mapas y notas sobre las posibles implicaciones para el uso y planificación del territorio, así como la toma de decisiones). El presente estudio será publicado a través de la web de la Autoridad Nacional del Agua incluyendo los datos geoespaciales.

La topografía de los lechos glaciares ahora disponible representa la futura superficie topográfica una vez que los glaciares retrocedan o incluso hayan desaparecido. Para la comunidad científica esta futura superficie topográfica es la base para el modelamiento de nuevos paisajes y los procesos relacionados con la nieve y el hielo, la vegetación y la fauna, el agua, los procesos geomorfológicos superficiales e impactos culturales. Para la política, esta información es crucial para el futuro uso y planificación del territorio, la anticipación del riesgo y una adecuada gestión del agua.

La información sobre posibles lagunas futuras es un primer resultado de tal anticipación de las condiciones futuras. Esto permite a las partes interesadas y al público pensar en cómo lidiar con las nuevas lagunas que se formarán rápidamente en las próximas décadas. Haerberli et al. (2016) recomiendan un análisis en forma matricial sobre las opciones de posibles sinergias, pero también de potenciales conflictos entre la generación de energía hidroeléctrica, el suministro de agua, la agricultura, el turismo, la reducción de riesgos y la protección del paisaje. Las posibilidades de proyectos multipropósito deben considerarse cuidadosamente (Glaciares+ 2016). En cuanto a los riesgos, por ejemplo, una rápida mirada al modelamiento de potenciales olas de flujo y flujos de escombros de existentes y nuevas lagunas utilizando las estimaciones de hidrogramas más desfavorables y enfoques de modelos simples como el modelo de MSF (Huggel et al. 2003). En relación a las máximas longitudes de trayectorias, podría ayudar con el establecimiento de una lista de prioridades, y análisis más detallados sobre vulnerabilidad y daños potenciales (Drenkhan et al. 2019). Sondeos de radio ecosondas enfocados en sitios de interés respecto al suministro del agua o la generación de energía hidroeléctrica podrían proporcionar información detallada sobre la geometría de la laguna y análisis sistemáticos de la susceptibilidad



de las paredes de roca. Lo último, con respecto a la inestabilidad de taludes y posibles avalanchas de roca/hielo sobre las lagunas que puedan justificar decisiones donde la protección del paisaje tiene prioridad sobre aspectos de seguridad y viceversa.

#### Referencias:

Drenkhan, F., Huggel, C., Guardamino, L. and Haerberli, W. (2019): Managing risks and future options in the deglaciating Andes of Peru: the example of the Vilcanota-Urubamba Basin. *Science of the Total Environment* 665, 465-483. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.070

Haerberli, W., Buetler, M., Huggel, C., Lehmann Friedli, Th., Schaub, Y. and Schleiss, A.J. (2016): New lakes in deglaciating high-mountain regions – opportunities and risks. *Climatic Change* 139(2), 201-214. doi:10.1007/s10584-016-1771-5.

Huggel, C., Käab, A., Haerberli, W. and Krummenacher, B. (2003): Regional-scale GIS-models for assessment of hazards from glacier lake outbursts: evaluation and application in the Swiss Alps. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3 (6), 647-662.

Glaciares+ (2016): Proyectos de ingeniería multipropósito incluyendo protección contra crecidas, producción de energía y demanda de agua en las cordilleras peruanas: Principios, potencial y desafíos. Un documento orientador. Compilación: Haerberli, W., Huggel, C., García-Hernández, J. y Guillén Ludeña, S. con contribuciones de: César Portocarrero, Luis Vicuña, Christine Jurt, Holger Frey, César Gonzáles, Karen Price, Miriam Cerdán, Fernando Valenzuela, Melissa Monzón y Claudia Giráldez. Proyecto Glaciares+, Lima, Perú.



Socios Proyecto Glaciares+:



**PERÚ** Ministerio del Ambiente



**PERÚ** Ministerio de Agricultura y Riego

**ANA**  
Autoridad Nacional del Agua

**GENEPRED**

**APCI**  
Agencia Peruana de Cooperación Internacional

**GOBIERNO REGIONAL DE LIMA**



**Gobierno Regional CUSCO**  
Caminemos juntos