



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y  
Ecosistemas de Montaña

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la consolidación del Mar de Grau”

# GLACIARES EN EXTINCIÓN

## DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL GLACIAR SULLCÓN – CORDILLERA CENTRAL

DEPARTAMENTO DE LIMA

### INFORME TÉCNICO N° 19



Huaraz, Octubre de 2016



**PERÚ**

Ministerio  
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y  
Ecosistemas de Montaña

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la consolidación del Mar de Grau”

**MINISTERIO DEL AMBIENTE**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE  
MONTAÑA - INAIGEM**

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES**

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL GLACIAR SULLCÓN**

**PROFESIONALES RESPONSABLES:**

**Ing. Roque Vargas Huamán**

**Ing. Daniel Colonia Ortiz**

**Ing. Edwin Loarte Cadenas**

**Ing. Gabriel Martel Valverde**



INDICE

	Pág.
<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>1 CAPÍTULO I – GENERALIDADES .....</b>	<b>5</b>
1.1 Introducción .....	5
1.2 Antecedentes.....	5
1.3 Objetivos.....	5
1.4 Ubicación y acceso .....	6
<b>2 CAPÍTULO II – METODOLOGÍA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Equipos y Materiales.....	8
Equipos.....	8
Materiales .....	9
2.2 Descripción de Actividades .....	9
2.2.1 Actividades Previas.....	9
2.2.2 Actividades de Campo .....	9
2.2.3 Actividades de Gabinete .....	10
<b>3 CAPITULO III – CARACTERIZACIÓN FÍSICA .....</b>	<b>10</b>
3.1 Aspectos Geológicos .....	10
3.2 Glaciología.....	13
3.3 Recursos hídricos .....	14
3.4 Ecosistemas .....	14
<b>4 CAPITULO IV – RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
4.1 Glaciares .....	14
4.1.1 Situación actual.....	14
4.1.2 Escenarios Futuros .....	17
4.2 Recursos hídricos .....	19
4.2.1 Glaciares y Lagunas .....	19
4.2.2 Uso actual del recurso hídrico.....	22
4.3 Ecosistemas .....	22
4.3.1 Identificación de ecosistemas de montaña.....	22
4.3.2 Degradación de los ecosistemas de montaña.....	24
4.4 Riesgos.....	24
4.4.1 Origen Glaciar.....	24
4.4.2 Origen Hídrico.....	25
4.5 Percepción social, económica y ambiental relacionada al recurso hídrico .....	27
4.5.1 Recursos hídricos .....	28
4.5.2 Actividad económica .....	28
4.5.3 Aspectos sociales .....	28
4.5.4 Necesidades .....	29
<b>5 CAPITULO VI – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>29</b>
5.1 Conclusiones .....	29
5.2 Recomendaciones .....	30
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>32</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>33</b>



## RESUMEN

Políticamente el glaciar Sullcón se encuentra ubicado en la región Lima, provincia de Huarochirí, distrito de San Mateo, hidrográficamente pertenece a la subcuenca del río Blanco que forma parte de la cuenca del río Rímac.

Los resultados más importantes obtenidos durante la inspección técnica se resumen en los siguientes aspectos: El área glaciar de Sullcón ha disminuido aproximadamente en 46% entre 1970 y 2016, lo cual ha ocasionado una reducción de las reservas de agua que discurre hacia la cuenca del río Rímac. El drenaje principal del deshielo de este glaciar se vierte hacia la cuenca del río Mantaro con un caudal medio de 62.4 l/s, mientras que hacia la cuenca del río Rímac, drena solo 9.8 l/s, impactando en la capacidad de recarga de la represa Yuracmayo.

La población local tiene como principal actividad económica la ganadería y en menor magnitud la agricultura, son conscientes que el recurso hídrico está disminuyendo, manifestando que los manantiales se están secando y la superficie de pastos se está reduciendo debido a que el agua está disminuyendo. También notan como las temporadas de siembra y cosecha han sido alteradas debido al retraso de las lluvias, lo cual ocasiona grandes pérdidas en las actividades económicas que la población realiza.

Hay muy buena disposición por parte de la población para reforzar y plantear proyectos que tengan que ver con la preservación del recurso hídrico y de cómo mantener un ambiente limpio y sano.

En San Mateo, se enfatiza que sus principales fuentes (manantiales) de agua potable en los últimos 5 años se han secado. Sin embargo han tomado conciencia y han mejorado el uso del agua para riego y uso doméstico. Se ha realizado un proyecto con la participación de la población, construyendo zanjas de infiltración en la margen derecha de la represa Yuracmayo para retener agua y mejorar la extensión de los pastos altoandinos. Ya se habla de siembra de agua en cabeceras de cuenca (siembra de pastos y zanjas de infiltración) y riego tecnificado a nivel de las comunidades en las partes altas, lo cual demuestra que una mejor organización a nivel de comunidad hace que las poblaciones puedan gestionar mejor sus recursos y adaptarse a las condiciones del cambio climático.

También las autoridades de San Mateo han propuesto acciones a la población para que el río Blanco no sea contaminado, catalogándolo históricamente como San Mateo ecológico.



# 1 CAPÍTULO I – GENERALIDADES

## 1.1 Introducción

Los glaciares son sistemas muy sensibles a las variaciones climáticas, a través de los años han venido registrando dentro de su morfología las consecuencias de las crecientes elevaciones de temperatura; los recursos hídricos ubicados en las cabeceras de cuencas están condenados a desaparecer, siendo el principal indicador, la acelerada reducción de masa glaciar, que hace muy difícil a las poblaciones, poder adaptarse a estos cambios y por lo tanto tener complicaciones en la gestión de los recursos hídricos. En ese sentido es importante evaluar con detenimiento y en forma multidisciplinaria el impacto de la extinción de dichos glaciares para cuantificar la problemática existente. Al desaparecer rápidamente el glaciar Sullcón ubicado en la Cordillera Central, genera escasez hídrica con impactos directos sobre la ganadería, la agricultura y el uso doméstico.

## 1.2 Antecedentes

En 1970 Hidrandina SA, realizó el inventario de los glaciares del Perú, donde la Cordillera Central registró un área glaciar de 116.7 km<sup>2</sup>.

Entre el 2003 y 2010, la UGRH (2014) realiza una segunda actualización del inventario de glaciares, en la que se estimó el área glaciar en 51.9 km<sup>2</sup> para la Cordillera Central.

La cordillera Central tiene una superficie glaciar de 51.91 km<sup>2</sup>, localizándose la mayor extensión glaciar en la cuenca del Mantaro, con 39.41% de la superficie total, el 32% va a la cuenca del río Cañete y el 22% a la cuenca del río Mala, pero la menor extensión se ubica en la cuenca del río Rímac, con el 6.11%, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 01: Superficie glaciar según vertiente y cuenca hidrográfica en la cordillera Central.**

Vertiente	Cuenca	km <sup>2</sup>	%
Pacífico	Cañete	16.66	32.09
	Mala	11.62	22.38
	Rímac	3.17	6.11
Atlántico	Mantaro	20.46	39.41
<b>Total</b>		<b>51.91</b>	<b>100.00</b>

Fuente: UGRH, 2014.



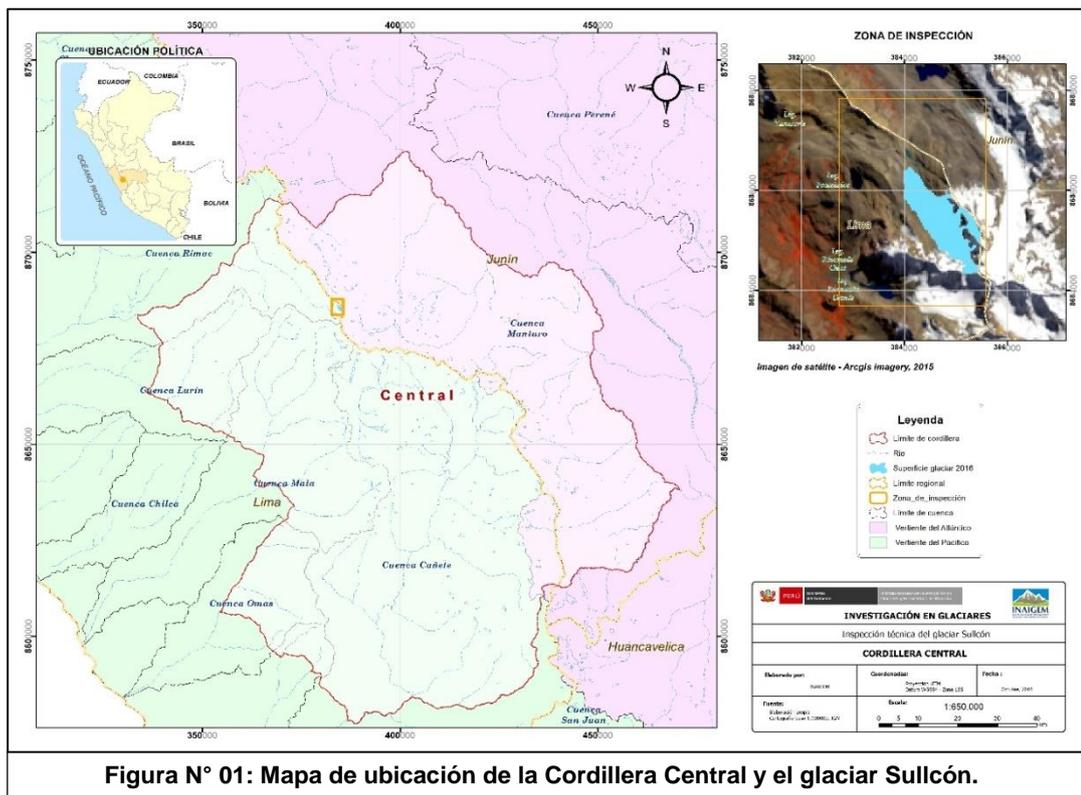
### 1.3 Objetivos

- Evaluar las características y condiciones actuales del glaciar Sullcón (Cordillera Central), ubicado en el departamento de Lima.
- Evaluar la situación actual de los cuerpos de agua y ecosistemas existentes, con la finalidad de plantear medidas de recuperación y adaptación frente al impacto del cambio climático.
- Obtener información de las percepciones de la población acerca del cambio climático, retroceso glaciar y las posibles medidas de adaptación.

### 1.4 Ubicación y acceso

#### Ubicación

Políticamente, el glaciar Sullcón, se encuentra ubicado en el distrito de San Mateo, provincia de Huarochirí, departamento de Lima, sus coordenadas geográficas son: 11°54'36" - 11°55'48" latitud sur y 76°03' - 76°04'12" longitud oeste. (Ver figura N° 01).



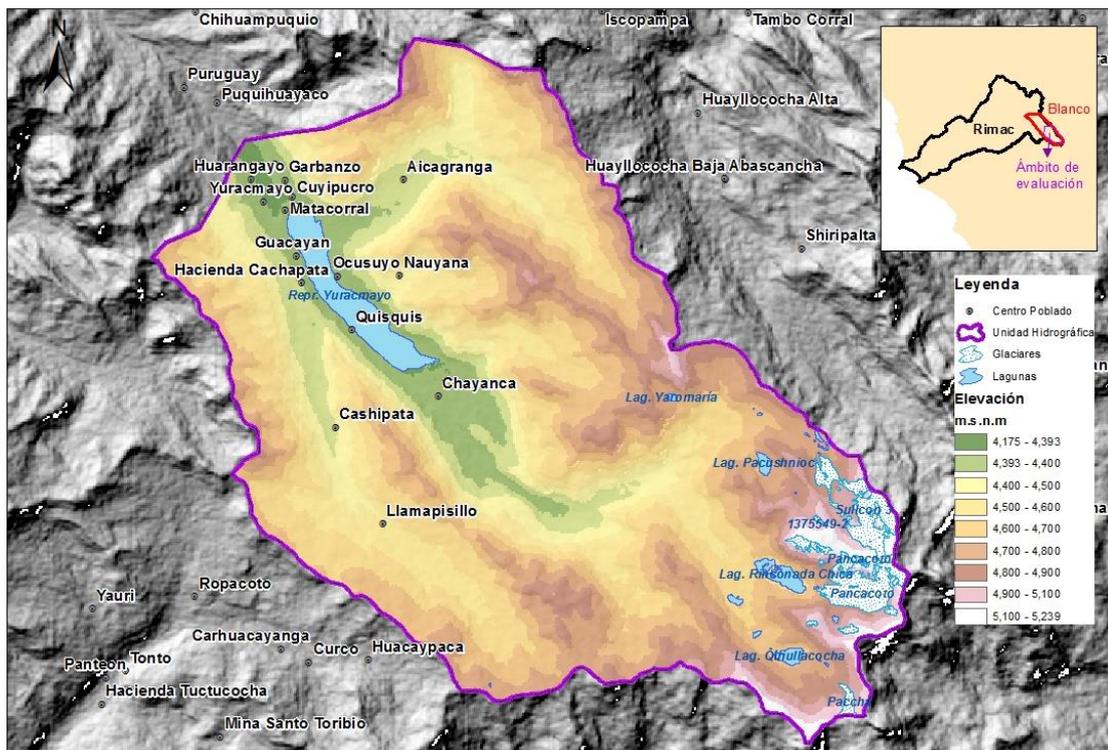
Según la codificación de cuencas empleando la metodología de Pfafstetter, adoptado por el Perú en el 2008 a través de la Autoridad Nacional del Agua - ANA, el glaciar Sullcón y la Unidad Hidrográfica elegida como ámbito de evaluación de recursos hídricos, estaría dentro de la codificación 1375549 (Cuenca Blanco), específicamente en la cabecera de la cuenca Blanco (Cuadro N° 02 y Figura N° 02).



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la consolidación del Mar de Grau”

**Cuadro N° 02: Jerarquización de unidades hidrográficas según la codificación Pfafstetter.**

<b>Nivel 1</b>	<b>1</b>	<b>Región Hidrográfica del Pacífico</b>
<b>Nivel 2</b>	13	Unidad Hidrográfica 13
<b>Nivel 3</b>	137	Unidad Hidrográfica 137
<b>Nivel 4</b>	1375	Unidad Hidrográfica 1375
<b>Nivel 5</b>	13755	Unidad Hidrográfica 13755
<b>Nivel 6</b>	137554	Cuenca Rímac
<b>Nivel 7</b>	1375549	Cuenca Blanco



**Figura N° 02: Unidad Hidrográfica para la evaluación de recursos hídricos.**

**Acceso**

La principal vía de acceso a partir de Huaraz es por carretera asfaltada Huaraz – Lima, luego se continua por la carretera central rumbo a San Mateo, de ahí se toma el desvío a la represa de Yuracmayo recorriendo 35 km de carreta afirmada (pasando por el centro poblado de Chogna), luego se continúa hasta la mina Colquicocha a lo largo de 14 km. Desde la mina se continúa a pie aproximadamente 8 km en 3 h hasta llegar al glaciar Sulcón (Ver cuadro N° 03)

**Cuadro N° 03: Vías de acceso.**

Tramo	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo de recorrido (h)	Medio de Transporte
Huaraz-Lima	Vía asfaltada	400	7:00	Camioneta
Lima - San Mateo	Vía asfaltada	103	2:00	Camioneta
San Mateo-Inmediaciones de la represa Yuracmayo	Vía afirmada	35	0:45	Camioneta
Inmediaciones de la represa Yuracmayo - Mina Colquicocha SAC	Vía afirmada	14	1:00	Camioneta
Mina - Glaciar Sullcón	Camino de herradura	8	3:00	A pie

**Fecha de trabajo**

EL trabajo de campo se realizó del 07 al 19 de setiembre del 2017, según las actividades programadas por el INAIGEM en el margo de evaluar el estado actual de los glaciares y sus impactos en la población.

**2 CAPÍTULO II – METODOLOGÍA**

Para la realización de éste diagnóstico se emplearon:

- Entrevistas con autoridades y pobladores del ámbito.
- Inspección visual en campo de los glaciares en la Cordillera Central.
- Reconocimiento de las principales zonas de riesgo de origen glaciar e hídrico.
- Caracterización del medio físico en campo.

Entrevistas a autoridades políticas como el Alcalde y Gerente Administrativo del distrito de San Mateo, Dirigentes de la Comunidad Campesina de San Antonio y pobladores que habitan en el entorno de la represa de Yuracmayo.

**2.1 Equipos y Materiales****Equipos**

Se han utilizado equipos para medición insitu de la calidad del agua, aforos de caudales, registros fotográficos y audiovisuales:

1. Correntómetro.
2. Cámaras fotográficas.
3. Equipos de montaña y campismo.
4. Radios de comunicación.
5. Wincha.
6. GPS Navegador.
7. Brújula.

## Materiales

- Encuestas dirigidas sobre percepción social en el tema de escasez de agua, cambio climático, así como testimonios de medidas de adaptación.
- Trípticos y folleterías de las actividades que realiza el INAIGEM.

## 2.2 Descripción de Actividades

### 2.2.1 Actividades Previas

Dentro del programa de trabajo del INAIGEM, para el año 2016, se programó realizar el diagnóstico preliminar de la situación actual del glaciar Sullcón, de acuerdo a la Figura N° 03.

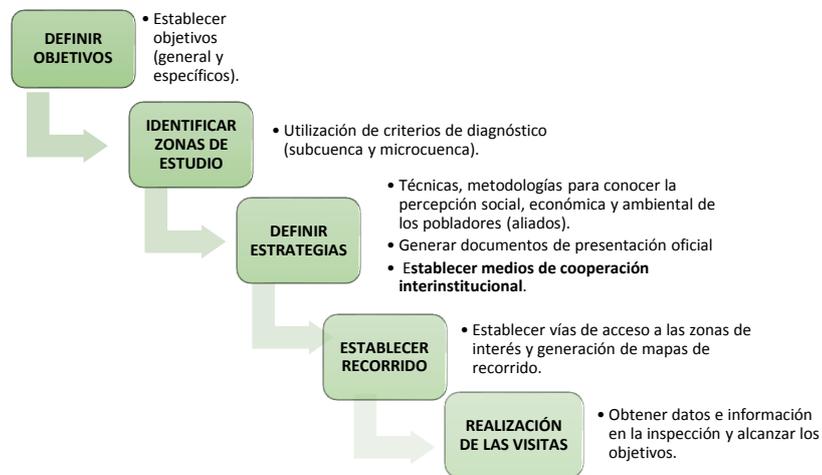


Figura N° 03: Proceso de las actividades previas.

### 2.2.2 Actividades de Campo

Establecidos los procedimientos y conociendo la realidad en las zonas de estudio, se replanteo y organizó las actividades de campo e incluso las visitas oficiales a las instituciones públicas según la Figura N° 04.

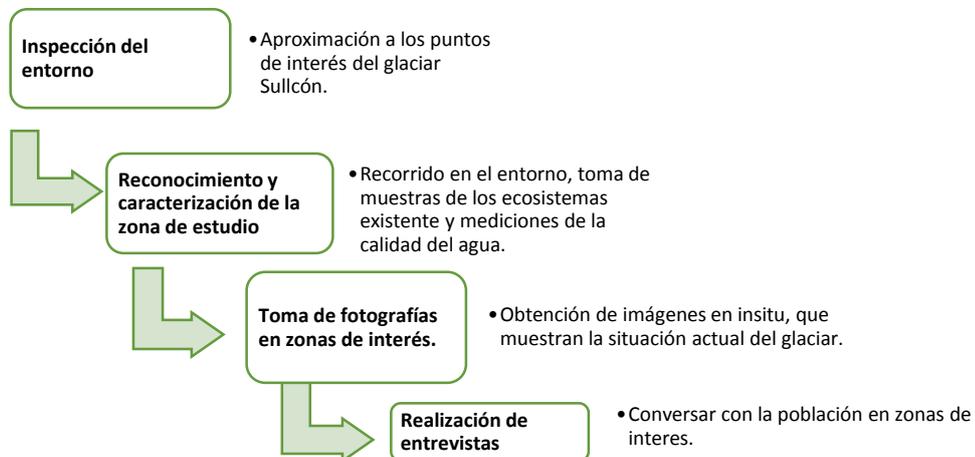


Figura N° 04: Actividades de campo realizadas.

### 2.2.3 Actividades de Gabinete

Para la obtención y elaboración del informe final, se consideró los procedimientos de la Figura N° 05.

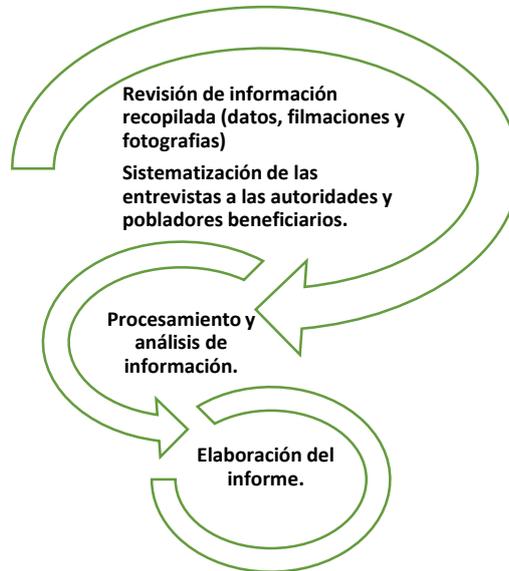


Figura N° 05: Actividades de gabinete.

## 3 CAPITULO III – CARACTERIZACIÓN FÍSICA

### 3.1 Aspectos Geológicos

Geológicamente, el glaciar Sullcón, se encuentra entre los departamentos de Lima y Junín, sobre la línea divisoria entre la cuenca del río Mantaro y cuenca del río Rímac; conforma regionalmente una secuencia de rocas sedimentarias mesozoicas que se distribuyen hacia el oeste y una amplia secuencia de rocas volcánicas intercaladas con estratos sedimentarios más antiguos hacia el este. A continuación se describen las principales secuencias litológicas existentes en los alrededores del glaciar Sullcón:

#### Geología Regional

Las unidades geológicas que afloran en esta parte de la cuenca del río Rímac, comprenden rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas e intrusivas, con edades que fluctúan entre el Jurásico y el Cuaternario reciente. Los rasgos estructurales que definen la secuencia tectónica son plegamientos y fallamientos que se orientan siguiendo el rumbo regional de la cordillera de los andes (NO-SE).

A nivel local, las principales unidades litológicas identificadas comprenden la serie volcánico-sedimentaria que corresponde a la parte superior del Grupo Rímac; en este sector sobresalen limolitas, lutitas y areniscas feldespáticas con matriz tobácea, superpuestas por una secuencia de volcánicos tobáceos porfíroides con fuerte

alteración. Hacia la cabecera de la subcuenca del río Blanco, aflora una potente secuencia de tobas redepositadas y areniscas tobáceas de color abigarrados, que se intercalan con aglomerados finos, brechas tobáceas y ocasionalmente con horizontes de tobas andesíticas, dacíticas y capas de calizas (Ver fotografía N° 01).



**Fotografía N° 01: Bloques de roca volcánica de 1-2 m de diámetro, arrastrada por el glaciar Sullcón desde las partes altas. A la derecha, secuencia de lutitas fuertemente intemperizadas, en la parte baja del glaciar Sullcón.**

Sobre las laderas de montaña del flanco occidental y en las cabeceras de los valles glaciares, se distribuyen en forma reducida, depósitos morrénicos, antiguos y recientes hasta una altitud de 3800 msnm (INGEMMET, 1990). Estos depósitos han sido erosionados y conforman hacia el oeste pequeños diques morrénicos que han embalsado lagunas de poco volumen.

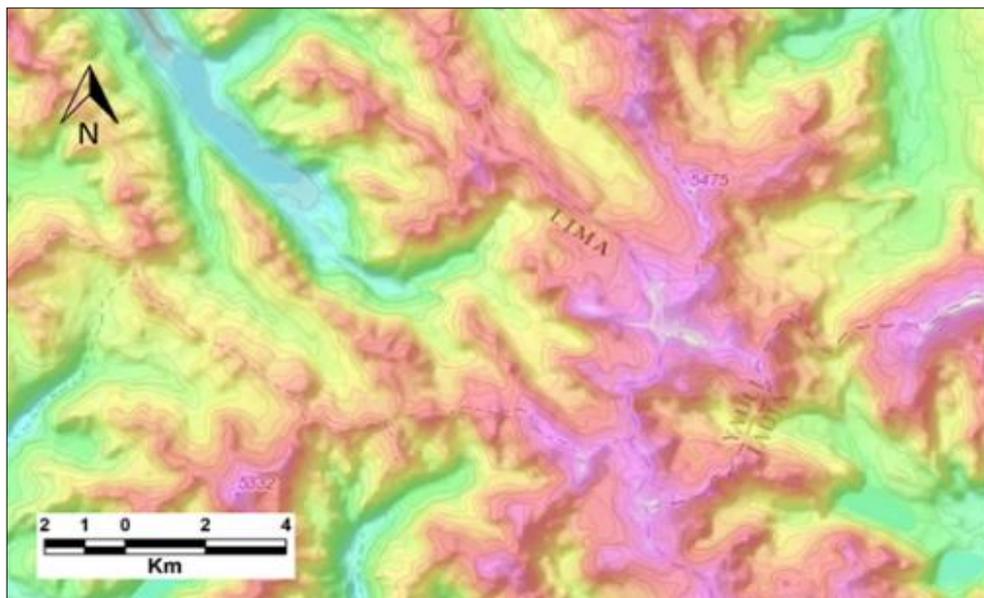
Morfológicamente, la parte alta del glaciar Sullcón, constituye la línea divisoria entre la vertiente del Pacífico y del Atlántico, distribuyendo las aguas que drenan hacia la cuenca del río Mantaro y del río Rímac. En este sector sobresalen cumbres montañosas muy accidentadas por encima de los 5000 msnm, donde existe todavía una considerable superficie glaciar.

El glaciar Sullcón, forma parte de la cordillera central, y morfológicamente conforma una amplia cadena montañosa con cimas accidentadas que se orientan con rumbo regional NO-SE, están cortadas por quebradas de corto recorrido, en cuyos fondos existen bofedales y pajonales que son aprovechados para la crianza de ganado (auquénido principalmente).

La erosión cuaternaria, ha modelado laderas y fondos de valle sobre rocas sedimentarias y volcánicas, dejando en algunos sectores amplias superficies plano-inclinadas que limitan con laderas fuertemente empinadas, como se aprecia en la parte alta de la subcuenca del río Blanco (Ver fotografía N° 02 y figura N° 06).



**Fotografía N° 02:** Vista izquierda, fondo de valle del río Blanco, aguas arriba de la Represa de Yuracmayo, en el fondo se observa amplios bofedales y laderas empinadas en ambas márgenes. A la derecha un valle paralelo al anterior, con laderas empinadas y fondos plano inclinados, cuyas aguas drenan directamente a la represa Yuracmayo.



**Figura N° 06:** Relieve del glaciar Sullcón, observando en la parte alta la cadena de montañas a lo largo de la Cordillera Central y en la parte baja, la represa Yuracmayo, con la principal fuente de recarga a partir del glaciar.

Los principales procesos geodinámicos identificados en el entorno del glaciar Sullcón, son mayormente de origen hídrico y gravitacional de baja magnitud. Hacia el sector izquierdo, ocurren pequeños derrumbes, arrastrando los detritos sobre el frente glaciar, debido a la gran dinámica que existe, también se ha podido observar en forma

local derrubios de ladera con fuerte pendiente, con poco volumen de material y corto desplazamiento hacia las partes bajas.

En la parte media y baja de las quebradas se observan procesos de origen hídrico, originados principalmente por secado de bofedales y degradación de suelos, debido al mínimo caudal de recarga que aporta el glaciar; esta situación es preocupante para los integrantes de la Comunidad de San Antonio, porque afecta a la actividad pecuaria que realizan en estos sectores (Ver fotografía N° 03).



**Fotografía N° 03: A la izquierda, proceso de degradación de bofedales por falta de agua en la parte alta de la subcuenca del río Blanco. A la derecha, parte baja del glaciar Sullcón con mínimos caudales de salida por infiltración.**

### 3.2 Glaciología

El área glaciar de la cordillera Central al 2007 fue estimado en 51.9 km<sup>2</sup> con una reducción del 56% en comparación al inventario de la década de 1970 (116.7 km<sup>2</sup>). La distribución de glaciares por rangos de tamaño es también una característica importante a considerar en los glaciares de la Cordillera Central, podemos mencionar que 160 glaciares tienen un tamaño  $\leq 1$  km<sup>2</sup> y tienen una superficie de 29.32 km<sup>2</sup>, 14 glaciares tienen un tamaño entre 1 - 5 km<sup>2</sup>, en general la Cordillera Central cuenta con 174 glaciares y una superficie de 51.91 km<sup>2</sup> (UGRH, 2014).

Los glaciares Paccha y Sullcón, ubicados en la cabecera de la cuenca Quillacocha, son considerados como tributarios del río Blanco. En las décadas recientes, los Andes tropicales han mostrado un retroceso glaciar marcado en las 19 cordilleras nevadas del territorio peruano, presentando mayor aceleración a partir de la década de los años 1970, complementando con los escenarios climáticos proyectan incrementos de temperatura de +4°C a +5°C en zonas por encima de los 4000 msnm para finales del siglo XXI. Esto podría ocasionar una reducción significativa de la cobertura glaciar y la desaparición de glaciares por encima de los 5000 msnm. Los nevados de Paccha y Sullcón son los nevados que constituyen el reservorio de agua más importante de la represa Yuracmayo y alimentan los cursos de agua que forman las quebradas del área.



### 3.3 Recursos hídricos

La unidad hidrográfica elegida para esta evaluación varía entre 4247 y 5582 msnm, y se extiende en una superficie de 102.15 km<sup>2</sup>, con un perímetro de 46.78 km. Esta unidad hidrográfica en la parte alta se encuentra conformada por los glaciares Sullcón, Pancacoto y Paccha. Dentro de la cuenca se ubica la represa Yuracmayo con una superficie de 1.94 km<sup>2</sup>, la laguna Yaromaría (también conocida como Suero) con una superficie de 0.02 km<sup>2</sup>, la laguna Pacushnioc con una superficie de 0.08 km<sup>2</sup>, la laguna Rinconada Chica con una superficie de 0.26 km<sup>2</sup>, la laguna Quiullacocha con una superficie de 0.12 km<sup>2</sup> y otras pequeñas lagunas en formación como parte del retroceso de los glaciares.

### 3.4 Ecosistemas

Las condiciones áridas de la ubicación de Lima y su gran dependencia del río Rímac y en menor medida de los ríos Lurín y Chillón, han causado que sea necesario transferir agua de cuencas y reservorios de otras áreas del departamento de Lima y otros departamentos, lo cual genera una serie de impactos ambientales asociados.

En el entorno del río Blanco, se encuentra un paisaje netamente de puna, con presencia de bofedales y zonas de pastos naturales, que la población de Yuracmayo aprovecha con el pastoreo en la cabecera de la subcuenca del río Blanco. También es importante mencionar que el recurso hídrico proveniente del deshielo de glaciares se usa en la generación hidroeléctrica, agricultura, consumo poblacional, industrial, minero y piscícola.

## 4 CAPITULO IV – RESULTADOS

### 4.1 Glaciares

#### 4.1.1 Situación actual

En la Subcuenca del río Blanco el retroceso glaciar se ha acelerado como lo demuestra el glaciar Sullcón, que se localiza en las coordenadas UTM Este: 384991 y Norte: 8684884. Según los datos de las imágenes de satélite Sentinel-2, el glaciar ha reducido su área de 2.4 km<sup>2</sup> a 1.3 km<sup>2</sup>, perdiendo un área glaciar equivalente al 46% entre 1970 y 2016. El glaciar es considerado como glaciar de tipo valle, porque tiene la zona de acumulación y la zona de ablación (actualmente monitoreada).

El glaciar Sullcón evidencia grandes cambios en su superficie y masa glaciar. El retroceso del frente glaciar ha formado pequeños cuerpos de agua (Ver fotografía N° 04), modificando el paisaje de la zona. Además se identificó la presencia de escombros en la superficie glaciar (Ver fotografía N° 05), debido a fuertes proceso de erosión, por la acción del glaciar en el lecho rocoso y caída de roca de las márgenes, especialmente

de la margen izquierda, que son transportadas por la dinámica propia del glaciar. Los escombros cubren parte de la superficie glaciar que fueron diferenciadas con la interpretación visual. Esto permitió definir el área del glaciar Sullcón en las imágenes de satélite de Sentinel-2.



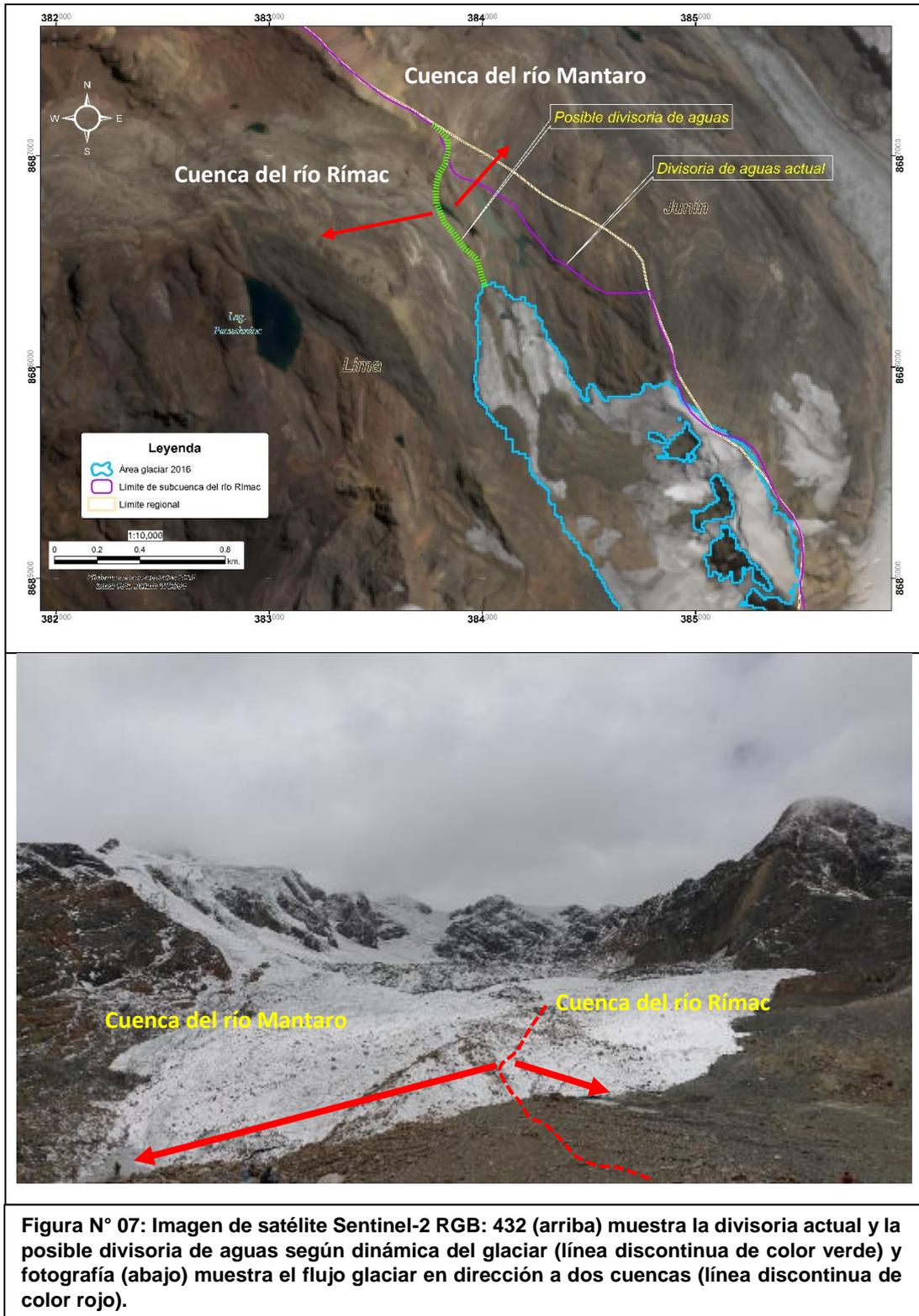
**Fotografía N° 04: Cuerpos de agua en el frente glaciar Sullcón.**



**Fotografía N° 05: Glaciar Sullcón con presencia de escombros.**

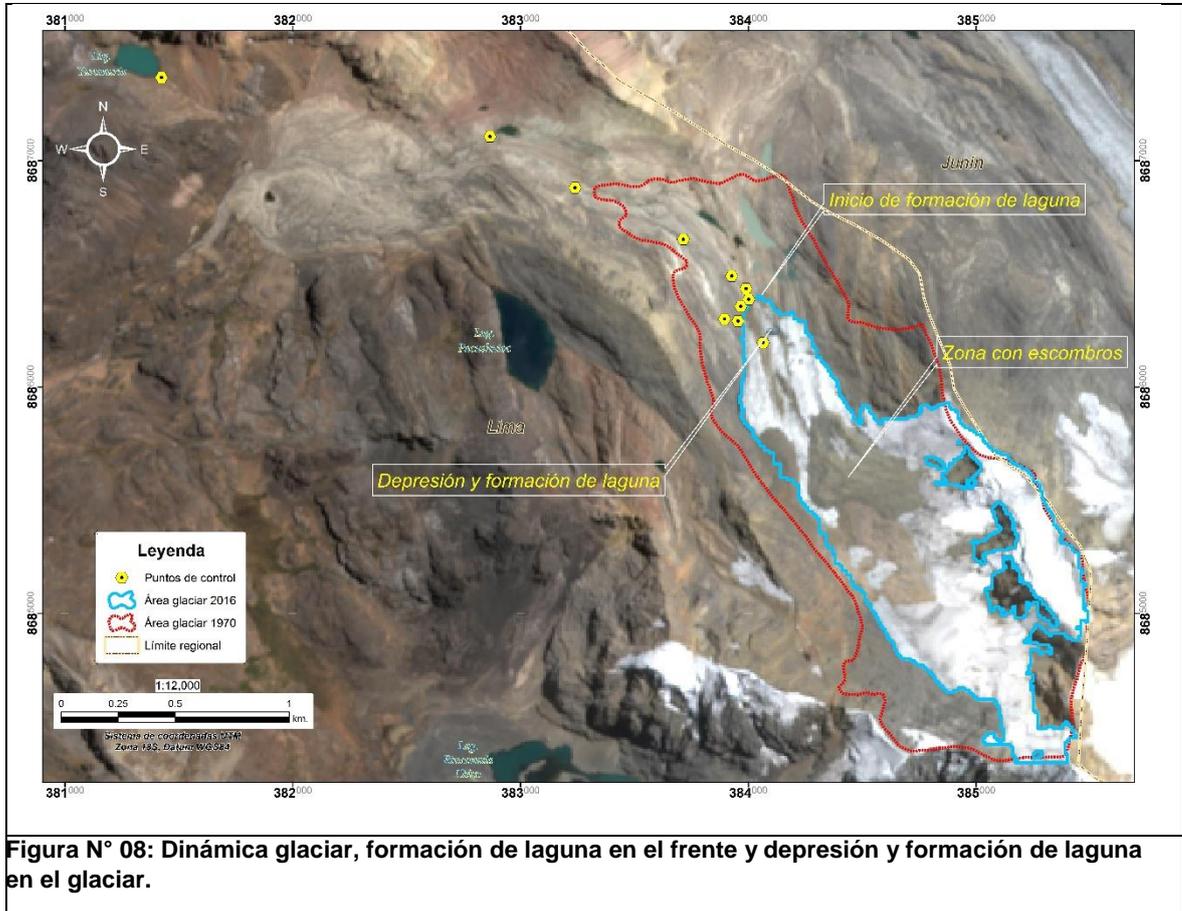
También a través de la interpretación directa (visual) se ha estimado que el espesor promedio varía entre 40 y 45 m. El flujo glaciar se direcciona en dos cuencas (Ver figura N° 07), pero en las últimas décadas la dinámica del glaciar (retroceso glaciar y reducción de área) ha modificado los porcentajes de la dirección del flujo glaciar. Para la cuenca Mantaro el 76% y la cuenca Rímac el 14% aproximadamente, según los caudales estimados de 62.4 y 9.8 l/s respectivamente, que provienen de la fusión glaciar.

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la consolidación del Mar de Grau”



Por otro lado, la reducción acelerada del glaciar ha ocasionado el inicio de formación de una laguna en el frente siendo de tipo proglaciar. Asimismo se identificó la existencia de una depresión en la lengua glaciar, donde se muestra una pequeña laguna (Ver figura N° 08). Por lo tanto, considerando que el glaciar tiene una pendiente promedio

de 11° y el acelerado retroceso incrementa la posibilidad de formación de una laguna futura de dimensiones considerables.



#### 4.1.2 Escenarios Futuros

Asumiendo que las condiciones climáticas actuales y las características morfológicas del glaciar Sullcón (glaciar de tipo valle, que se ubica en una pendiente promedio de 11° y que evidencia un estrechamiento que direcciona a una unidad hidrográfica) continúen en la zona del glaciar, éste sufriría grandes pérdidas que se estima al 2050 un valor inferior a 0.5 km<sup>2</sup> con una tasa de reducción estimado de -0.024 km<sup>2</sup>/año, según el análisis de la tendencia lineal del gráfico N° 01. El glaciar reduce su área de manera lenta (Figura N° 09), debido a que aún cuenta con la zona de acumulación y zona de ablación, donde se equilibra la reducción del área pero con una tendencia negativa. Además, existen zonas donde el escombros podría estar actuando como protector de la superficie glaciar y atenuar la reducción. Por lo tanto, a partir del año 2050 el glaciar podría estar en estado crítico de extinción.



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la consolidación del Mar de Grau”

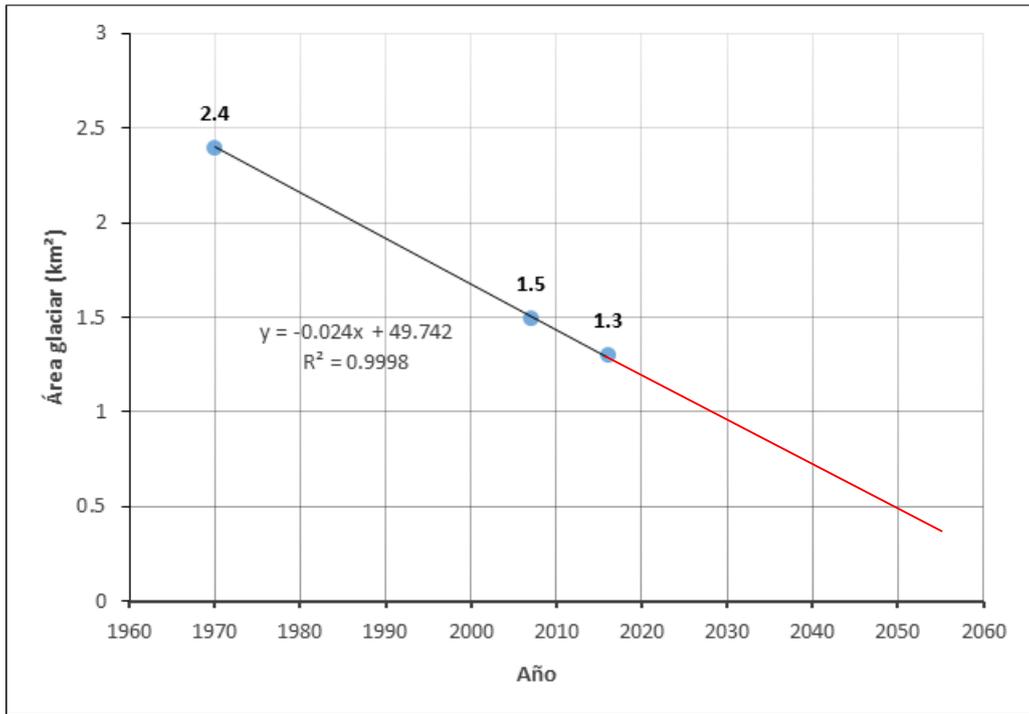


Gráfico N° 01: Tendencia de reducción del área glaciar Sullcón. Fuente: 1970 (Hidrandina S.A.), 2007 (UGRH-ANA) y 2016. (INAIGEM).

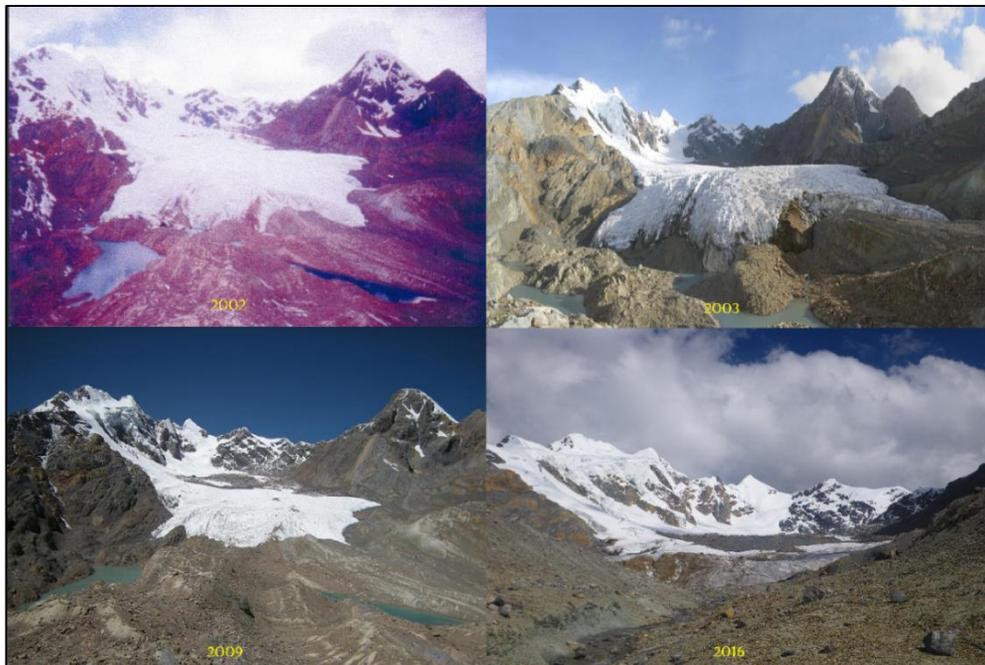


Figura N° 09: Se muestra la evolución del glaciar Sullcón en el tiempo, desde 2002 al 2016.



## 4.2 Recursos hídricos

### 4.2.1 Glaciares y Lagunas

Los glaciares y lagunas evaluadas son de gran importancia hídrica por su capacidad de retención, es decir, actúan como reguladores del agua en época de abundancia de precipitación almacenan y en época de sequía aportan sus aguas.

Se han medido los caudales dentro del ámbito de evaluación, los cuales son:

Cuadro N° 04: Puntos de medición de caudal.

Descripción	X	Y	Caudal (L/s)	Caudal (m3/s)
Pto 1 - Desfogue laguna Yaromaría (Suero, según los guías)	381424.01	8687367.07	0,50	0,00050
Pto 2 - Caudal del glaciar Sullcón que vierte al Mantaro	384015.65	8686476.96	62,40	0,06240
Pto 3 - Vertedero, Caudal del glaciar Sullcón que vierte al Rímac	383714.16	8686651.75	0,06	0,00006
Pto 4 - Medición de caudal más abajo del vertedero	383239.01	8686880.74	9,88	0,00988

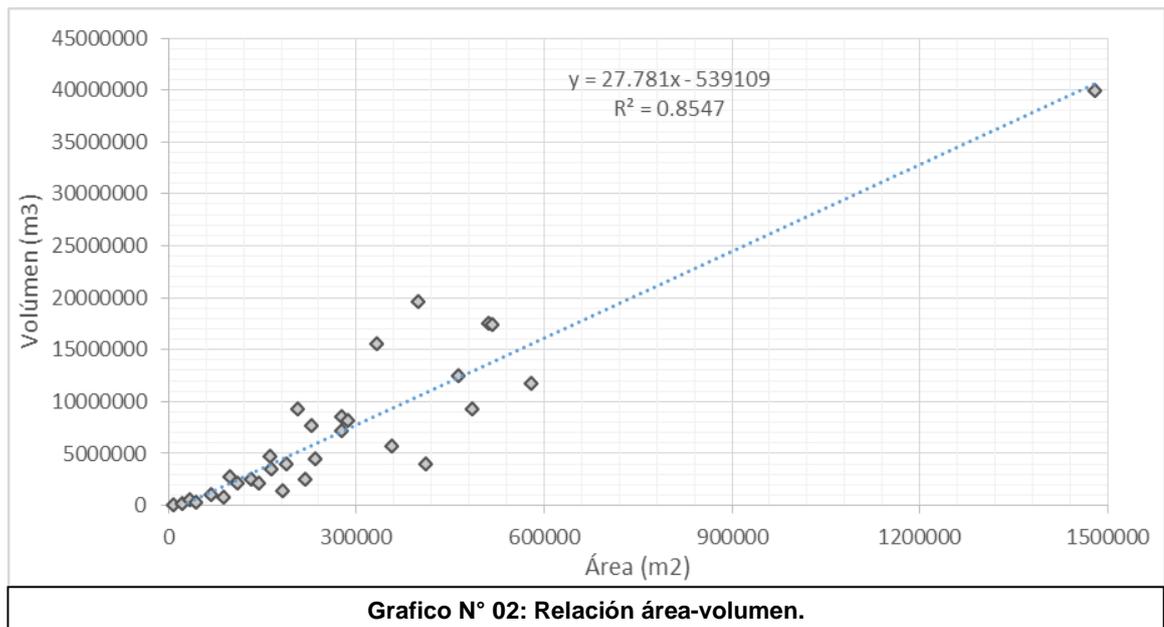


Figura N° 10: Medición de Caudal.



Dentro del ámbito se evidenció que este glaciar vertía sus aguas en su gran mayoría hacia la cuenca del Mantaro, según las medición de caudales, 62.4 l/s fluyen hacia el Mantaro y solamente 9.88 l/s fluyen al Rímac, estos cambios de aporte de agua son debido a la topografía de la zona y a la reducción del frente glaciar, estos aspectos conforme han pasado los años han producido estas alteraciones en la cantidad.

Para realizar una estimación preliminar del volumen de las lagunas en evaluación, se realizó una relación entre el área y volumen de lagunas que poseían batimetría, para ello tomamos los datos de algunas lagunas de la cordillera Blanca.



En base a la ecuación obtenida de la relación área-volumen, los resultados de volumen estimado para las lagunas de inspección son los siguientes:

**Cuadro N° 05: Estimación de volúmenes de lagunas.**

Nombre	Código de laguna	Área (m²)	Volumen estimado (m³)
Represa Yuracmayo	1375549-10	1944811.14	48000000 (*)
Laguna Yaromaría	1375549-13	22716.39	91975
Laguna Pacushnioc	1375549-15	76199.21	1577781
Laguna Rinconada Chica	1375549-16	262710.06	6759239
	1375549-18	30890.58	319062
	1375549-20	119601.6	2783543
	1375549-19	12089.82	S.E
	4996949-21	15190.69	S.E
	4996949-21	8987.95	S.E
	1375549-14	2888.41	S.E

S.E- Sin estimación de volumen, la ecuación para lagunas muy pequeñas no se puede usar.  
(\*)Capacidad de almacenamiento según: SENAMHI, 2012.



Sobre este ámbito encontramos a la represa de Yuracmayo, construida entre 1991 y 1994, con una altura de cimentación de 56 metros, longitud de coronación de 558.5 m, rendimiento hídrico de 2.5 m<sup>3</sup>/s y un embalse de 48 Mm<sup>3</sup>, las medidas morfométricas aproximadas son: área de 194 4811.14 m<sup>2</sup>, largo máximo de 4 629.4 m y ancho máximo de 708.8 m, (Ver fotografías N° 06 y 07), la cual es administrada por la empresa EDEGEL S.A., la recarga de esta represa proviene directamente de las precipitaciones estacionales y el deshielo de los glaciares Sullcón, Pancacoto y Paccha, está represa tiene un rol importante en la regulación del recurso hídrico sobre la parte media y baja de la cuenca donde encontramos a la ciudad de San Mateo, la comunidad de San Antonio y otros centros poblados, llegando hasta la ciudad de Lima.



Fotografías N° 06 y 07: Represa Yuracmayo, extensión (izquierda) y dique (derecha).

En los últimos 5 años se ha evidenciado que la represa ha disminuido notoriamente su volumen de embalse debido al incremento del uso poblacional, hidroenergético, agrícola y otros. Esto fue evidente en el nivel de espejo de agua que ha disminuido por lo menos en promedio 8 m (Ver fotografía N° 08) en época de estiaje.



Fotografía N° 08: Cambio notorio de nivel del espejo de agua en la represa



#### 4.2.2 Uso actual del recurso hídrico

Sobre el ámbito de evaluación se observa como predominante la actividad ganadera con la de crianza de llamas, vicuñas y ovejas, en menor proporción se observa la cría de caballos, chivos, acémilas, entre otros; el recurso hídrico es vital para la producción de pastos y el consumo directo de los animales. Otras actividades desarrolladas son la agricultura, pero en baja escala, también encontramos minería artesanal (margen izquierda de una unidad hidrográfica evaluada) que hace uso del agua de las partes altas.

#### 4.3 Ecosistemas

##### 4.3.1 Identificación de Ecosistemas de montaña

Se presenta información recolectada con respecto a las formaciones vegetales, las zonas de vida presentes en la Cordillera Central alrededor del Glaciar Sullcón. La información fue obtenida en el recorrido realizado por la zona de estudio.

##### Formaciones Vegetales

La formación predominante es Vegetación Geliturbada Subnival de la Puna Húmeda que cubre la totalidad del área de estudio.

En las zonas de mal drenaje aledañas al nevado Sullcón, donde ocurre una cierta acumulación de agua, se presentan bofedales alto andinos de la Puna húmeda.

Cuadro N° 06: Formaciones Vegetales

MACROGRUPO	ECOSISTEMA	LOCACION	CARACTERÍSTICA
Pradera Nativa	Pajonal alto andino de la Puna Húmeda	Se localiza alrededor del nevado Sullcón que se encuentra en la cuenca del río Rímac	Pajonales muy pobres en nutrientes.
Vegetación subnival de la Puna Húmeda	Vegetación geliturbada subnival de la Puna Húmeda	Se localiza alrededor del nevado Sullcón que se encuentra en la cuenca del río Rímac	Vegetación geliturbada subnival de la Puna Húmeda
Humedal	Bofedales alto andinos de la Puna húmeda	Se localiza alrededor del nevado Sullcón que se encuentra en la cuenca del río Rímac	Los bofedales tienen un muy elevado nivel nutritivo.
	Laguas y Cochas	Alrededor del Glaciar Sullcón	Reservorios de agua
Zona alto andina con escasa y sin vegetación	Zona alto andina con escasa y sin vegetación	Se localiza alrededor del nevado Sullcón que se encuentra en la cuenca del río Rímac	Escasa y sin vegetación con abundante material morrénico.

### **Pajonal alto andino de la Puna Húmeda**

Este tipo de cobertura vegetal está conformada mayormente por herbazales ubicados en la porción superior de la cordillera de los andes, aproximadamente entre 3800 y 4800 msnm. Se desarrolla sobre terrenos que van desde casi planos como en las altiplanicies hasta empinados o escarpados, en las depresiones y fondo de valles glaciares. Ocupa una superficie de 18 192 418 ha que representa el 14.16% del total nacional.

En los alrededores del nevado Sullcón la presencia de pajonales es limitada debido a las condiciones de afloramiento rocoso, sin embargo en zonas más bajas cercanas a la represa de Yuracmayo (Ver fotografía N° 09) representan zonas importantes para la ganadería y el pastoreo.



**Fotografía N° 09: Pajonal alto andino alrededor de la represa de Yuracmayo, zona importante como soporte para la ganadería y pastoreo.**

### **Bofedales Alto Andinos de La Puna Húmeda**

El bofedal llamados también “oconal” o “turbera” (del quechua oqo que significa mojado), constituye un ecosistema hidromórfico distribuido en la región altoandina, a partir de los 3800 msnm, principalmente en las zonas sur y central del país. Ocupa una superficie de 544 562 ha que representa el 0.42% del total nacional.

En los alrededores del nevado Sullcón la presencia de los bofedales es limitada por las condiciones de suelos y la morfología de la zona, a la vez que su aprovechamiento también es limitado dada su pequeña extensión.



#### 4.3.2 Degradación de los ecosistemas de montaña

- Las actividades mineras alteran la calidad del agua y modifican el paisaje, afortunadamente en la actualidad, en la subcuenca del río Blanco, este tipo de actividad es mínima, sin mayor perjuicio para las praderas nativas que sirven de sustento a la ganadería.
- La posible ampliación de la represa de Yuracmayo modificaría el ecosistema natural de pradera nativa dentro de la subcuenca del río Blanco y modificaría el entorno.
- La construcción y ampliación de rutas alternas a la Carretera Central dentro de la subcuenca del río Blanco modificaría los ecosistemas de pradera nativa existente.

#### Medidas de remediación de los Ecosistemas de Montaña

- Control y fiscalización de la minería evitando que esta actividad se incremente en desmedro de las praderas nativas que son base de la ganadería en la cuenca del río Blanco. Así mismo, se debe mejorar el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales.
- Verificación adecuada de los beneficios e impactos a los ecosistemas que provocaría la ampliación de la represa Yuracmayo, mejorando e implementando técnicas de siembra de agua con los pobladores.
- Análisis adecuado de la construcción y ampliación de rutas alternas a la carretera central dentro de la subcuenca del río Blanco.

### 4.4 Riesgos

#### 4.4.1 Origen Glaciar

El frente del glaciar Sullcón, se encuentra con acelerado proceso de ablación. Debido a la baja pendiente de la superficie glaciar se estima que existen muy limitadas condiciones para generar avalanchas o desplome de grandes masas de hielo; por otro lado la gran distancia que separa la presa Yuracmayo del frente glaciar y la inexistencia de lagunas de gran volumen que podrían originar desembalse, minimiza los peligros y daños hacia la parte baja.

En la parte inferior del glaciar, se ha observado el desplome de grandes bloques de hielo, que no tienen mayor desplazamiento debido a la baja pendiente de las laderas; los bloques de hielo se fusionan y el agua se filtra a través de estructuras existentes en las rocas. En tal sentido los peligros de origen glaciar son mínimos (Ver fotografías N° 10 y 11).

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la consolidación del Mar de Grau”



**Fotografía N° 10:** En la vista izquierda, se aprecia la parte alta del glaciar Sullcón con acelerado proceso de ablación y limitadas condiciones para generar avalanchas. En la vista derecha, se observan grietas que marcan los bloques desprendidos en la parte baja del glaciar, que poco a poco van desapareciendo.



**Fotografía N° 11:** Parte baja del glaciar Sullcón con acelerado proceso de ablación. En la vista derecha, se observa una columna de hielo de 3 m de altura promedio, sosteniendo un bloque de roca, que indica la altura del frente glaciar hace 4 meses aproximadamente.

#### 4.4.2 Origen Hídrico

El acelerado proceso de pérdida de masa glaciar en Sullcón, está generando en los últimos años una disminución notable del aporte hídrico a la subcuenca del río Blanco, ocasionando la pérdida y degradación de una gran superficie de bofedales, afectando a la represa Yuracmayo. Esta situación se manifiesta en la variación del nivel del espejo de agua en la represa, cuyo embalse está trabajando por debajo de su capacidad de diseño, que repercutirá grandemente en la disponibilidad de agua para la ciudad de Lima (Ver fotografía N° 12).



**Fotografía N° 12:** La variación del ciclo hidrológico en los alrededores de la represa de Yuaracmayo, genera degradación y pérdida de pastos, afectando la principal actividad económica de la comunidad de San Antonio. A la derecha, estado actual de un vertedero sin uso por disminución del aporte hídrico desde la parte baja del glaciar Sullcón.

Las variaciones climáticas locales, con un retraso notable en el inicio de la época de lluvias, sumado al mínimo aporte de agua desde el glaciar, impacta sobre el potencial hídrico existente. La ausencia de lluvias en la parte alta de la subcuenca, ha originado un marcado descenso en la capacidad de regulación de la represa, pudiendo notar durante la inspección realizada, hasta 10m de altura por debajo del nivel máximo de almacenamiento (Ver fotografía N° 13).



**Fotografía N° 13:** Vista izquierda se observa la presa de Yuracmayo con amplia zona depresionada por disminución en el aporte hídrico desde el glaciar Sullcón y Pancacoto. A la derecha, diferencia de nivel del espejo de agua en la represa, cuya línea superior indica la máxima capacidad de almacenamiento (48 Mm<sup>3</sup>).

Las condiciones de riesgo, se orientan a la disminución del potencial hídrico en la zona y pérdida de capacidad de almacenamiento de la represa Yuracmayo, cuya tendencia se incrementará notablemente con la desaparición de los glaciares en la parte alta. El cálculo matemático realizado en relación a la pérdida de volumen de la represa, ha permitido estimar que actualmente el descenso significa en promedio 10 Mm<sup>3</sup>, de tal manera que no se puede aprovechar la máxima capacidad de esta importante obra.

Esta información deberá ser sustentada, mediante estudios a mayor profundidad en la subcuenca del río Blanco, (Ver fotografía N° 14).



Fotografía N° 14: Vista panorámica de la represa de Yuracmayo, mostrando las dimensiones actuales con el espejo de agua de 8 a 10 m por debajo de su nivel normal.

#### 4.5 Percepción social, económica y ambiental relacionada al recurso hídrico

La población de San Mateo menciona que sus principales fuentes (manantiales) de agua potable en los últimos años (5 años) se han secado. Sin embargo han tomado conciencia y han asumido medidas para el mejor uso del agua para riego y doméstico. Se ha realizado un proyecto con la participación de la población, donde se ha construido zanjas de infiltración en la margen derecha de la represa Yuracmayo para retener agua y mejorar la extensión de los pastos alto andinos (Ver fotografía N° 15).



Fotografía N° 15: Zanjas de infiltración en la margen derecha de la represa Yuracmayo.



También Las autoridades de San Mateo han mostrado acciones con la población para que el río Blanco se mantenga limpio, catalogándolo históricamente como San Mateo ecológico.

Los centro poblados como parte de la Comunidad San Antonio son 3 centros poblados principales con 4 integrantes por familia dentro de la subcuenca del río Blanco.

**Caruya**, este centro poblado tiene 20 familias y sus actividades son la agricultura y piscicultura. Los principales ingresos es la venta de truchas que se crían en piscigranjas.

**Chocna**, este poblado tiene 50-60 familias y sus actividades son agricultura (siembran alfalfa, papa y habas) y ganadería (ovejas y vacuno). En este centro poblado realizan riego tecnificado (aspersión) para optimizar el uso del agua, debido a la disminución de agua. También se realiza la venta de quesos con una producción de 20-30 kilos/día, los costos por kilo son 12 soles (junio-setiembre) y 8 soles (Enero-Abril).

**Yuracmayo**, El poblado tiene 10 familias y la principal actividad es el pastoreo de ovejas y alpacas.

La comunidad San Antonio tiene 170 ovejas 1212 alpacas, siendo la ganadería la principal actividad en la zona alta de la subcuenca del río Blanco.

#### 4.5.1 Recursos hídricos

Las percepciones más notorias sobre el recurso hídrico en los representantes de la comunidad de San Antonio y de la municipalidad distrital de San Mateo indican una disminución en la disponibilidad del recurso hídrico. Igualmente la calidad de las aguas en la parte alta no es percibida con algún cambio pero en las ciudades como el caso de San Mateo si es percibida. Las alteraciones en las actividades agrícolas son percibidas notoriamente desde hace 5 años, con los adelantos y atrasos de la temporada de lluvia, lo que produce pérdidas económicas considerables. Las personas, que poseen mayor conocimiento sobre los efectos del cambio climático en los recursos hídricos, ya se habla de siembra de agua en cabecera de cuenca (siembra de pastos y zanjas de infiltración) y de riego tecnificado, además de la mejor organización a nivel de comunidad para que puedan gestionar mejor sus recursos.

#### 4.5.2 Actividad Económica

Sobre el ámbito de inspección encontramos como actividad predominante a la ganadería y en menor medida la agricultura, en la parte baja desde, la ciudad de San Mateo, las actividades cambian a comercio y agricultura como las más resaltantes.

#### 4.5.3 Aspectos Sociales

Se estima que la población afectada de forma directa asciende a 7 543 habitantes (Ver cuadro N° 07). Sin embargo es necesario actualizar dicha información, especialmente al considerar a los afectados indirectamente, que se proyecta hasta la propia ciudad de Lima.

**Cuadro N° 07: Población afectada**

Glaciar	Vertiente	Cuenca	Departamento	Provincia	Distrito	Población
Sullcón	Pacífico	Rímac	Lima	Huarocharí	San Mateo	1 590
	Atlántico	Mantaro	Junín	Yauli	La Oroya Yauli	5 953
<b>Total posible población afectada</b>						<b>7 543</b>

#### 4.5.4 Necesidades

La necesidad de la población se orienta básicamente a reforzar sus conocimientos acerca de la gestión de los recursos hídricos que algunas instituciones les han venido proporcionando, lo cual debe continuar para un uso eficiente del recurso hídrico y otros aspectos tales como manejo agrícola y ganadero que son sus actividades prioritarias (cabecera de Cuenca).

Siendo esta zona muy próxima a la ciudad de Lima y ser de gran importancia como fuente de agua para toda la cuenca, siempre está en contacto con instituciones públicas y privadas quienes imparten capacitación los temas de conservación de recursos hídricos, cuidado ambiental y otros.

## 5 CAPITULO VI – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- El área glaciar de Sullcón ha disminuido gradualmente en aproximadamente 46% entre 1970 y 2016 con una pérdida de área glaciar de 1.1 km<sup>2</sup>. Esto ha ocasionado una importante reducción de las reservas de agua que discurren hacia la cuenca del río Rímac.
- La dinámica del glaciar Sullcón ha modificado la topografía del lecho glaciar, mostrando que las aguas de deshielo drenan hacia la cuenca del río Mantaro con 76% de caudal (62.4 l/s) y a la cuenca del río Rímac con 14% (9.8 l/s).
- La disminución progresiva del área glaciar de Sullcón ha ocasionado la formación de una laguna, debido a que su pendiente promedio es 11° y existe una depresión favorable para dicha formación.
- El monitoreo del glaciar realizado por el INAIGEM durante el mes de marzo del 2016, ha estimado un retroceso del frente glaciar desde el 10 de mayo del 2012 al 18 de marzo del 2016 de 38.40 metros en 4 años, haciendo un acumulado de 226.57 m desde el año 2001.
- Durante la inspección se comprobó que el glaciar Sullcón tiene 2 orientaciones de drenaje: uno hacia la cuenca del río Rímac y otra hacia el Mantaro, de acuerdo a la medición de caudales realizado, 62.4 l/s fluyen hacia el Mantaro y solamente 9.88 l/s



fluyen al Rímac, a futuro, debido a las características topográficas, posiblemente solo aporte hacia el Mantaro.

- La población local es consciente que el recurso hídrico está disminuyendo, manifestando que los manantiales se están secando y la superficie de pastos se están reduciendo. También notan como las temporadas de siembra y cosecha está siendo alteradas debido al retraso de las lluvias, lo cual ocasiona grandes pérdidas en sus actividades económicas.
- Es importante resaltar la organización a nivel de comunidades sobre este ámbito en temas de capacitación para el manejo de los recursos hídricos, recibiendo un amplio apoyo de varias instituciones por su cercanía a Lima. Hay muy buena disposición por parte de la población para reforzar y plantear proyectos que tengan que ver con la preservación del recurso hídrico y de cómo mantener un ambiente limpio y sano. También han mostrado conocimiento para enfrentar la disminución de agua, a través de las siguientes medidas: riego tecnificado (por aspersión) en la agricultura, uso del agua adecuadamente en los domicilios y participación en proyectos denominados “cosecha de agua”, construyendo zanjas de infiltración en las zonas de cabecera de la cuenca del río Blanco cerca de la represa Yuracmayo.
- Los bofedales alterados o removidos alrededor del glaciar Sullcón son ocasionados por el sobrepastoreo y demoraran al menos 5 años en recuperar su condición original y varios más en alcanzar sus niveles naturales de productividad.
- Los niveles de riesgo de origen glaciar, en relación a la ocurrencia de avalanchas o desborde de lagunas, casi no existen, debido a las características físicas, y sobre todo a la poca cobertura glaciar que existe. Sin embargo, el análisis de la oferta y demanda del recurso hídrico, sí constituye una preocupación que va en aumento, sobre todo considerando que la demanda de agua de la ciudad de Lima, depende en gran parte de la capacidad de almacenamiento de la represa Yuracmayo. Al desaparecer los glaciares en la parte alta, la recarga disminuye originando un fuerte impacto por déficit de tan importante recurso.

## 5.2 Recomendaciones

- En el glaciar Sullcón se requiere realizar mediciones con GPR que permitan estimar el espesor y volumen glaciar para conocer la cantidad de almacenamiento de agua en la cabecera de la subcuenca del río Blanco.
- Los gobiernos regionales con la participación de la población requieren realizar estudios rigurosos para complementar las medidas de adaptación al cambio climático y para mejorar la disponibilidad de agua, a través de sinergias entre medidas estructurales (represas, reforestación, zanjas de infiltración, etc.) y no estructurales (capacitación y organización).
- Se recomienda continuar con los trabajos glaciológicos, para conocer el aporte glaciar a la subcuenca del río Blanco, tasa de retroceso y pérdida de masa glaciar, así como conocer la tasa de disminución de la disponibilidad hídrica.
- Se recomienda la implementación de una estación meteorológica a fin de evaluar el comportamiento climático en la zona de estudio.
- Es necesaria una mayor presencia del estado en la subcuenca del río Blanco, donde los glaciares están desapareciendo, con la finalidad de mejorar la eficiencia del



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y  
Ecosistemas de Montaña

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la consolidación del Mar de Grau”

recurso hídrico y ejecutar proyectos que permitan contrarrestar la falta de agua en los próximos años.

\_\_\_\_\_ O \_\_\_\_\_



## BIBLIOGRAFÍA

- Hidrandina SA. 1989. Inventario de Glaciares del Perú. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). 105 p.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). 1990. Cuadrángulos Geológicos de Matacana y Huarochirí. Boletín Geológico N° 36, Carta Geológica Nacional, Lima.
- IPCC. 2001. Glosario de Términos: Anexo B, Tercer Informe de Evaluación. IPCC, 198.
- National Snow and Ice Data Center (NSIDC). 2012. All about Glaciers: The Life of a Glacier; Glaciers Glossary. NASA Earth Observatory Reference: Global Warming.
- Morales, B. 2014. Vocabulario Técnico de Investigación en Glaciares / INAIGEM. Huaraz.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). 2012. Informe técnico: Pronóstico de caudales del río Rímac, Dirección general de Hidrología y Recursos Hídricos. Mes de setiembre.
- Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos (UGRH). 2014. Inventario de glaciares del Perú. Autoridad Nacional del Agua, Huaraz-Lima, 56 p. Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/media/981508/glaciares.pdf>.



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**ÁREA DE ABLACIÓN.-** Es el área de un glaciar donde predominan los procesos que propician la pérdida de masa, por fusión o sublimación (NSIDC, 2012).

**ÁREA DE ACUMULACIÓN.-** Es el área de un glaciar donde predominan los procesos que favorecen la ganancia de masa, por precipitación en forma de nieve, redistribución eólica de la cubierta nival o avalanchas, donde las condiciones topográficas son favorables.

**DEGLACIACIÓN.-** Retroceso o disminución de la cobertura de hielo del glaciar de una montaña. Investigaciones recientes confirman la deglaciación en muchos lugares del mundo, incluyendo las zonas polares. En nuestro país se viene confirmando el registro de deglaciación en la Cordillera Blanca durante las últimas décadas.

**DESLIZAMIENTO.-** Ruptura y desplazamiento de pequeñas o grandes masas de suelos, rocas, rellenos artificiales o combinaciones de éstos, en un talud natural o artificial. Se caracteriza por presentar necesariamente un plano de deslizamiento o falla, a lo largo del cual se produce el movimiento que puede ser lento o violento, y por la presencia de filtraciones.

**EROSIÓN.-** Desintegración, desgaste o pérdida de suelo y/o rocas como resultado de la acción del agua y fenómenos de intemperismo.

**FALLA GEOLÓGICA.-** Grieta o fractura entre dos bloques de la corteza terrestre, a lo largo de la cual se produce desplazamiento relativo, vertical u horizontal. Los procesos tectónicos generan las fallas.

**FARALLÓN GLACIAR.-** Frente glaciar que termina en forma abrupta en paredes de hielo de decenas de metros de altura (Morales, 2014).

**GEODINÁMICA.-** Proceso que ocasiona modificaciones en la superficie terrestre por acción de los esfuerzos tectónicos internos (geodinámica interna) o esfuerzos externos (geodinámica externa).

**GLACIAR.-** Masa de hielo en movimiento formada en las cimas de las montañas durante periodos climáticos glaciares.

**INUNDACIONES.-** Desbordes laterales de las aguas de los ríos, lagos y mares, cubriendo temporalmente los terrenos bajos, adyacentes a sus riberas, llamadas zonas inundables. Suelen ocurrir en épocas de grandes precipitaciones, marejadas y maremotos (tsunami).

**MONITOREO.-** Proceso de observación y seguimiento del desarrollo y variaciones de un fenómeno, ya sea instrumental o visualmente, y que podría generar un desastre.

**MORRENAS.-** Son acumulaciones de detritos que el glaciar tritura en su recorrido pendiente abajo y que los acumula en el frente glaciar y en sus flancos, denominándose morrena frontal, morrena lateral, morrena de fondo o morrena media (Morales, 2014).

**MOVIMIENTO GLACIAR.-** Desplazamiento por efecto de la carga de nieve anual que tienen en la zona de acumulación, por gravedad de la constitución de su masa como un cuerpo semi plástico y por la pendiente misma del sub suelo, tienen un movimiento continuo cuya velocidad es diferente de acuerdo a su posición, potencia glaciar y altura. (Morales, 2014).

**PELIGRO.-** Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología.



**QUEBRADA.-** Designación local a los valles glaciares de la Cordillera Blanca (Morales, 2014).

**RIESGO.-** Evaluación esperada de probables víctimas, pérdidas y daños a los bienes materiales, la propiedad y economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad. El riesgo, el peligro y la vulnerabilidad se expresan en términos de probabilidad, entre 1 y 100.

**RIESGOS DE LOS GLACIARES.-** Por el movimiento continuo de los glaciares y dependiendo de su posición y masa glaciar pueden ocasionar catástrofes graves como el caso de los aluviones de lagunas glaciares vaciadas por avalanchas de hielo. (Morales, 2014).

**SISMO.-** Liberación súbita de energía generada por el movimiento de grandes volúmenes de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior, y se propagan en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externo o interno de la Tierra.

**VALLE EN FORMA DE U.-** Valle que muestra en su perfil la forma de una “U” labrada por erosión de los glaciares antiguos (Morales, 2014).

**VALLE GLACIAR.-** Valle que muestra la acción de la erosión glaciar en su superficie y que puede o no tener glaciares en su parte superior (Morales, 2014).

**VARIABILIDAD CLIMÁTICA.-** Estado medio del clima a escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa). (IPCC, 2001).

**VULNERABILIDAD.-** Grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser: física, social, económica, cultural, institucional y otros.