



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación
en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

**MINISTERIO DEL AMBIENTE
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y
ECOSISTEMAS DE MONTAÑA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN GLACIOLÓGICA**

**MONITOREO GLACIOLÓGICO
IMPLEMENTACIÓN
GLACIAR OSJOLLO ANANTA (CHUMPE)
CUSCO – CANCHIS – PITUMARCA**

INFORME TÉCNICO



Glaciar Osiollo Anante, 2017.

Huaraz, Octubre de 2017



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación
en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

PERSONAL TECNICO QUE PARTICIPÓ EN EL INFORME:

**Ing, Lucas Torres Amado
Especialista en Topografía**

**Ing, Luzmila R, Dávila Roller
Especialista en Glaciología**

Ing. Edwin a. loarte cadenas

**Ing, Oscar D. Vilca Gómez.
Especialista en Hidrología.**

Bach. Shiro P. Valentin Solis

**ÍNDICE**

RESUMEN	4
I. GENERALIDADES	5
1.1 INTRODUCCIÓN.....	5
1.2 ANTECEDENTES	5
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 GENERAL.....	6
1.3.2 ESPECÍFICOS.....	6
1.4 UBICACIÓN Y ACCESO	6
II. METODOLOGÍA	11
2.1 FASE DE PRE CAMPO.....	11
2.2 FASE DE CAMPO	11
2.3 FASE DE GABINETE	14
III. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA	16
3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO	17
3.2 RECURSOS PAISAJÍSTICOS DE INTERÉS AMBIENTAL, CULTURAL, VISUAL Y PATRIMONIAL	18
IV. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	18
4.1 GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL	18
4.2 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.....	20
V. GLACIARES	21
VI. LAGUNAS	24
VII. ECOSISTEMAS	26
VIII. HIDROLOGÍA	28
8.1 MICROCUENCA CHUMPE	28
8.2 PARÁMETROS MORFOLÓGICOS.....	29
8.3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	31
IX. RESULTADOS DEL MONITOREO GLACIOLÓGICO	32
9.1 PERFORACIÓN DE RED DE CONTROL EN ABLACIÓN	32
9.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	33
9.3 FLUCTUACIÓN DEL FRENTE O RETROCESO GLACIAR	35
X. CONCLUSIONES	37
XI. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	40



RESUMEN

Las investigaciones que se inician en la Cordillera Blanca por parte del INAIGEM a través del equipo de Investigación en Glaciares, tiene como objetivo realizar monitoreos glaciológicos, en ésta oportunidad al glaciar Osjollo Anante (Chumpe) y la evolución de su laguna de formación glaciar. El monitoreo glaciológico en el glaciar mencionado anteriormente se encuentra en la cabecera de la sub cuenca Salcca, perteneciente a la cuenca Urubamba.

Políticamente el glaciar Osjollo Anante pertenece a la región Cusco, provincia de Canchis, distrito de Pitumarca; hidrográficamente pertenece a la Cuenca Urubamba, Subcuenca del río Salcca.

El monitoreo glaciológico practicado en el glaciar Osjollo Anante (Chumpe), constó en establecer una red de control de balizas en la zonas de ablación, donde se efectuó perforaciones de 10 metros de profundidad por cada punto, siendo en total cinco balizas nuevas implementadas y el acompañamiento de los trabajos topográficos (levantamiento topográficos), de la superficie, frente y georreferenciación de las balizas en la red de control en la zona de ablación, todo esto a partir de puntos o hitos topográficos fijos, ubicados en zonas aledañas al glaciar. Toda ésta información permitirá calcular los balances de masa del glaciar y conocer el volumen de aporte en un año hidrológico.

Los resultados más importantes obtenidos en la zona de estudio, son los planos del levantamiento topográfico de la superficie, perfil y frente del glaciar Osjollo Anante (Chumpe), instalación de una red de control de 5 puntos en la zona de ablación, cada una de 10 metros de profundidad, este trabajo de implementación se realizó desde el 13 al 18 de Agosto de 2017.



I. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Los cambios globales que están ocurriendo a escala mundial en los últimos periodos, vienen afectando gravemente a los sistemas glaciares de nuestras cordilleras nevadas. La mayor cantidad de reservas de agua dulce de nuestro país se hallan en forma de hielo o nieve permanente (71% de los glaciares tropicales del planeta), del cual el consumo total de agua en todo el Perú es de 53%.

El INAIGEM a través del equipo de Investigación en Glaciares, viene realizando inspecciones técnicas a glaciares con potencial de monitoreo y a lagunas peligrosas en 18 cordilleras nevadas del país, iniciando en esta oportunidad la inspección e implementación glaciológica en el ámbito de la Cordillera Blanca.

Desde agosto del 2017 se inició el estudio de monitoreo de la lengua glaciar Osjollo Anante (Chumpe), por el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña – INAIGEM.

1.2 ANTECEDENTES

El 13 de agosto del 2017, se iniciaron las actividades con trabajos de monitoreos de tipo glaciológico y topográfico del glaciar Osjollo Anante (Chumpe) por parte de la Sub Dirección de Investigación Glaciológica de la Dirección de Investigación en Glaciares - INAIGEM, en el glaciar mencionado se realizará un monitoreo continuo hasta llegar a su máxima evolución.

Este glaciar pertenece a la Cordillera Vilcanota y de acuerdo al Inventario Nacional de Glaciares, se determinó que la Cordillera Vilcanota cuenta con 374 glaciares y una superficie de 279.40 km² (ANA, 2014).

La Cordillera Vilcanota, considerado la segunda cordillera de mayor concentración de glaciares del Perú, donde se ubica el glaciar Osjollo anante (Chumpe), tiene una superficie glaciar de 279,40 km², localizándose gran



extensión glaciar en la Cuenca del río Urubamba con 63.35% de la superficie total, el 6.37% va a la cuenca Alto Madre de Dios, para la cuenca Inambari 33.65 % y la menor extensión se ubica en la cuenca del río Azángaro con el 0.72% como se muestra en el siguiente cuadro.

Vertiente	Cuenca	Km ²	%
Atlántico	Alto Madre de Dios	6.37	2.28
	Inambari	94.02	33.65
	Urubamba	177	63.35
Titicaca	Azángaro	2.01	0.72
Total		279.40	100.00

Fuente: UGRH, 2014.

Cuadro N° 01: Superficie glaciar según vertiente y cuenca hidrográfica en la Cordillera Vilcanota.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

- ✓ Implementación de una red de control de tipo glaciológico en la lengua del glaciar Osjollo Anante (Chumpe).

1.3.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Perforaciones para instalar las balizas de madera para el control de ablación.
- ✓ Levantamiento topográfico del frente glaciar y superficie.
- ✓ Levantamiento topográfico de la evolución de las lagunas en formación.
- ✓ Evaluación general de las condiciones hidrológicas.
- ✓ Monitorear la dinámica y el comportamiento del glaciar.

1.4 UBICACIÓN Y ACCESO

Ubicación:

El glaciar Osjollo Anante (Chumpe) se encuentra ubicado a 5,345 m s.n.m., en la cabecera de la subcuenca Salcca, al costado izquierdo del nevado Quevesere y a la derecha del nevado Cuncapata, en la Cordillera Vilcanota;



PERÚ

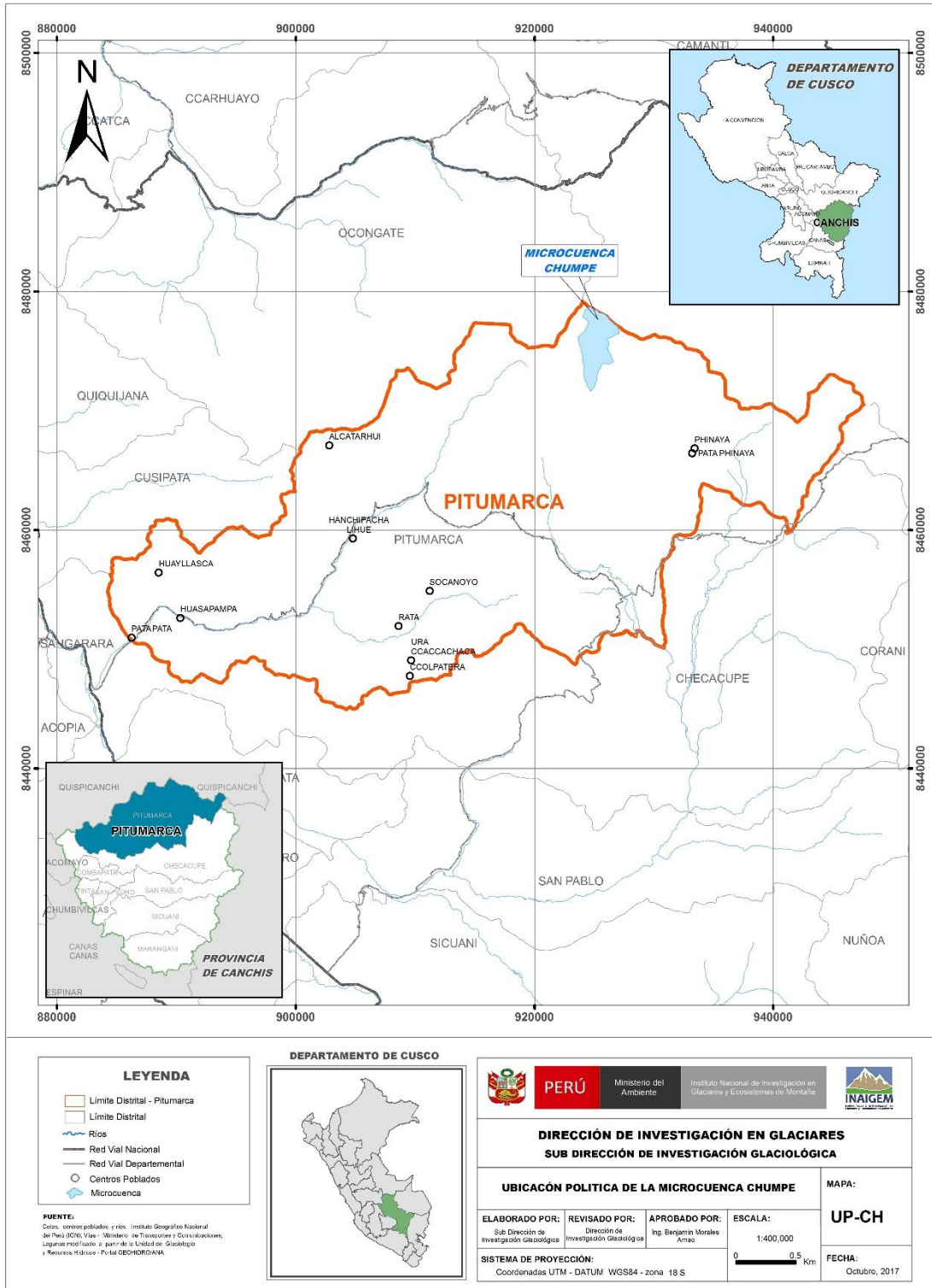
Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

hidrográficamente pertenece a la subcuenca del río Salcca, cuenca del río Urubamba. (ver Mapas N° 01 y 02).



MINAM - INAIGEM

Mapa N° 01: Ubicación política de la zona de estudio.



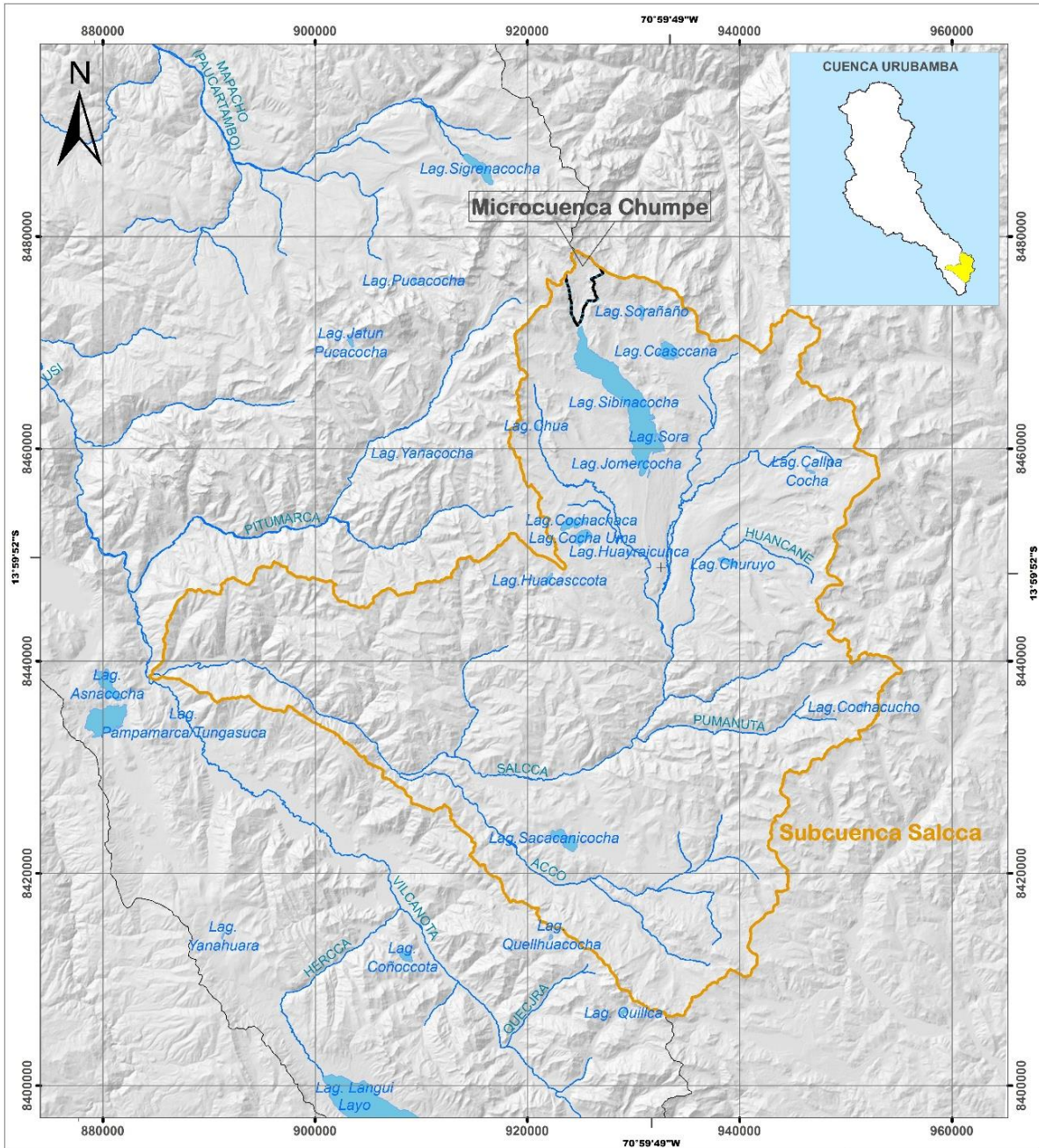
PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú" "Año del Buen Servicio al Ciudadano"



LEYENDA

- Lagunas
- Cotas
- Limite Cuenca
- Rios
- Limite Subcuenca
- Limite Microcuenca

FUENTE:
 Base topográfica a partir del Modelo Digital de Elevación de ALOS PALSAR - Alaska Satellite Facility; Cotas, centros poblados y ríos - Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN); Vías - Ministerio de Transportes y Comunicaciones; Lagunas modificadas a partir de la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos - Portal GEHIDRO/ANA

UBICACIÓN CUENCA URUBAMBA



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN GLACIOLÓGICA**

UBICACIÓN DE LA SUBCUENCA SALCCA

MAPA:

ELABORADO POR:

Sub Dirección de Investigación Glaciológica

REVISADO POR:

Dirección de Investigación Glaciológica

APROBADO POR:

Ing. Benjamín Morales Armao

ESCALA:

1:500,000

U-SCS

SISTEMA DE PROYECCIÓN:

Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - zona 18 S

FECHA:

Octubre, 2017

Mapa N° 02: Ubicación de la Subcuenca del río Salcca.

**Acceso:**

El recorrido se inicia a partir de la carretera asfaltada Huaraz – Lima con 7 horas aproximadamente de viaje; una vez llegado a la ciudad de Lima, se toma el vuelo desde el aeropuerto hasta la ciudad de Cusco que toma aproximadamente 1:05 horas de viaje. Llegado a la ciudad de Cusco, se inicia el traslado con camioneta hacia Punta carretera (Sibinasayna) que toma 7 horas de viaje. Luego de haber llegado a Sibinasayna, por un camino de herradura se hace el recorrido por el margen izquierdo de la quebrada Puka Orjo hasta llegar al campo base que toma 3 horas de caminata aproximadamente, y seguidamente se hace el recorrido hasta la lengua glaciar que toma 30 minutos de caminata (ver Cuadro N° 02, Mapa N° 03).

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo (h)	Medio de Transporte
Huaraz - Lima	Carretera asfaltada	402.00	7:00 h	Bus
Lima - Cusco	Aéreo	1165.00	1:05 h	Avión
Cusco - Punta Carretera (Sibinasayna)	Carretera / Trocha carrozable	300.00	7:00 h	Camioneta
Punta Carretera - Campo Base	Camino de herradura	15.00	3:00 h	A pie
Campo Base - Lengua Glaciar (Osjollo Anante)	Camino de herradura	2.50	0.5 h	A pie
Distancia Total Recorrida		1884.50	18:55 h	

Cuadro N° 02: Recorrido a la zona de estudio.



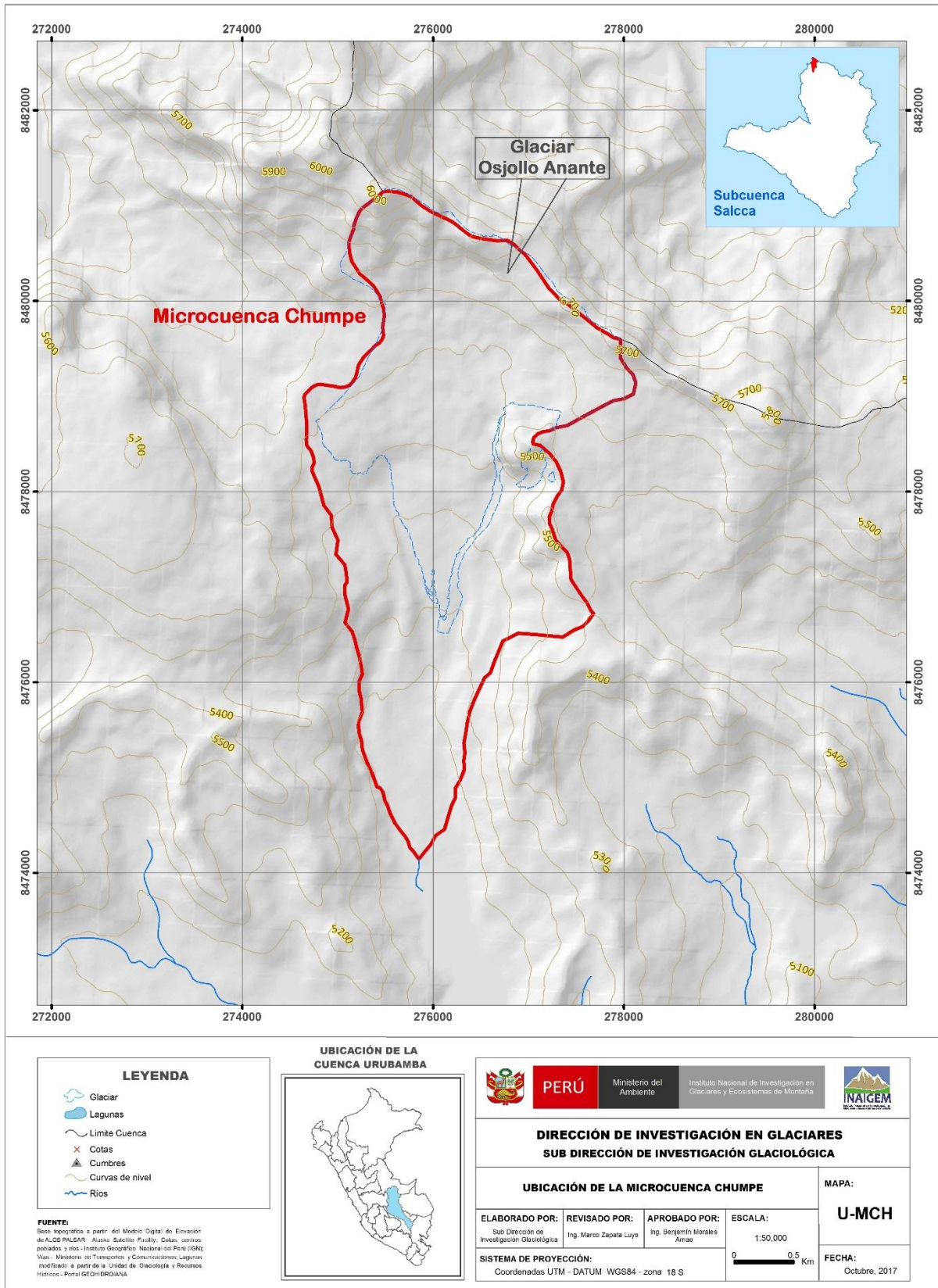
PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"



Mapa N° 03: Ubicación del glaciar Osjollo Anante (Chumpe).



II. METODOLOGÍA

La metodología empleada en la implementación glaciológica, es la que tradicionalmente se aplica a los estudios de las ciencias de la tierra, consistiendo en fases principales estandarizadas, complementadas entre sí, y de acuerdo al nivel de estudio puede comprender las siguientes fases:

2.1 FASE DE PRE CAMPO

2.1.1 Definición del Objetivo y Alcance del Estudio

Durante esta actividad se estableció y definió los objetivos y alcances del medio físico y del estudio de acuerdo a su nivel de ejecución; el objetivo principal es la implementación de una red de control de tipo glaciológico en la lengua del glaciar Osjollo Anante (Chumpe).

2.1.2 Elaboración del Plan de Trabajo

El Equipo Técnico del INAIGEM, formuló el plan de trabajo, todo ello de acuerdo a la programación de actividades aprobada por la Dirección de Investigación de Glaciares.

2.1.3 Recopilación y Análisis de la Información Existente

Esta etapa consistió principalmente en la identificación, compilación y análisis de información de la zona de estudio, en este caso, la información del monitoreo glaciológico y del levantamiento topográfico en el glaciar Osjollo Anante (Chumpe), son información base que se recopiló de las visitas en campo realizados en agosto del 2017.

2.2 FASE DE CAMPO

En los trabajos de campo, las actividades a realizar en la zona de estudio para un monitoreo glaciológico integral o completo, se considera estos cinco pasos (ver Figura N° 01).

- Inspecciones previas en campo
- Características de la zona de estudio
- Trabajos topográficos
- Perforaciones en la zona de estudio
- Evaluación hidrológica

Algunas de las actividades se realizan en forma simultánea.



Figura N° 01: Esquema conceptual de la Fase de Campo en los trabajos de Monitoreo Glaciológico.

2.2.1 Recolección de Información

2.2.1.1 Perforaciones

Se efectúan en la superficie de un glaciar en monitoreo, se realizan en la zona de acumulación o ganancia (para medir la cantidad de nieve acumulada en la época de precipitación) y en la zona de ablación para insertar balizas (para medir la disminución de espesor que representa la pérdida de masa glaciar). Luego con el objeto de conocer con bastante detalle las características planimétricas y altimétricas del glaciar es preciso llevar a cabo un levantamiento topográfico. De igual manera en vista de que se van a instalar muchas balizas considerando las dimensiones de la

lengua glaciar, es necesarias georeferenciarlas en un mapa para poder efectuar la evaluación de cada ubicación para el respectivo balance de masas y su velocidad de movimiento anual. Es recomendable realizar perforaciones en puntos establecidos previamente y mantenerlos para obtener información continua y confiable, que revele el cambio real del cuerpo de hielo (ver Figura N° 02).

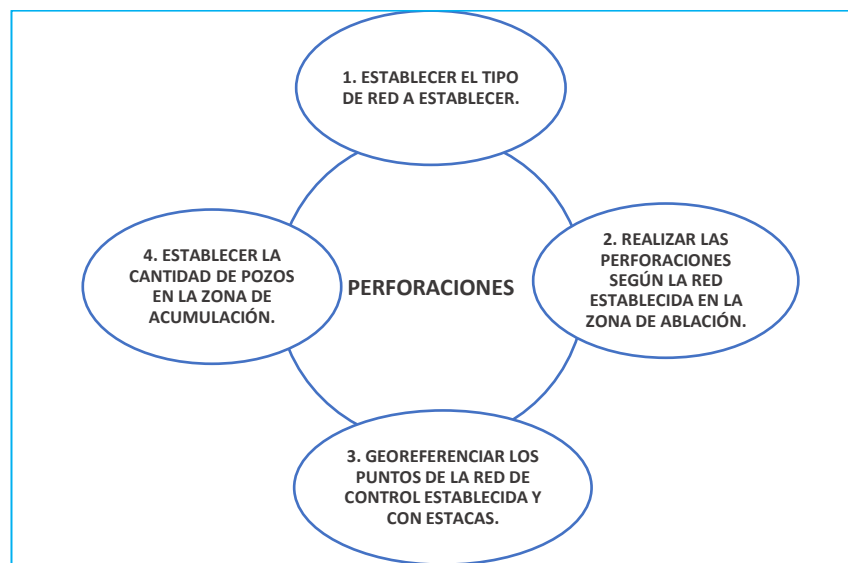


Figura N° 02: Actividades que comprenden las perforaciones sobre superficie glaciar.

2.2.1.2 Trabajos de topografía

Consiste en la toma de información mediante equipos especializados, como la estación total, la cual nos permitan obtener mapas de la superficie glaciar y delimitar el contorno de la lengua glaciar, datos que nos permitirán conocer el retroceso glaciar, comparar aporte de un periodo a otro (año hidrológico).

Para esta actividad es importante establecer puntos o hitos topográficos fijos, de donde se considera realizar las mediciones del perfil (eje central del glaciar), mediciones de relleno sobre el glaciar, área del glaciar considerando su altitud y tamaño, es importante considerar trabajar con reestructuraciones

fotogramétricas, para las zonas de acumulación que no se pueden acceder y georreferenciación de las balizas instaladas en la zona de ablación y acumulación.

Esta información nos permitirá conocer la evolución del glaciar en el tiempo, determinando volumen de agua que aporta en el periodo de medición (ver Figura N° 03).



Figura N° 03: Muestra las actividades resumidas del levantamiento topográfico en el monitoreo glaciológico.

2.3 FASE DE GABINETE

2.3.1 Trabajos de gabinete de topografía

Los trabajos de gabinete de topografía son:

- Transferir la información almacenada en la memoria de la estación total, mediante el programa Top Link Office.
- Procesar la información registrada e importada, obteniéndose una nube de puntos de todo el levantamiento topográfico.
- Posterior al procesamiento de la información, se establecen hojas de cálculo con los registros, las cuales se exportan al software de

dibujo y se generan las curvas de nivel, perfiles longitudinales y transversales, considerando equidistancias de 2 m las intermedias y de 10 m las maestras.

2.3.2 Trabajos de perforación

Estos se van organizando a medida que se realizan las visitas a la zona de estudio y son:

- Recopilación de datos de ablación de cada baliza, se procesan y permiten conocer la tasa de fusión del glaciar.
- Recopilación de datos en acumulación de los pozos de densidad, al ser procesada se puede saber la cantidad de lluvia que se acumuló en dicho glaciar en el año hidrológico en estudio.
- Posteriormente ambas se utilizan para el cálculo en conjunto con la información topográfica para determinar fusión por m^2 sobre el área de estudio y finalmente los resultados se expresan en $m^3/seg.$, como aporte a la microcuenca.

2.3.3 Técnicas de procesamiento de información

La información recopilada durante los días de trabajo en campo, pasará por los siguientes procesos, con las siguientes herramientas técnicas para procesamiento (ver Figura N° 04):

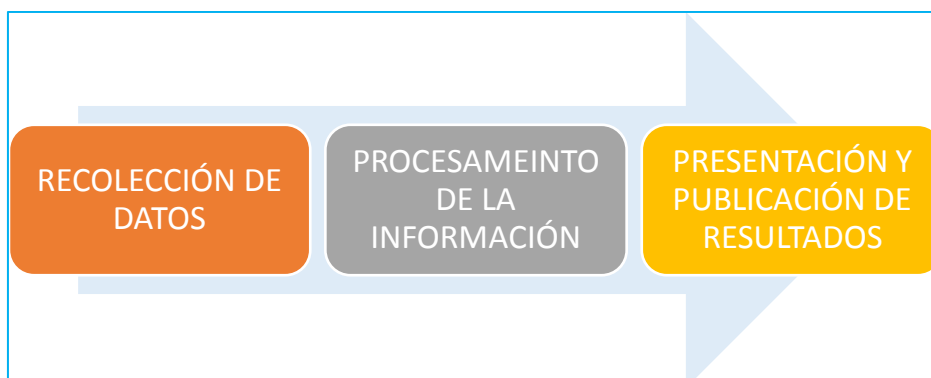


Figura N° 04: Esquema conceptual del procesamiento de información.



Para la realización de estos procesos, se utilizó software de diseño y dibujo como AutoCad, ArcGis, Civil 3D, Office (Excel y Word).

Estas herramientas se utilizarán tanto para el almacenamiento de datos, procesamiento de la información, codificación, sistematización y obtención de los resultados.

2.3.4 Elaboración del informe

Durante esta fase, se elaboró el informe de implementación glaciológica, el mismo que básicamente comprende el monitoreo glaciológico, así como aspectos hidrológicos y evaluación de peligros del área de estudio. Un álbum fotográfico acompañará el informe de implementación glaciológica.

III. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

El glaciar Osjollo Anante, está ubicado entre las coordenadas geográficas siguientes (fuente: Inventarios de Hidrandina S.A., 1989):

Latitud: 13°44.05´ S

Longitud: 71°05.05´ O

Altitud : 5,345 m s.n.m. (promedio)

Políticamente el glaciar Osjollo Anante (Chumpe), se ubica en el distrito de Pitumarca, provincia de Canchis, departamento de Cusco, en las nacientes del río Salcca, que es tributario del río Vilcanota a unos 49 km al este del distrito de Combapata y a 3,628 m s.n.m. en promedio. El río Vilcanota nace en la Cordillera de los Andes del Sur y al unirse con el río Tambo forman el río Ucayali.

Las aguas provenientes del río Salcca, aportan con recurso hídrico a los distritos de Checacupe, San Pablo y Combapata.



Si bien el área de estudio se centra en la cabecera de la cuenca del río Urubamba, en la subcuenca del río Salcca, es importante precisar que toda el agua de deshielo que se produce en los glaciares contribuye al caudal del río Vilcanota.

Se analizó e identificó 8 distritos en la provincia de Canchis: Marangani, Sicuani, San Pedro, Tinta, San Pablo, Combapata, Checacupe y Pitumarca, los cuales están ubicados en la cuenca Urubamba. Se define entonces, para fines del estudio, como provincia de Canchis, a los 8 distritos mencionados como los beneficiarios directos.

Provincia		Población total	Población urbana	Población rural	Hombre	Mujer
Canchis	Sicuani	55269	42551	12718	26783	28486
	Checacupe	4883	2334	2549	2443	2440
	Combapata	5162	1967	3195	2555	2607
	Marangani	11074	2731	8343	5294	5780
	Pitumarca	7068	3096	3972	3448	3620
	San Pablo	4979	1582	3397	2428	2551
	San Pedro	2974	1520	1454	1440	1534
	Tinta	5528	2574	2954	2680	2848
Total		9054	2302	6752	4400	4654

Fuente: XI Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2007 INEI.
(*). Comprende los 8 distritos de Canchis.

Cuadro N° 03: Población beneficiada del recurso hídrico del río Urubamba.

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

El glaciar Osjollo Anante, se ubica en el distrito de Pitumarca, provincia de Canchis, departamento de Cusco, en las nacientes del río Salcca, que es tributario del río Vilcanota a unos 49 km al este del distrito de Combapata y a 3,628 m s.n.m. en promedio. El río Vilcanota nace en la Cordillera de los Andes del Sur y al unirse con el río Tambo forman el río Ucayali.

Clima Regional:

Esta cordillera se caracteriza por presentar un clima semifrío lluvioso, con lluvia deficiente en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda. Según el proyecto PISCO la precipitación total anual es de 817.8mm con variaciones entre los 1211.4 y 512.8 mm, presenta una temperatura media



anual de 7 °C con mínimas de -4 a 0 °C y máximas de 16 a 20 °C (SENAMHI, 2017).

3.2 RECURSOS PAISAJÍSTICOS DE INTERÉS AMBIENTAL, CULTURAL, VISUAL Y PATRIMONIAL

La cabecera compuesta por campos de hielo, que se encuentran en la cima de la subcuenca del río Salcca; juegan un importante papel en cuanto a los siguientes aspectos:

Servicios recreacionales:

El cauce del Vilcanota, es utilizado para el turismo de aventura, caso del canotaje, los cuales generan ingresos a las empresas y agencias de turismo, pero que no revierten a la población lugareña en nada; de otro lado lo inconveniente es que se genera puntos de contaminación con desechos sólidos (basura no biodegradable), la cual afecta el paisaje, el río y habitas de muchas especies.

En la Subcuenca Salcca, se presenta la pesca como forma de deporte y turismo, ya que se ha realizado siembras y crianza de trucha por todo el río Salcca.

En la quebrada, otro caso es el paisaje alto-andino de belleza natural, única que poseen un atractivo muy especial como la laguna Sibinacocha (Laguna de origen glaciar producto de la desglaciación del nevado Chumpe), que es considerada una de las más atractivas por su gran extensión, donde se realizan deportes de aventura como el buceo, paseos en bote, etc.

IV. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

4.1 GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL

Geológicamente, en el área de influencia de la cordillera Vilcanota afloran rocas paleozoicas sedimentarias correspondientes a la formación Ananea, compuesta de pizarras grises, lutitas y limolitas micáceas; formación Sandia, compuesta por



cuarcitas, metaareniscas y lutitas en estratos delgados a gruesos; formación Cabanillas, constituida por una intercalación de areniscas y lutitas micáceas en estratos delgados y laminares y el grupo Mitu, compuesto por aglomerados y lavas de naturaleza andesítica intercaladas con areniscas y limolitas, que han sido intruidas por rocas ígneas cenozoicas de la Unidad Carhuazo Punco tipo granito. Finalmente, en los alrededores de los nevados Sachapata y Quellma, se tiene afloramientos volcánicos neógenos correspondiente a la formación Quenamari, conformada por tobas litoclasticas y lapillis, de composición riolítica y dacítica y tobas cristaloclásticas de composición riolítica con pómez.

Hacia la parte septentrional de la cordillera, sobresalen afloramientos precámbricos correspondientes al Complejo Iscaybamba, constituido por gneis, sobre los cuales se tienen rocas sedimentarias paleozoicas de las formaciones Ananea, Sandia y el Grupo Cabanillas. Estas formaciones fueron intruídas por secuencias graníticas paleozoicas correspondientes a las unidades Hatun Quico y Marcapata, siendo cubiertas posteriormente por depósitos cuaternarios de origen glaciario.

Hacia la parte meridional de la cordillera, afloran rocas paleozoicas sedimentarias correspondientes a las formaciones Ananea, Cabanillas y el Grupo Mitu, sobreyaciendo a esta secuencia, se tiene rocas mesozoicas sedimentarias correspondiente a la formación Muni, compuesta por conglomerados, microconglomerados y areniscas rojas, intercalados con limoarcillitas y lodolitas; formación Huancane, constituida por cuarzoarenitas blancas a rojizas con estratificación sesgada y oblicua; formación Viluyo, compuesta por areniscas arcósicas intercaladas con limoarcillitas; formación Ayavacas, constituida por calizas micríticas y bioclásticas con intercalación de areniscas y calcarenitas y la formación Vilquechico, compuesta por areniscas cuarzosas blancas, intercaladas con limoarcillitas y lodolitas bien laminadas. También existen intrusivos del neógeno correspondiente a la Unidad Surapata de naturaleza riolítica, habiendo sido cubiertas parcialmente por depósitos cuaternarios tipo glaciofluvial (INGEMMET, 1995).

La Microcuenca Chumpe, se encuentran las siguientes unidades:

- ✓ **Qpl-mo** (depósitos morrenicos - pleistocena): Bloques angulosos a subangulosos de rocas sedimentarias, metamórficas y volcánicas de diámetro variable en matriz arenoarcillosa. Son los que más predominan dentro de la Microcuenca.
- ✓ **PN-cp/gr**: Pertenece a la unidad Carhuaso Punco y se encuentran las rocas intrusivas (granitos)
- ✓ **D-ca**: Intercalación de areniscas y lutitas micáceas en estratos medianos a delgados, con slumps de areniscas, doamicititas y bioturbación.

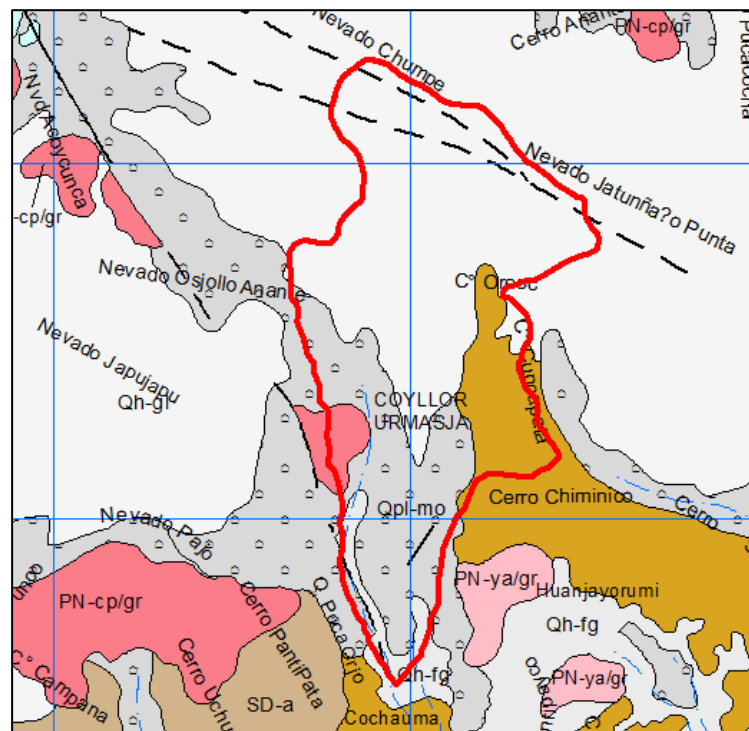


Imagen N° 01: Unidades geológicas dentro de la Microcuenca Chumpe.

4.2 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

Geomorfológicamente, la cordillera Vilcanota se caracteriza por tener una morfología de montañas altas cuyo drenaje se orienta a la cuenca hidrográfica del río Amazonas. Se tiene una serie de lagunas de origen glaciar producto del proceso del retroceso glaciar, como una clara evidencia. La superficie glaciar de esta cordillera está localizada entre las cotas 4,633 m s.n.m. (mínima) y 6,359 m s.n.m. (máxima) aproximadamente.



Según la clasificación geomorfológica regional del área continental del territorio peruano (INGEMMET, 1995), el área en estudio está comprendido dentro de la Cordillera Oriental, conformado por una cadena montañosa que forma parte de la Cordillera de los Andes, teniendo una orientación regional NO-SE principalmente.

Los principales procesos geodinámicos que han modelado el paisaje actual son de origen glaciar, generando geoformas agradacionales (morrenas) y degradacionales (fondo de valle glaciar), siendo la escorrentía superficial la que genera mayor grado de erosión (INGEMMET, 1995).

V. GLACIARES

DENTON et al. (1986 en CLAPPERTON & SUGDEN, 1988) concluyen que la causa más importante para las fluctuaciones climáticas durante el Holoceno, se debe a variaciones en la actividad solar. El mínimo de Maunder (episodio más reciente de reducida actividad solar) se vincula a la Pequeña Edad del Hielo (PEH), periodo con bajas temperaturas a escala global, donde los glaciares avanzaron (BENN & EVANS, 1998). CLAPPERTON & SUGDEN (1988), lo sitúan entre los siglos XII y XIX para América del Sur y la Antártica, mientras LLIBOUTRY (1998), sitúa su inicio, para Europa e Islandia en 1570, y para la Patagonia entre los años 1600 y 1614, (ver Cuadro N° 04).

Modelo Alpino	Modelo Norteamericano	Inter / Glaciar	Periodo (Ka)	Estadio Isotópico Marino (MIS)	Época
		Interglacial	Presente - 10	MIS 1	Holoceno
Wurm	Wisconsinan	Periodo glacial	15 - 70	MIS 2 - 4 & 5 A - d	
Run - Wurm	Sangmom	Interglacial	110 - 130	MIS 5e	Pleistoceno Superior
Riss	Illinoian	Periodo glacial	125 - 200	MIS 6	
Mindel - Riss	Yarmouth	Interglacial	200 - 425	MIS 7	
Mindel	Kansas	Periodo glacial	240 - 455		Pleistoceno Medio
Gunz - Mindel	Aftonian	Interglacial	455 - 620		
Gunz	Nebraskan	Periodo glacial	620 - 680		Pleistoceno Inferior

Cuadro N° 04: Secuencia de depósitos glaciar y su ubicación altitudinal aproximada a la Cordillera Vilcanota (Clapperton, 1993).



Los glaciares andinos son una fuente importante de recurso hídrico para las actividades agrícolas, ganaderas, industriales, energéticas, mineras, abastecimiento de agua potable y otras actividades de desarrollo.

El glaciar Osjollo Anante, ubicado en la cabecera de cuenca de la quebrada Puca Orjo, es considerado como contribuyente del río Salcca.

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 4,000 m s.n.m. para finales del siglo XXI.

Esto podría ocasionar una reducción significativa de la cobertura glaciar y la desaparición de glaciares por encima de los 5,000 m s.n.m. El nevado Chumpe, se constituye como reserva importante de agua y ayuda a mantener el caudal que alimentan los cursos de agua que forman las quebradas de las zonas directas.

Es así, que los cuerpos de hielo contribuyen como reguladores de los caudales, tanto subterráneas como superficiales de deshielo, de mucha importancia para el mantenimiento de la formación boscosa y para el aprovechamiento humano, sea para el consumo doméstico, para los animales o la actividad agrícola.

DINÁMICA Y SUS EFECTOS EN EL ÁREA GLACIAR

Teniendo en cuenta que debido a la influencia de las condiciones meteorológicas actuales, en los últimos años, se están produciendo cambios notables en las masas glaciares de nuestras cordilleras nevadas, no es ajeno el caso de los glaciares de la Cordillera Vilcanota que tiene una distribución a las dos vertientes, al Atlántico por las cuencas Alto Madre de Dios con 11 glaciares, Inambari con 163 glaciares y Urubamba con 194 glaciares y por la vertiente del Titicaca por la cuenca Azángaro con 6 glaciares (Inventario Nacional de Lagunas y Glaciares – ANA, 2014).

La distribución de glaciares por rangos de tamaño es también una característica importante a considerar en los glaciares de la Cordillera Vilcanota, podemos mencionar que 291 glaciares tienen un tamaño $\leq 1 \text{ km}^2$ y tienen una superficie de 80.59 km^2 , 77 glaciares tienen un tamaño entre 1, $1 - 5 \text{ km}^2$, y 5 glaciares tienen un tamaño $>5 \text{ km}^2$ y tienen una superficie de 34.61 km^2 . En general la Cordillera Vilcanota cuenta con 374 glaciares y una superficie de 279.4 km^2 (ANA, 2014).

A continuación se muestran fotografías comparativas del glaciar Osjollo Anante (Chumpe), desde 1969 al 2016 (ver Imagen N° 02).

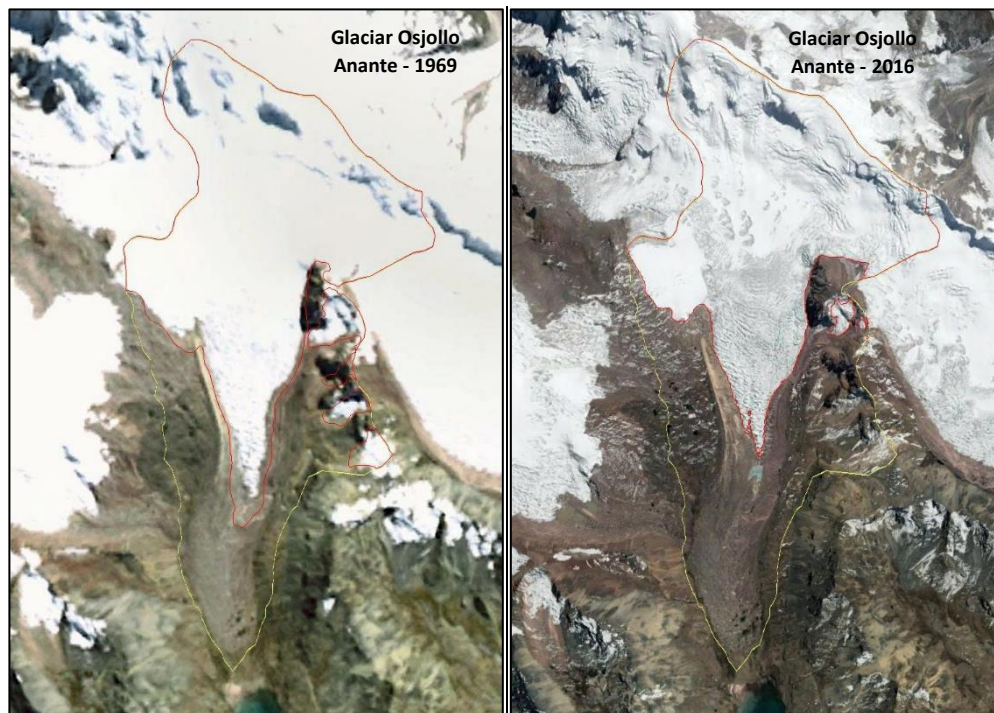


Imagen N° 02: Evolución del glaciar Osjollo Anante (Chumpe) en el tiempo, desde 1969 al 2016.

(Fuente: Google Earth).

En la imagen N° 02; la imagen inicial, se ve mayor superficie glaciar y en un periodo de 47 años, el retroceso glaciar es notoriamente considerable, esto debido a diversos factores, pero principalmente al calentamiento global que hace que se formen estanques de agua sobre el hielo y estas absorben en mayor grado el calor del sol.

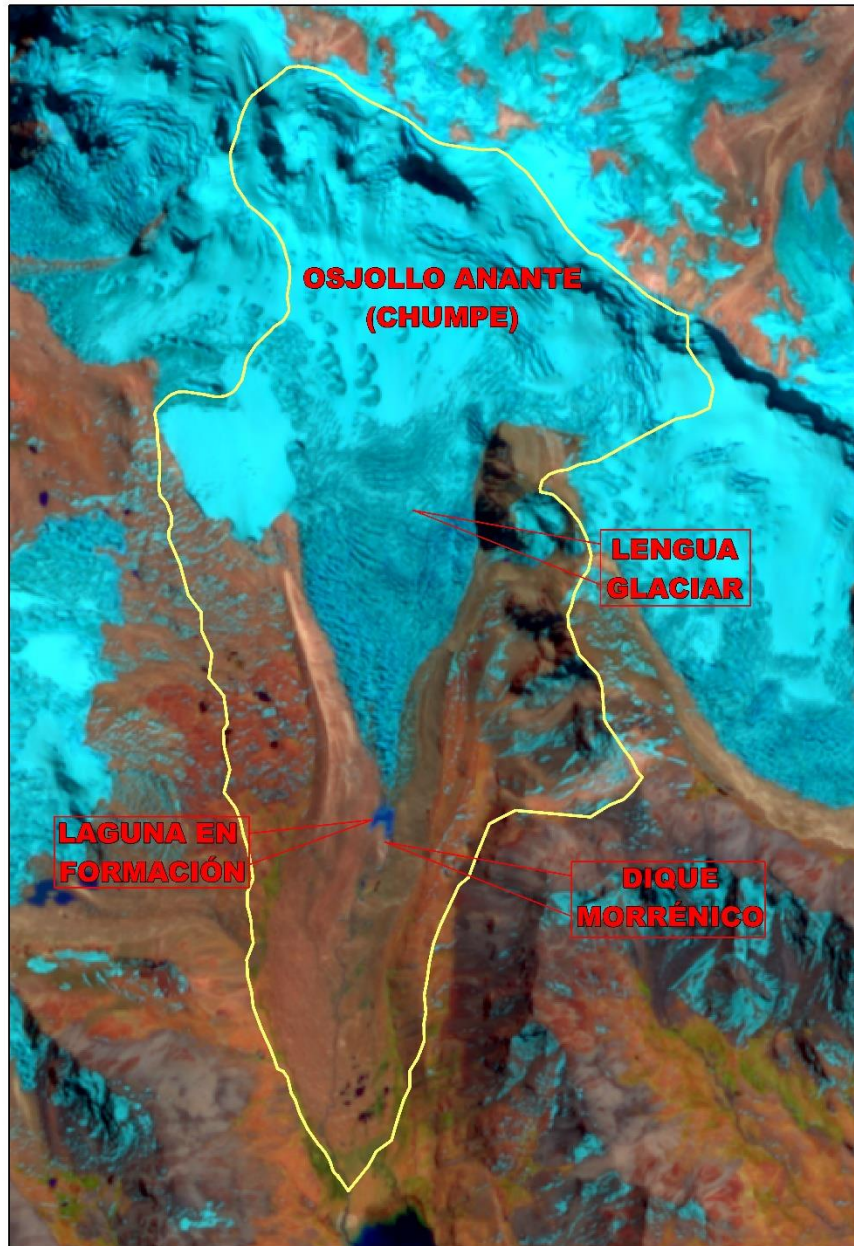


Imagen N° 03: Glaciar Osjollo Anante (Chumpe) en el 2016. (Imagen ENVI).

VI. LAGUNAS

En las faldas del glaciar Osjollo Anante (Chumpe), se puede observar la formación de una laguna que drena hasta llegar hacia la laguna Sibinacocha.



Fotografía N° 01: Laguna de formación Glaciar en las faldas del Glaciar Osjollo Anante (Chumpe).

En el momento de la inspección, la laguna en formación no representa una amenaza para ecosistemas en caso de desembalse, sin embargo se cuenta con bloques de hielo cubiertos con detritos que vienen desprendiéndose hacia la laguna, dicha condición podría cambiar en los próximos años, el dique de la laguna es constituida de morrena y roca suelta, el cual brinda actualmente la garantía de embalse de dicho cuerpo de agua (ver Fotografía N° 02).



Fotografía N° 02: Dique Morrenico y de roca suelta en el desembalse de la laguna de formación glaciar.



Según el informe del levantamiento topográfico, la laguna en formación tiene las siguientes características:

- ✓ Área=26236.274 m²
- ✓ Nivel de Espejo de Agua 4,971.74 m s.n.m.

VII. ECOSISTEMAS

Mientras no se cuenta con el mapa de ecosistemas de montaña que está en elaboración, para definir el ámbito de intervención relacionado con los ecosistemas, se ha tomado como base el mapa de cobertura vegetal del MINAM (2015), a partir del cual se han identificado diez tipos de cobertura que tiene que ver con los ecosistemas de montaña: Bofedal, Bosque relicto altoandino, bosque relicto mesoandino, bosque relicto mesoandino de coníferas, bosque montano occidental andino, matorral arbustivo, jalca, pajonal andino, páramo y plantaciones forestales (ecosistema producto del cambio de uso del suelo) .

En la cordillera Vilcanota se presentan 6 ecosistemas y que se encuentran localizados espacialmente sobre los 3,500 m s.n.m. y que cumplen funciones ecosistémicas importantes dentro de sus áreas de influencia. Estos ecosistemas son: bofedales, bosque de montaña, bosque de montaña altimontano, matorral arbustivo, pajonal andino y plantaciones forestales (0.5%). El pajonal andino ocupa 58% del territorio y el porcentaje restante lo ocupan los otros ecosistemas. Las zonas de vida predominantes es la tundra pluvial Andino Tropical (tp – AS) y Nival Tropical (NT).

Dentro de la Subcuenca Salcca, predominan ecosistemas de tipo Pajonal Altoandino en mayor porcentaje, seguido de áreas altoandina con escasa y sin vegetación y bofedales.

Ecosistema (Subcuenca Salcca)	Símbolo	Área (ha)
Area urbana	U	0.31
Area altoandina con escasa y sin vegetación	Esv	56124.81
Matorral arbustivo	Ma	2590.59
Pajonal andino	Pj	144962.66
Bofedal	Bo	15770.42
Glaciar	Gla	8100.75
Lagunas, lagos y cochas	L/Co	4721.56
Agricultura costera y andina	Agri	1798.19

Tabla N° 01: área de ecosistemas identificado dentro de la Subcuenca Salcca.



PERÚ

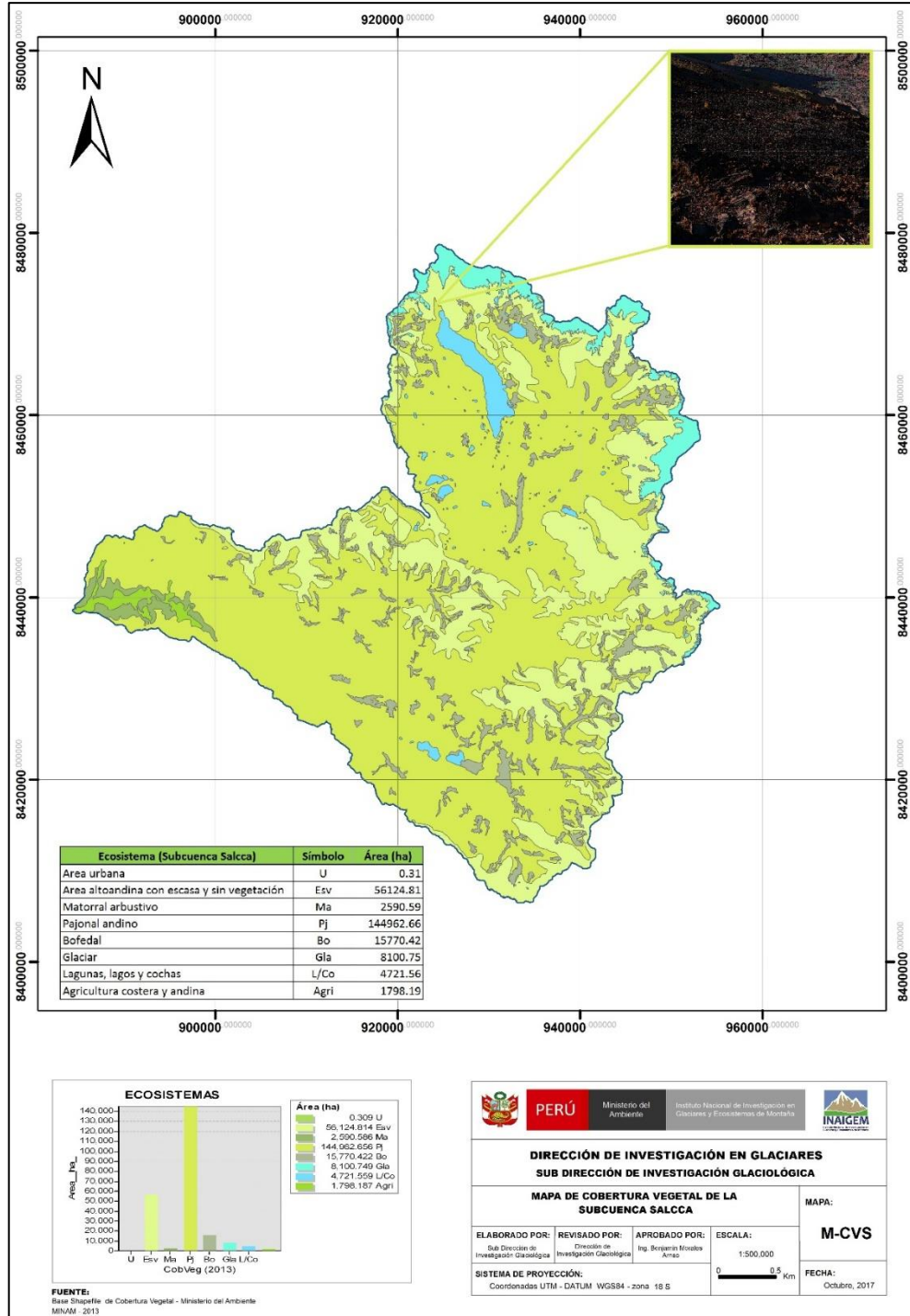
Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Dentro de la microrcuenca Chumpe, se identificó el tipo de ecosistema como área altoandina con escasa y sin vegetación en mayor proporción, y áreas de glaciares.



Mapa N° 04: Ecosistemas identificado dentro de la Subcuenca Salcca.



VIII. HIDROLOGÍA

El sistema hidrográfico de esta cordillera Vilcanota (donde se encuentra la Microcuenca Chumpe) drena hacia la vertiente del Atlántico. Forman parte de esta cordillera los ríos Yanatile, Urubamba, Ocobamba y Santa María. Destacan también las lagunas Huaypo, Piuray, Qoricocha, Huaysalcocha, Palanganacocha, Jatunranyoc, Azulcocha y Laycamayo entre las de mayor superficie.

El 13 de agosto del 2017, se iniciaron las actividades con trabajos de monitoreos de tipo glaciológico y topográfico del glaciar Osjollo Anante (Chumpe) por parte de la Sub Dirección de Investigación Glaciológica de la Dirección de Investigación en Glaciares – INAIGEM; en el glaciar mencionado, se implementó una red de 5 balizas en la zona de ablación.

En la actualidad aún no se implementan instrumentos y equipos para el registro de datos hidro-meteorológicos, esperando que próximamente se llegue a su adquisición e implementación de estas.

8.1 MICROCUENCA CHUMPE

En la actualidad los mapas de Unidades Hidrográficas del Inventario de Hidrandina y de la Autoridad Nacional del Agua consideran al glaciar Osjollo Anante como aportante de la Cuenca del río Urubamba.

Para fines de estudio del glaciar, delimitamos un área que encierra a toda la lengua del glaciar Osjollo Anante, en adelante se denominará microcuenca Chumpe, el cual se encuentra en la vertiente del Atlántico y que es tributario al río Salcca.

El curso de agua con dirección hacia la cuenca del río Urubamba discurre hasta llegar a la laguna Sibinacocha de 15.19 km. de largo por un ancho promedio de 2.86 km, que además es la laguna más grande dentro de la Subcuenca Salcca. Por las condiciones topográficas de la microcuenca, en la actualidad la totalidad de cantidad de agua que discurre del glaciar se drena hacia la laguna Sibinacocha y esta hacia la quebrada Ceviñamayo en la vertiente del Atlántico, producto de la fusión glaciar.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



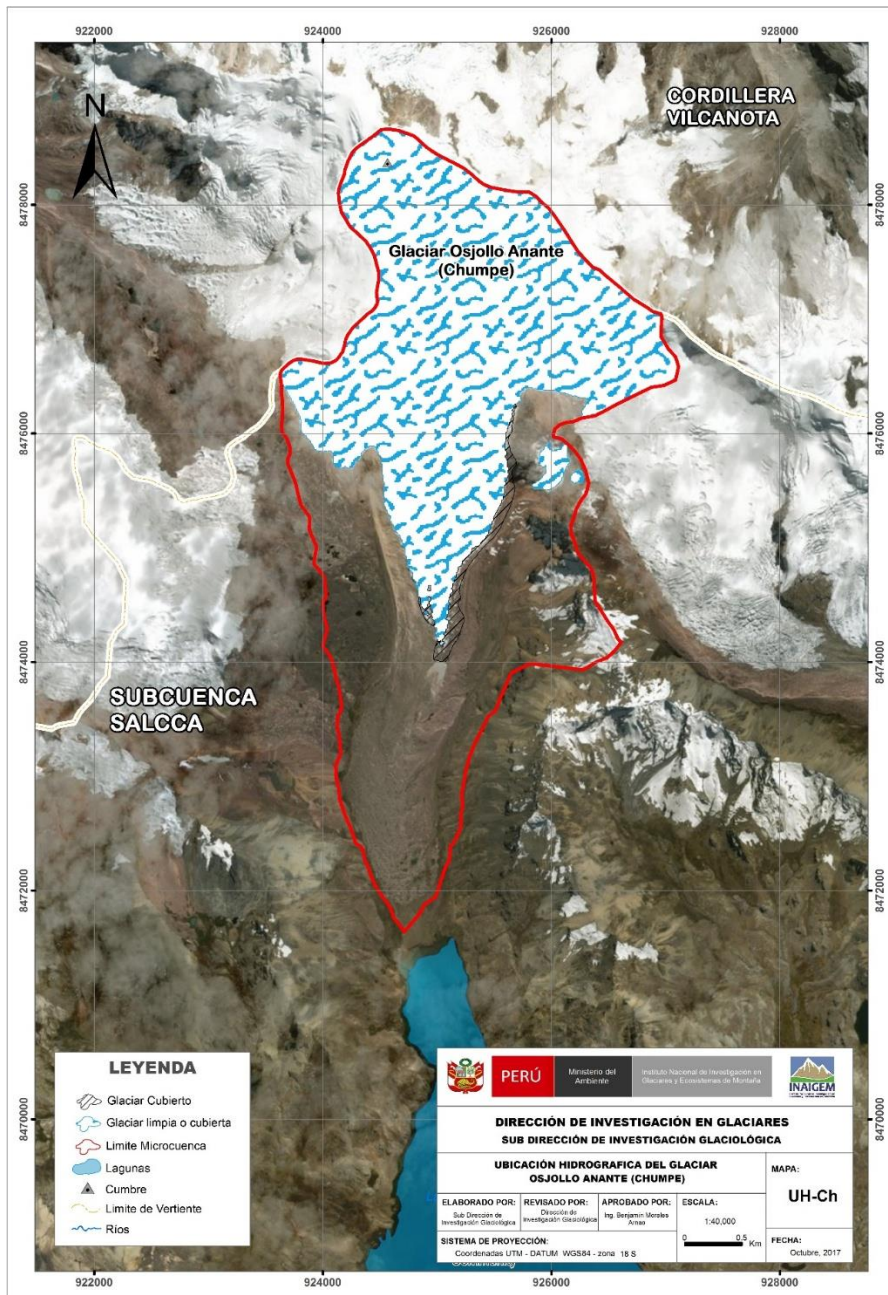
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

8.2 PARÁMETROS MORFOLÓGICOS

Superficie:

Micro Cuenca	Área Km ²	%
Sin Glaciar	5.79	45.45
Con Glaciar limpia o blanca	6.76	53.06
Con Glaciar Cubierto	0.19	1.49
TOTAL	12.74	100.00

Tabla N° 02: Área correspondiente a cada zona, Microcuenca Chumpe.

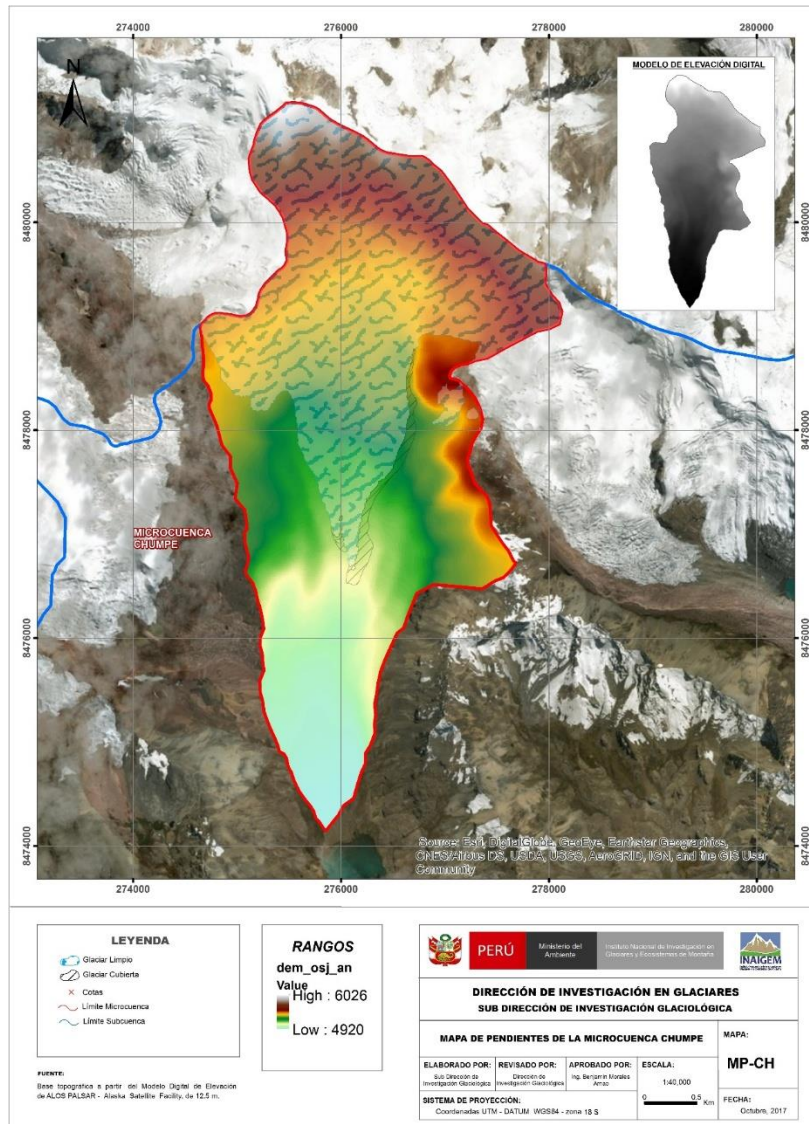


Mapa N° 05: Ubicación del área de estudio, Microcuenca Chumpe.



Altitud media de la Microcuenca Chumpe:

Una forma de representar la inclinación o pendiente (declividad) de una cuenca es mediante un estudio de la variación de elevación de los terrenos con referencia al nivel medio del mar. Esta variación puede ser representada mediante una curva hipsométrica que indica el porcentaje del área de la cuenca que se encuentra por encima o debajo de una altura considerada. Para la microcuenca en estudio se ha trazado la curva hipsométrica, distribuyendo el área de acuerdo a su altitud, los valores correspondientes se pueden apreciar en el mapa N° 06 y grafico N° 01, donde se señalan las áreas por debajo y por encima de una determinada altitud, (véase, Mapa N° 06).



Mapa N° 06: Mapa de relieve y altitudes de la Microcuenca Chumpe.

Para la microcuenca en estudio se ha trazado la curva hipsométrica, distribuyendo el área de acuerdo a su altitud, donde se señalan las áreas por debajo y por encima de una determinada altitud, (véase, Grafico N° 01).

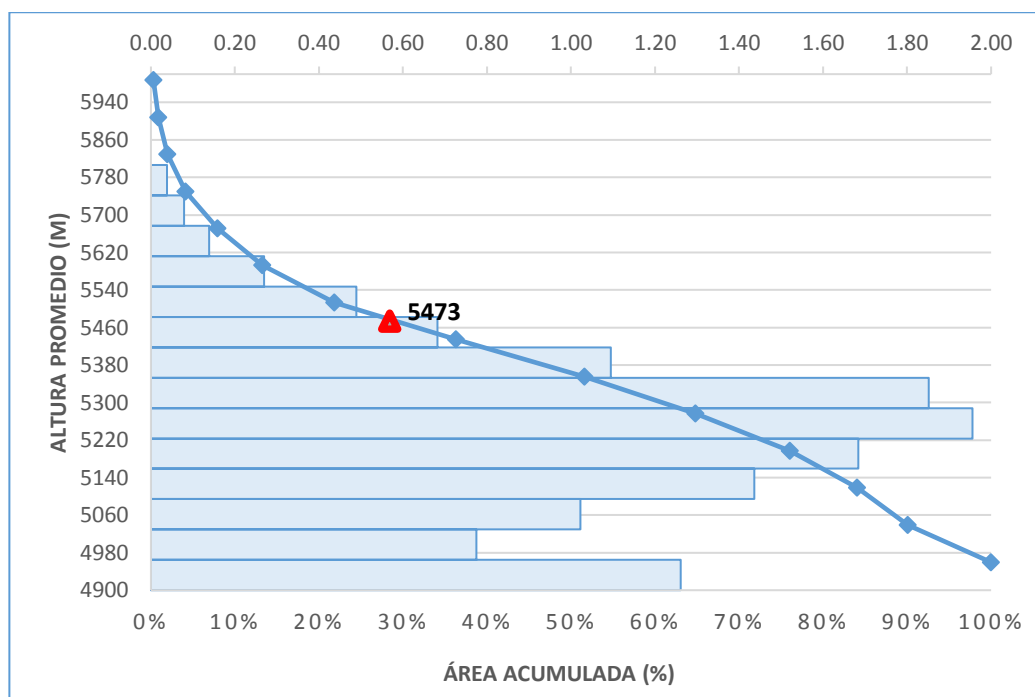


Gráfico N° 01: Curva Hipsométrica de la Microcuenca Chumpe.

Según el Gráfico N° 01 observamos que la microcuenca Chumpe tiene una altitud media de 5,473 m s.n.m., muy por encima del área de estudio; este aspecto es importante dado que el objetivo es evaluar el comportamiento hidrológico del glaciar dentro de la Microcuenca y necesitamos la respuesta hidrológica del caudal que discurre producto de la fusión del glaciar.

A demás, la distribución de superficie en altitud es predominantemente entre la cota 5,060 y 5,380 m s.n.m., cotas que en su integridad están sobre el glaciar.

8.3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

En el glaciar Osjollo Anante, se evidencia cambios bruscos, siendo notorio el aporte de material detrítico sobre la lengua glaciar, ocasionada por el desplazamiento de material en la parte derecha e izquierda de la lengua del glaciar, material que ha sido desplazado por la dinámica glaciar existente.



En el momento de la inspección, fue posible observar que en los alrededores del glaciar existen huellas de eventos anteriores relacionados a aluviones, el glaciar está bastante alejado del centro poblado más cercano, y no hay manera de que afecte si ocurriera el desprendimiento de glaciares colgantes sobre la lengua glaciar, y además por no tener pendientes pronunciadas en la mayor parte del glaciar.

IX. RESULTADOS DEL MONITOREO GLACIOLÓGICO

El glaciar Osjollo Anante es un cuerpo de hielo parcialmente (menor porcentaje) cubierto de material de escombros o detritos. En términos de caracterización y evaluación de la zona de estudio para un monitoreo directo, el glaciar cumple con las mejores condiciones para ser monitoreado, dado que el frente glaciar y su escorrentía están definidos.

9.1 PERFORACIÓN DE RED DE CONTROL EN ABLACIÓN

Se realizó la instalación de 5 balizas en la lengua glaciar (Zona de ablación), obteniéndose la siguiente información (ver Tabla N° 03):

Balizas	Coordenadas UTM		Cota (m.s.n.m.) 13/08/17	Emergencia (m)	Longitud de la perforación (m)
	Este (m)	Norte (m)			
Ch-1	275414.301	8478559.93	5289.532	0.65	10.00
Ch-2	275406.437	8478773.65	5308.517	0.25	10.00
Ch-3	275415.97	8479166.43	5358.735	0.25	10.00
Ch-4	275942.063	8478900.17	5299.118	0.20	10.00
Ch-5	275978.611	8479115.31	5322.300	0.25	10.00
Fecha	13 de Agosto del 2017				

Tabla N° 03: Coordenadas, cotas y emergencia inicial de balizas - Agosto de 2017.

La distribución espacial de la información anterior sobre la red de control en la zona de ablación y acumulación.

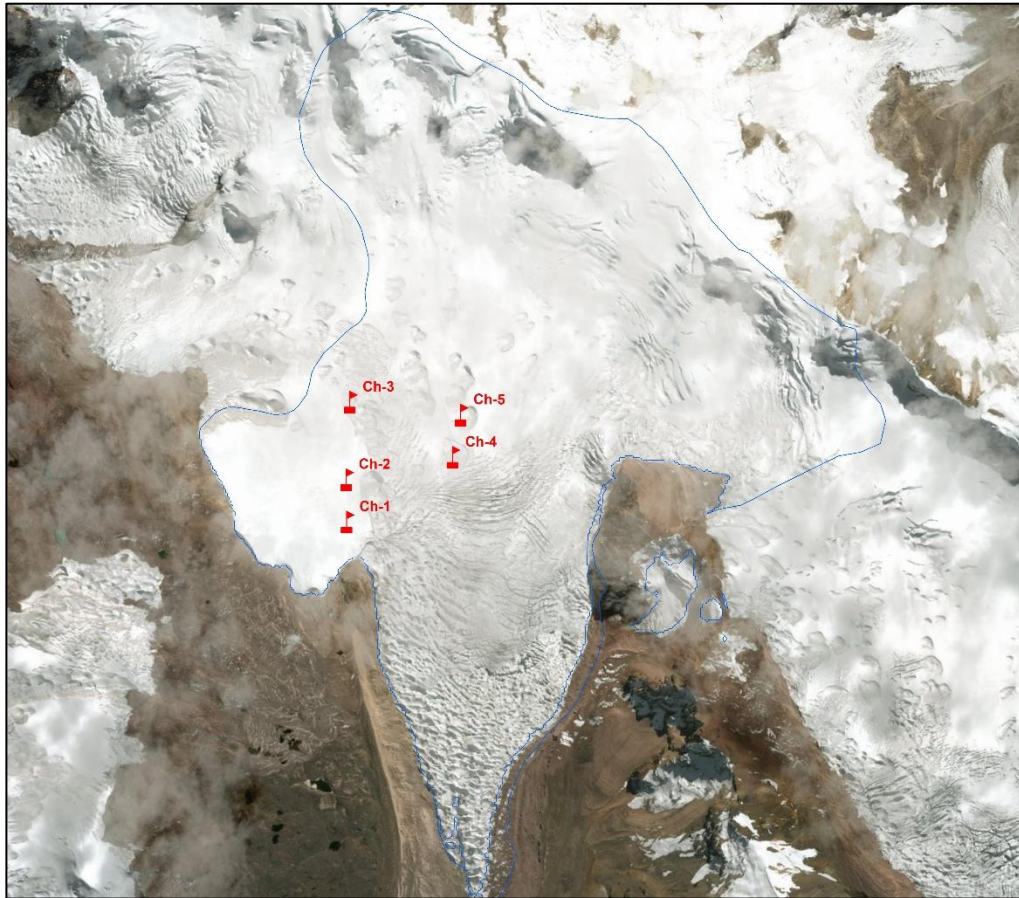


Imagen N° 04: Ubicación y nomenclatura de balizas de la red de control en ablación y acumulación.

9.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El trabajo de campo se inició con el reconocimiento del terreno y ubicación de las bases topográficas que fueron monumentados por la Sub Dirección de Investigación Glaciológica del INAIGEM en el año 2017, estos puntos se ubican teniendo en cuenta los criterios de seguridad y visibilidad, las nomenclaturas que llevan los puntos son: BCH-1, BC-1, BC-2, BC-3 AUXI-1 y AUXI-2, se usaron estas bases para el seguimiento del levantamiento topográfico de la superficie, perímetro y georeferenciación de las balizas (ver Cuadro N° 05, Imagen N° 05 y Tabla N° 04).

COORDENADAS DE BASES TOPOGRÁFICAS			
Punto	Este (m.)	Norte (m.)	Cota (Geoidal)
BCH-1	276047.21	8476361.384	4982.866
CH-1	275952.37	8476844.198	5038.229
CH-2	275871.16	8477035.279	5080.242
CH-3	275530.61	8477885.346	5206.622
AUXI-1	275939.82	8476469.96	4998.368
AUXI-2	275520.52	8477922.167	5209.551

Cuadro N° 05: Coordenadas de bases topográficas.

Las bases topográficas, fueron ubicadas con GPS navegador para realizar el levantamiento topográfico de la lengua glaciar de Osjollo Anante (Chumpe).



Imagen N° 05: Hito monumentado en las morrenas de la laguna y glaciar Chumpe.


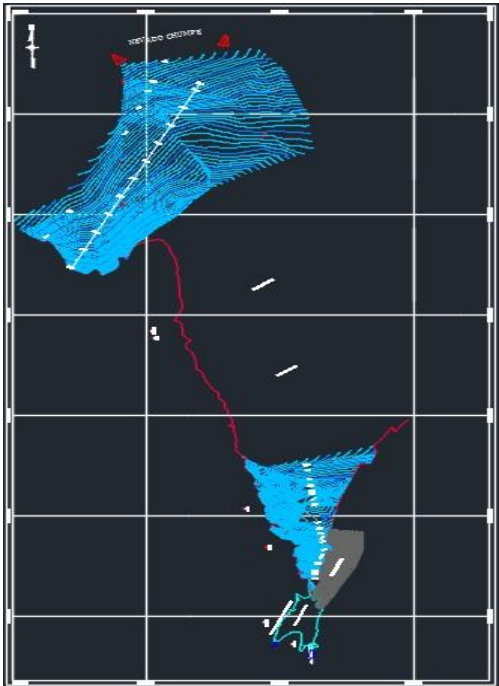
DESCRIPCIÓN DE PUNTO BASE			
NOMBRE/NUMERO:	PROYECTO:	LOCALIDAD:	
BC - 1	Glaciar Chumpe	Chumpe	
LOCALIZACIÓN:			TIPO MONUMENTO:
Dpto.: Cusco	Prov.: Canchis	Dist.: Pitumarca	Concreto
NORTE:	ESTE:	ELEVACIÓN ELIPSOIDAL:	DATUM:
8 476 361.384	276 047.208	4 982.866	WGS 84
LATITUD:	LONGITUD:	PROYECCIÓN:	FECHA:
09° 15' 54.57" S	77° 20' 43.55" W	U.T.M. Zona 18	17/05/2017
			

Tabla N° 04: Se aprecia, datos de ubicación de los puntos fijo (BASE – N° 01) de topografía, ubicación geográfica y los resultados del levantamiento topográfico.

9.3 FLUCTUACIÓN DEL FRENTE O RETROCESO GLACIAR

Los trabajos sobre el glaciar Osjollo Anante se realizaron desde el mes de Agosto del presente año, donde la Sub Dirección de Investigación Glaciológica del INAIGEM implementaron una red de monitoreo a través del uso de balizas.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación
en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Aun no se cuentan con datos sobre retroceso, debido a que recién se iniciaron con los trabajos, ya con el segundo monitoreo glaciológico, se podrá obtener datos de retroceso del glaciar en un determinado tiempo.



X. CONCLUSIONES

- ✓ Se implementó un sistema de monitoreo glaciológico en el glaciar Osjollo Anante (Chumpe), consiguiendo instalar una red de control compuesta de 5 balizas en el eje central, cada una con una perforación de 10 metros, la cota más baja de las perforaciones es 4,970.906 m s.n.m. y la más alta es 5,369.061 m s.n.m.
- ✓ Se obtuvo el mapa topográfico de planta, perfil longitudinal y la superficie de la lengua glaciar Osjollo Anante, a escala 1:5000; el levantamiento topográfico cubrió una superficie de 75.97 hectáreas de área glaciar Y 4.03 hectáreas de glaciar cubierto, instalándose previamente hitos topográficos fijos.
- ✓ La superficie del glaciar Osjollo Anante tiene una pendiente promedio de 17.96% y la laguna en formación en el frente glaciar, en el mes de agosto tenía 26236.274 m² de nivel de espejo.
- ✓ Actualmente no se cuenta con valores de retroceso glaciar, debido a que recién se iniciaron con los trabajos de monitoreos glaciológicos en el nevado Chumpe.
- ✓ No fue posible realizar un mapeo de la geología por la ausencia de un profesional especializado.
- ✓ La microcuenca Chumpe cumple con las condiciones apropiadas para el monitoreo hidrológico.

XI. RECOMENDACIONES

- ✓ Continuar con los trabajos glaciológicos, para conocer el aporte glaciar a la subcuenca del río Salcca, tasa de retroceso y pérdida de masa glaciar, así como conocer la disponibilidad hídrica.
- ✓ Se recomienda la implementación de una estación meteorológica a fin de evaluar el comportamiento climático en la zona de estudio.
- ✓ Se recomienda la instalación de dos pluviómetros totalizadores en la zona de estudio.
- ✓ Se recomienda la visita de un geólogo para realizar el mapeo geológico y geomorfológico de la zona de estudio.
- ✓ Se recomienda la refacción y puesta en operatividad de los vertederos existentes, además de la instalación de un limnógrafo automático en cada vertedero.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2014). INVENTARIO DE GLACIARES D ELA CORDILLERA BLANCA. Huaraz: ANA.
- Claperrton. (1993). Quaternary Geology and Goemorphology of South America. *El sevier*, 779.
- Electroperu. (1979). *Estudio Integral para el Aprovechamiento de la cuenca del Río Santa, Informe general de la investigación Geologicas, Topograficas y los estudios Glaciologicos en toda la cuenca "Informe B - 4" Vol III "Glaciología"*. Sao Paulo: HIDROSERVICE.
- Francou & Pouyaud. (2004 - a). Métodos de observacion de glaciares en los Andes tropicales. *Curso 1: Definiciones – Fluctuaciones - Balance de masa - Dinámica - Balance mensual*. (23), 29.
- Francou & Pouyaud. (2008 - b). Balance de Masa de un Glaciar. *pdf, publicación*.
- Francou, B & Pouyaud, B. (2004). *MÉTODOS DE OBSERVACIÓN DE GLACIARES - IRD*. Francia: GLACIOGLIM.
- GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO. (2012). *PROYECTO FORTALECIMIENTO DEL DESARROLLO DE CAPACIDADES EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN LA REGIÓN DEL CUSCO*. CUSCO: GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO - SUBGERENCIA DE ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL.
- INGEMMET. (1995). *GEOLOGÍA DE LOS CUADRANGULOS DE PALLASCA, TAYAPAMPA, CORONGO, POMABAMBA, CARHUAZ Y HUARI (17h, 17i, 18h, 18i, 19g, 19i)*. Lima: INGEMMET.
- INGEMMET, *SERIE A, BOLETÍN N° 025, GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE OCONGATE Y SICUANI*. Audebaud, 1973.
- INGEMMET, *SERIE A, BOLETÍN N° 116, GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE RÍO PINQUÉN, PILLCOPATA Y CHOINTACHACA*, Hipólito & Vargas L. 1998.
- INGEMMET, *SERIE A, BOLETÍN N° 074, GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE ÑUÑO A*, López, 1996.
- INGEMMET, *SERIE A, BOLETÍN N° 090, GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE CORANI Y AYAPATA*. CHÁVEZ ET AL 1997.
- IPCC. (2001). Glosario de Términos: Anexo B, Tercer Informe de Evaluación. *IPCC*, 198.
- Martínez, P. (2006). *Procedimiento de topografía*. Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación
en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

- Morales, B. (1966). *GEOLOGICO - GLACIOLOGICO D ELA CUENCA SUPERIOR DE QUITARACSA*. Lima.: Corporación Peruana del Santa.
- Morales, B. (2014). *Vocabulario Técnico en Investigación en Glaciares / INAIGEM*. Huaraz: INAIGEM.
- National Snow and Ice Data Center, (NSIDC - NASA). (2012). All about Glaciers: The Life of a Glacier; Glaciers Glosary. NSIDC: *NASA Earth Observatory Reference: Global Warming*. 1.
- Soto, H. d. (1986). *BOLETIN OFICIAL N°01, INSTITUTO NACIONAL DE GLACIOLOGÍA*. Lima.: INSTITUTO NACIONAL DE GLACIOLOGÍA.
- Topcon. (2006). *Manual de Instrucciones de estación total*. Japón: Topcon.
- Zamaripa, M. (2010). *Apuntes de topografía*. Madrid: Facultad de Estudios Superiores Aclatan.



GLOSARIO DE TÉRMINOS

ALUVIÓN.- Desplazamiento violento de una gran masa de agua con mezcla de sedimentos de variada granulometría y bloques de roca de grandes dimensiones. Se desplazan con gran velocidad a través de quebradas o valles en pendiente, debido a la ruptura de diques naturales y/o artificiales o desembalse súbito de lagunas, o intensas precipitaciones en las partes altas de valles y quebradas.

ÁREA DE ABLACIÓN.- Es el área de un glaciar donde predominan los procesos que propician la pérdida de masa, por fusión o sublimación. (National Snow and Ice Data Center, (NSIDC - NASA), 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.

AVALANCHA.- Desprendimiento violento en un frente glaciar pendiente abajo de una gran masa de nieve o hielo acompañado en algunos casos de fragmentos rocosos de diversos tamaños y sedimentos de diferente granulometría.

BALANCE DE MASAS.- Es el cambio en la relación pérdida-ganancia del glaciar, observado durante un período de tiempo determinado, que puede ser estacional o anual (el más utilizado). (Francou & Pouyaud, 2008 - b).

CORRIENTE SUPRA GLACIAR.- Es una corriente de agua de fusión del glaciar que corre sobre la superficie (Morales, 2014).

DESGLACIACIÓN.- Retroceso o disminución de la cobertura de hielo del glaciar de una montaña. Investigaciones recientes confirman la desglaciación en muchos lugares del mundo, incluyendo las zonas polares. En nuestro país se viene confirmando el registro de desglaciación 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.

GLACIAR COLGADO.- Porción considerable de un glaciar que se encuentra adherido a las cumbres o sobre pendientes muy pronunciadas y que significan peligros glaciológicos (Morales, 2014).

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).



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación
en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

VALLE GLACIAR.- Valle que muestra la acción de la erosión glaciaria 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.