



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”

# MONITOREO GLACIOLÓGICO EN EL GLACIAR TICLLA Tanta - Lima

## INFORME TÉCNICO N° 11



Oscar Vilca

Glaciar Ticlla, 2016.

Huaraz, Julio 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**

#### **DIRECCION DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES**

#### **MONITOREO GLACIOLÓGICO EN EL GLACIAR TICLLA**

#### **PROFESIONALES RESPONSABLES QUE PARTICIPARON EN EL INFORME:**

**Ing. Luzmila R, Dávila Roller.**

**Ing. Lucas N. Torres Amado.**

**Ing. Oscar Vilca Gómez.**

**Ing. Víctor Manuel Uribe Córdova.**



## INDICE

RESUMEN.....	4
I. GENERALIDADES .....	5
1.1 Introducción .....	5
1.2 Antecedentes .....	5
1.3 Objetivos .....	5
1.3.1 General .....	5
1.3.2 Específicos.....	5
1.4 Ubicación y Acceso .....	5
II. METODOLOGÍA.....	7
2.1 Fase de pre campo .....	7
2.2 Fase de Campo.....	8
2.3 Fase de gabinete .....	10
2.3.1 Trabajos de gabinete de topografía.....	10
2.3.2 Trabajos de Perforación .....	11
2.3.3 Técnicas de procesamiento de información .....	11
2.3.4 Elaboración del Informe .....	11
III. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA .....	12
3.1 Caracterización del ámbito de estudio.....	12
3.2 Recursos paisajísticos de interés ambiental, cultural, visual y patrimonial.	12
IV. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA .....	13
4.1 Geología regional.....	13
V. GLACIARES .....	19
VI. LAGUNAS .....	21
VII. ECOSISTEMAS.....	24
VIII. HIDROLOGÍA .....	27
IX. RESULTADOS DEL MONITOREO GLACIOLÓGICO.....	31
X. CONCLUSIONES .....	35
XI. RECOMENDACIONES.....	35
BIBLIOGRÁFICA .....	36
GLOSARIO DE TERMINOS .....	38



## RESUMEN

Las investigaciones glaciológicas, en la Cordillera Central por parte del INAIGEM a través del equipo de la Dirección de Investigación en Glaciares, tiene como objetivo realizar monitoreo glaciológico integral y continuo, como en ésta oportunidad el glaciar Ticlla, además de lagunas peligrosas en todo el territorio nacional, ubicados en las cordilleras nevadas.

Políticamente el glaciar Ticlla pertenece a la región de Lima, provincia de Yauyos, distrito de Tanta, hidrográficamente pertenece a la vertiente del Pacífico, cuenca del río Cañete.

La implementación del monitoreo glaciológico realizado en el glaciar Ticlla, consta en el establecimiento de una red de control de balizas en la zonas de ablación, donde se efectuaron perforaciones de 10 metros de profundidad por cada estaca, siendo en total siete balizas implementadas, un pozo de acumulación, para la determinación de la densidad y el levantamiento topográfico del frente y superficie glaciar, además de la 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. Esta información permitirá calcular el balance 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 mapas del levantamiento topográfico de la superficie, perfil y frente del glaciar Ticlla, instalación de una red de control de 7 puntos en la zona de ablación, cada una de 10 metros de profundidad. Este trabajo de implementación se realizó desde del 22 de Junio al 01 de Julio de 2016.



## I. GENERALIDADES

### 1.1 Introducción

El INAIGEM a través de la Dirección de Investigación en Glaciares, viene realizando inspecciones técnicas a glaciares con potencial para el monitoreo y la evaluación de las lagunas peligrosas a nivel nacional en las cordilleras nevadas del país, iniciando en ésta oportunidad la inspección e implementación glaciológica en el glaciar Ticlla, ubicado en la Cordillera Central.

Desde Junio de 2016 se inició el estudio de monitoreo de la lengua glaciar Ticlla por el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña - INAIGEM, actividad que se realizará de forma permanente. Es importante mencionar que éste glaciar nunca fue objeto de estudio por ninguna otra institución.

### 1.2 Antecedentes

Este glaciar Ticlla pertenece a la Cordillera Occidental (centro del país) y de acuerdo al Inventario Nacional de Glaciares, se determinó que cuenta con 174 glaciares y una superficie de 51.91 km<sup>2</sup> (ANA, 2012).

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 General

- Implementar una red de monitoreo glaciológico en el glaciar Ticlla.

#### 1.3.2 Específicos

1. Realizar las perforaciones para implementar la red de monitoreo y control de balizas en la zona de ablación.
2. Levantamiento topográfico del frente glaciar y superficie.
3. Evaluación general de las condiciones hidrológicas.
4. Realizar un mapeo geológico de la zona de interés.

### 1.4 Ubicación y Acceso

#### Ubicación:

El glaciar Ticlla se ubica a 5100 msnm, en la cabecera de la cuenca del río Cañete, al nor-oeste del Nevado Ticlla, extendida en el ramal occidental de la Cordillera Central, en el nevado Pichcahuajra, hidrográficamente pertenece a la vertiente del Pacífico, cuenca del río Cañete, subcuenca Ticllacocha (ver figuras N°01 y 02).



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

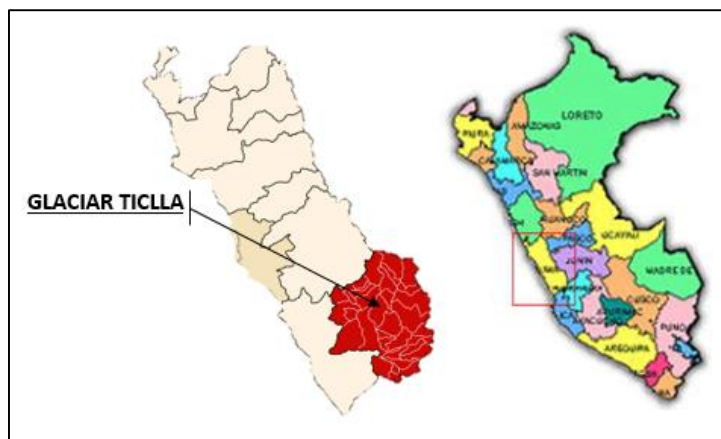


Figura N° 01.- Ubicación.

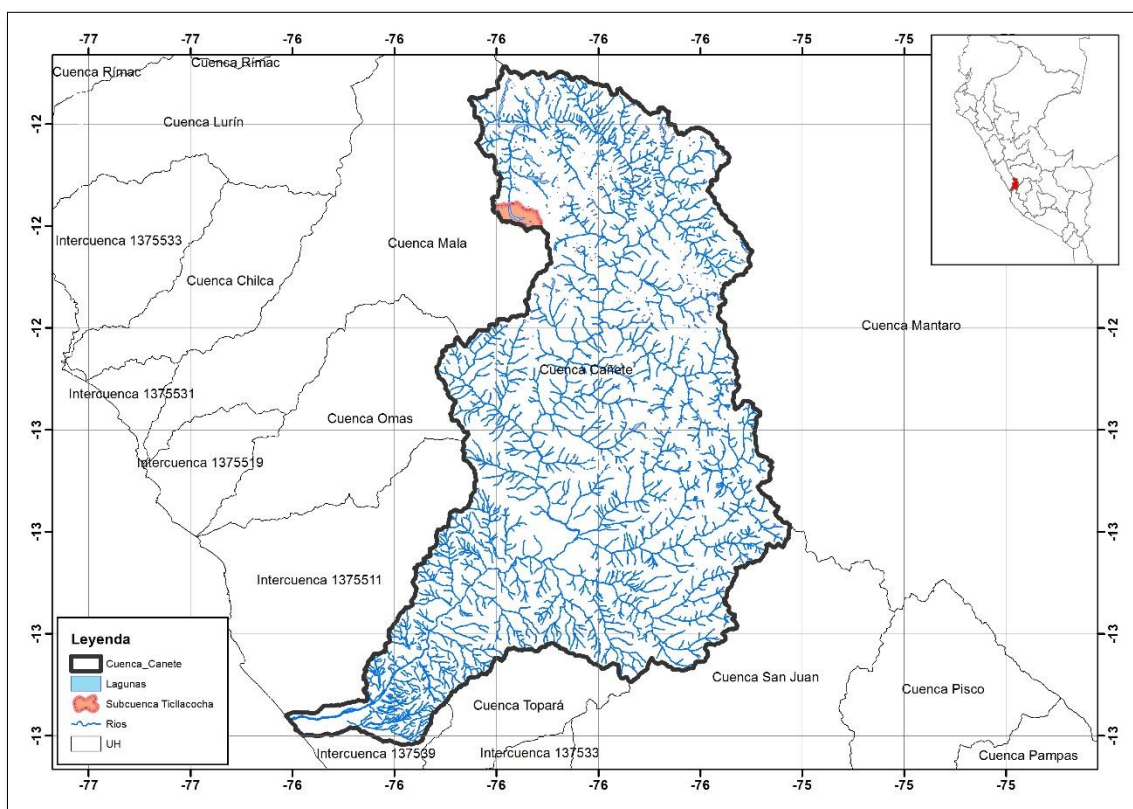


Figura N° 02.- Ubicación de la cuenca Cañete y la subcuenca Ticlacocha.

**Acceso:**

Desde Huaraz, el recorrido se inicia por la carretera asfaltada Huaraz – Lima, luego se toma la carretera al sur camino a Cañete, por carretera asfaltada hasta el centro poblado de Huancaya, de donde nos dirigimos hacia Tanta por trocha carrozable y finalmente conducimos al centro poblado Tanta, de donde se toma un camino de herradura por aproximadamente 8 horas, hasta llegar al glaciar



Ticlla a una altitud de 5 100 msnm. También se tiene otra alternativa vía río Blanco, por la carretera Central. (Ver cuadros N°01, N°02).

**Cuadro N° 01: Recorrido a la zona de estudio vía Huaraz – Lima – Cañete - Tanta.**

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo (h)	Medio de Transporte
Huaraz – Lima	Carretera asfaltada	400,00	09:00 h.	Camioneta
Lima – Cruce San Vicente de Cañete	Carretera asfaltada	154,50	02:00 h.	Camioneta
Cruce San Vicente de Cañete – C. P. Huancaya	Carretera asfaltada	181,10	11:00 h.	Camioneta
C. P. Huancaya – Huancaya	Carretera asfaltada	16,60	00:30 h.	Camioneta
C. P. Huancaya – Distrito de Tanta	Trocha carrozable	92,40	04:40 h.	Camioneta
Distrito de Tanta – Glaciar Ticlla	Camino de herradura	9,00	08:00 h.	A pie
<b>Distancia Total Recorrida</b>		<b>853,60</b>	36:00 h.	

**Cuadro N° 02: Recorrido a la zona de estudio vía Huaraz – Lima – San Mateo - Tanta.**

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo (h)	Medio de Transporte
Huaraz – Lima	Carretera asfaltada	400,00	09:00 h.	Camioneta
Lima – San Mateo	Carretera asfaltada	133,00	05:00 h.	Camioneta
San Mateo – Cruce Río Blanco	Carretera asfaltada	09,00	00:15 h.	Camioneta
Cruce Río Blanco – Distrito de Tanta	Trocha carrozable	75,00	04:00 h.	Camioneta
Distrito de Tanta – Glaciar Ticlla	Camino de herradura	9,00	08:00 h.	A pie
<b>Distancia Total Recorrida</b>		<b>626,00</b>	26:00 h.	

## II. METODOLOGÍA

La metodología empleado se denomina “Método Directo Glaciológico”, empleado tradicionalmente en estudios e investigaciones sobre glaciares, consiste en realizar una serie de procedimientos estandarizados, complementarios 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, definió los objetivos, alcances del medio físico y del estudio de acuerdo a su nivel de ejecución; el objetivo principal es realizar las mediciones glaciológicas en el glaciar Ticlla.

#### 2.1.2 Elaboración del Plan de Trabajo

El equipo técnico del instituto, 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 caracterización, evaluación, identificación, compilación y análisis de la información de la zona de estudio, dado que no existen estudios glaciológicos en dicho glaciar, siendo el INAIGEM quien comienza con esta tarea.

## 2.2 Fase de Campo

Para las mediciones glaciológicas, es necesario iniciar con la implementación en campo, a continuación se describen los procedimientos: (ver figura N°03).

- Inspecciones previas en campo
- Caracterización de la zona de estudio
- Trabajos topográficos
- Perforaciones en la establecida en la zona de ablación del glaciar
- Evaluación hidrológica

Algunas de las actividades se realizan en forma simultánea.



**Figura N°03.-** Esquema conceptual de la Fase de Campo en los trabajos de monitoreo Glaciológico.

### 2.2.1 Recolección de Información

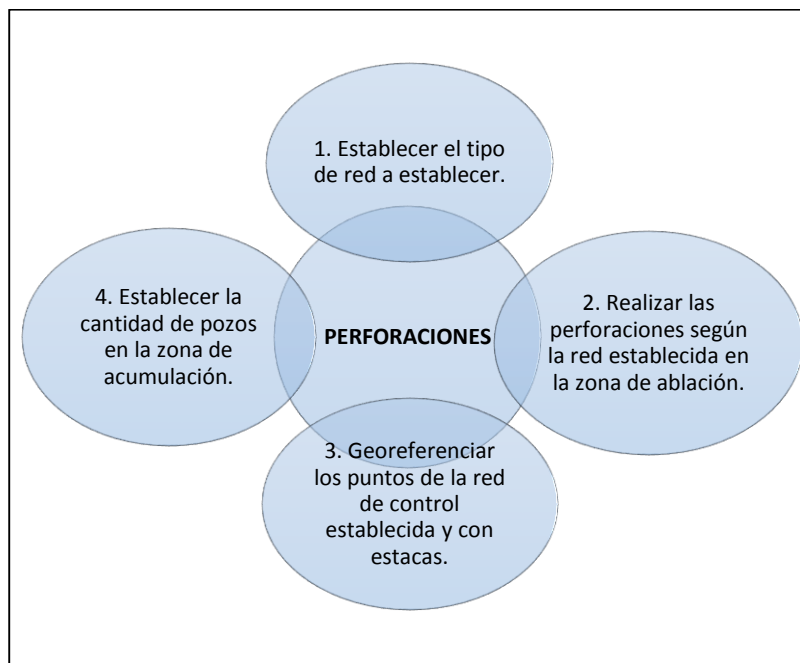
#### 2.2.1.1 Perforaciones

Se efectúan en la red de control y medición 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. 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°04).

En la zona de acumulación se realizó una perforación de 1 m. donde fue posible encontrar la capa basal que determina cuanto se acumuló de nieve en el año hidrológico.



**Figura N°04.-** Actividades que comprenden las perforaciones sobre superficie glaciar.

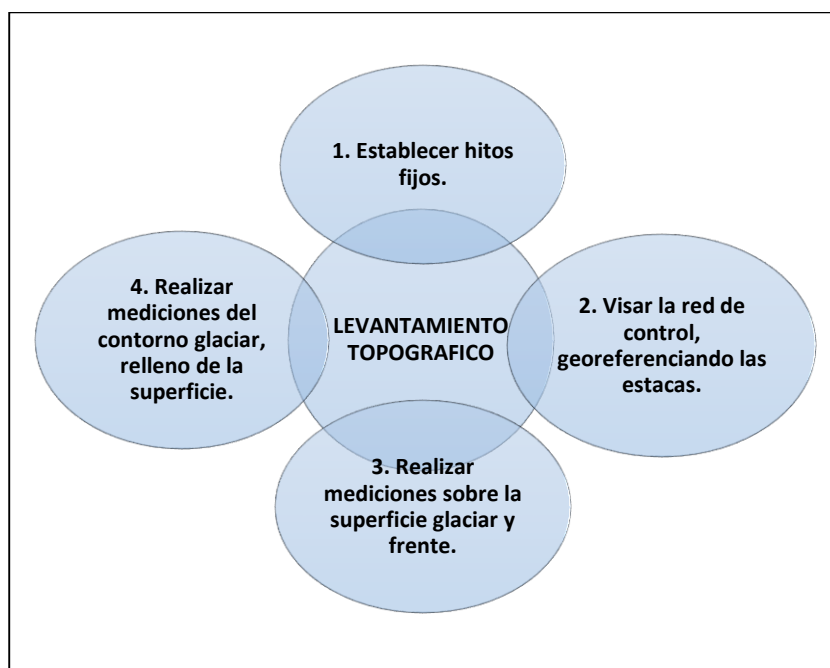
### **2.2.1.2 Trabajos de Topografía**

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°05).



**Figura N°05.-** 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 nieve 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° 06):



Figura N° 06.- 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 elabora el informe que básicamente contiene resultados durante los trabajos de implementación y monitoreo



glaciológico, así como aspectos hidrológicos y evaluación de peligros del área de estudio. Fotografías acompañan el informe de implementación glaciológica.

### III. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

El glaciar Ticlla, está ubicado entre las coordenadas geográficas 12°13'48" - 12°15'00" de latitud sur y 75°58' - 75°57' de longitud oeste.

#### 3.1 Caracterización del ámbito de estudio

El glaciar Ticlla, se ubica en el distrito de Tanta, provincia de Yauyos, departamento de Lima, en las nacientes del río Cañete, a 5100 msnm, en la vertiente del Océano Pacífico; el río Cañete nace en el ramal occidental de la Cordillera Central y recorre aproximadamente 220 km hasta desembocar en el Océano Pacífico.

El principal beneficiario de las aguas provenientes de las lagunas Ticllacocha son los pobladores, que mediante canales de riego, derivan el agua para la producción de pastos y potenciar la ganadería que es la actividad principal de la localidad de Tanta, consecuente a la zona de estudio se encuentra la laguna Paucarcocha actualmente represada con un muro de presa de 28 m de alto, almacenando aproximadamente 70Mm<sup>3</sup>, esto por la empresa hidroeléctrica el Platanal, el mismo que almacena el total de agua proveniente de la cabecera de cuenca.

#### 3.2 Recursos paisajísticos de interés ambiental, cultural, visual y patrimonial.

El glaciar Ticlla, forma parte de los atractivos paisajísticos de la reserva paisajística Nor Yauyos - Cochas, el cual se encuentra ubicada entre las provincias de Yauyos (distritos de Tanta, Miraflores, Vitis, Huancaya, Alis, Laraos, Tomas y Carania) y Jauja (distrito de Canchayllo), en las Regiones de Lima y Junín respectivamente. La reserva fue creada por D.S. N° 033-2 001-AG del 3 de junio de 2001, tiene una superficie de 221 268 ha, con un rango altitudinal: 2750 – 5730 msnm, existiendo allí una gran variedad de paisajes (ver fotografía N°01), nevados, manantiales y lagunas que son los elementos que dan origen y regulan el ciclo del agua en las sub-cuencas del río Cañete.

La reserva, tiene como principal objetivo conservar la parte alta del río Cañete, así como los diversos ecosistemas que la conforman. Sus habitantes han aprendido a convivir armoniosamente con su entorno, y por supuesto, respetando la biodiversidad que existe en la zona.



Fotografía N°01.- El ámbito de estudio posee de belleza paisajística poco difundida.

### **Servicios recreacionales:**

#### **TURISMO**

La localidad de Tanta, debido a la poca difusión de sus recursos (paisajístico, culturales y ancestrales), el turismo es aún pobre, sin embargo cuenta con acceso a través de la carretera central (Pachacayo), cuenta con servicios de hospedaje. La mayor cantidad de visitantes se concentra sólo en fiestas de la comunidad de Tanta (Agosto).

Además, el potencial turístico de la localidad también se enfoca en los nevados de Pariacaca, el camino Inca y una diversidad de lagunas alto andinas.

#### **LAGUNAS**

En este distrito de existen lagunas de una considerable extensión y de una belleza andina sin igual en el Perú, como las Lagunas: Ticllacocha, Huampi, Paucarcocha, Jachaioj, Yauricocha, Mullococha, Atarhuay, Verdecocha, Pumarauca, Escalera, Mayococha.

## **IV. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

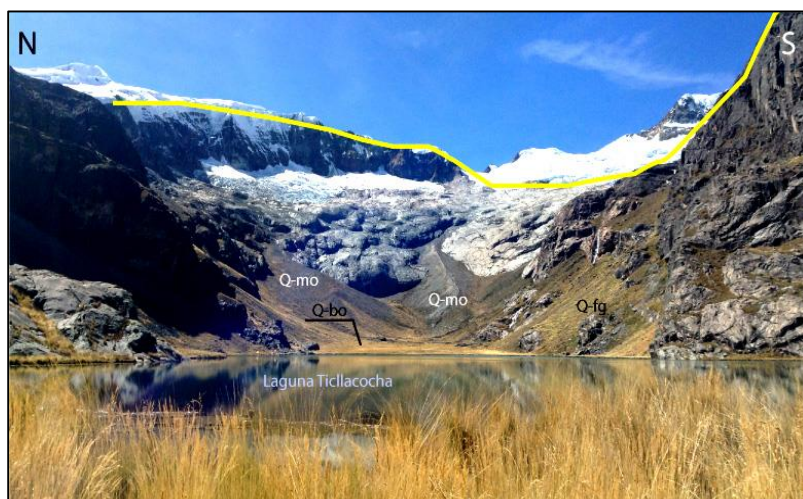
### **4.1 Geología regional**

El Ticlla es el nevado más alto de la reserva NorYauyos - Cochas (5 897 msnm.), geográficamente se ubica en el flanco oeste de la Cordillera Occidental, zona conocida como Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas.



El glaciar Ticlla y la laguna Ticllacocha, corresponden a dos unidades geomorfológicas regionales diferenciadas en la zona de estudio (Zona de Altas Cumbres y Altiplanicies).

Las zonas de altas cumbres en este sector, no se presentan alineadas en dirección NO-SE, paralelas a la cadena andina, sino más bien corresponden a restos aislados, puestos en valor por la erosión glaciar de macizos ígneos. Este sector coronan cumbres nevadas de más de 5 000 m de altitud, como el Glaciar Ticlla (área de interés), Lingote o Toroyocc. En su base se observan valles amplios en forma de “U”, afectados por la acción glaciar, y en los alrededores de la laguna Ticllacocha, una etapa de erosión activa, que ha formado valles en “V” con reducidas terrazas en el fondo del valle. (Ver fotografía N° 02).



**Fotografía N°02.** Se observa la unidad geomorfológica Altas cumbres, caracterizada por tener cumbres nevadas sobre los 4 500 m. Localmente se observan las geoformas circo glaciar (línea amarilla) y valle glaciar “U”. En la base se parecían morrenas frontales (Q-mo), bofedales (Q-bo) y depósitos fluvioglaciares (Q-fg).

La unidad geomorfológica altiplanicies, presenta altitudes que sobrepasan los 4000 m, cuyo relieve es moderado, presentando colinas, pampas aluviales y cadena de cerros de moderada altitud. Así mismo, presentan formas de modelado glaciar, destacando valles en “U”, valles colgados y superficies estriadas, éstas últimas se observan en ambos flancos de la laguna Ticllacocha. (Ver fotografía N° 03).

Litológicamente, en el área de estudio, aflora principalmente la Formación volcánica Millotingo, definida por Salazar (1983). Esta unidad volcánico-sedimentaria, está constituida por lavas andesíticas a dacíticas oscuras de color morado a pardo. Infrayace en discordancia erosional al Grupo Sacsacero y, sobreyace en discordancia angular a la serie cretácica intensamente plegada. Presenta un grosor de 1000 m y su edad se ubica en el Oligoceno superior- Mioceno inferior correlacionable con la Formación Castrovirreyna.



**Fotografía N°03.** Se observa la unidad geomorfológica altiplanicie, conformadas por pampas extensas de gran altura (>3500 m). Se observa la laguna Ticllacocha y el inicio del río Cañete. Los principales afloramientos lo constituyen las rocas volcánico-sedimentarias de la Formación Millotingo, conformadas por lavas andesíticas a dacíticas.

Se observa una secuencia intrusiva constituida principalmente por rocas graníticas. Estos macizos forman stocks alargados en dirección NO-SE, alcanzando longitudes que van de los 5 a 17 km. Están constituidos principalmente por granodioritas y dioritas de composición homogénea y sin deformación, salvo cerca a sus contactos donde se observa cizalla.

Las principales unidades cuaternarias, lo constituyen depósitos glaciares y fluvio-glaciares. Varios autores (Hanse et al. 1984, Megard 1968, Dolfus, 1965), han determinado una secuencia de 03 grandes glaciaciones que tienen relación con los grandes depósitos fluviales (depósitos de terraza). En el área de estudio, estos depósitos están representados por morrenas que llegan a alcanzar alturas de 150 m, constituidos principalmente por gravas heterométricas angulosas de matriz arcillosa, éstos depósitos se ubican en la base del glaciar Ticlla, mientras que en las laderas de la laguna Ticllacocha dominan los depósitos fluvio-glaciares y coluviales, conformado por gravas con matriz areno-arcillosa retrabajadas.

### **CONDICIONES GEOLÓGICAS LOCALES**

En el área de estudio se observan afloramientos de roca ígnea y depósitos cuaternarios. A continuación se describen las principales unidades de suelo y roca.

#### **Rocas Graníticas.**

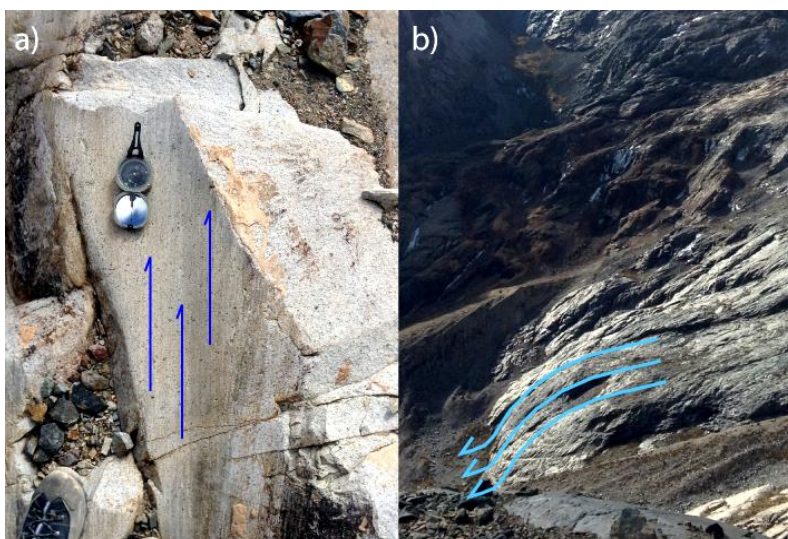
Conformadas principalmente por granodiorita y tonalitas. Estos afloramientos se encuentran como basamento de los glaciares Ticlla y Llongote. Se caracterizan por ser rocas faneríticas de grano medio, geomorfológicamente forman paredes



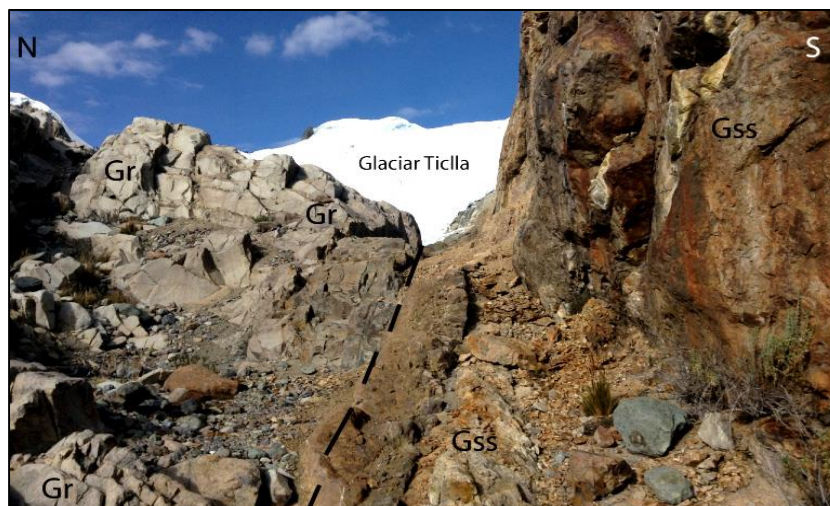
encañonadas que han sido labradas por el hielo, que ha dejado marcas de abrasión de tipo glaciar como son; estrías glaciares y rocas aborregadas (ver fotografía N° 04). En los alrededores de la laguna Ticllacocha, se observan en cambio afloramientos que varían de pórfidos tonalíticos a cuarzodioritas.

### Gneiss.

Muy cerca de la base de la lengua glaciar Ticlla, se observa la presencia de una falla que, a la vez es contacto geológico. Dicha estructura presenta aureola de contacto con metamorfismo de grado leve a moderado. Estos afloramientos están conformados por rocas metamórficas de tipo ortogneis, presentando textura granoblástica y estructura bandeada gnéisica, constituida de minerales esenciales de rocas ígneas como cuarzo y plagioclasas, además de minerales accesorios como hornblenda, se observa el contacto entre las rocas graníticas y el Gneiss. (Ver la fotografía N° 05).



**Fotografía N°04.** Procesos erosión glaciar. a) Estrías glaciares (líneas azules), formada por bloques y cantos sueltos que contiene la masa glaciar y que, apoyados sobre la roca basal producen ralladuras en la superficie rocosa. b) Rocas aborregadas, son un tipo de erosión glaciar cuya principal característica es el arranque de la roca basal (líneas celestes), por el avance y/o retroceso de la masa glaciar.



**Fotografía N°05.** Se observa en la Fotografía el contacto geológico remarcado por la línea discontinua negra, entre los afloramientos de granito (Gr) y el Gneiss (Gss).





## **DEPOSITOS CUATERNARIOS.**

Como consecuencia de la erosión, meteorización y acción de los procesos geológicos glaciares, sobre los macizos rocosos, se han formado suelos residuales de diferente composición, depositados en la base de los glaciares, laderas de quebrada y riveras de lagunas. Estos depósitos se han formado durante el pleistoceno, es decir, en tiempos geológicos muy recientes. A continuación se describen los principales depósitos cuaternarios.

### **Depósitos Morrénicos (Q-mo)**

Estos depósitos se presentan en la base del glaciar Ticlla y en el frente del circo Glaciar que corona la laguna Ticllacocha, están constituidos por bancos de grava gruesa de matriz arcillo-limosa, con presencia de cantos y bloques de formas angulosas a subangulosas, generalmente bien compactas y densas.

### **Depósitos Coluviales (Q-co)**

Se presentan en las laderas del valle glaciar y en los flancos de la laguna Ticllacocha, están conformados por acumulaciones de fragmentos rocosos angulosos, sin o con escaso relleno; generalmente son de consistencia suelta.

### **Depósitos de Bofedal. (Q-bo)**

Se denomina así a los suelos orgánicos con alto contenido de turba, desarrollados en zonas de permanente humedad. En la zona de estudio presenta un espesor variable, pudiendo alcanzar hasta los de 5m. Estos depósitos están presentes en la cabecera de la laguna Ticllacocha. Son de constitución blanda a muy blanda (Ver fotografías N°s 01 y 04).

## **GEOLOGIA ESTRUCTURAL.**

Durante el cartografiado Geológico del área de estudio, se identificaron dos arreglos estructurales predominantes. El primero presenta orientaciones NO-SE y, el segundo, orientaciones NE-SO. Estas fallas no presentan un riesgo a la estabilidad de los taludes encañonados.

El sistema de fracturas presente en los alrededores de la laguna Ticllacocha, se presenta desfavorable con respecto a la dirección del talud, ya que forman fallas planares y, son los principales generadores de caída de rocas en la zona de estudios.

## **PROCESOS GEODINAMICOS.**

Los principales fenómenos de geodinámica externa identificados en la zona de estudio son:

### Deslizamientos.

La morfología del valle glaciar Ticlla, muestra la ocurrencia de dos grandes deslizamientos. Ambos deslizamientos se ubican en la ladera derecha (aguas abajo) de la cabecera de la laguna Ticllacocha. Estos cuerpos de deslizamiento tienen cerca 0.5 km<sup>2</sup> de superficie y se infiere más de 35 m de espesor. Constituidos por suelo limo-arcilloso, con inclusiones de bloques y fragmentos rocosos provenientes de la erosión de los taludes superiores. Debido al grado de compactación de los materiales constituyentes, se infiere que son movimientos de masa de relativa antigüedad y, no hay evidencia de deslizamientos recientes en la zona de estudio. (Ver fotografía N°06).



**Fotografía N°06.**- Fotografía de la cabecera de la laguna Ticllacocha, se observa en la ladera derecha dos cuerpos de paleo deslizamientos.

### Erosión de laderas.

Las laderas del valle glaciar de la laguna Ticlla, son cortadas por quebradas por donde fluye permanentemente agua con materiales de arrastre, lo que genera erosión en el cauce de las quebradas, ocasionando cárcavas superficiales.

Se debe puntualizar que, en el cauce inferior de la laguna Ticllacocha (zona terminal), los procesos erosivos de las laderas y alimentación de sedimentos hacia la naciente del río Cañete son más intensas, lo que contribuye a una mayor carga de sedimentos.

### Caída de rocas.

Es el principal fenómeno de geodinámica externa, en las laderas del valle glaciar se observan acumulaciones de clastos y fragmentos rocosos angulosos, ocurrido por caídas desde el talud superior, constituidos por bloques angulosos de roca, sueltos

e inestables. Cabe mencionar que los principales cuerpos de caída de roca se observan en la cabecera, laderas superiores del glaciar Ticlla y la laguna Ticllacocha, donde la orientación del plano de fractura es paralelo al talud del valle, que aunado al fenómeno de gelifracción (arrancamiento de bloques de roca por parte del hielo), favorecen la caída de dichos materiales.

Si bien es el fenómeno más común en la zona de estudio, su peligrosidad es baja, ya que no genera volúmenes de remoción importantes, sino más bien son depósitos muy localizados (Ver fotografía N° 07).



**Fotografía N°07.-** Ladera izquierda (aguas abajo) de la laguna Ticllacocha. Se observan cuatro zonas de caída de roca. La orientación de los planos de fractura es paralelo al talud, favoreciendo la caída de bloques.

## 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°03).

**Cuadro N° 03.-** Secuencia de depósitos glaciar y su ubicación altitudinal aproximada a las Cordilleras Sur Americanas (Clapperton, 1993).

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	
Riss - 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

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.

En las décadas recientes, los Andes tropicales han mostrado un retroceso glaciario 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 glaciaria y la desaparición de glaciares por encima de los 5000 msnm.

Los cuerpos de hielo contribuyen así como reguladores de los caudales, tanto subterráneos 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.

El glaciar Ticlla 3, cuenta con una superficie de 2.20 km<sup>2</sup>, cuenta con una longitud máxima de 2 271,78 m, ancho máximo de 5 584,92 m, con una altura máxima de 5 853 msnm., promedio de 4 986 msnm y mínima de 5 307 msnm. (ANA, 2012)

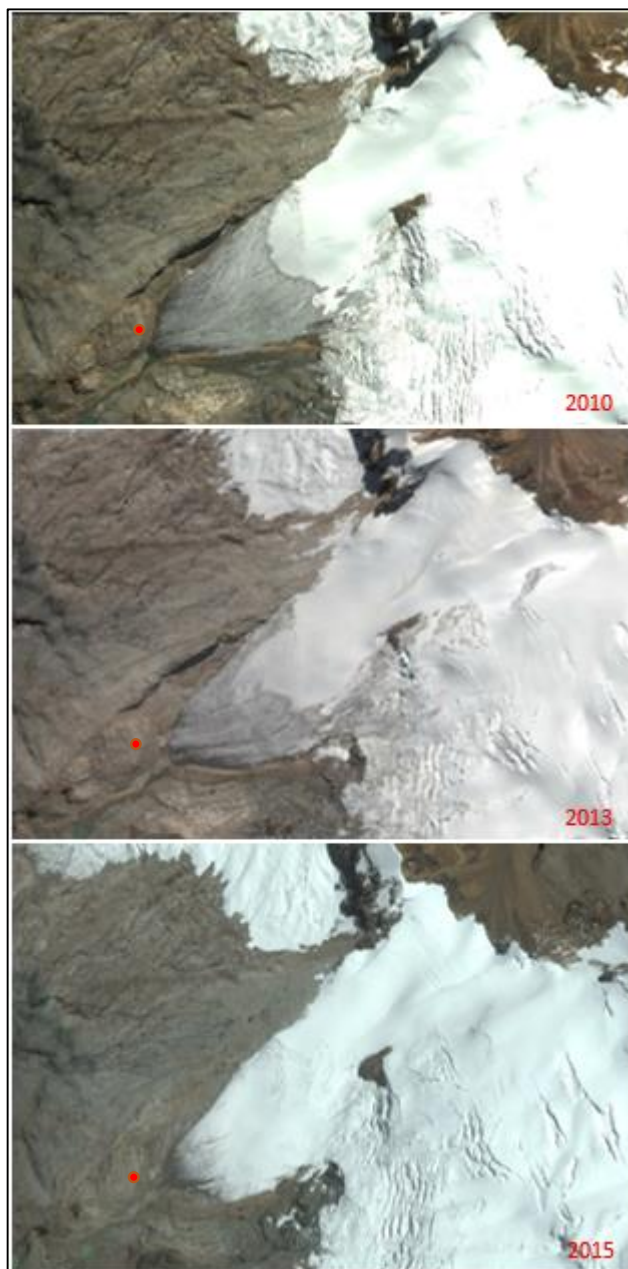
## DINÁMICA Y SUS EFECTOS EN EL ÁREA GLACIARIA

Teniendo en cuenta que debido a la influencia de las condiciones meteorológicas reinantes 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 Central, los cuales tienen una distribución a las dos vertientes, al Pacífico por Cañete (74 glaciares), Mala (24 glaciares) y Rímac (9 glaciares), con una superficie de 16.66 km<sup>2</sup>, 11.62 km<sup>2</sup> y 3.17 km<sup>2</sup>, respectivamente y en el Atlántico por el Mantaro con 69 glaciares con una superficie de 20.46 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 total 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 acumulada de 51.91 km<sup>2</sup> (ANA, 2014).



A continuación se muestran Fotografías comparativas del glaciar Ticlla 3, desde el 2002 al 2016, (ver figura N°07).



**Figura N°07.-** Se muestra la evolución del glaciar Ticlla en el tiempo, desde 2010 al 2016.

## VI. LAGUNAS

Las principales lagunas dentro del ámbito de estudio son tres, las cuales por conveniencia las denominaremos lagunas A, B y C (ver figura N° 08).

**Laguna A:** Con una superficie de 0.01 km<sup>2</sup>, se ubica a 0.73 km aguas abajo del frente glaciar Ticlla, a una cota aproximada de 4860 msnm. es un cuerpo de agua de poca profundidad se estima no mayor de 5 m. rodeado de vegetación de tallo corto en su

zona posterior, esta laguna cumple la función de sedimentador en el sistema hídrico natural, se deduce esto básicamente por la coloración del agua, (ver fotografía N° 08).

**Laguna B:** También denominada laguna Suerococha, tiene una superficie de 0,25 km<sup>2</sup>, al igual que el caso anterior esta laguna cumple la función de sedimentador de todo el conjunto de drenajes que discurren hacia ella, debido a esto la zona posterior posee pendientes llanas debido a los procesos de sedimentación natural en cientos de años, se encuentra separado de la laguna Ticllacocha por una barrera probablemente de restos de un arco de morrena frontal que dejó el glaciar en el proceso de retroceso, actualmente con cobertura vegetal de tallo corto, el desagüe es a través de un canal natural entre los bofedales, (ver fotografías N°s 08, 09).

**Laguna C:** Es el cuerpo de agua más importante en la subcuenca, se trata de la laguna Ticllacocha con 1,49 km<sup>2</sup> de superficie, 4 km de largo y 0,5 km de ancho aproximadamente, es una laguna de forma alargada y curva, acentuada en el fondo del valle, su represamiento se debe principalmente a restos de morrenas y escombros, el desagüe de esta laguna es por rebose para dar inicio al río Cañete hasta llegar al Océano Pacífico.

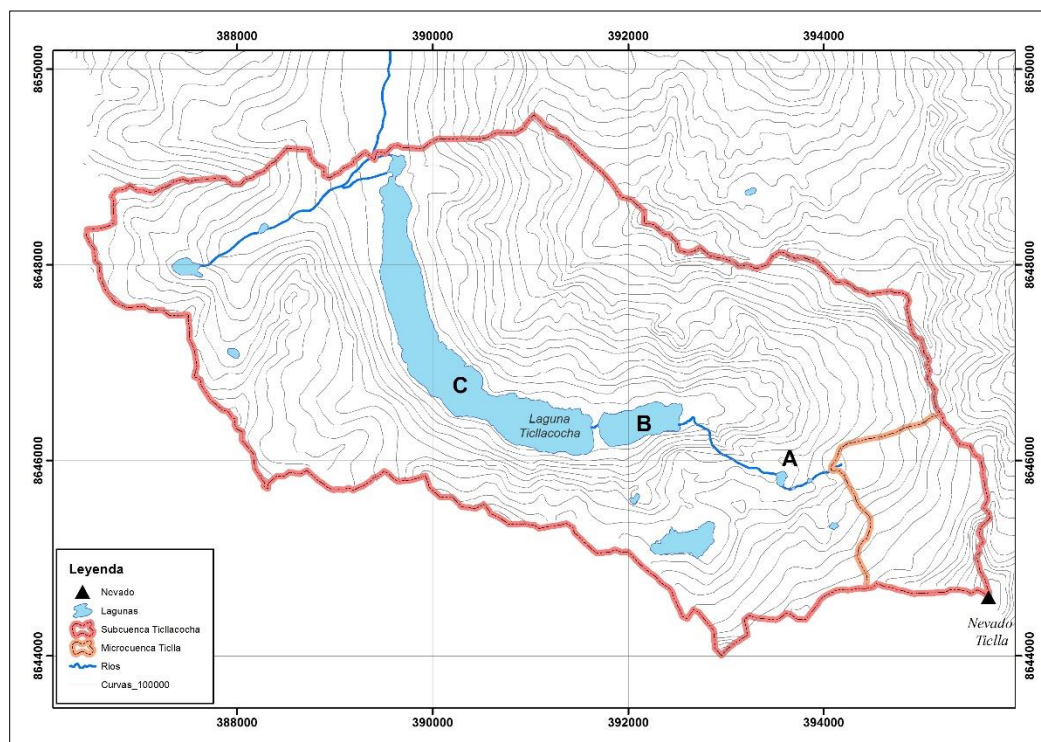


Figura N° 08.- Ubicación de lagunas en el curso del río proveniente del glaciar Ticlla

Las lagunas en mención se encuentran en reposo, en su etapa final de evolución, con taludes que muestran ángulos de reposo estables, excepto en un tramo del lado



lateral derecho de la laguna Ticllacocha en el que existe un farallón con presencia de derrumbes a causa de procesos geodinámicos, para complementar el estudio en la subcuenca se propone la realización de batimetrías que nos indiquen el volumen de agua en cada laguna.



**Fotografía N° 08.-** Laguna A, ubicada cerca al glaciar Ticlla.



**Fotografía N°09.-** Lagunas Ticllacocha v Suerococha.



**VII. ECOSISTEMAS**

El ecosistema de la subcuenca Ticllacocha es variado en flora y fauna, por su ubicación, clima y morfología este lugar concentra diversas especies vegetales de tallos cortos, adaptados y resistentes a las bajas temperaturas (ver fotografías N°s 10, 11 y 12).



**Fotografía N° 10.-** Variedad de pastos cubiertos de hielo.



**Fotografía N° 11.-** Especies de pastos y gramíneas en la zona circundante al glaciar Ticlla.





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



**Fotografía N° 12.-** Pato de laguna altoandina, alimentándose en una laguna cercana al glaciar Ticlla.

La adaptación de las especies a altitudes cada vez mayores es un detalle que se observa cada vez con más frecuencia. (Ver fotografía N° 13). Especialmente especies vegetales que llegan a la florescencia y su posterior diseminación de semillas.



**Fotografía N° 13.-** Los procesos de adaptación de las especies vegetales a climas fríos y cada vez más altos, nótese que esta especie terminó el proceso de floración para dejar

Las lagunas Ticllacocha y Suerococha cumplen la función termorreguladora del clima local, este aspecto además de la oferta constante de agua favorece al desarrollo abundante de vegetación de tallo corto, (ver fotografía N° 14). Así mismo las poblaciones circundantes aprovechan los pastos para la crianza de ganado vacuno, ovino y camélidos sudamericanos como alpacas y llamas. La actividad pecuaria es la principal en la zona y se realiza de manera coordinada con la administración de la Reserva Nor Yauyo – Cochas, con acciones de rotación del pastoreo de los animales por temporadas, evitando de esta manera el sobrepastoreo y consecuentemente la depredación de los pastos y demás especies vegetales.

Este aspecto revela condiciones frágiles para el ecosistema en la subcuenca Ticllacocha debido principalmente al incremento poblacional, ya que en un futuro las necesidades de la población se reflejará en el incremento de la producción de especies animales, con ello el sobrepastoreo; cabe mencionar que en la actualidad existe disputa y conflicto por los pastos entre las comunidades del ámbito (Tanta y Huañec).

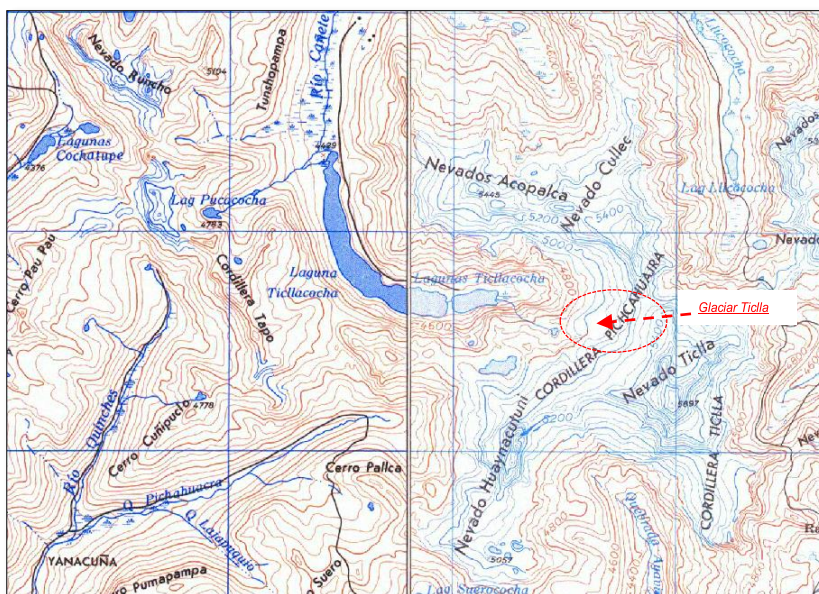


**Fotografía N° 14.-** Zona posterior de la laguna Suerococha, se observa abundante cobertura vegetal de tallo corto.



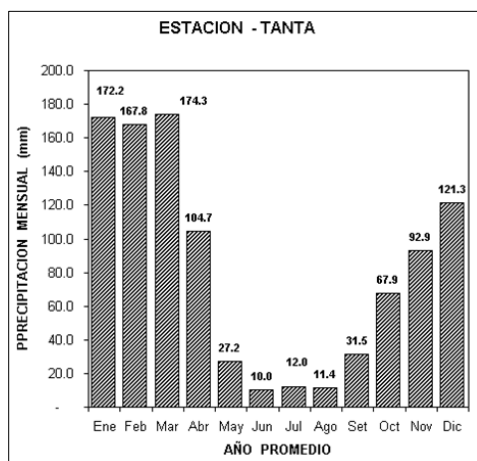
## VIII. HIDROLOGÍA

La cuenca del río Cañete está ubicada en la vertiente del Pacífico, el río Cañete nace en la laguna Ticllacocha. La cabecera de cuenca forma parte de la Cordillera Central, denominada Cordillera Pichcahuajra, (ver figura N° 09), éste a su vez contiene a los picos nevados Ticlla (5897 msnm) y Acopalca (5445 msnm), el glaciar Ticlla se emplaza al nor-oeste del pico nevado Ticlla.



**Figura N° 09.-** Laguna Ticllacocha en la Cartografía del IGN a escala 1/100,000  
(Fte: Carta Nacional hoja 25K – 25L, IGN).

El comportamiento climático en la zona de estudio obedece principalmente a la estacionalidad, tal es así que la precipitación está marcada estacionalmente con meses húmedos (octubre – abril) y meses secos (mayo – septiembre) según registros analizados (ver figura N° 10) de la estación más cercana a la zona de estudio (Estación Tanta), estación que actualmente está operativa y bajo administración del SENAMHI.



**Figura N° 10.-** Precipitación total mensual para el año promedio 1964 – 2000. (Fte: Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Cañete, INRENA 2005).

## Subcuenca Ticllacocha

La subdivisión de la cuenca se plantea mediante la ubicación de puntos de interés que permitan la observación y evaluación del comportamiento de los caudales, el punto de interés para la subcuenca se ubica a la salida de la laguna Ticllacocha, abarca una superficie de 27.94 km<sup>2</sup>. Esta área la denominaremos subcuenca Ticllacocha (Ver figura N° 11).

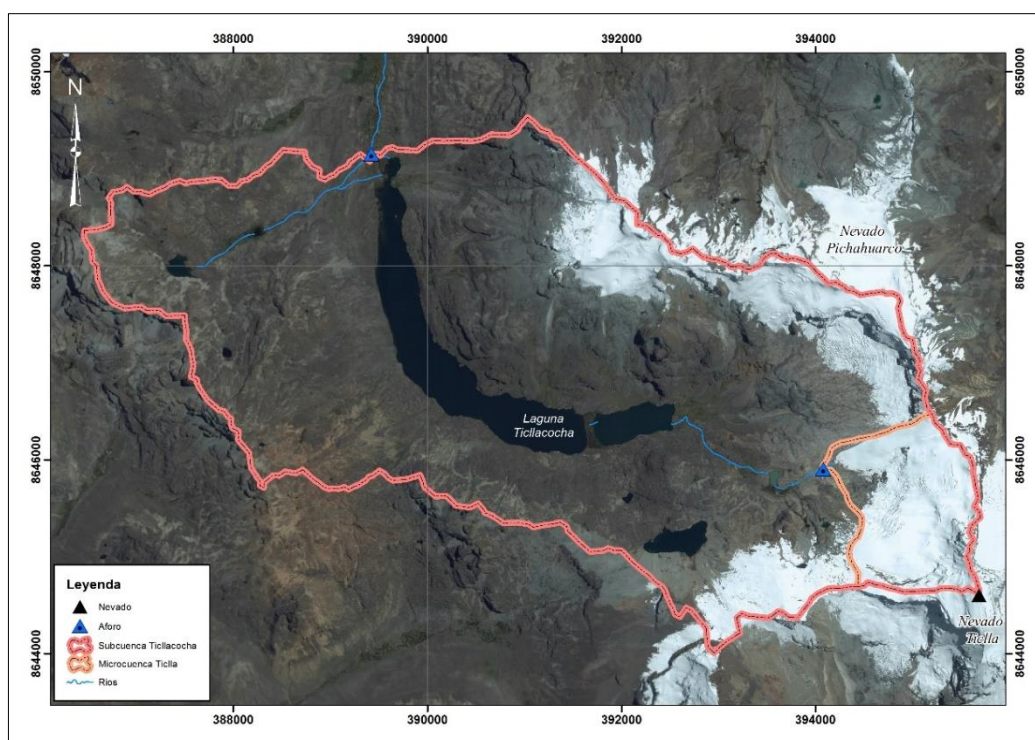


Figura N° 11.- Ubicación del área de estudio, subcuenca Ticllacocha.

## Microcuenca Ticlla

Abarca una superficie de 2.09 km<sup>2</sup>, de los cuales el 86% es cobertura glaciar, se trata de una microcuenca glaciar atípica puesto que la lengua glaciar se orienta de este a oeste, mientras que un gran porcentaje de la zona de acumulación se orienta de sur a norte, para fines de estudio y caracterización delimitamos el área hidrológica con el punto de aforo ubicado en la zona cercana al frente glaciar. (Ver figura N° 12).

La principal característica de la microcuenca Ticlla es la predominancia del área glaciar este indicador favorece al presente estudio puesto que permitirá la cuantificación directa de los caudales en respuesta a los cambios.

Dadas las características topográficas de la microcuenca Ticlla el límite en la zona sur deberá ser ajustado siempre que sea posible con ayuda de las observaciones continuas en cada visita al lugar de estudio.

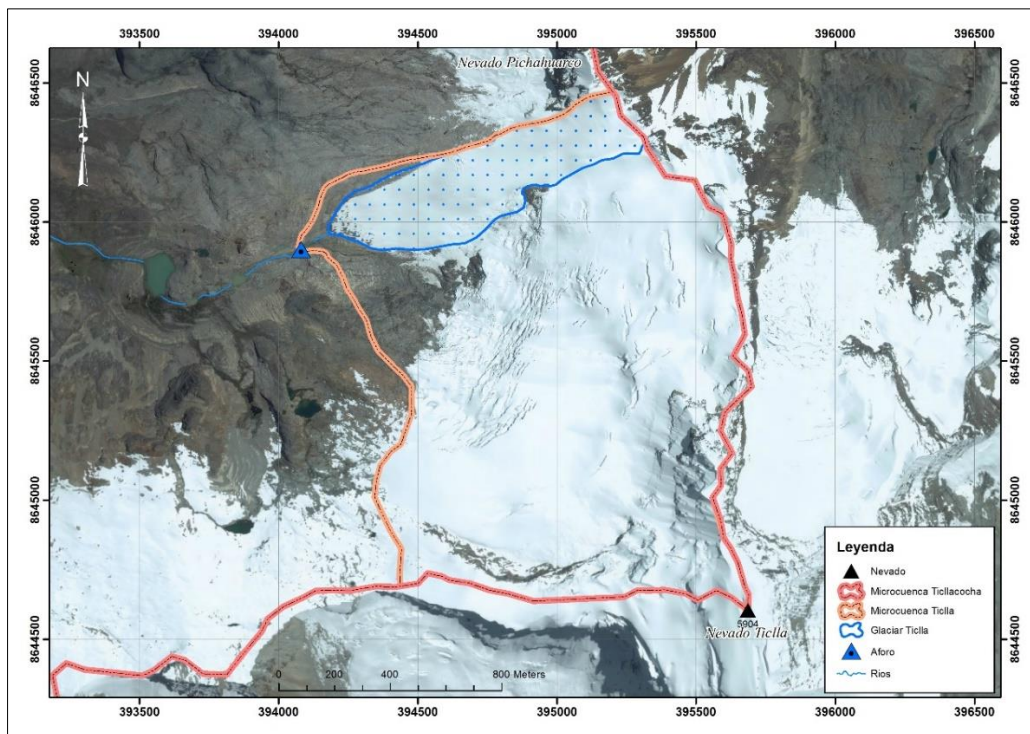


Figura N° 12.- Área de estudio, microcuenca Ticslla, delimitación del glaciar.

## Parámetros morfológicos

### Superficie

La superficie con cobertura y sin cobertura glaciar se muestra en la tabla a continuación:

Tabla N° 01

Área correspondiente a cada zona, microcuenca Ticslla.

CUENCA	Área km <sup>2</sup>	%
Sin Glaciar	0,30	14
Con Glaciar	1,79	86
<b>TOTAL</b>	<b>2,09</b>	<b>100</b>

### Altitud media de la Microcuenca Ticslla

La distribución de áreas en función de la altura en la microcuenca Ticslla va desde el punto de interés propuesto para el aforo ubicado a una cota aproximada de 4949 msnm, hasta el pico más alto del nevado Ticslla a 5904 msnm, (ver Figura N° 13).





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

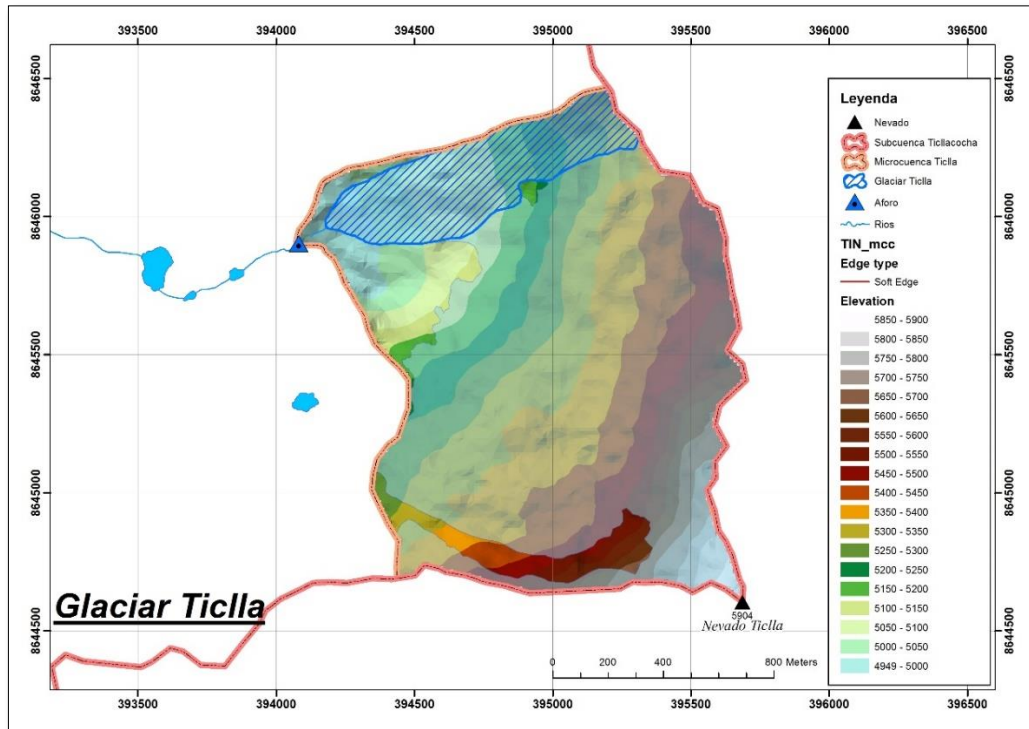


Figura N° 13.- Mapa de relieve y altitudes de la microcuenca Ticlla.

En la Figura N° 14, observamos que la microcuenca Ticlla tiene una altitud media de 5367 msnm, ubicado completamente en el glaciar, este aspecto es importante dado que permitirá cumplir con el objetivo de evaluar el comportamiento hidrológico del glaciar dentro de la microcuenca.

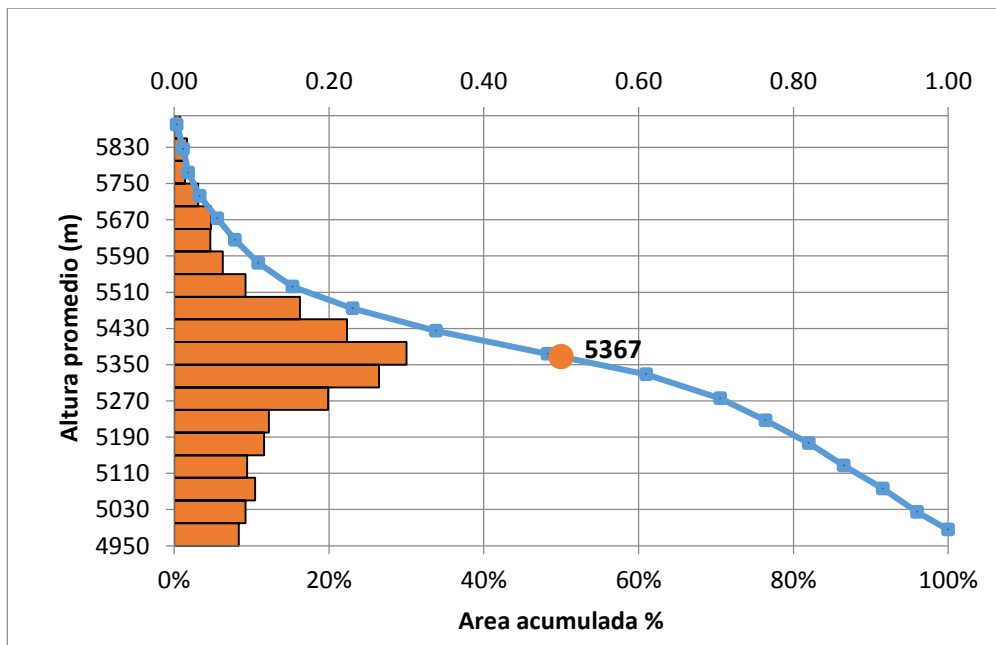


Figura N° 14.- Mapa de relieve y altitudes de la microcuenca Ticlla.



Por sus características morfológicas la microcuenca Ticlla se considera ideal para el estudio y análisis del comportamiento hidrológico del glaciar. Como es conocido y característico de las cuencas con influencia de glaciares, el aporte hídrico en los meses de estiaje (mayo – agosto) están directamente relacionados a la fusión de los glaciares y el presente estudio intentará cuantificar el aporte hídrico producto de la fusión del glaciar a la microcuenca.

#### 4.2 Identificación de Peligros

En el glaciar Ticlla 3, se evidencia un retroceso reciente muy marcado, al momento de inspección no se ha observado glaciares colgantes en la cumbre del glaciar.

### IX. RESULTADOS DEL MONITOREO GLACIOLÓGICO

El glaciar Ticlla 3 es un cuerpo de hielo expuesto, 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 e identificados.

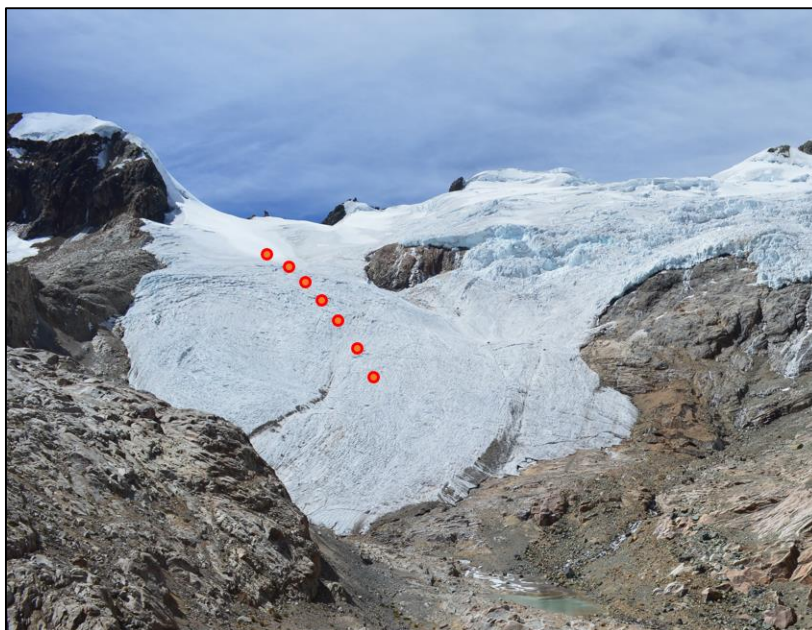
#### 5.1 PERFORACIÓN DE RED DE CONTROL EN ABLACIÓN.

Se realizaron 7 perforaciones en la zona de ablación, obteniéndose la siguiente información (ver tabla N°03 y fotografía N° 15).

Tabla N°03: Ubicación y altitud de balizas implementadas

Balizas	Coordenadas UTM		Altura	Longitud de la perforación (m)
	Este (m)	Norte (m)		
T - 01	394348,218	8645996,272	4938,677	10
T - 02	394443,715	8646020,160	4965,771	10
T - 03	394592,154	8646085,816	5042,278	10
T - 04	394645,725	8646102,538	5066,819	10
T - 05	394702,871	8646143,214	5089,931	10
T - 06	394780,074	8646180,576	5116,620	10
T - 07	394853,446	8646227,428	5144,598	10
Pozo 01	395853,446	8646227,428	5259,626	2.00
Fecha	24,25/06/2016			

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



**Fotografía N° 15.-** Ubicación, nomenclatura de balizas y emergencia de la red de control en ablación y acumulación.

## 5.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO


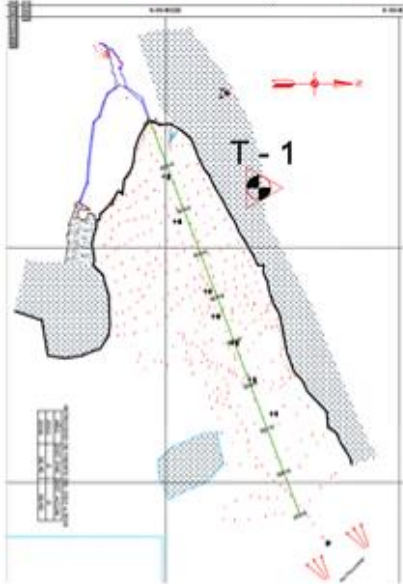
El trabajo de campo se inició con el reconocimiento del terreno y ubicación de las bases topográficas monumentados, siendo un total de 2 bases topográficas, que serán usados para el control, horizontal y vertical, estos puntos se ubican teniendo en cuenta los criterios de seguridad y visibilidad, los puntos son: T-1 y T-2, se usaron y usarán estos puntos fijos para el seguimiento del levantamiento topográfico de la superficie, perímetro, georreferenciación de las balizas (Ver figuras N° 15, 16 y 17).



**Figura N° 15.-** Se aprecia, los hitos monumentados en las morrenas de la laguna y glaciar Sullcón.



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

DESCRIPCIÓN DE PUNTO BASE			
NOMBRE/NUMERO:	PROYECTO:	LOCALIDAD:	
T - 1	Glaciar Tidla	Tidla	
LOCALIZACIÓN			TIPO MONUMENTO
Dpto.: Lima	Prov.: Yauyos	Dist.: Tanta	Concreto
NORTE	ESTE:	ELEVACIÓN ELIPSOIDAL	DATUM
8646199.534	394371.566	5026.431	WGS 84
LATITUD	LONGITUD	PROYECCIÓN	FECHA
12° 14' 40.86" S	69° 58' 16.19" W	U. T.M. Zona 18	25/06/2016
			

**Figura N° 16.-** Se aprecia, datos de ubicación de los puntos fijo (BASE – N°01) de topografía, ubicación geográfica y los resultados del levantamiento topográfico.

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

DESCRIPCIÓN DE PUNTO BASE			
NOMBRE/NUMERO:	PROYECTO:	LOCALIDAD:	
T-2	Glaciar Ticlla	Ticlla	
LOCALIZACIÓN			TIPO MONUMENTO
Dpto.: Lima	Prov.: Yauyos	Dist.: Tanta	Concreto
NORTE	ESTE	ELEVACIÓN ELIPSOIDAL	DATUM
8646131.000	394170.000	4981.000	WGS 84
LATITUD	LONGITUD	PROYECCIÓN	FECHA
12° 14' 43.07" S	69° 58' 22.87" W	U.T.M. Zona 18	25/06/2016

Figura N° 37.- Se aprecia, datos de ubicación de los puntos fijo (BASE – N°02) de topografía, ubicación geográfica y los resultados del levantamiento topográfico.

COORDENADAS DE CONTROL DE RETROCESO 27 DE JUNIO 2016					
PUNTO	ESTE (m.)	NORTE (m.)	COTA (m.s.n.m.)	DISTANCIA. TOTAL (m.)	RETROCESO ANUAL (m.)
PR1	394236.801	8646002.397	4903.881	0.00	--
PR2	394228.321	8645963.408	4898.965	0.00	--
PR3	394340.441	8645922.465	4919.958	0.00	--
PR4	394406.999	8645880.817	4936.854	0.00	--



## X. CONCLUSIONES

- Se implementó el glaciar Ticlla, consiguiendo instalar una red de control compuesta de 7 balizas en el eje central cada una con una perforación de 10 metros, y un pozo de acumulación; la cota más baja de las perforaciones es 4 898.56 msnm, y la más alta es 5222.22 msnm.
- Se obtuvo el mapa topográfico de planta, perfil longitudinal y la superficie de la lengua glaciar Ticlla, a escala 1:2000; el levantamiento topográfico cubrió una superficie de 24.33 ha de área glaciar, instalándose previamente dos hitos topográficos fijos y 4 hitos de control de retroceso.
- La superficie del glaciar Ticlla tiene una pendiente mínima de 26.9% y una máxima de 49.6%, al lado izquierdo del glaciar existe una superficie glaciar de 6 137.51 m<sup>2</sup> cubierta por escombros.
- La microcuenca Ticlla cumple con las condiciones para el monitoreo hidrológico. Se ubicó el punto para realizar aforo de salida de deshielo del glaciar Ticlla, cuyas coordenadas son: Norte = 8645878.1220m, Este= 394076.9450m, cota: 4 893.921 msnm.

## XI. RECOMENDACIONES

- Continuar con los trabajos glaciológicos, para conocer el aporte glaciar a la subcuenca Ticllacocha, 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, construcción de un vertedero con limnímetros en la zona de estudio.
- Se recomienda estudios de batimetría de las lagunas: Ticllacocha y Suerococha a fin de conocer el volumen de agua que contienen.
- Hacer entre del presente estudio a los Gobiernos Regionales respectivos. Se igual manera compromete a ambos gobiernos con las acciones permanentes monitoreo t evaluación en coordinación con el INAIGEM.

**BIBLIOGRÁFICA**

- ANA. (2014). INVENTARIO DE GLACIARES DE LA CORDILLERA BLANCA. Huaraz: ANA.
- Clapperton. (1993). *Quaternary Geology and Geomorphology of South America*. El sevier, 779.
- Electroperu. (1979). Estudio Integral para el Aprovechamiento de la cuenca del Río Santa, Informe general de la investigación Geológicas, 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, publicacion.
- 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.
- IPCC. (2001). Glosario de Terminos: Anexo B, Tercer Informe de Evaluación. IPCC, 198.
- Martinez, P. (2006). Procedimiento de topografía. Panama: Universidad Tecnologica de Panama.
- Morales, B. (1966). GEOLOGICO - GLACIOLOGICO D ELA CUENCA SUPERIOR DE QUITARACSA. Lima.: Corporacion 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 Glossary. 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 estacion total. Japón: Topcon.

Zamaripa, M. (2010). Apuntes de topografía. Madrid: Facultad de Estudios  
Superiores Aclatan.



## GLOSARIO DE TERMINOS

**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 glacial 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 glacial 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.