



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación
en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Año del diálogo y la Reconciliación Nacional”

MINISTERIO DEL AMBIENTE

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

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUBDIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

INFORME TÉCNICO N°018-2018-INAIGEM/DIG-SDRAG

*INFORME DE EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE
SEGURIDAD Y ENTORNO DE LA LAGUNA*

COCHCA



Laguna Cochca, Carhuaz, Ancash.

Elaborado por:

Ing. Adriana Caballero Bedriñana

Ing. Harrinson Jara Infantes

Bach. Hilbert Villafane Gómez

Huaraz, diciembre de 2018



CONTENIDO

| | | |
|------|--|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2. | OBJETIVOS | 3 |
| 3. | GENERALIDADES..... | 3 |
| | 3.1. Ubicación | 3 |
| | 3.2. Accesibilidad | 4 |
| | 3.3. Antecedentes..... | 5 |
| 4. | METODOLOGÍA:..... | 5 |
| 4.1. | Etapa de Campo: | 5 |
| 4.2. | Etapa de Gabinete:..... | 5 |
| 5. | RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 5 |
| | 5.1. Laguna Cochca | 5 |
| | 5.2. Geotecnia..... | 6 |
| | 5.3. Estado Actual de la Laguna y su Entorno:..... | 7 |
| | 5.3.1. Depósitos glaciáricos (morrenas) | 7 |
| | 5.3.1.1. Zona Lateral Derecha:..... | 7 |
| | 5.3.1.2. Morrena Lateral Izquierda:..... | 8 |
| | 5.3.1.3. Morrena Frontal: | 8 |
| | 5.3.2. Situación de los Glaciares:..... | 8 |
| | 5.4. Obras de Seguridad:..... | 9 |
| | 5.5. Aforo de Caudales:..... | 10 |
| | 5.6. Calidad del Agua | 11 |
| 6. | CONCLUSIONES | 11 |
| 7. | RECOMENDACIONES | 11 |

ANEXOS:

ANEXO A: Mapa de Exploraciones de Campo, escala 1/7 500



1. INTRODUCCIÓN

La Dirección de Investigación en Glaciares (DIG), mediante la Sub dirección de Riesgos Asociados a Glaciares (SDRAG), tiene como parte de sus actividades programadas en el Presupuesto Operativo Institucional 2018 (POI-2018), la "Evaluación del estado actual de las obras de seguridad y las condiciones geológicas, geotécnicas y glaciológicas de las lagunas: 513, Cochca, Rajupaquinan y su entorno", en razón de que se encuentran ubicadas en la Subcuenca del río Hualcán, Microcuenca de la quebrada Chucchun y el desemboque de sus aguas atraviesa zonas pobladas como el distrito de Carhuaz, centro poblado de Hualcán en ese sentido, un eventual alud, afectaría a dichas zonas pobladas y su entorno, generando tanto pérdidas de vidas humanas, como perdidas económicas.

Asimismo, se recopiló información documentaria de la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, la misma que sirvió como referencia de las obras existentes y fueron contrastada in situ.

En ese sentido, en la investigación de campo, realizada entre los días 09,10 y 11 de octubre de 2018, se identificó el estado de las obras de seguridad que se emplazan en la laguna Cochca, asimismo se realizó la evaluación preliminar geotécnica de los depósitos glaciáricos adyacentes a las obras de seguridad, así como la identificación de glaciares peligrosos; identificándose si dicha laguna representa un peligro para la población.

2. OBJETIVOS

Determinar su estado actual de la obra de seguridad y la estabilidad del entorno que podría generar peligro a la laguna y consecuentemente para las poblaciones asentadas aguas abajo.

3. GENERALIDADES

3.1. Ubicación

La laguna Cochca se ubica al pie del nevado Hualcán (Figura N°01), al noreste de la ciudad de Carhuaz, distrito Carhuaz, dentro de la cordillera Blanca.

Geográfica:

Referencia: centroide de la laguna¹

| | | |
|-------------------|---|----------------|
| Coordenadas Norte | : | 8 980 233,00 |
| Coordenadas Este | : | 220 535,00 |
| Zona | : | 18 S |
| UTM Datum | : | WGS'84 |
| Cota | : | 4 538 m s.n.m. |

Política:

| | | |
|--------------|---|---------|
| Distrito | : | Carhuaz |
| Provincia | : | Carhuaz |
| Departamento | : | Ancash |

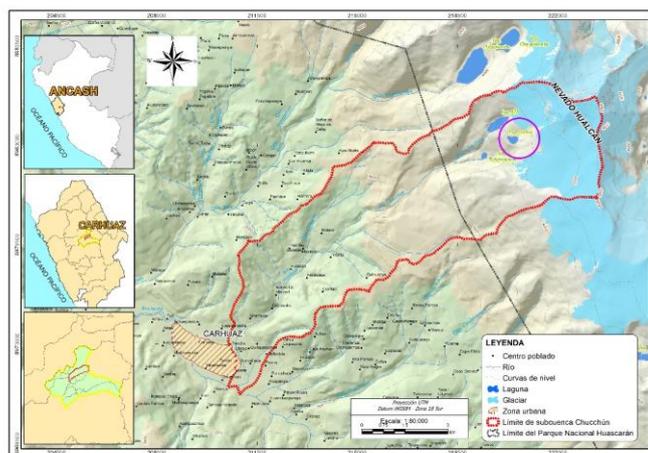
¹ Informe de Batimetría de la Laguna Cochca, UGRH, 2007.

Hidrográfica:

Microcuenca : Chucchún
Sub cuenca : Hualcan
Cuenca : Río Santa
Vertiente : Pacífico

Criogenia:

Cordillera Glaciar : Blanca
Zona : Norte

Figura N° 01. Ubicación de la laguna Cochca.

Fuente: INAIGEM, diciembre 2018

3.2. Accesibilidad

El acceso se realiza desde la ciudad de Huaraz – Carhuaz (35,00 Km) luego se continúa por carretera afirmada hasta Pampa Shonquil a lo largo de 15 km. Desde esta planicie, existe un camino de herradura de 6,5 km que demanda aproximadamente 3:30 horas de caminata para llegar a la laguna Cochca. (Ver Tabla N° 01).

Tabla N° 01. Acceso a la laguna Cochca

| RUTA | VÍA | DISTANCIA (km) | TIEMPO (horas) | MEDIO |
|--------------------------------|---------------------|----------------|----------------|---------------|
| Huaraz - Carhuaz. | Asfaltada | 35,00 | 2:00 | Camioneta 4x4 |
| Carhuaz – Pampa Shonquil | Afirmada | 15,00 | 2:00 | Camioneta 4x4 |
| Pampa Shonquil – Laguna Cochca | Camino de Herradura | 6,5 | 3:30 | A pie |
| | | 56,5 | 7:30 | |



3.3. Antecedentes

En el año 1953, se realizó un tajo abierto en el flanco derecho, en la zona de contacto del depósito glaciárico con el macizo rocoso; ejecutando la apertura de un canal abierto de 3,0 m de alto por 1,20 m de ancho, y 60 m de largo, con lo cual se bajó el nivel del espejo de agua en 3,0 m

4. METODOLOGÍA:

4.1. Etapa de Campo:

- Verificación in situ de lugar de emplazamiento de las obras de seguridad de la laguna Cochca; determinándose su ubicación, características físicas y daños existentes en las mismas; asimismo, caracterización geotécnica del entorno; así como de determinación de la existencia de glaciares colgados. Para dicho fin, se hizo uso de un GPS, una wincha, picotas de geólogo, binoculares, cámara fotográfica y bolsas para muestras.
- Es de precisar que, en la laguna Cochca se obtuvieron muestras representativas de suelo y rocas, a fin de poder determinarse parámetros de suelo en laboratorio y así realizar el análisis de la estabilidad de dichos depósitos.

4.2. Etapa de Gabinete:

- Análisis de los datos técnicos de los documentos que sustentan las características de las obras de seguridad que se emplazan en la laguna Cochca, en contraste con la información obtenida in situ.
- Evaluación del estado de las obras de seguridad, y determinación del probable comportamiento frente a las condiciones actuales de la laguna y su entorno.

5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Laguna Cochca

La laguna Cochca se localiza a una altitud de 4 538 m s.n.m. se sitúa al pie del nevado Hualcán, en la cabecera de la quebrada Chucchun, al noreste de la ciudad de Carhuaz, distrito y provincia de Carhuaz; hidrográficamente pertenece a la Subcuenca del río Hualcan, cuenca del río Santa, cordillera Blanca, cuyo espacio constituye un amplio valle interandino; el relieve topográfico es ondulado y muy accidentado, con zonas de pendiente moderada. Ver Fotografía N.º 01.

De acuerdo a la última medición batimétrica, realizada por la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos (UGRH) – INRENA, año 2007, la laguna Cochca posee una superficie de 69 205,00 m², un volumen de 1 001 230,00 m³ y una profundidad máxima de 27 m. Esta laguna, se encuentra al pie del glaciar Hualcan, su vaso ocupa la cabecera de un corto valle glaciar; esta laguna es de forma irregular y está constituida en sus flancos izquierdo y derecho además de la zona frontal, por depósitos glaciares, y macizo rocoso en la zona posterior.

Fotografía N.º 01, Vista Panorámica de la Laguna Cochca

Fuente: INAIGEM 2018

5.2. Geotecnia

La investigación geotécnica realizada en el entorno de la laguna Cochca, comprende la caracterización física de los depósitos glaciáricos adyacentes a la laguna, tomadas de muestras representativas; a fin de realizar la evaluación de la estabilidad de dichos depósitos y determinar el peligro que representan para la estabilidad de la laguna. En síntesis, se obtuvieron (2) muestras representativas en los depósitos glaciáricos del entorno de la laguna, lo cual permitió la caracterización de dicho material. Ver Figura N.º 02.

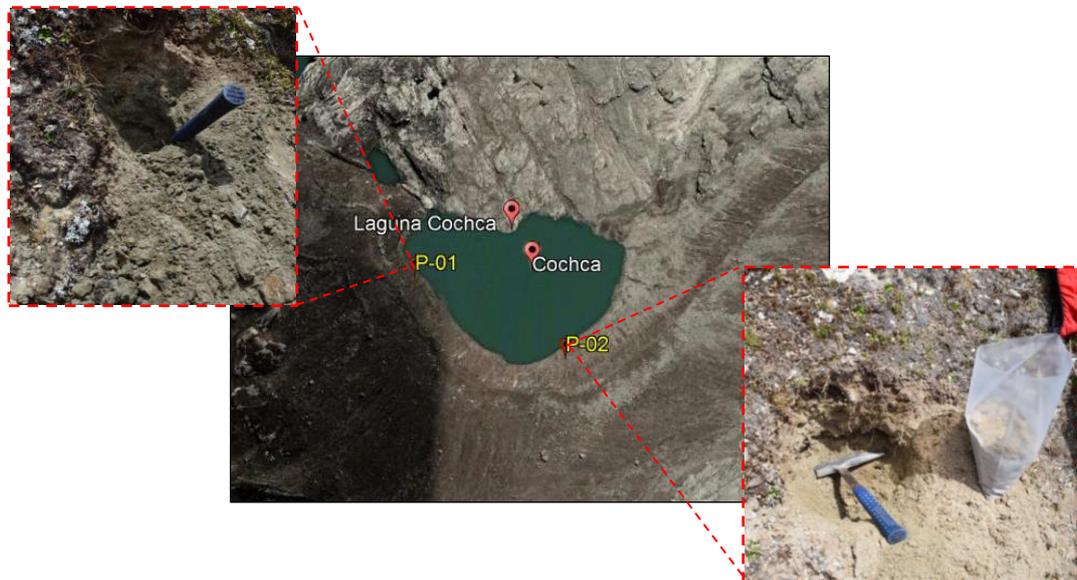
Figura N.º 02. Puntos de Muestreo de Suelos, Laguna Cochca

Tabla N.º 02. Puntos de Muestreo de Suelos - Laguna Cochca

| PUNTO | ESTE | NORTE | MUESTRA | DESCRIPCION | OBSERVACIONES | MATERIAL (%) | | | | |
|-------|--------|---------|---------------|--|--|--------------|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | | BI % | B % | G % | A % | F % |
| 1 | 220213 | 8980150 | MAB_01_COCHCA | Morrena lado izquierdo – frontal, compacidad de media a alta | Talud con cobertura vegetal, con pendiente de 70° y altura de 30 metros | 5 | 5 | 10 | 20 | 60 |
| 2 | 220481 | 8980009 | MAB_02_COCHCA | Morrena lado izquierdo, compacidad de media | Talud con escasa cobertura vegetal, pendiente de 70° y altura de 45 metros | 10 | 10 | 20 | 30 | 30 |

Bl: bolonería; B: bloques; G: grava; A: arena; F: finos.

Fuente: INAIGEM 2018

La caracterización de las muestras obtenidas en campo, denotan que, en general los depósitos glaciáricos de la laguna Cochca, están compuestos por material grueso en la zona izquierda, con fragmentos de roca en matriz de arenas limosas con presencia de bloques; existiendo una baja cohesión entre sus partículas, por tanto, suelos altamente compresibles y de baja capacidad de soporte, por ende una baja competencia para la estabilidad de taludes; de otra parte hacia la zona frontal se incrementa el porcentaje de finos, y por la cantidad de material grueso mejora la competencia del material a la estabilidad; no obstante no es una alta competencia.

5.3. Estado Actual de la Laguna y su Entorno:

La laguna Cochca, es un cuerpo de agua, cuyo vaso de almacenamiento está conformado por un depósito glaciárico en forma de arco frontal que se extiende hacia el lado derecho e izquierdo, cerrada en la zona anterior por un macizo rocoso que subyace al glaciar.

De acuerdo a la última batimetría realizada por la UGRH – ANA, en julio de 2007, la laguna Cochca posee un volumen almacenado de 1 001 230,00 m³, una superficie de 69 205,00 m² y una profundidad máxima de 27 m.

5.3.1. Depósitos glaciáricos (morrenas)

5.3.1.1. Zona Lateral Derecha:

Se emplaza un macizo rocoso sobre la cual sobre yacen de manera parcial depósitos glaciáricos, su pendiente es moderada, lo cual no la condiciona a ser peligrosa. No obstante, en la parte superior se visualizan masas glaciares, potencialmente inestables, lo cual requiere ser monitoreado.

Fotografía N.º 02, Vista Panorámica del Macizo Rocoso que Compone el Vaso de Almacenamiento de la Laguna Cochca – Zona Anterior Derecha.



Fuente: INAIGEM 2018

5.3.1.2. Morrena Lateral Izquierda:

Constituido por un talud de inclinación de 40° a 45°, con presencia de cobertura vegetal menor, no visualizándose zonas de deslizamiento, únicamente zonas erosionadas por las intensas precipitaciones pluviales.

Fotografía N.° 03, Vista Panorámica de la Morrena Lateral Izquierda



Fuente: INAIGEM 2018

5.3.1.3. Morrena Frontal:

La zona frontal está formada por macizo rocoso y depósitos glaciáricos, con un talud con inclinación 25° a 30°, visualizándose condiciones estables.

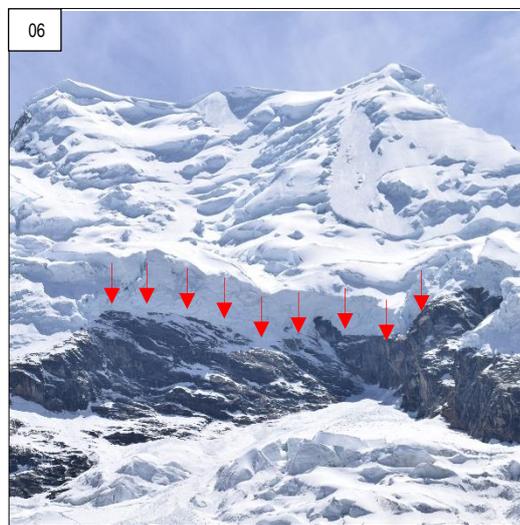
Fotografía N.° 04, Vista de la Morrena Frontal de la Laguna Cochca



Fuente: INAIGEM 2018

5.3.2. Situación de los Glaciares:

Ubicados en la zona anterior de la laguna, pudimos observar el aparente estado de las masas glaciares, para lo cual se utilizaron binoculares y cámaras fotográficas profesionales, identificándose la presencia de diversas masas potencialmente inestables, expuestas hacia la laguna Cochca. Ver vistas fotográficas.

**Fotografías N.º 05 y 06: Vista Panorámica del Nevado Hualcán
Masas Glaciares Inestables Hacia la Laguna Cochca**

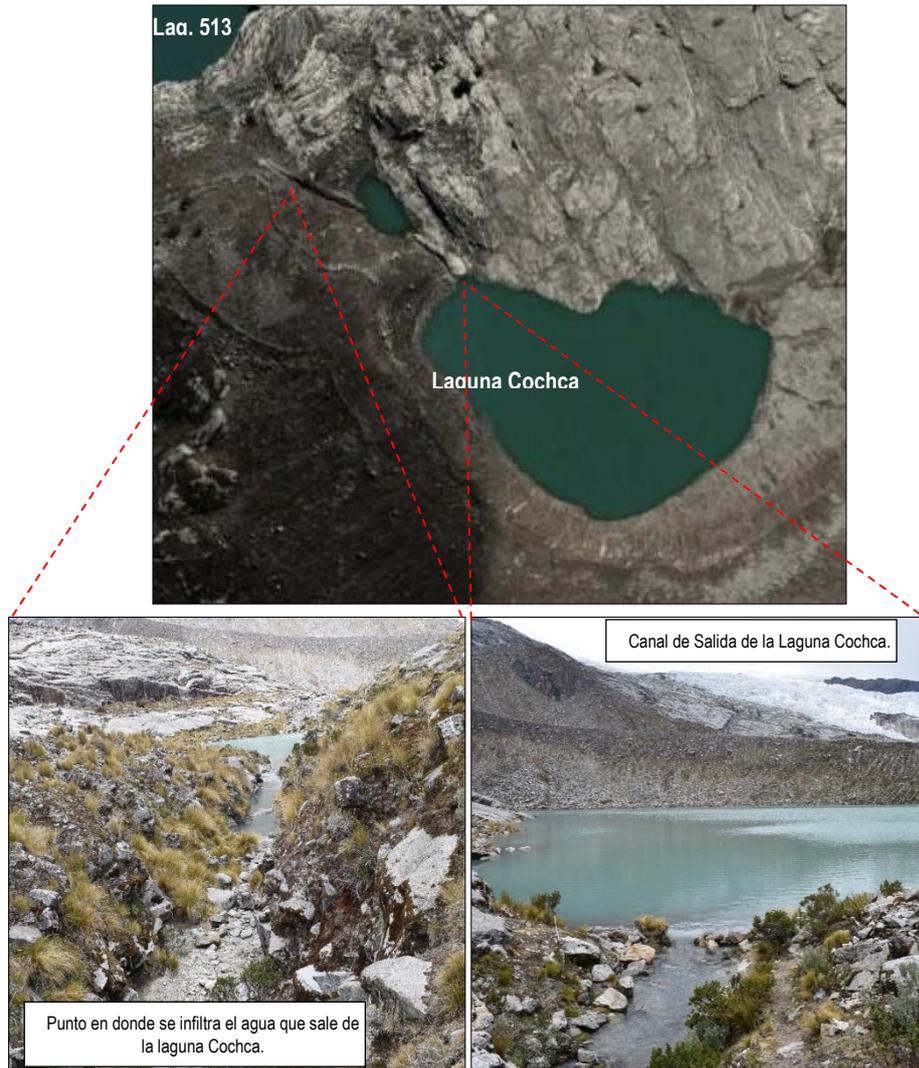
Fuente: INAIGEM 2018

5.4. Obras de Seguridad:

En la inspección in situ realizada en octubre de 2018, se identificó el estado actual de las obras de seguridad emplazadas en la laguna Cochca, el cual es detallado a continuación:

La laguna Cochca, posee un canal a tajo abierto, el cual permite el desagüe de la laguna por rebose, permitiendo controlar el nivel del espejo de agua de la laguna. Al no tener mantenimiento periódico, se encuentra parcialmente colmatado, situación que dificulta el libre flujo del agua.

Cabe destacar que la laguna Cochca desagua sus aguas a través de un canal de rebose hacia una pequeña lagunita, de la cual sale el agua para filtrarse de manera total al subsuelo, y estaría desembocando en la laguna 513.

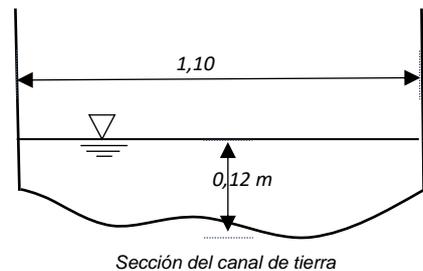
Figura N.º 03: Vista de la Zona de Evacuación de Laguna Cochca – Canal de Salida

5.5. Aforo de Caudales:

La laguna Cochca es alimentada por precipitación y fusión glaciár; descargando sus aguas por medio de un canal abierto, el cual posteriormente es filtrado al subsuelo, con un caudal estimado por el método de correntómetro, en 49 Lt/seg, medido en la parte de la salida. (10 de octubre de 2018) (Ver fotografía N.º 07).

Fotografía N.º 07: Aforo de Caudales – Laguna Cochca

Fuente: INAIGEM 2018



5.6. Calidad del Agua

De otra parte, se realizó la medición de parámetros de calidad del agua, determinándose que el agua proveniente de la laguna Cochca, se encuentra dentro de los límites máximos permisibles, con respecto al PH (6,5 – 8,5) y a la conductividad, los cuales se encuentran establecidos por la OMS a nivel mundial, y por la SUNASS. Ver Tabla N.º 04.

Tabla N.º 04: Parámetros de Calidad del Agua de la Laguna Cochca

| Parámetro | Unidades | Valor Obtenido en Campo | Valor Máximo Permissible VMP | Observación |
|-------------------------|----------|-------------------------|------------------------------|-------------|
| PH | | 6,66 | 6,5 – 8,5 | |
| Oxígeno Disuelto | mg/LDO | 2,11 | | |
| Conductividad Eléctrica | uS/cm | 16,0 | 1 500 | |
| Temperatura | °C | 10,96 | - | |

6. CONCLUSIONES

- 6.1 Las obras de seguridad en la laguna Cochca, correspondientes a un canal rudimentario a tajo abierto, se encuentran parcialmente colmatadas y requieren de limpieza.
- 6.2 En la laguna Cochca, se presentan avalanchas frecuentes, siendo que, en el nevado Hualcan existen numerosas masas glaciares inestables, las cuales representan un peligro para la laguna.
- 6.3 El caudal de descarga de la laguna Cochca es de 49 lt/s, y este es infiltrado hacia el subsuelo.
- 6.4 La calidad del agua proveniente de la laguna Cochca, se encuentra dentro de los límites máximos permisibles, con respecto al PH (6,5 – 8,5) y a la conductividad, establecidos por la OMS.
- 6.5 Los depósitos glaciáricos que conforman el vaso de almacenamiento de la laguna Cochca, son medianamente competentes; no obstante, al no poseer taludes elevados, no representan un peligro elevado para la estabilidad de la laguna.
- 6.6 Por sus características físicas, la laguna Cochca no representa un peligro alto para las poblaciones asentadas aguas abajo.

7. RECOMENDACIONES

- 7.1 Monitoreo en tiempo real del nivel de espejo de agua de la laguna Cochca, a fin de realizar un registro permanente; así también monitorear los glaciares potencialmente inestables.



- 7.2** Realizar estudio de prospección geofísica en la zona frontal de la laguna, a fin de conocer las zonas de infiltración del agua que discurre de la laguna Cochca, y conocer la existencia de planos de debilidad que podrían ser activados por eventos detonantes, como sismos.