



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°017-2018-INAIGEM/DIG-SDRAG

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

513



Laguna 513, Carhuaz, Ancash.

Elaborado por:

Ing. Adriana Caballero Bedriñana

Ing. Harrinson Jara Infantes

Bach. Hilbert Villafane Gómez

Huaraz, Octubre 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.....	5
	5.1. Laguna 513.....	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. Morrena Frontal:	7
	5.3..1.2. Vaso de Almacenamiento de la Laguna:	8
	5.4. Condición de la Masa Glaciar:.....	9
	5.5. Obras de Seguridad:.....	10
	5.5..1. Sistema de Túneles:.....	10
	5.6. Aforo de Caudales:.....	11
	5.7. Calidad del Agua	12
	5.8. Condiciones de Estabilidad de la Laguna y su Entorno.....	12
6.	CONCLUSIONES	13
7.	RECOMENDACIONES	13



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 del distrito de Carhuaz, tal es el caso del centro poblado de Hualcán y la ciudad de Carhuaz; en ese sentido, un eventual aluvión, afectaría a dichas zonas pobladas y su entorno, generando tanto pérdidas de vidas humanas, como pérdidas económicas.

Así mismo, se recopiló información documentaria de la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, la misma que sirvió como referencia para la identificación de las obras existentes in situ.

En ese sentido, en la investigación de campo realizada entre los días 09 y 11 de octubre de 2018, se identificó el estado actual de las obras ejecutadas en la laguna 513; 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 513 se ubica al pie del nevado Hualcán (Figura N°01), al noreste de la ciudad de Carhuaz, distrito Carhuaz.

Geográfica:

Referencia: centroide de la laguna¹

Coordenadas Norte	:	8 980 533,00
Coordenadas Este	:	219 610,00
Zona	:	18 S
UTM Datum	:	WGS'84
Cota	:	4 431 m s.n.m.

Política:

Distrito	:	Carhuaz
Provincia	:	Carhuaz
Departamento	:	Ancash

¹ Informe de Batimetría de la Laguna 513, UGRH, 2011.

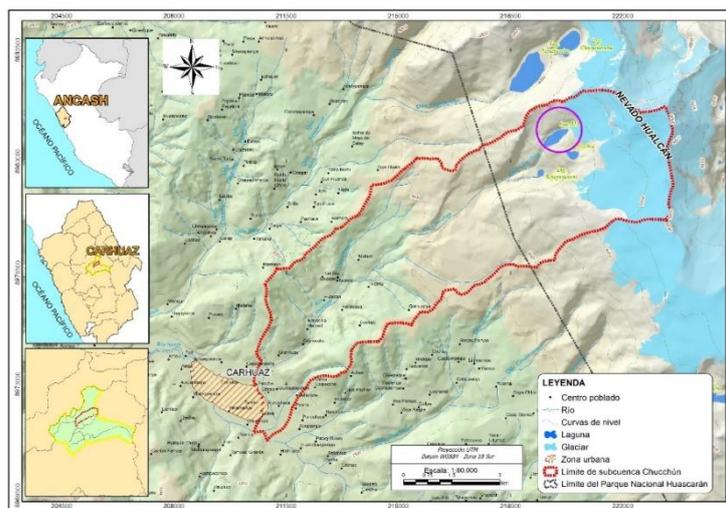
Hidrográfica:

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

Criogenia:

Cordillera Glaciar : Blanca
Zona : Norte

Figura N° 01. Mapa de ubicación de la laguna 513.



Fuente: INAIGEM, diciembre 2018

3.2. Accesibilidad

El acceso se realiza desde la ciudad de Huaraz – Carhuaz (35,00 Km), para luego continuar por una carretera afirmada de 15 km. hasta llegar al lugar denominado Pampa Shonquil; a partir de donde se camina por un camino de herradura de 6,5 km (3:30 horas de caminata) hasta llegar a laguna 513. (Ver Tabla N° 01).

Tabla N° 01. Acceso a la laguna 513

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 513	Camino de Herradura	6,50	3:30	A pie
		56,50	7:30	

Fuente: INAIGEM, diciembre 2018



3.3. Antecedentes

La laguna 513, formada como consecuencia de la intensa actividad de la lengua glaciar, se desbordó en 3 oportunidades; la segunda habría producido la destrucción de los baños termales de Carhuaz y arrasado algunos campos de cultivo; a raíz de ello, en 1994, la Oficina de Glaciología y Recursos Hídricos de Electroperú, ejecutó la obra de desagüe de la laguna, construyendo un túnel de descarga que atraviesa el macizo rocoso ubicado en la zona frontal de la laguna, con lo cual se bajó en 23 m el nivel del espejo de agua de la laguna. Pese a la existencia de dichas obras, en el año 2010 al ocurrir una avalancha de hielo que impactó a la laguna, se originó un oleaje que sobrepasó el borde libre de la laguna (23 m), generando un aluvión que afectó la infraestructura de la captación de agua potable de la ciudad de Carhuaz (Planicie de Pampa Shonquil), destruyó puentes y zonas agrícolas a lo largo del río Chucchún hasta desembocar al río Santa.

4. METODOLOGÍA:

4.1. Etapa de Campo:

- Verificación in situ de lugar de emplazamiento de las obras de seguridad de la laguna 513; 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 513 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 513, 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

5.1. Laguna 513

Esta laguna se localiza a una altitud de 4 431,18 m s.n.m. y se sitúa al pie del nevado Hualcan, 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°01.

Fotografía N.º 01, Vista Panorámica de la Laguna 513

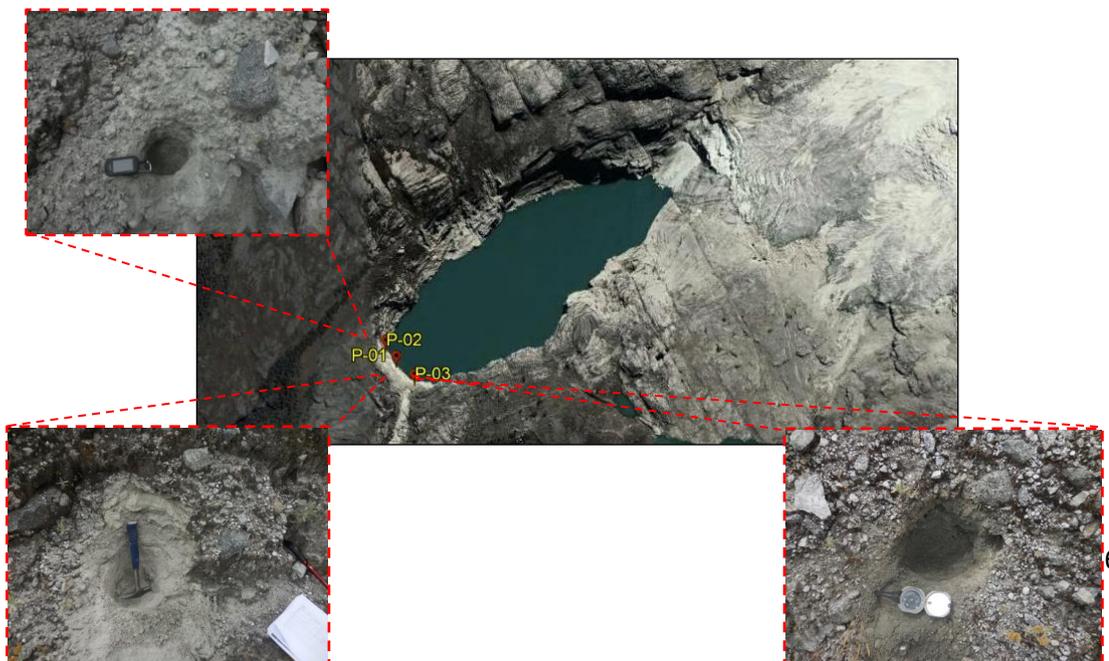
Fuente: INAIGEM 2018

De acuerdo a la última batimetría realizada por la UGRH, en junio de 2011, la laguna 513 poseería un volumen almacenado de 8 746 222,46 m³, una superficie de 195 755,00 m², y una profundidad máxima de 84 m.

5.2. Geotecnia

La investigación geotécnica realizada en el entorno de la laguna 513, comprende la determinación de las características físicas 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 el peligro que representan para la estabilidad de la laguna y de las obras emplazadas en ella.

En síntesis, se obtuvieron (3) muestras representativas en los depósitos glaciáricos que sobre yacen al macizo rocoso de la zona frontal de la laguna, la cual permitió que se caracterice dicho material y se muestra en la figura siguiente.

Figura N.º 02. Puntos de Muestreo de Suelo, Laguna 513

A continuación, se muestran los detalles de la caracterización de los puntos de muestreo de los depósitos glaciáricos:

Tabla N.º 02. Puntos de Muestreo de Suelos, Laguna 513

PUNTO	ESTE	NORTE	MUESTRA	DESCRIPCION	OBSERVACIONES	MATERIAL (%)				
						BI %	B %	G %	A %	F %
1	219520	8980433	181010_MD_513_01	La picota penetra fácilmente – compacidad baja.	Talud: con pendiente promedio de 65° y una altura de 5 metros	0	5	15	60	20
2	219493	8980475	181010_MD_513_02	Picota muy difícil de penetrar – compacidad de media a alta.	Talud: con pendiente promedio de 60° y una altura de 10 metros	10	10	20	35	25
3	219571	8980384	181010_MD_513_03	Picota difícil de penetrar - compacidad de media a alta.	Talud: con pendiente promedio de 60° y una altura de 10 metros	5	15	20	40	20

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

Fuente: INAIGEM 2018

La caracterización de las muestras obtenidas, denotan que los depósitos glaciáricos que sobreyacen en la zona frontal al macizo rocoso que conforma el vaso de la laguna, están compuestos por material grueso, arenas limosas con presencia de bloques; existiendo una baja cohesión entre sus partículas, por tanto, suelos de baja capacidad de soporte, sujeto a fenómenos de colapso.

5.3. Estado Actual de la Laguna y su Entorno:

La laguna 513, es un cuerpo de agua, cuyo vaso de almacenamiento está formado de material rocoso, con una capa superficial de depósitos glaciáricos en la parte frontal, la cual está expuesta al arrastre por precipitaciones pluviales y por el viento.

5.3..1. Depósitos Glaciáricos (morrenas)

5.3..1.1. Morrena Frontal:

Se identifica un conglomerado de fragmentos de roca en matriz de arena limosa de compacidad de media a alta, este material sobre yace al macizo rocoso que forma el vaso de la laguna, en ese contexto, cabe precisar que dicho depósito no posee una potencia considerable, por tal no representa un peligro para la laguna.

Fotografía N.º 02, Vista Panorámica del Depósito Glaciárico que Sobre Yace al Macizo Rocoso Frontal de la Laguna 513



Fuente: INAIGEM 2018

5.3..1.2. Vaso de Almacenamiento de la Laguna:

El vaso de almacenamiento de la laguna 513 tiene forma alargada en dirección NE-SO, está compuesto por un macizo de roca granodiorita, con farallones rocosos casi verticales en el flanco derecho y semi verticales (60° en promedio) en el flanco izquierdo, de cuya superficie eventualmente cae material depositado y roca fracturada, no representando ello un peligro de gran magnitud para la estabilidad de la laguna. En las vistas fotográficas siguientes, se muestra el material que compone al vaso de almacenamiento de la laguna.

Fotografía N.º 03, Vista Panorámica del Macizo Rocoso que Compone el Vaso de Almacenamiento de la Laguna 513 – Zona Anterior.



Fuente: INAIGEM 2018

Fotografía N.º 04, Vista Panorámica del Macizo Rocoso que Compone el Vaso de Almacenamiento de la Laguna 513 – Vista Lateral Derecha.



Fuente: INAIGEM 2018

5.4. Condición de la Masa Glaciar:

Se visualiza que la lengua del glaciar Hualcán se encuentra en contacto con la laguna, situación que le da una condición de peligro, asimismo en la parte superior a la masa en contacto, se visualiza una masa glaciar de pendiente pronunciada, la misma que es recomendable monitorear, debido a que la fluctuación de temperaturas diurnas y nocturnas, generaría el peligro de desplome. (Ver Fotografía N.º 05).

Fotografía N.º 05, Vista Panorámica del Macizo Rocoso que Compone el Vaso de Almacenamiento de la Laguna 513 – Zona Anterior.



Fuente: INAIGEM 2018

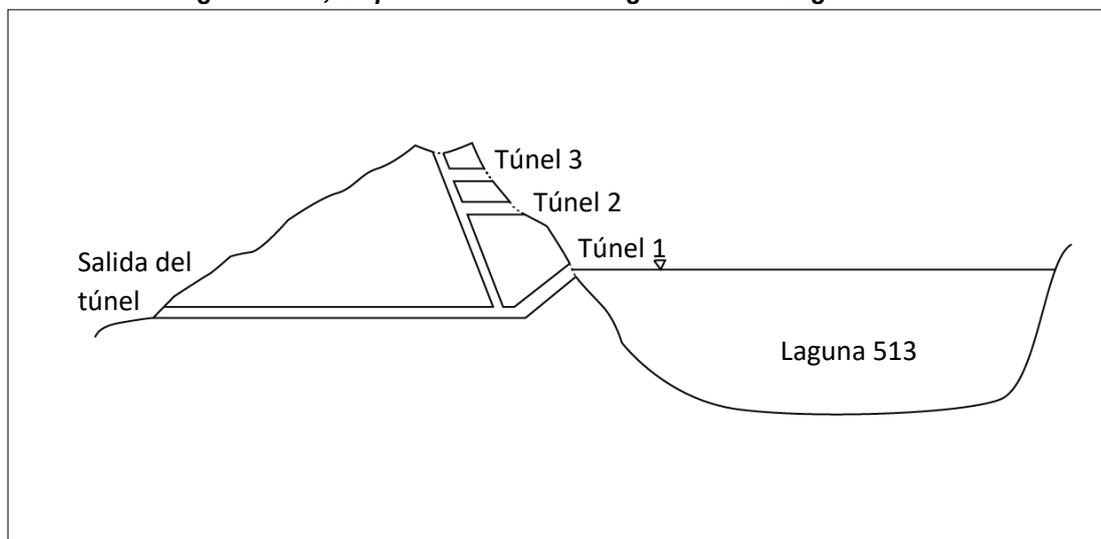
5.5. Obras de Seguridad:

En la inspección in situ realizada en octubre de 2018, se identificó el estado actual de las obras de seguridad emplazadas en la laguna 513, el cual es detallado a continuación:

5.5.1. Sistema de Túneles:

La obra de desagüe y seguridad corresponde a un túnel de 146 metros de longitud para desaguar la laguna 513, el cual permite obtener un borde libre de 23 metros. El túnel de desagüe se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento, sin ningún derrumbe que obstruya tanto en la entrada como en la salida del túnel.

Figura N.º 03, Esquema de Obras de Seguridad de la Laguna 513



Fuente: INAIGEM 2018

Fotografías N.ºs 06, 07, 08, 09, 10, 11, Componentes del Sistema de Desagüe de la Laguna 513





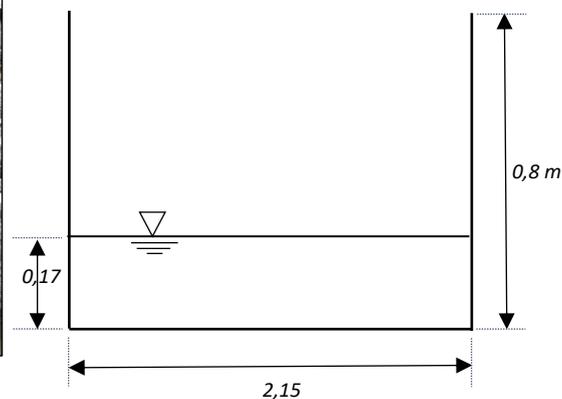
En relación al estado de conservación de las obras de seguridad, se identificó deterioros menores, los cuales corresponden al desprendimiento de parte del revestimiento del canal de salida; en relación a los túneles de descarga, no se visualiza daño, no obstante, se visualiza que la zona de ingreso al Túnel N° 01, no se encuentra libre en toda su sección, por lo cual requeriría el perfilado de la zona de ingreso.

5.6. Aforo de Caudales:

El caudal de descarga de la laguna 513, fue estimado por el método de correntómetro en 126 Lt/seg, medido en la salida del túnel 1 (09 de octubre de 2018) (Ver fotografía N.º 12).

Fotografía N.º 12: Aforo de Caudales de salida – Laguna 513

Fuente: INAIGEM, 2018



5.7. Calidad del Agua

De otra parte, se realizó la medición de parámetros de calidad del agua, determinándose que el agua proveniente de la laguna 513, 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 513

Parámetro	Unidades	Valor Obtenido en Campo	Valor Máximo Permissible VMP	Observación
PH		6,45	6,5 – 8,5	
Oxígeno Disuelto	mg/LDO	2,14		
Conductividad Eléctrica	uS/cm	21,0	1 500	
Temperatura	°C	9,55	-	

5.8. Condiciones de Estabilidad de la Laguna y su Entorno

La laguna 513, es un cuerpo de agua que aún mantiene contacto con una pequeña lengua glaciar; pudiéndose inferir que su cuerpo de agua ya habría alcanzado su máximo desarrollo, visualizándose en la zona anterior el afloramiento del macizo rocoso, lo cual limitaría su crecimiento.

No obstante, en la zona de contacto de la lengua glaciar se visualizan grietas tensionales, que denotan el grado de inestabilidad de dicha zona, la cual se acentúa por su elevada pendiente.

En relación a la composición y condiciones del vaso de almacenamiento, es de precisar que, está compuesto por macizo rocoso y de manera superficial en la zona



frontal depósitos glaciáricos de baja potencia. Dicha situación de la una condición de estabilidad.

6. CONCLUSIONES

- 6.1** Las obras de seguridad de la laguna 513 posee deterioros menores, los cuales corresponden al desprendimiento de parte de su revestimiento; en relación a los túneles de descarga, no se visualiza que estos hayan sufrido daño, no obstante, se visualiza que la zona de ingreso al Túnel N° 01, no se encuentra libre en toda su sección.
- 6.2** Las avalanchas provenientes del glaciar Hualcan son frecuentes debido a la existencia de masas inestables; esta situación representa un peligro para la estabilidad de la laguna.
- 6.3** En la actualidad el nivel del espejo de agua permite una descarga de 126 lt/s, a través del Túnel N° 01.

7. RECOMENDACIONES

- 7.1** Se recomienda la ejecución de trabajos en la zona de ingreso al túnel de descarga N°. 01, a fin de que se garantice la máxima eficiencia hidráulica de dicha estructura.
- 7.2** Es recomendable realizar el monitoreo permanente de la laguna (monitoreo en tiempo real), a fin de advertir alertas de incrementos bruscos del nivel de espejo de agua, así como eventos de avalanchas de hielo o roca.