



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en
Glaciares y Ecosistemas de Montaña

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

GLACIARES EN EXTINCIÓN

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN

LA CORDILLERA CHILA

DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

INFORME



Foto: Luzmila Dávila.

Cordillera Chila, Provincia de Caylloma 2016.

Huaraz, Octubre de 2016



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en
Glaciares y Ecosistemas de Montaña

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

MINISTERIO DEL AMBIENTE

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

DIRECCION DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES

DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CORDILLERA CHILA

PROFESIONALES RESPONSABLES QUE PARTICIPARON EN EL INFORME:

Ing. Luzmila R, Dávila Roller.

Ing. Jaime Rosales Pereda.

Ing. Oscar Vilca Gómez.

Ing. Víctor Manuel Uribe Córdova.



Índice

1	CAPÍTULO I - Generalidades	4
1.1	Introducción	4
1.2	Antecedentes	4
1.3	Objetivos	4
1.4	Ubicación	4
1.5	Recorrido, acceso y distancias	5
2	CAPÍTULO II – Metodología del diagnóstico	6
2.1	Equipos y Materiales	6
2.1.1	Equipos	6
2.1.2	Materiales	6
2.2	Descripción de Actividades	6
2.2.1	Actividades Previas	6
2.2.2	Actividades de Campo	7
2.2.3	Actividades de Gabinete	7
3	CAPITULO III – Caracterización física	7
3.1	Geología y Geomorfología	7
3.2	Glaciología	10
3.3	Recursos hídricos	10
3.4	Ecosistemas	11
4	CAPITULO IV – Resultados	12
4.1	Glaciares	12
4.1.1	Situación actual	12
4.1.2	Escenarios Futuros	14
4.2	Recursos hídricos	15
4.2.1	Glaciares y Lagunas	16
4.2.2	Uso actual del recurso hídrico	16
4.3	Ecosistemas	17
4.3.1	Identificación de Ecosistemas de montaña	17
4.3.2	Degradación de los ecosistemas de montaña	18
4.4	Riesgos	19
4.4.1	De origen Glaciar	19
4.4.2	De origen Hídrico	19
4.5	Percepción social, económica y ambiental relacionada al recurso hídrico	20
4.5.1	Recursos hídricos	22
4.5.2	Económicas	24
4.5.3	Social	24
4.5.4	Necesidades	25
5	CAPITULO VI – Conclusiones y Recomendaciones	26
5.1	Conclusiones	26
5.2	Recomendaciones	27
	BIBLIOGRAFÍA	27
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	29



1 CAPÍTULO I - Generalidades

1.1 Introducción

El INAIGEM, a través de la Dirección de Investigación en Glaciares, tiene como función el monitoreo de los Glaciares a nivel nacional, siendo uno de los principales problemas el cambio climático ante cuya influencia los glaciares tropicales están en camino a la extinción, es el caso de la Cordillera Chila ubicada en el departamento de Arequipa, situación que a la vez originará la disminución de la oferta hídrica y el incremento de riesgos por la alteración, pérdida de bofedales y lagunas en las cuencas aguas abajo. Para el efecto se conformó un equipo multidisciplinario en forma conjunta con la Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña para realizar un diagnóstico rápido de la situación actual de la cordillera en mención.

Los objetivos del diagnóstico actual han sido, evaluar las condiciones de los cuerpos de hielo, el aporte hídrico y las funciones de los ecosistemas de montaña; al mismo tiempo ha sido conocer la percepción de las autoridades y pobladores involucrados directamente en la problemática de la escasez del recurso hídrico, y los procesos de adaptación que vienen asumiendo.

Según el inventario de 1970 la superficie glaciar de la Cordillera Chila era de 33,9 km², ahora según estimaciones del INAIGEM se cuenta con una superficie de 0,2 km² al 2015, es decir en un periodo de 46 años, la pérdida de área glaciar es de 33,7 km² equivalente al 99,4%, lo que significa que en un periodo de tiempo no muy lejano se quedará sin cobertura glaciar.

Respecto a la percepción social, es evidente el malestar de la población proclive a futuros conflictos sociales con respecto a los diferentes usos del agua. Es posible constatar que los humedales (bofedales) como ecosistemas altamente vulnerables tienen problemas de manejo por sobrepastoreo reduciendo la cobertura vegetal, y también la pequeña minería informal en su afán de extender sus captaciones de agua desde las nacientes en las lenguas glaciares, generando un impacto negativo.

1.2 Antecedentes

Según el inventario de glaciares del año 2014, la Cordillera Chila presentaba una superficie glaciar de 0,93 km², distribuida en 2 cuencas hidrográficas como son Camaná y Alto Apurímac, siendo la cuenca Camaná parte de la vertiente del Pacífico con la que tiene la mayor superficie glaciar equivalente al 92,47% del total (ANA, 2014), y la restante (7,53%) va hacia el Océano Atlántico (ANA, 2014).

1.3 Objetivos

Evaluar las condiciones y características actuales de la cobertura glaciar de la Cordillera Chila.

Evaluar la condición de los cuerpos de agua, el aporte hídrico y la situación de los ecosistemas de montaña de la cordillera.

Obtener información de la percepción de la población acerca del cambio climático, retroceso glaciar y medidas de adaptación.

1.4 Ubicación

La Cordillera Chila, se encuentra orientada al noroeste-sureste a lo largo de 70 km, se encuentra emplazada geográficamente entre las coordenadas 15° 19' - 15° 31' de



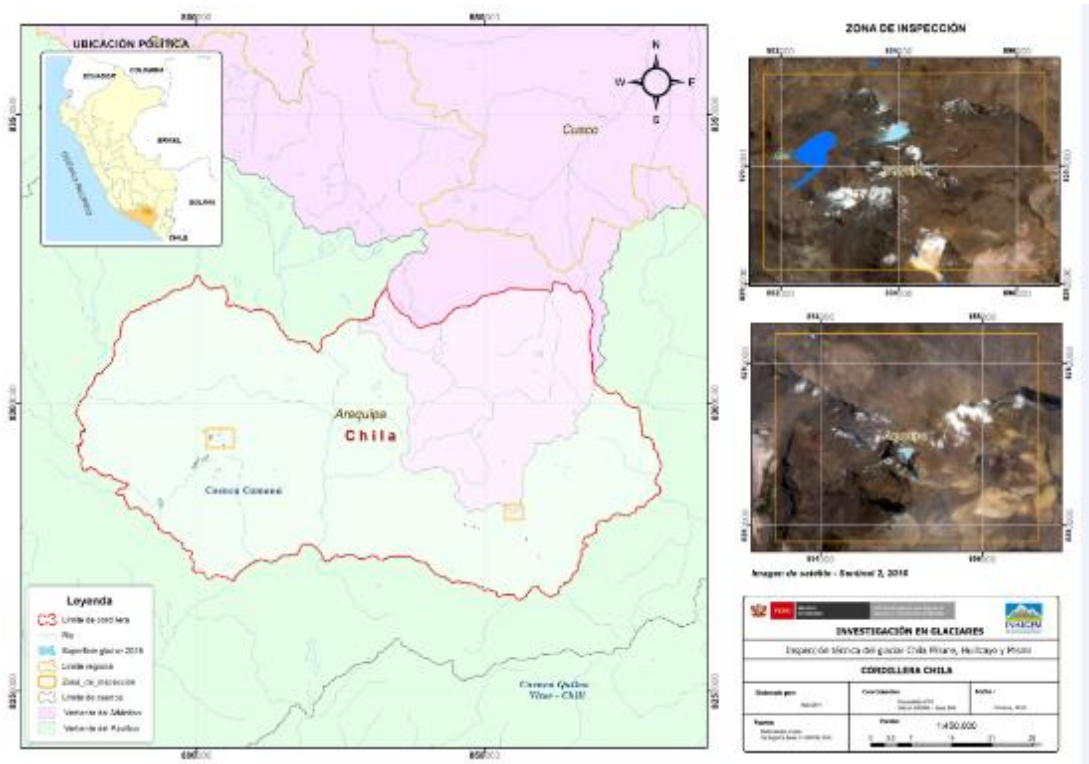
“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

“Año de la consolidación del Mar de Grau”

latitud sur y 71° 39' - 72° 13' de longitud oeste, en el ramal Occidental de los Andes Centrales. Tiene como elevaciones principales las cumbres del Mismi (5597 msnm) y Chila (5655 msnm).

Hidrográficamente corresponden a esta cordillera las cuencas Camaná (vertiente del Pacífico) y Alto Apurímac (vertiente del Atlántico).

Políticamente está en la jurisdicción de 14 distritos, pertenecientes a las provincias de Caylloma, Castilla, Camaná y Condesuyo en el departamento de Arequipa (Ver mapa N°1).



Mapa N° 1: Ubicación de la Cordillera Chila.

1.5 Recorrido, acceso y distancias

Para llegar a la Cordillera Chila, se realizó el recorrido que se muestra en el Cuadro N°1:

Cuadro N° 1: Recorrido y Distancias

Recorrido	Distancia en (km)	Tiempo (h:m)	Modo de transporte	Tipo de Vía
Huaraz - Lima	417	07:00	Terrestre	Asfaltada
Lima - Chala	617	12:30	Terrestre	Asfaltada
Chala - Arequipa	415	05:00	Terrestre	Asfaltada
Arequipa - Chivay	262	09:00	Terrestre	Asfaltada/Trocha Carrozable
Chivay - Condorcuyo - Mismi	268	03:00	Terrestre	Asfaltada/Trocha Carrozable



El acceso a la Cordillera Chila, es por carretera asfaltada en su mayor parte, luego desde la comunidad de Tuti, es posible encontrar letreros informativos para poder acceder al volcán Mismi, por una de trocha carrozable hasta las faldas del volcán.

La visita a la Cordillera Chila se realizó entre el 11 y 14 de setiembre del 2016.

2 CAPÍTULO II – Metodología del diagnóstico

Para la realización de éste diagnóstico se realizaron:

1. Entrevistas con autoridades y pobladores del ámbito.
A autoridades políticas como el alcalde de la provincia de Caylloma Dr. Rómulo Tinta Cáceres y autoridades de la junta de regantes de dicha subcuenca, como; el Presidente de la junta de usuario de agua de la subcuenca del río Colca Sr. Jesús Mesías Mamani Medina y representantes de usuarios de agua por sectores como el Sr. Elmer Oscar Soria (Sector Achoma), el Sr. Marcial Sulca Mamani (Coporaque), además, el Sr. Milton Cesar Marcacuzco Palomino (Alcalde Distrital de Lari), el Sr. Estanislao Quico Caucho (Lari) y el Sr. Gerardo Jesús Cahui Anazco (Ichupampa), representantes de Yanque, Madrigal.
2. Inspección visual en campo
3. Reconocimiento de las principales zonas de riesgo de origen glaciar e hídrico.
4. Describir las características físicas de las zonas en estudio.

2.1 Equipos y Materiales

2.1.1 Equipos

Se utilizaron equipos para medición de la calidad del agua, aforos de caudales, registros fotográficos y audiovisuales, son los siguientes:

- 3 Multiparámetro
- 4 Correntómetro
- 5 Cámaras fotográficas
- 6 Equipos de montaña y campismo
- 7 Equipos de comunicación (radios, etc.)
- 8 GPS Navegadores
- 9 Brújula electrónica

9.1.1 Herramientas para conocer la percepción social

1. Encuestas para conocer la percepción social relacionada al recurso hídrico, retroceso glaciar y procesos de adaptación.
2. Trípticos de las actividades que realiza el INAIGEM, con casos prácticos replicables.

9.2 Descripción de Actividades

9.2.1 Actividades Previas

Se estableció el programa de acciones a seguir, durante la visita a la Cordillera Chila:

- **Establecer objetivos generales.**
- **Identificar zonas de estudio**, utilización de criterios de diagnóstico (subcuenca y Microcuenca)



- **Definir estrategias**, técnicas, de evaluación de glaciares, metodologías para conocer la percepción social, económica y ambiental de los pobladores (aliados), Generar documentos de presentación oficial y establecer medios de cooperación interinstitucional.
- **Definir recorridos**, vías de acceso y formas de aproximación a las zonas de interés, generación de mapas de recorrido.

9.2.2 Actividades de Campo

Se organizaron las actividades de campo y visitas oficiales, de la manera siguiente:

- **Inspección del entorno** (Aproximación a los puntos de interés de la Cordillera Chila).
- **Reconocimiento y caracterización de la zona de estudio** (Recorrido en el entorno, toma de muestras de los elementos de los ecosistemas existentes y medición de la calidad del agua).
- **Toma de fotografías con acercamientos a zonas de interés** (Obtención de imágenes insitu, que permitan reflejar la situación actual del objeto de estudio, como la laguna, los glaciares, etc. Evaluando posibilidades de nuevos estudios, que permitan plantear nuevos proyectos de adaptación ante el cambio climático y escasez hídrica a las autoridades tomadoras de decisiones).
- **Realización de entrevistas** (Reuniones con integrantes de las juntas de usuarios de agua en los centros poblados en zonas de interés).

9.2.3 Actividades de Gabinete

Para la obtención y elaboración del informe final, se consideró seguir los procedimientos siguientes:

- Revisión de información acopiada, material fílmico y fotográfico, entrevistas a las autoridades y pobladores beneficiarios.
- Procesamiento de información.
- Elaboración del informe.

10 CAPITULO III – Caracterización física

10.1 Geología y Geomorfología

Aspectos geológicos

La Cordillera Chila como cadena montañosa, se extiende en dirección noroeste-sureste a lo largo de 70 km (Hidrandina, 1988), siendo las cumbres más representativas el nevado Chila con 5655 msnm, Casiri con 5647 msnm y Mismi con 5597 msnm (Morales Arnao, 2004) (Ver imagen N°1).

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

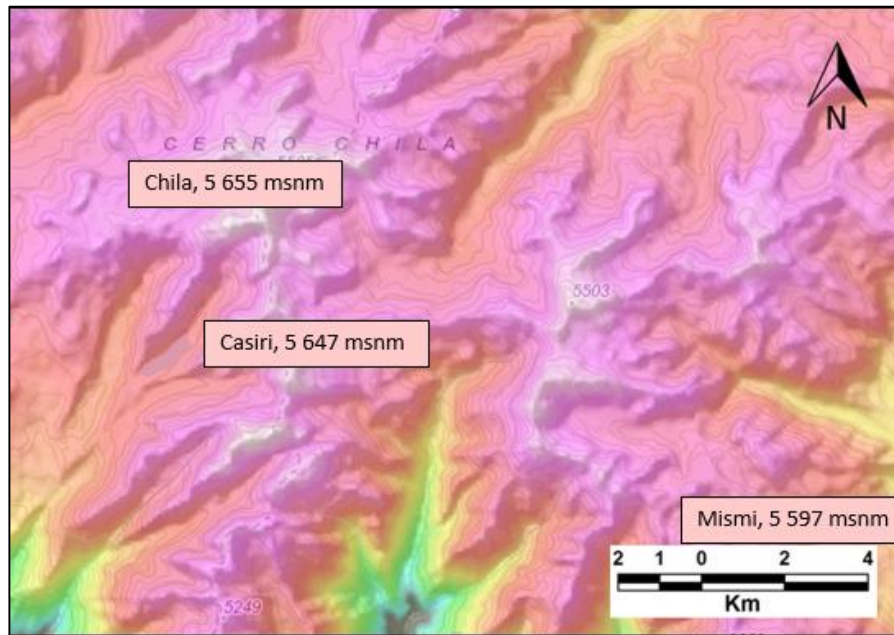


Imagen N° 1: Mapa relieve de la Cordillera Chila, donde se observa las cumbres más representativas.

Geológicamente tiene origen volcánico de tipo mono genético, que sobreyace a un sustrato conformado por rocas sedimentarias y volcánicas del Jurásico al Plioceno (Mariño J., Zavala B., 2010). Se caracteriza por contar con depósitos lávicos como andesitas a dacitas de coloración gris violácea altamente foliada que afloran en el nevado Chila y que pertenecen al grupo Barroso (Cabrera, M., Thouret, J. C. , 2000).

Se observan afloramientos volcánicos con ligeros plegamientos, las rocas andesíticas en la base del nevado Chila presentan pliegues cuyos ejes tienen una dirección N – S, en el sector del nevado Mismi las fallas expuestas se caracterizan por ser de rumbo con componente dextral y dirección NO – SE (Caldas V., 1993). (Ver fotografías N°s 1 y 2).



Fotografía N° 1: En la foto se observan afloramientos de lavas andesíticas foliadas, en la base del nevado Mismi.



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



Fotografía N° 2: Vista panorámica en los alrededores del nevado Mismi. Se observan las lomas de gran altitud, y una zona altiplánica cubierta de afloramientos volcánicos.

Aspectos geomorfológicos

La Cordillera Chila pertenece a las unidades lomas y altas cumbres, y se caracteriza por presentar una topografía accidentada por debajo de 5700 msnm, donde las rocas volcánicas presentan una mayor resistencia a la meteorización, mientras que las rocas sedimentarias presentan superficies onduladas. (Ver fotografía N°3). En los afloramientos volcánicos se observan estructuras de abrasión como rocas aborregadas, que indican el paso de la masa glaciar sobre dichos afloramientos, hoy expuestos. (Ver fotografía N°4).



Fotografía N° 3: Se observan las lomas de gran altitud, y una zona altiplánica cubierta de afloramientos volcánicos, con presencia de rocas sedimentarias onduladas.



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



Fotografía N° 4: Fotografía donde se observan rocas aborregadas en la base del nevado Mismi, como testigo que en un tiempo anterior las masas glaciares generaron abrasión sobre los afloramientos volcánicos.

10.2 Glaciología

La Cordillera Chila, según los resultados obtenidos en 1970 (Hidrandina, 1988) contaba con una superficie de 33,9 km², y al 2015 según estimaciones de INAIGEM, cuenta sólo con 0,2 km², es decir que un periodo de 45 años, la pérdida de área glaciar es de 33,7 km² equivalente al 99,4%, significando que en un tiempo muy corto esta cordillera quedará sin cobertura glaciar.

La poca cobertura glaciar existente es del tipo de montaña y pequeños mantos de hielo dispersos; la mayor concentración de glaciares se encuentra al oeste de la cordillera, en éste sector la fusión glaciar ha dado origen a las lagunas pro glaciares San Félix, Cochapunco Chico y Grande, Ticlla y Chila, cuyas aguas drenan hacia la quebrada Ayaviri. También es importante mencionar que en dicha zona se ha podido constatar la presencia de minería artesanal “informal”.

10.3 Recursos hídricos

La Cordillera Chila se encuentra dentro de la cuenca Camaná (vertiente del Pacífico) y Alto Apurímac (vertiente del Atlántico – región hidrográfica del Amazonas), el principal aportante a la cuenca Camaná es el río Colca (Ver figura N° 1).



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

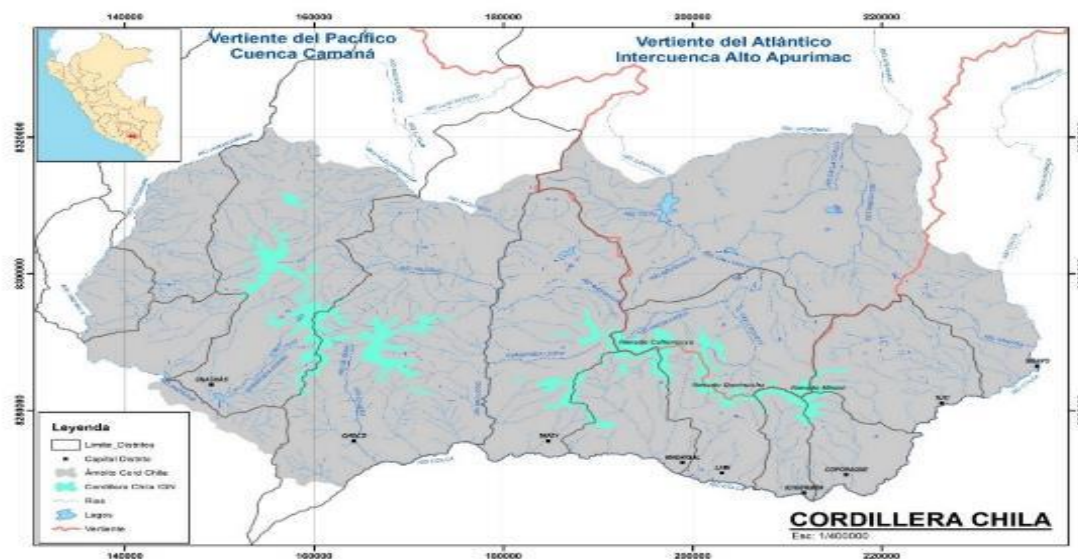


Figura N° 1: Mapa hidrográfico del ámbito de la Cordillera Chila.

Según la codificación de cuencas empleando la metodología de *Pfafstetter*, que fue adoptada como oficial por el Perú en el 2008 a través de la Autoridad Nacional del Agua -ANA, las Unidades Hidrográficas del ámbito de evaluación son dos tal como se detalla en el Cuadro N°2.

Cuadro N° 2: Jerarquización de unidades hidrográficas según la codificación Pfafstetter.

Nivel 1	4	Región Hidrográfica del Amazonas
Nivel 2	49	Cuenca Alto Amazonas
Nivel 3	499	Cuenca Ucayali
Nivel 4	4999	Intercuenca Alto Apurímac

Nivel 1	1	Región Hidrográfica del Pacífico
Nivel 2	13	Unidad hidrográfica 13
Nivel 3	134	Cuenca Camaná

Fuente: Elaboración propia con información de la ANA.

10.4 Ecosistemas

Los ecosistemas presentes en la Cordillera Chila, son frágiles y especiales, de manera que la conservación, recuperación y rehabilitación como procesos ecológicos, se encuentran respaldadas por las leyes peruanas, de acuerdo a la Ley General del Ambiente (Artículo N°98.- De la conservación de ecosistemas) y (Artículo N°99.- De los Ecosistemas Frágiles).

Los ecosistemas descritos comprenden montañas con bosques relictos (*Polylepis spp*) y humedales (lagunas alto andinas, paramos y bofedales).

La Estrategia Nacional de Humedales (Decreto Supremo n° 004-2015-MINAM), del 24 de enero de 2015, define como humedales, a las extensiones o superficies cubiertas o saturadas de agua, bajo un régimen hídrico natural o artificial, permanente o temporal,



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

“Año de la consolidación del Mar de Grau”

dulce, salobre o salado, y que albergan comunidades biológicas características, que proveen servicios ecosistémicos, para los humedales andinos se consideran: lagos, lagunas, manantiales, puquios, bofedales, turberas, páramos, kársticos andinos y praderas nativas compuesto mayormente de pajonales.

Los ecosistemas identificados en la Cordillera Chila son los que se presentan en el Cuadro N°3:

Cuadro N° 3: Ecosistemas identificados en Cordillera Chila.

Ecosistema	Grupo	Leyenda
Humedales	Lagunas	Pequeñas lagunas en la margen derecha de la microcuenca Ccayachupe, proveniente de bofedales
	Bofedales	Bofedales existentes en ambas márgenes y distribuidos en toda la microcuencas
Pradera nativa	Pajonal de Puna	Conformado mayormente por Ichu
Plantaciones Forestales	En sistemas agroforestales	Tipo lindero
Agrobiodiversidad	Cultivo en andenes	Diversos cultivos como alfalfa entre otros para el caso de la microcuenca Picomayo

11 CAPITULO IV – Resultados

11.1 Glaciares

11.1.1 Situación actual

La pequeña cobertura glaciar identificada en la Cordillera Chila se encuentra en estado crítico de retracción, los cuerpos de hielo han sido clasificados como glaciares de montaña y pequeños cuerpos de hielo aislados y dispersos en las cumbres del Chila.

A continuación, se muestran dos casos críticos de los cambios de la cobertura de hielo en la Cordillera Chila:

El glaciar Chila, según el inventario de 1970 (Hidrandina, 1988), contaba con una superficie de 1,98 km², y ahora cuenta sólo con 0,0741 km², ésta estimación se realizó mediante imágenes *Sentinel 2, RGB* (espectro visible, fecha: 26/01/16) por el INAIEM; el área sombreada de color rojo representa la superficie de 1970. Es posible observar glaciares cubiertos por detritos en las cercanías del glaciar y laguna Chila (cuerpos de hielo cubiertos por escombros) y un círculo con sombreado verde que muestra la actividad minera ilegal (Ver figura N°2).



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

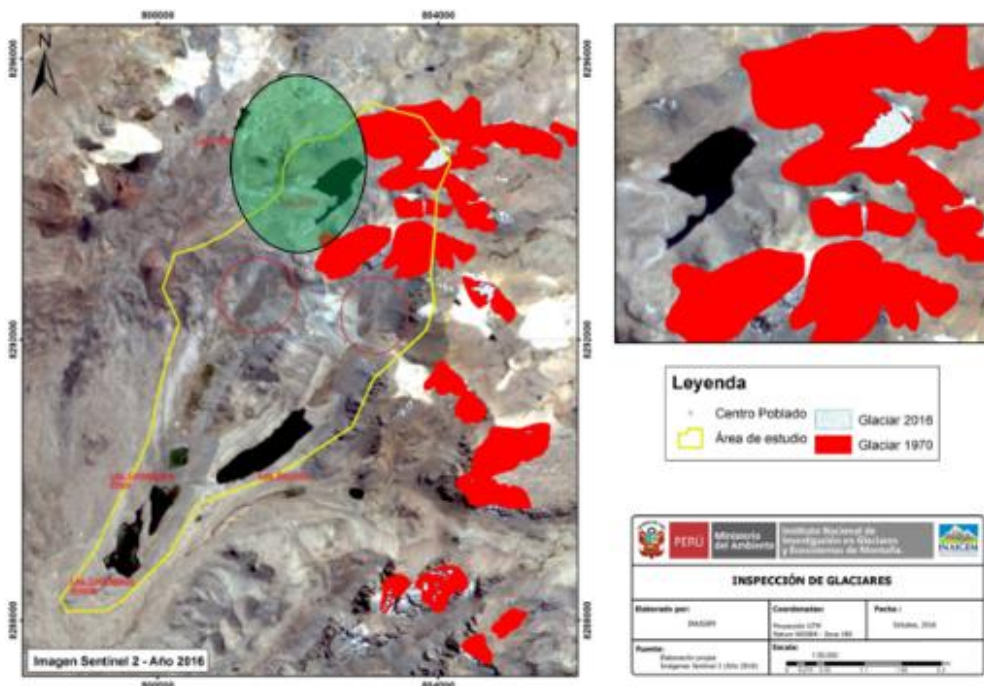


Figura N° 2: Zona con mayor cobertura glaciar e intervención minera – Cordillera Chila – Glaciar Chila.

El nevado Mismi, según el inventario de 1970 contaba con una superficie de 0,43 km², actualmente no cuenta con cobertura glaciar.

El glaciar Huillcayo, emplazado al Sur Este de Mismi, contaba con una superficie de 0.96 km² en 1970 y según estimaciones de INAIGEM utilizando imágenes Sentinel 2, RGB (espectro visible/fecha: 26/01/16) cuenta con solo 0.012 km² al 2016, esto significa que ha perdido 0.96 km² equivalente a 98.75% en 46 años. (Ver figura N°3).

Para un adecuado análisis, descripción y caracterización hidroglaciológica, se delimitó la microcuenca glaciar Chila (área de estudio), la cual en la figura se representa con una línea amarilla.



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

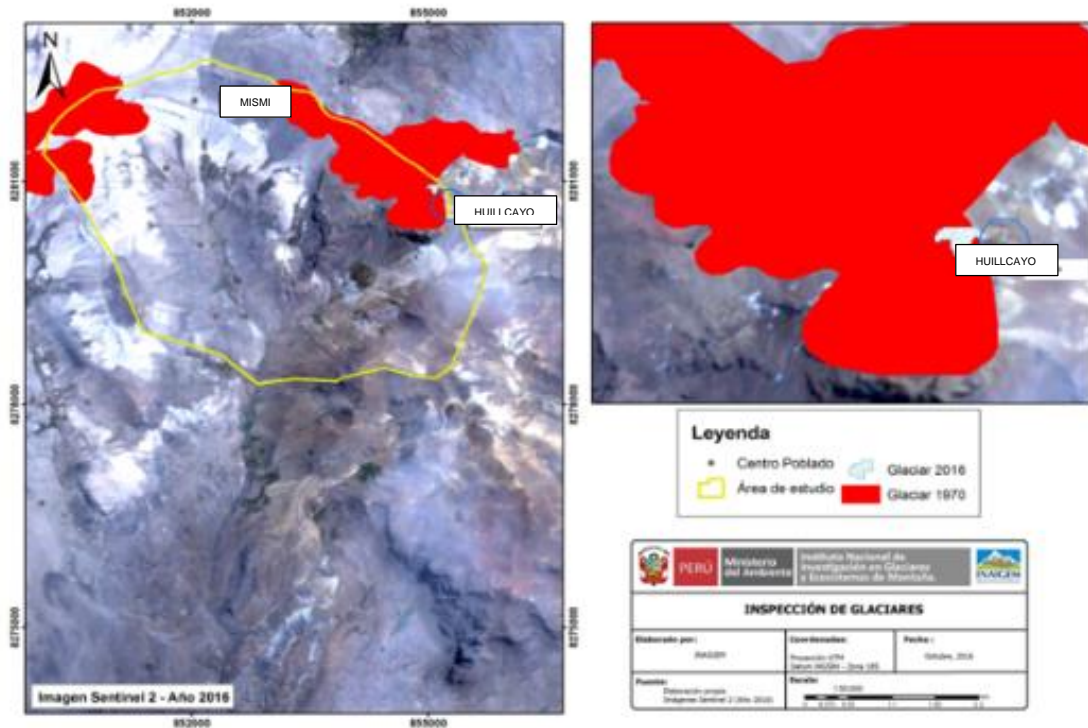


Figura N° 3: El nevado Misimi en la actualidad ya no existe. El glaciar Huillcayo en 46 años ha perdido 0.945 km², equivalente al 98.75% de su superficie. El área sombreada de color rojo representa la superficie de 1970 y el color blanco con sombreado celeste representa la superficie actual.

11.1.2 Escenarios Futuros

Sin duda la reducción de la masa glaciar es un proceso irreversible y se acrecentará en el tiempo, lo importante será proponer medidas de adaptación que permitan aprovechar los pocos recursos existentes.

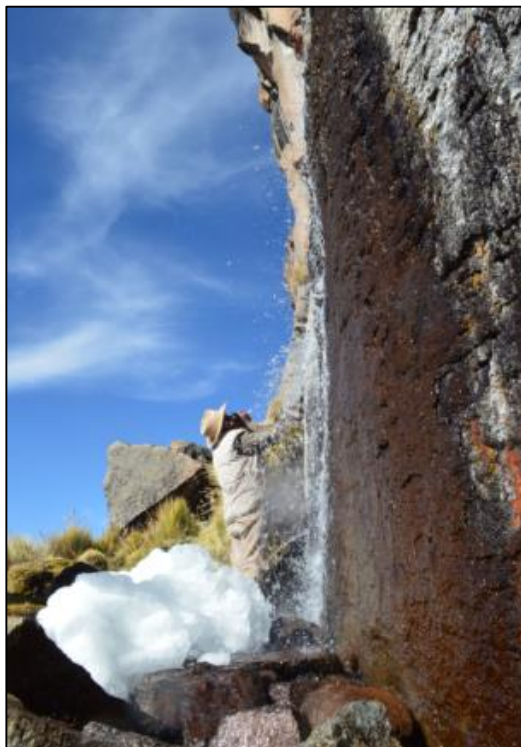
En el Perú contamos con glaciares tropicales (temperados), los cuales están considerados como sistemas dependientes del clima y de eventos extremos, los cuales están condenados a extinguirse; la preocupación se debe orientar hacia la disponibilidad del recurso hídrico en el futuro cercano y a las medidas de adaptación.

Los problemas por escasez de agua en la subcuenca Chila se han acrecentado desde hace dos años, por lo cual es previsible que en los próximos años se agudizará. En la comunidad de Lari e Ichupampa, se observa un panorama bastante crítico, donde hay un reclamo justificado al gobierno por su inacción en la gestión del recurso hídrico.

El aporte a las nacientes del río Amazonas es alimentado por manantes, producto de las infiltraciones de nevadas temporales y precipitaciones estacionales, permitiéndose después una regulación natural desde el humedal en la cima (Ver fotografía N°5).



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



Fotografía N° 5: Manante de agua que da inicio al río Amazonas – zonas de escombros y vegetación superficial importante.

11.2 Recursos hídricos

La Cordillera Chila y toda su cobertura glaciar ocupaban un espacio importante en la cuenca Camaná, involucrando a las subcuencas Mamacocha, Molloco y Colca, además de Angostura (perteneciente a la Intercuenca Alto Apurímac).

En los años 70's, 29 microcuencas dependían directamente de la escorrentía del aporte glaciar; éstas podemos clasificarlas de acuerdo al orden de importancia por la cantidad de poblaciones existentes y dependientes de forma directa del agua producida en la microcuenca (Ver figura N°4).

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

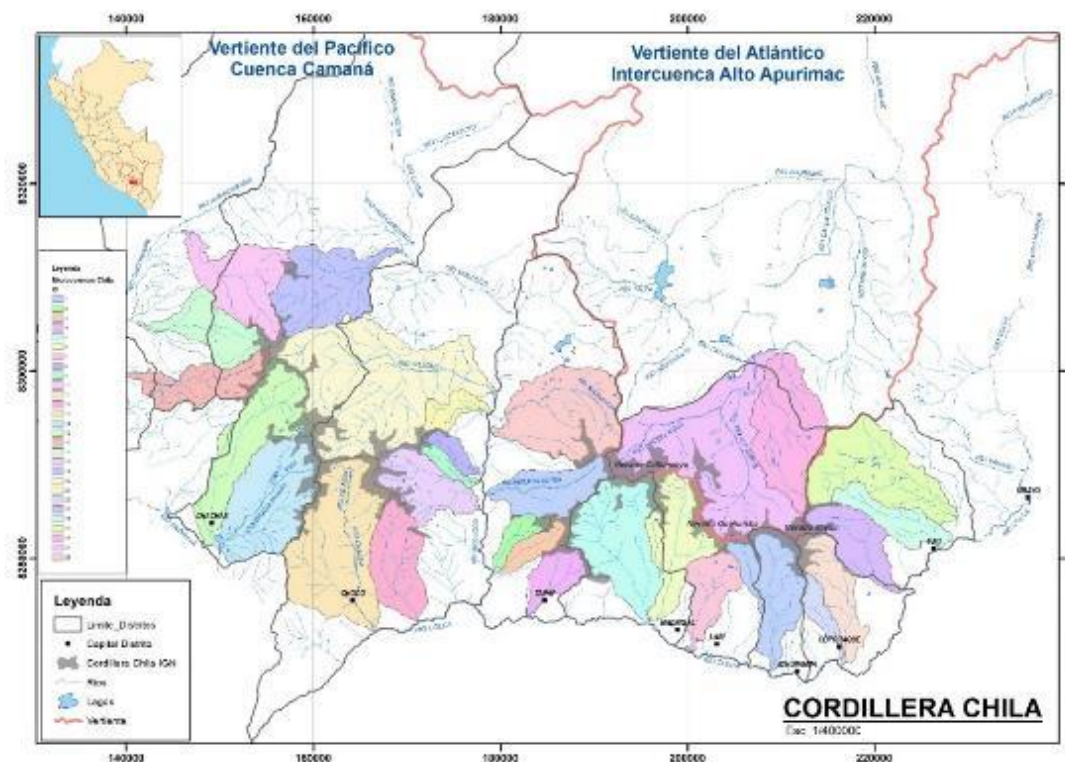


Figura N° 1: Mapa de microcuencas con impacto directo ante la extinción de los glaciares en el ámbito de la Cordillera Chila.

11.2.1 Glaciares y Lagunas

En la inspección llevada a cabo a dicha zona se observa una realidad cruda, los ecosistemas aguas abajo cumplen una función vital de retención de agua, el aporte en escorrentía al Atlántico (naciente del río Amazonas) es sólo por infiltración de las lluvias y nieve que se pueda acumular en las partes altas, y que poco a poco van soltando agua hacia el bofedal (que cumple la función de regulación del caudal).

Los cuerpos de agua o lagunas que se encuentran en la cabecera de la cuenca, cumplen para las comunidades el papel de reservorios naturales de agua. En algunos casos el volumen se ha reducido de manera significativa por la fuerte evaporación en la zona; en otros casos, como en la laguna Chila, se encuentra actividad minera ilegal y es necesario que las autoridades intervengan desde un punto de vista regulador y fiscalizador.

11.2.2 Uso actual del recurso hídrico

Se constató que se realizan aun prácticas ancestrales en la agricultura (*Mita y Suni*), las cuales permiten hacer un uso más racional del agua (Morales., 2016).

De esta manera han generado sistemas que les permite regar sólo zonas de alta producción agrícola, dejando otras áreas secas, originando por lo tanto la reducción de áreas de cultivos.



11.3 Ecosistemas

11.3.1 Identificación de Ecosistemas de montaña

Se identificó dos ecosistemas altamente vulnerables en dos microcuencas de la margen derecha en la subcuenca Colca aguas debajo en la Cordillera Chila, Ccayachupe -Challacone y Picomayo (Ver cuadro N°4 y 5).

Cuadro N° 4: Ecosistemas Identificados en la microcuenca Ccayachupe y Challacone - Tuti

N°	Ecosistema		Lugar	Coordenadas	
				X	Y
1	HUMEDALES	Bofedales	Cabecera de las quebradas de Ccayachupe y Challacone	En ambos márgenes	
		Lagunas/Cochas	Laguna 1	222817	8288618
			Laguna 2	222769	8288732
			Laguna 3	220259	8289996
2	PRADERAS NATIVAS	Pajonal	Margen derecha e izquierda		

Cuadro N° 5: Ecosistemas Identificados en la microcuenca Picomayo (Lari) - 2016

N°	Ecosistema		Lugar	Coordenadas	
				X	Y
1	PLANTACIONES FORESTALES	Macizo	Pequeños macizos de <i>Eucalyptus</i> sp y <i>Pinus</i> sp.	Parte media y baja de la microcuenca Picomayo	
		Agroforestería	Tipo lindero con cultivos	Alrededor de los andenes	
2	AGROBIODIVERSIDAD	Cultivos	Mayormente en andenes	Cambio en cédula de cultivo	

Con respecto a la hidrología y puntos de monitoreo de calidad de agua en las microcuencas de Ccayachupe - Challacone en Tuti y de Picomayo en Lari, afluentes en la margen derecha del río Colca, se realizaron mediciones de la calidad del agua in situ con el uso del multiparámetro, (Ver cuadro N°6).

Cuadro N° 6: Puntos identificados y monitoreados de cantidad y calidad de agua.

N°	Punto Identificado	Punto muestra	Elevación	Coordenadas UTM (WGS 84)		Calidad de agua			T° (°C)
				X	Y	pH	CE (uS/cm)	OD (mg/l)	
1	Quebrada cañón	T-1	4828	216201	8289092	4.64	122	7.48	8.79
2	Lagun3	T-2	4650	220205	8290105	4.51	123	7.22	11.04
3	Laguna 2	T-3	4650	220259	8289996	4.19	202	7.5	11.18
4	Entrada Laguna1	T-4	4495	222769	8288732	4.33	196	7.33	13.77
5	Laguna 1	T-5	4489	222820	8288670	4.23	196	7.75	13.2
6	Laguna 1	T-6	4486	222817	8288618	5.27	36	4.53	13.15
7	Bajo Puente 1	L-1	3686	208857	8271046	5.03	229	10.06	3.8
8	Bajo Puente 2	L-2	3680	208863	8270992	5.14	229	10.01	3.97
9	Canal de riego	L-3	3660	209210	8270189	4.34	216	8.45	3.26

* T= microcuencas Ccayachupe, Challacone; L= microcuenca Picomayo

En todos los casos se puede evidenciar valores de pH bajos (aguas acidas), también evidenciado conductividad eléctrica (CE) por encima de lo normal. Sugieren que se

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

“Año de la consolidación del Mar de Grau”

esté dando drenajes ácidos de roca debido al franco retroceso de los glaciares y es importante en estos casos evaluar qué tipo de metales se encuentran presentes en el agua a través de análisis de laboratorio.

Es posible observar un panorama diferenciado, donde es posible encontrar una cadena montañosa totalmente árida, sin cobertura glacial y posteriormente bofedales y lagunas, las cuales aún almacenan y regulan el caudal aguas abajo; también es posible observar los camélidos que existen en la zona se alimentan de dichos cuerpos de agua, convirtiéndose en una actividad económica importante para los pobladores de Tuti y Lari. (Ver imagen N°2).



Imagen N° 2: Ecosistemas identificados en Cordillera Chila.

11.3.2 Degradación de los ecosistemas de montaña

Servicios ecosistémicos y riesgos potenciales

Los principales servicios ecosistémicos que brindan las microcuencas Ccayachupe - Challacone y Picomayo son: primero el abastecimiento de **recurso hídrico** de buena calidad fisicoquímica para agua potable en Lari, para agricultura y ganadería en Tuti y Lari. En segundo lugar, una parte asociada a la **regulación hídrica** generada por aporte glacial a los bofedales y los pajonales, en tercer lugar, el servicio potencial a explotar es el turismo en sus diferentes formas, además del de soporte que se presenta en todo ecosistema.

De igual manera, a lo largo del recorrido de la subcuenca del río Colca, resaltan los eventos de geodinámica interna (movimientos sísmicos) y actividad volcánica recurrente, encontrando zonas inestables como: (1) taludes inestables cuyo comportamiento depende principalmente de las altas pendientes, condiciones climáticas y vegetación, (2) torrentes estacionales, (3) torrentes activos y (4) zona de derrumbes. Todo ello constituye un potencial peligro para la provisión de los servicios ecosistémicos de esta microcuenca. En el cuadro N°7 se identifican zonas de peligro que requieren estudiarse.



Cuadro N° 7: Zonas de peligro que requieren estudio.

N°	Zonas de peligro potencial	Coordenadas UTM (WGS 84)	
		Este (x)	Norte (y)
1	Zona inestable por continuos movimientos de sismos y asociados a la activación de los volcanes, se tiene áreas inestables a derrumbes periódicos	Ambas márgenes de la cuenca del río Colca	

11.4 Riesgos

11.4.1 De origen Glaciar

Los cuerpos de hielo aun presentes en la Cordillera Chila, no representan mayor amenaza; en cambio el basamento rocoso, por su exposición y la caída de rocas erosionadas en zonas localizadas presenta condiciones de peligro (Ver fotografía N°6).



Fotografía N°6: Vista panorámica en los alrededores del nevado Mismi, donde ya no hay cobertura glaciar, exponiendo roca altamente fracturada, que genera zonas de caída de roca localizada.

11.4.2 De origen Hídrico

Los cuerpos de agua existentes en la Cordillera Chila han disminuido considerablemente en volumen y caudales, originando en algunos casos quebradas intermitentes, donde existen ciertos caudales sólo en temporada de precipitación, produciendo deslizamientos asociados a lluvias extraordinarias y posiblemente generación de huaycos (Ver fotografía N°7).

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



Fotografía N° 7: Vista panorámica en los alrededores del nevado Mismi, donde ya no hay cobertura glaciar, exponiendo roca altamente fracturada, que genera zonas de caída de roca localizada.

Las microcuencas *Cayashap*, *Chanacone* y *Ichomayo*, ubicadas principalmente en la jurisdicción de los distritos de Ichupampa, Lari, Coporaque y Tuti, son consideradas las más afectadas debido a la desaparición casi total de los glaciares ubicados entre los nevados Mismi, Huillcayo y Quehuisha (Ver fotografía N°8). Actualmente es posible observar sólo remanentes de hielo producto de la nieve temporal en las escarpadas cumbres, donde pueden extender su permanencia gracias a la protección de las sombras, para luego infiltrarse y alimentar los bofedales aguas abajo (Ver fotografía N°9).



Fotografía N° 8: Se estima que a inicios de los años 70 los frentes glaciares ocupaban zonas que hoy se muestran desérticas (línea roja), hoy solo existen remanentes de hielo producto de la nieve estacional (línea azul).



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



Fotografía N° 9: Se estima que los frentes glaciares ocupaban zonas que hoy se muestran desérticas. Cabecera de la microcuenca Picomayo.

Para los pobladores de la subcuenca del Colca, los nevados de la Cordillera Chila, representan históricamente los Apus. Aún siguen practicando rituales que les permite hacer ofrendas a cambio de ser beneficiados con lluvias (Ver fotografía N° 10).



Fotografía N° 10: Ritual de pago a la tierra, ofrecimiento de ofrendas para pedir lluvias en la zona.

11.5.1 Recursos hídricos.

En una entrevista el 11 de setiembre del 2016, con el presidente de la junta de usuarios de agua de la subcuenca del río Colca, Sr. Jesús Mesías Mamani Medina, quién con su amplia experiencia en el manejo de agua y política local, nos manifestó que el incremento de la temperatura ha sido percibido en los últimos 10 años, siendo estos dos últimos los más hostiles, igualmente mencionan que no hay lluvias como las de antaño, lo que es un tema de preocupación respecto a sus actividades productivas. También se ha percibido a través de los años, el cambio brusco del paisaje con la disminución de cobertura glaciar, bofedales y pérdida de volúmenes de lagunas en la Cordillera Chila.

En entrevista al alcalde del distrito de Lari el Ing. Milton Cesar Marcacuzco Palomino, hizo notar que su distrito más que otros sienten la escasez de agua, sienten que las condiciones del clima están afectando la cantidad de agua que mantiene sus manantes, represas y brinda agua para producir en sus chacras y alimentar a sus animales (Ver fotografía N°11).



Fotografía N° 11: Se muestra las coordinaciones con autoridades, momentos de entrevista y escucha a las autoridades sobre la problemática de escasez del recurso hídrico. (1) Reunión con el alcalde provincial de Caylloma, (2) Reunión con el presidente de usuarios de agua de la subcuenca del río Colca, (3) Reunión con los comuneros de Yanque, (4) Reunión con el alcalde del distrito de Lari.

En la entrevista realizada el 11 de setiembre del 2016 al presidente de la junta de usuarios sector Coporaque, Sr. Marcial Sulca Mamani, menciona que la escasa lluvia es cada vez más preocupante, dado que esperan la temporada de precipitación para la siembra (siendo una sola vez al año); su percepción del clima es bastante dramática dado que hace mención a un cambio repentino y brusco y se ven afectados incluso por los sismos, que de alguna manera relacionan como una alteración del clima en sus pueblos (Ver fotografía N°12).



Fotografía N° 12: Conversación con el presidente de usuarios de la comunidad de Coporaque, Sr. Marcial Sulca Mamani.

La disminución en los caudales provenientes de los ríos dentro del ámbito de la cordillera Chila se ha vuelto crítica al extremo que en muchos cauces no hay agua superficial, los manantiales que usualmente son captados para agua de consumo no tienen la capacidad de ofrecer más agua especialmente en las épocas de estiaje, tal como lo explica un poblador en el distrito de Ichupampa: "Ese manantial nunca ha secado, tengo 60 años viviendo aquí y mis abuelos también han vivido aquí y creímos que jamás secaría este manantial" refiriéndose a una de los principales fuentes de agua de su localidad.

La falta de agua en la cabecera de cuenca repercute directamente en la producción pecuaria, afecta en la calidad y cantidad de pastos, las sequías reducen considerablemente las áreas de pastos y los bofedales son depredados por el sobrepastoreo.

Para el caso de Achoma, el uso del agua que captan por medio de canales y tuberías, es destinado a cultivos transitorios y estacionales, para dichas actividades la comunidad exige al proyecto maje una dotación de 900 l/s, dado que el agua que pueden captar en las quebradas es insuficiente.

Lari tiene una realidad más crítica cuenta con un caudal de 6 l/s, de captaciones aguas arriba de sus quebradas, cuenta con represas pequeñas que no abastecen de agua para cultivar.

Coporaque, cuenta con un caudal de 180 l/s, en condiciones normales, al momento del diagnóstico, sólo cuentan con 20 l/s dado que sus canales se han visto dañados por el sismo de agosto, y hasta ahora hay replicas con intensidad significativa.

Ichupampa, es un pequeño poblado ubicado en el Colca que ha sido afectado de forma significativa por el sismo de Agosto pasado, cuenta con una captación de agua directamente de dos manantes con caudales que pueden oscilar entre 8 y 16 l/s, no tienen canales que capten agua de la cordillera.

11.5.2 Actividades económicas

Las principales actividades que realizan en los centros poblados que utilizan agua proveniente de la Cordillera Chila son:

Cuadro N° 8: Actividades productivas económicas importantes en la zona.

Actividad	¿Qué crían y cultivan?	Apreciaciones
Ganadería	Ovejas, Vacuno, Llama, Vicuña y Alpaca	
Agrícola	Papa, Habas, Maíz, Cereales, Alverja, Quinoa, hortalizas en general.	No se aprecia la presencia de SENASA (Morales., 2016).

En todos los centros poblados de la subcuenca del río Colca, concuerdan que sus actividades han sido afectadas de forma significativa por la escasez del recurso hídrico, se han visto en la necesidad de racionalizar su regadío siendo en promedio cada 25 a 30 días y pueden sembrar una vez al año ayudados por las lluvias.

La ganadería va ganando terreno en el tema productivo, dado que los pobladores ven un mayor beneficio económico con respecto a la agricultura.

11.5.3 Aspectos sociales

Los centros poblados se ven afectados por las pocas posibilidades de trabajo en el campo, y se puede constatar que hay grandes grupos de jóvenes en busca de oportunidades, los cuales migran hacia las ciudades grandes como Arequipa.

La población de Achoma cuenta con un 1 139 habitantes (INEI, 2007), Coporaque con 1 393 habitantes (INEI, 2007), Lari con 1 373 habitantes (INEI, 2007), Ichupampa con 757 habitantes, Yanque con 2 319 habitantes (INEI, 2007), Tuti con 888 habitantes (INEI, 2007) y Madrigal con 705 habitantes (INEI, 2007).

Aún más estos pequeños poblados se han visto afectados por el sismo en el mes de agosto del 2016, que ha dañado significativamente las estructuras de irrigación con las que contaban, dejando temporalmente sin agua. Los edificios coloniales también se han visto afectados (Ver fotografías N°13 y 14).

Según versión de una de las principales autoridades del agua en el río Colca, indica que el problema de escasez de agua en la zona lo vienen sufriendo en los últimos diez años, textualmente se refiere así: "Personalmente agradezco la presencia del estado, agradezco que por fin hayan llegado hasta nuestras tierras, pero con pena debo decirles que es muy tarde, llegaron demasiado tarde porque muchas veces estamos peleando entre nosotros por un poco de agua"



Fotografía N°13: Muestra los cambios después del terremoto en Ichupampa.

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



Fotografía N°14: Se observa una pobladora de Ichupampa, Pobladores de Achoma, utilizando agua almacenada.

11.5.4 Necesidades

La población de Achoma en la persona del presidente de la junta de usuarios de agua, manifestó la necesidad urgente de construir la infraestructura que permita almacenar agua en las zonas altas.

Piden mayor presencia de las autoridades responsables de la gestión del agua (ANA), para poder encontrar solución a sus problemas de desabastecimiento.

Posibles conflictos

Hay conflictos actuales y potenciales por la distribución del agua de riego entre comunidades, lo cual se está acentuando con mayor fuerza, especialmente después de las sequías prolongadas este año, viéndose en la necesidad de reducir cada vez más el área de riego afectando su economía.

Un aspecto importante a resaltar es la percepción de los pobladores frente a grandes proyectos como es el caso de Majes Sigvas II, de lo que mencionan textualmente: “Nosotros cada año sufrimos de agua, nos peleamos entre hermanos por un poco de agua, sin embargo quieren llevar grandes cantidades de agua para regar tierras de los ricos, esos que pueden comprar hectáreas en Majes Sigvas, no vamos a permitirlo, queremos una compensación, exigimos un canon hídrico caso contrario nos veremos obligados a cortar canales”.

Un problema latente es la minería informal que además de afectar a los cuerpos de hielo, también aceleran la contaminación del agua, recurso principal para la buena salud de los humedales (lagunas, bofedales y cochas) y praderas nativas (pajonales), que a su vez son el sustento esencial para la supervivencia de los camélidos sudamericanos, principal agente económico del poblador andino de la zona.

Sin embargo también hay experiencias de empresas formales que brindan facilidades para una adecuada gestión de los recursos (Ver fotografía N°15).

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



Se muestra la colaboración con entidades públicas y privadas para realización de inspecciones en la Cordillera Chila.

Se observa al equipo Interinstitucional de Inspección Cordillera Chila.



Fotografía N° 15: Se muestra la forma de desplazamiento por seguridad en las inspecciones realizadas dentro de la Cordillera Chila.

12 CAPITULO VI – Conclusiones y Recomendaciones

12.1 Conclusiones

- Los pequeños cuerpos de hielo ubicados y constatados en campo en la Cordillera Chila, se encuentran en una etapa crítica de recesión y esto originará una serie de problemas de escasez hídrica y conflictos socio ambientales; en la actualidad (2016) según estimaciones de INAIGEM con imágenes *Sentinel 2, RGB* (espectro visible/fecha: 26/01/16), se cuenta con 0,24 km² de superficie glaciar y desde 1970 se ha perdido 33,9 km², el emblemático Mismi no cuenta con cobertura glaciar, lo que nos permite afirmar la TOTAL EXTINCIÓN de dicho nevado y la próxima desaparición del glaciar Huillcayo que abastece de agua a la comunidad de Lari.
- La escasez hídrica en los poblados de Ichupampa, Lari, Coporaque, Achoma, Yanque, Madrigal, Tapay, Chivay, Tuti. y Maca es muy crítica, el caudal de agua que utilizan a la actualidad para el riego de sus tierras es de 6l/s en los peores casos y en el mejor de los casos es de 80l/s, son caudales muy limitados que atentan contra la viabilidad de la actividad agrícola que está seriamente afectada.
- Los pobladores de la cuenca del Colca, se vienen adaptando ante la escasez del agua, mediante la tecnificación del riego (micro aspersión), además están dejando de ser agricultores e iniciando en el manejo de ganado lechero, traduciéndose en el cambio de la cédula de cultivo de papa, haba y maíz, pasando al cultivo de alfalfa. La economía local ahora es por la venta de leche (comunidad de Lari). y derivados de las alpacas en la parte alta (comunidad de Tuti).
- El agua en las comunidades de Tuti y Lari se encuentra en un rango de pH de 4 a 5,3, con temperaturas que varían de 3,26 a 13,77°C y hay que estudiar la capacidad de recuperación de los bofedales y sistemas que permiten retener el agua.



12.2 Recomendaciones

- Se recomienda ejecutar un plan de emergencia de siembra y cosecha de agua, en todos los cauces dentro del ámbito estudiando, también la construcción de pequeños muros de embalse, si bien el principal problema serán los sedimentos que colmatarán los embalses debido al tipo de suelo volcánico predominante en la zona, también se considera que la construcción de muros secuenciales aguas arriba servirán como sedimentadores.
- Es necesario la realización de investigaciones que se apliquen a la realidad, que permita proponer soluciones respaldadas y validadas de tipo geotécnico y forestal, para los problemas existentes.
- En las partes altas, la topografía es adecuada para la formación de "espejos de agua" mediante la formación de cochas (óptica ecosistémica) medida que podría cumplir tres funciones: almacenamiento temporal de agua, cultivo del *Nostoc* sp (cushuro) y riego de pastos naturales de junio a agosto.
- Estudiar en detalle la capacidad de recuperación de los bofedales y sistemas complejos que permiten retener el agua.

BIBLIOGRAFÍA

- ANA, U. . (2014). Inventario de Glaciares de las Cordilleras Huanzo, Ampato y Chila. Huaraz.: UGRH - ANA.
- Cabrera, M., Thouret, J. C. . (2000). Volcanismo monogenetico en el sur del Peru: Andagua y Huambo. Lima: X Congreso Peruano de Geología, SGP.
- Caldas V., J. (1993). Geología de los Cuadrángulos de Huambo (32-r) y Orcopampa (31-r) . Lima: INGEMMET.
- Hidrandina. (1988). Inventario de Glaciares del Perú. Huaraz: CONCYTEC.
- INEI. (2007). Censo poblacional . Lima: INEI.
- IPCC. (2001). Glosario de Terminos: Anexo B, Tercer Informe de Evaluación. IPCC, 198.
- Mariño J., Zavala B. (2010). CARTOGRAFIADO GEOLÓGICO DEL VALLE DE LOS VOLCANES DE ANDAHUA-ORCOPAMPA. XV Congreso Peruano de Geología. . Cusco p. 858-861: Resúmenes Extendidos. Sociedad Geológica del Perú, Pub. Esp. N° 9.
- MINAM. (2014). Guía Nacional de Valoración Económica del Patrimonio Natural. Lima: MINAM.
- MINAM. (2015). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. Lima: MINAM.



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

“Año de la consolidación del Mar de Grau”

Morales Arnao, C. (2004). *Las Cordilleras del Perú*. Lima: Consejo Editorial USMP. p. 201 (primera edición).

Morales, B. (2014). *Volcubulario Tecnico en Investigación en Glaciares / INAIGEM*. Huaraz: INAIGEM.

Morales., E. G. (2016). *Informe de Presentación (Plan de Manejo Ambiental y Plagas)*. Arequipa.: PSI - Ministerio de Agricultura.

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.



GLOSARIO DE TÉRMINOS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MOVIMIENTO GLACIAR.- Desplazamiento por efecto de la carga de nieve anual que tienen en la zona de acumulación, por gravedad de la constitución de su masa como un cuerpo semi plástico y por la pendiente misma del sub suelo, tienen un movimiento



continuo cuya velocidad es diferente de acuerdo a su posición, potencia glaciar y altura. (Morales, 2014).

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

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

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

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

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

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

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

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

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