



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



TERRITORIO SEGURO Y RESILIENTE

CARACTERÍSTICAS Y OPORTUNIDADES
DEL TERRITORIO EN UN CONTEXTO
DE CAMBIO CLIMÁTICO

MANCOMUNIDAD MUNICIPAL
WARAQ

DIAGNÓSTICO TERRITORIAL,
TENDENCIA DEL CLIMA, Y ESTRATEGIAS
DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

2017

TERRITORIO SEGURO Y RESILIENTE

CARACTERÍSTICAS Y OPORTUNIDADES
DEL TERRITORIO EN UN CONTEXTO
DE CAMBIO CLIMÁTICO

MANCOMUNIDAD MUNICIPAL
WARAQ

DIAGNÓSTICO TERRITORIAL,
TENDENCIA DEL CLIMA, Y ESTRATEGIAS
DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
2017

Elaborado para
The Mountain Institute por:

Anaïs Zimmer
Daniel Montes

Proyecto:
**Asegurando el Agua y los Medios
de Vida en las Montañas**

USAID Award Number:

AID-527-A-14-00001

This document was produced for review by the United States Agency for International Development. It was prepared by The Mountain Institute for the Securing Mountain Waters and Livelihoods Project, contract number AID-527-A-14-00001

Disclaimer

The author's views expressed in this publication do not necessarily reflect the views of the United States Agency for International Development or the United States Government



CONTENIDO

ACRÓNIMOS	7		
PRÓLOGO	9		
1 TERRITORIOS SEGUROS	10		
1.1 Enfoque territorial para la adaptación al cambio climático (ACC)	10		
1.2 Enfoque territorial para planificar el “desarrollo resiliente”	10		
1.3 Relación entre clima, territorio y planificación del desarrollo para la toma de decisiones frente al CC	12		
1.4 Aplicación práctica del atlas para la ACC	12		
1.5 Información adicional complementaria al Manual Geográfico	13		
2 GENERALIDADES DE LA MANCOMUNIDAD MUNICIPAL WARAQ	15		
2.1 Caracterización del territorio	15		
2.2 Crecimiento intercensal de la población	18		
2.3 Nivel educativo	20		
2.4 Geografía del territorio de la Mancomunidad Municipal Waraq en Ancash	20		
2.5 Fines y objetivos de formación de la Mancomunidad Municipal Waraq	22		
2.6 Dinámicas de la MMW	23		
2.6.1 Agricultura – Biodiversidad Agrícola	23		
2.6.2 Ganadería – Producción Pecuaria	26		
2.7 Actividades productivas adicionales	27		
3 CLIMA Y TERRITORIO	28		
3.1 Heterogeneidad climática	28		
3.2 Características de la cobertura vegetal del territorio	32		
3.3 Características geológicas y geomorfológicas del territorio	34		
3.4 Caracterización general de los recursos hídricos del territorio de la MMW	35		
4 PELIGROS CLIMÁTICOS Y TENSIONES EN EL TERRITORIO	37		
4.1 Problemática del CC en relación al retroceso de los glaciares	43		
4.2 Cambio climático, percepciones y vacíos de información científica	46		
4.2.1 Percepciones de los pobladores de la MMW sobre el CC	48		
4.2.2 Modelos climáticos para la adaptación al cambio climático	50		
		5 HERRAMIENTAS PARA LA ADAPTACIÓN Y LA GESTIÓN DEL TERRITORIO	55
		5.1 PAAL como herramienta de ACC y su metodología	56
		5.2 Plan de Desarrollo y Acciones de Adaptación en el Territorio Local (PDT)	57
		5.3 Herramientas de comunicación	59
		5.3.1 Atlas Interactivo para la Adaptación	60
		5.3.2 Red de comunicadores de la Mancomunidad Municipal Waraq	60
		5.4 Sistema de Información Ambiental Regional	60
		5.5 Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos	61
		6 ALTERNATIVAS INNOVADORAS Y DE ADAPTACIÓN	63
		6.1 Plan de acción local para la adaptación al cambio climático en la MMW	63
		6.2 Plan de Desarrollo Territorial	67
		6.3 Acciones y proyectos para la adaptación	69
		7 ALIADOS PARA LA ADAPTACIÓN	73
		7.1 Especialistas en información como aliados para la toma de decisión	73
		7.1.1 Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo y sus facultades	73
		7.1.2 Aliados potenciales para la Mancomunidad Municipal Waraq	74
		7.2 Aliados técnicos	75
		7.3 Oportunidades de financiamiento para municipalidades y mancomunidades municipales	77
		ANEXOS	83
		BIBLIOGRAFÍA	88

ACRÓNIMOS

ACC	Adaptación al Cambio Climático
AAMVM	Asegurando el Agua y los Medios de Vida en las Montañas, proyecto ejecutado por IM, financiado por USAID
CC	Cambio Climático
CENAGRO	Censo Nacional Agropecuario
CP	Centro Poblado
DEM	Modelo Digital de Elevación (Digital Elevation Model)
ECA	Estudio de Calidad Ambiental
FONCODES	Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social
GIRH	Gestión Integrada de Recursos Hídricos
GLOF	Glacial Lake Outburst Flood - Peligro de aluvión por desembalse de laguna glaciar
GRADE	Grupo de Análisis para el Desarrollo
IM	Instituto de Montaña o The Mountain Institute (TMI su sigla en inglés)
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JASS	Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento
MM	Mancomunidad Municipal
ONG	Organización no Gubernamental
PALA	Plan de Acción para la Adaptación Local , o Plan de Acción Local para la Adaptación (PALA)
PIP	Proyecto de Inversión Pública
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad Agraria
SNPMAGI	Sistema Nacional de Programaciones Multi Anual y Gestión de Inversiones



PRÓLOGO

Frente a las condiciones de cambio climático en ambientes de montaña, el conocimiento del territorio y la organización social garantizan la subsistencia de las poblaciones que de estos territorios dependen.

En este sentido, la Mancomunidad Municipal Waraq ha venido desarrollando estrategias de adaptación a través de la participación de las comunidades y el re-conocimiento de su territorio, promoviendo así un desarrollo resiliente ante las nuevas condiciones ambientales.

Este documento busca ser una herramienta de utilidad para la gestión de estrategias de Adaptación al Cambio Climático (ACC). Presenta las principales características físicas y sociales de la Mancomunidad Municipal Waraq y, además, en forma de atlas, el análisis realizado de la información generada por el Instituto de Montaña y colaboradores.

Este documento también contiene información sobre los proyectos e innovaciones que se han venido realizando en la mancomunidad, así como sobre las problemáticas a las que se enfrenta la población, de modo que las alternativas de adaptación aplicadas en este territorio sirvan de ejemplo para el desarrollo resiliente de otras comunidades.

1. TERRITORIOS SEGUROS

1.1 Enfoque territorial para la adaptación al cambio climático

La Adaptación al Cambio Climático (ACC), definida por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), es el “ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes... se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos”.

El conocimiento del territorio por los protagonistas de la adaptación, entidades territoriales y locales es clave y constituye el centro de la estrategia territorial, lo que permite el planteamiento de nuevas vías de desarrollo.

El enfoque territorial procura la integración de la visión local con la regional y la nacional:

- (1) Permite a los agentes integrar las características del entorno: objetivos de desarrollo, recursos, amenazas, y usar el conocimiento local para poder construir acciones colectivas y organizarse en torno a nuevas ideas para un desarrollo resiliente.
- (2) Induce a la integración de la institucionalidad pública y privada y el empoderamiento de los actores locales participantes, aspectos fundamentales para la generación de procesos de planificación territorial.

Su éxito dependerá de la capacidad colectiva de aprehender la realidad local, de articular las prioridades y de organizarse en torno a los recursos disponibles para generar acciones de política pública local que ayuden a gestionar estrategias de adaptación ante el cambio climático (Farrel, 1999).

1.2 Enfoque territorial para planificar el “desarrollo resiliente”

El desarrollo resiliente en relación al clima busca asegurar que las poblaciones, comunidades, empresas y organizaciones sean capaces de hacer frente a la variabilidad climática actual, así como adaptarse a futuros cambios de clima (IM, 2014).

Su planificación tendrá que ajustarse a las características del territorio en el que se implemente, por lo que es necesario partir de un enfoque territorial. Este enfoque permitirá entender las características y condiciones particulares de un determinado territorio geográfico.

En las regiones de alta montaña tropical donde el clima es sumamente variable, la agricultura y la ganadería han evolucionado de manera que la economía de

familias y poblaciones pueda absorber el riesgo. Sin embargo, los cambios en la estacionalidad, en la variabilidad histórica del clima y la presencia de nuevos extremos nos llevan a considerar la relación entre clima, territorio y desarrollo. La planificación del desarrollo territorial con un enfoque de adaptación incorpora la pregunta por el clima actual y futuro (USAID 2007, 2012) con el propósito de asegurar que la sostenibilidad de los objetivos de desarrollo planteados por la población no se vea afectada. Si bien la pregunta por el clima es clave, el nivel de inversión necesario para entender sus impactos varía según el tipo de intervención. Como ilustra la Figura 1, por un lado, hay objetivos de desarrollo humano básicos, como la disminución de la desnutrición infantil, que no requieren en sí mismos de conciencia e información climática detallada pero que son importantes para lograr una población resiliente. Mientras que, por otro lado, hay medidas de adaptación explícitas que buscan reducir un impacto esperado del clima como la disminución en la disponibilidad del agua. Las dos clases de intervención (generales y explícitas) están relacionadas.

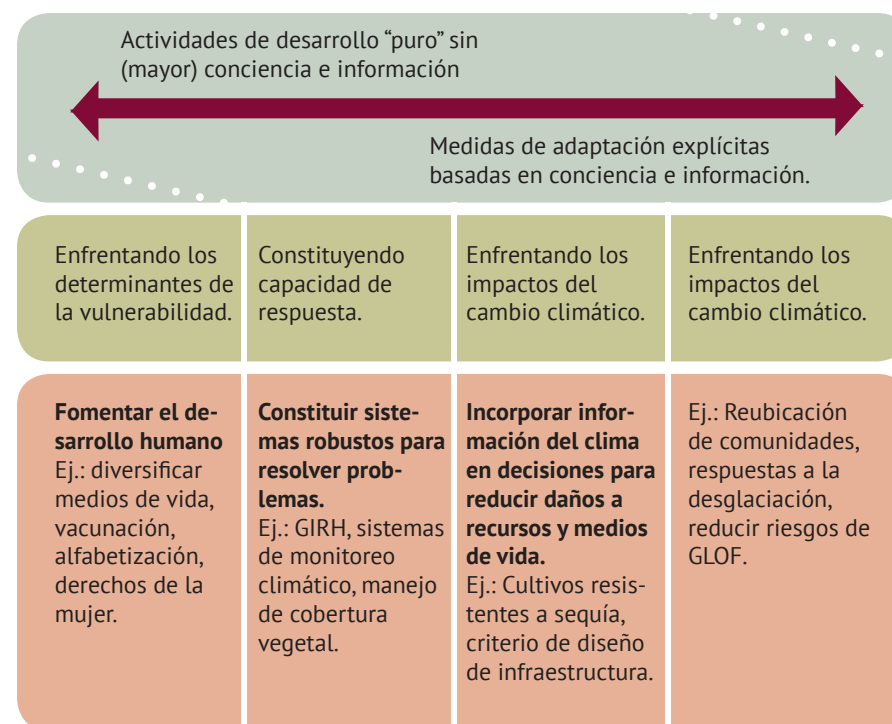


Figura. 1. El rol de la información climática en el desarrollo (USAID 2007)

GIRH: Gestión Integrada de Recursos Hídricos

GLOF: Glacial Lake Outburst Flood - Peligro de aluvión por desembalse de laguna glaciar

1.3 Relación entre clima, territorio y planificación del desarrollo para la toma de decisiones frente al cambio climático

Para una adecuada gestión de estrategias de adaptación al cambio climático y para lograr un desarrollo resiliente que permita la sostenibilidad de las comunidades, es necesario contar con una planificación del desarrollo basada en el entendimiento de la dinámica clima - territorio. Esta dinámica puede entenderse como el conjunto de condiciones que permiten el desarrollo y la evolución de múltiples ecosistemas, los cuales, a su vez, proveen a las comunidades diversos servicios ecosistémicos.

Los servicios ecosistémicos “son aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas, tales como la regulación hídrica en cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la belleza paisajística, la formación de suelos y la provisión de recursos genéticos, entre otros. Los servicios ecosistémicos constituyen patrimonio de la nación.” (Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos- Ley N° 30215 – MINAM)

Así, para garantizar la sostenibilidad de las comunidades frente al cambio climático resulta fundamental conocer las funciones que desarrollan los ecosistemas presentes en los territorios que habitan, conocimiento a partir del cual se desarrollan estrategias de adaptación al cambio climático.

1.4 Aplicación práctica del atlas para la ACC

El presente atlas busca sintetizar y presentar la información disponible sobre el territorio de la Mancomunidad Municipal Waraq, además de proponer herramientas para la generación de estrategias de ACC como el Plan de Acción Local para la Adaptación (PAAL).

Tiene por base la información generada por el Instituto de Montaña y otras Instituciones que actúan en la zona:

- Diagnósticos de la Mancomunidad Municipal Waraq – IM
- Estudio de vulnerabilidad y adaptación de los recursos naturales al cambio climático-IM
- Estudios de las percepciones de los pobladores – UNESCO-IM
- Caracterización de la población – GRADE-IM

3. INEI. Censo Nacional de Población y Vivienda, 2007.

- Información censal – INEI
- Evaluación del clima y de la evolución de los glaciares y los recursos hídricos – SENAMHI
- Proyecto Construyendo capacidades científicas sociales e institucionales para el manejo y reducción de avalanchas de lagos glaciares en la Cordillera Blanca, Perú (HIMAP-IM)
- Programa de monitoreo de agua de Quillcayhuanca – INAIGEM
- Field Course Geo-ecological Systems, Universidad de Amsterdam (UvA)
- Estudios realizados por estudiantes de la UNASAM a través del programa de pasantía formativa del Instituto de Montaña, durante la implementación del proyecto AAMVM.

1.5 Información adicional complementaria al Manual Geográfico

Además del presente documento que sintetiza las características y oportunidades del territorio de la Mancomunidad Waraq en un contexto de Cambio Climático, puede hallarse en línea información más detallada y mapas interactivos del territorio.

Se puede encontrar la siguiente información adicional en :
<http://mountain.pe/estudios-y-documentos/>

- **Diagnóstico de la Mancomunidad Waraq**
Estudio realizado en consulta con la población y autoridades de la mancomunidad para efectos de contar con el contexto y línea de base de las intervenciones del proyecto.
- **Estudios de las percepciones de los pobladores – UNESCO - IM**
Encuesta con representatividad estadística de las percepciones sobre el cambio del clima, los riesgos en la agricultura y ganadería causados por eventos extremos del clima, y las respuestas de la población.
- **-Sistema de información geográfica de la subcuenca de Quillcay – MINAM**
Resumen de la construcción y características de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que contiene datos espaciales pertinentes a los efectos del cambio climático en la subcuenca del río Quillcay.
- **Vulnerabilidad y adaptación de los recursos naturales al cambio climático – Instituto de Montaña**
Estudio sobre las vulnerabilidades de la subcuenca Quillcay a partir del análisis de las microcuencas Paria y Auqui, exponiendo los impactos del

cambio climático sobre los recursos de la subcuenca. Además, se presentan mapas de riesgos y opciones para la adaptación al cambio climático.

- **Caracterización socioeconómica de la población y tendencias de cambio (1994-2012)– GRADE**

Análisis de las características actuales (2012) de la economía y la sociedad rural en el territorio de la mancomunidad que nos permite mostrar los principales cambios que registra la demografía, la composición de cultivos y ganadería, su productividad y destino de la producción. Los cambios tienen relación con múltiples factores causales, entre ellos el cambio en los patrones conocidos del clima.

Estudios del programa de pasantía formativa desarrollado por el IM:

- Caracterización agrológica de los suelos y del requerimiento hídrico del bloque de riego Challhuaruri. Oswaldo Miguel Lugo Valdiviano, 2016.
- Estudio hidrológico para la determinación de la disponibilidad hídrica superficial para diversos escenarios para la cuenca del Río Santa Catalina. Hugo Roque Tarazona, 2016.
- Valoración ambiental y socioeconómica de los recursos hídricos de la subcuenca Quillcay. Catherine Vanessa de la Cruz Henostroza, 2016-2017.
- Diagnóstico de los recursos forestales en la zona de amortiguamiento de la subcuenca Quillcay. Verónica Pamela Castro Maguiña, 2016-2017.
- Evaluación de la probabilidad de ocurrencia de avalanchas de hielo en las lagunas de Pacllash, Huallcacocho, Rajucolta, Cochca y Tullparaju. Diego Armando Justiniano Asnate, 2016-2017.
- Gestión de información hidrometeorológica del Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo (CIAD) - UNASAM y soporte en la elaboración de indicadores ambientales para el SIAR- Ancash. Danny Emerson Robles Sánchez y Dayana Lucero Acuña Valverde, 2016-2017.
- Desarrollo e implementación de un sistema móvil para la difusión de información obtenida por el centro de investigación ambiental para el desarrollo ambiental-CIAD-UNASAM. Gessabel Kare Patricio Tipián, 2016-2017.

- Evaluación del nivel de peligrosidad de las lagunas proglaciares de la Cordillera Blanca inventariadas por la UGRH-ANA. Jhon Walter León, 2016.

Red de Estaciones Hidrometeorológicas

El SENAMHI dispone de una red con estaciones meteorológicas automáticas. Datos disponibles en <http://www.peruclima.pe/?p=estaciones-automaticas>

Atlas Interactivo para la Adaptación

Es un Mini Atlas Virtual que presenta una síntesis de información y herramientas para apoyar procesos de planificación y gestión del territorio, fomentando la necesidad de pensar “Clima - Gestión del Territorio - Planificación del desarrollo sostenible”. Este atlas virtual e interactivo busca sintetizar y presentar la información disponible sobre el territorio de la Mancomunidad Municipal Waraq, además de brindar apoyo a herramientas de adaptación al cambio climático como el Plan de Acción Local para la Adaptación (PAAL).

El Atlas tiene por base la información generada por el proyecto “Asegurando el Agua y los Medios de Vida en las Montañas (TMI-USAID).

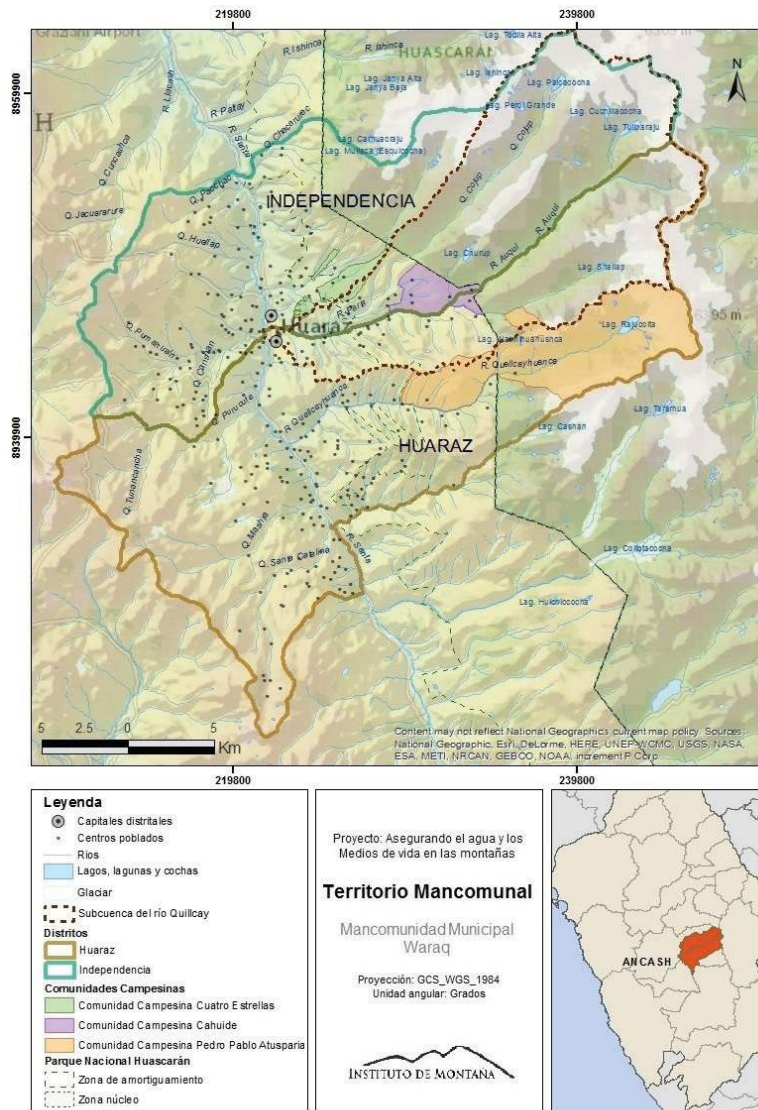
Enlace web: <http://arcg.is/2sz2zyY>

2. GENERALIDADES DE LA MANCOMUNIDAD MUNICIPAL WARAQ

2.1 Caracterización del territorio

La Mancomunidad Municipal Waraq (MMW) se ubica en la zona central del departamento de Ancash, en una altitud que va desde los 2 955 hasta los 5 878 msnm. Además, posee una superficie total de 775.94 km² y abarca la totalidad de los distritos de Huaraz e Independencia. (Ver Imagen N° 1)

Imagen N° 1: Mapa del territorio mancomunal



Fuente: MINEDU
Elaboración: TMI, 2017

1.- De acuerdo a los perfiles de elevación de Google Earth

En su territorio se ubican aproximadamente 332 centros poblados, entre anexos, caseríos, asentamientos urbanos, barrios o cuarteles, centros poblados dispersos y dos ciudades, Huaraz y Centenario. Además, dentro de su territorio se encuentran tres comunidades campesinas reconocidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (INEI, 2007):

- CC. Cahuide: Formada en 1975. Para el año 2009 se registraron 97 familias.
- CC. Cuatro Estrellas: Formada en 1976. Para el 2009 se registraron 189 familias.
- CC. Pedro Pablo Atusparia: Formada en 1975. Para el 2009 se registraron 189 familias.

En cuanto a la población, según el Censo Nacional realizado en 2007, en la MMW se registró 119 039 habitantes, siendo la población urbana la más representativa, alcanzando un aproximado del 84% de la población total. De esta población, 75 785 habitantes habitan en las capitales distritales, Huaraz y Centenario - aproximadamente el 77% de la población urbana. (Ver gráficos N° 1 y 2 y Anexos N° 1 y 2)

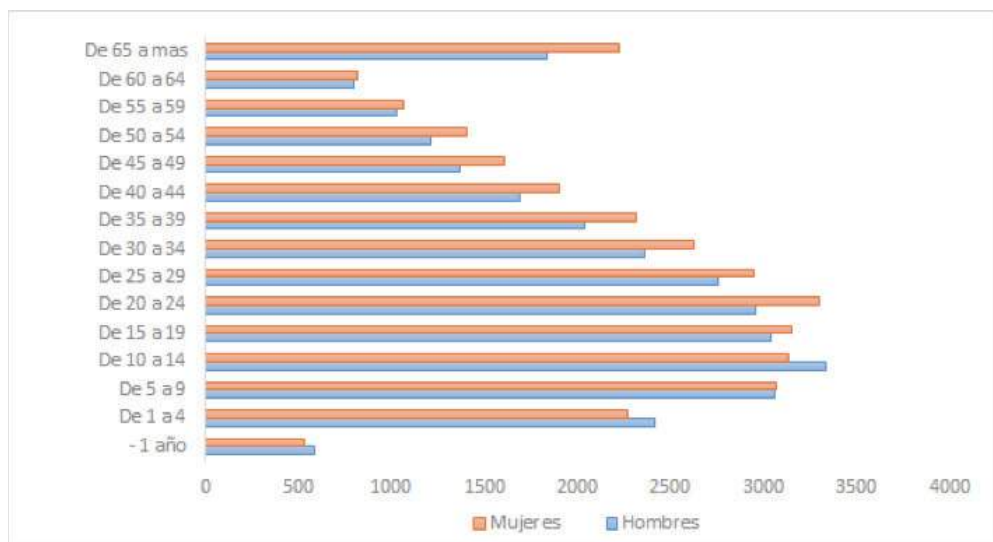
Gráfico N° 1: Población total por distrito Gráfico N° 2: Población urbana y rural



Fuente INEI

La población de la mancomunidad es homogénea en cuanto a género y relativamente joven, conformando aquellos que se encuentran entre los 10 y los 35 años de edad el grupo que aglomera el 47% de la población total. Además, la población posee una distribución saludable en cuanto a los grupos por edades, debido a que la población aumenta en los grupos más jóvenes y disminuye en los grupos de adultos mayores. (Ver gráfico N° 3 y Anexo N° 3)

Gráfico N° 3: Población de la Mancomunidad Municipal Waraq según Género y Edad



2.2 Crecimiento intercensal de la población

De los datos censales, se puede observar que la población de ambos distritos ha aumentado desde 1993, siendo el distrito de Independencia el que ha tenido mayor crecimiento. También se puede observar que la población urbana es la que más ha incrementado en ambos distritos, mientras que la población rural ha disminuido. (Ver gráficos N° 4 y 5 y Anexo N° 4 y 5)

Gráfico N° 4: Evolución de la población

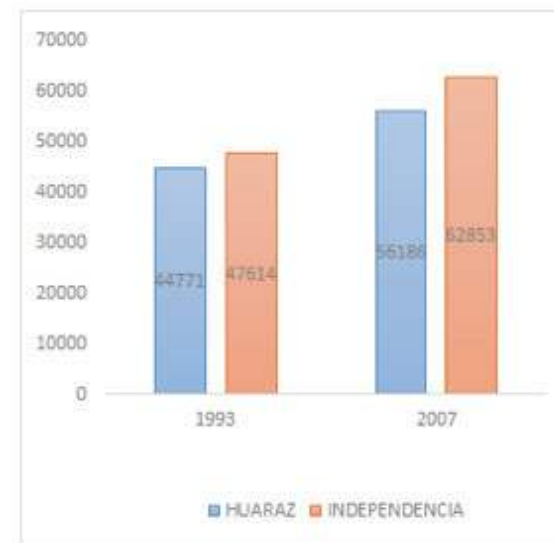
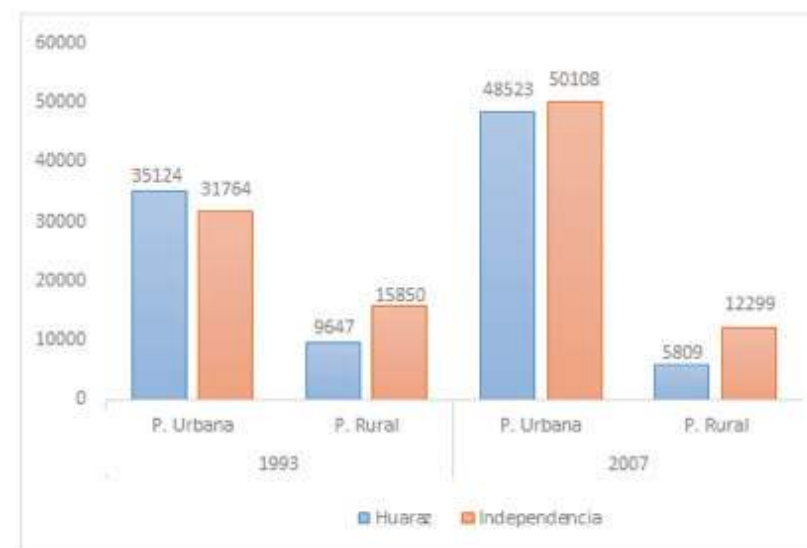


Gráfico N° 4: Evolución de la población urbana y rural

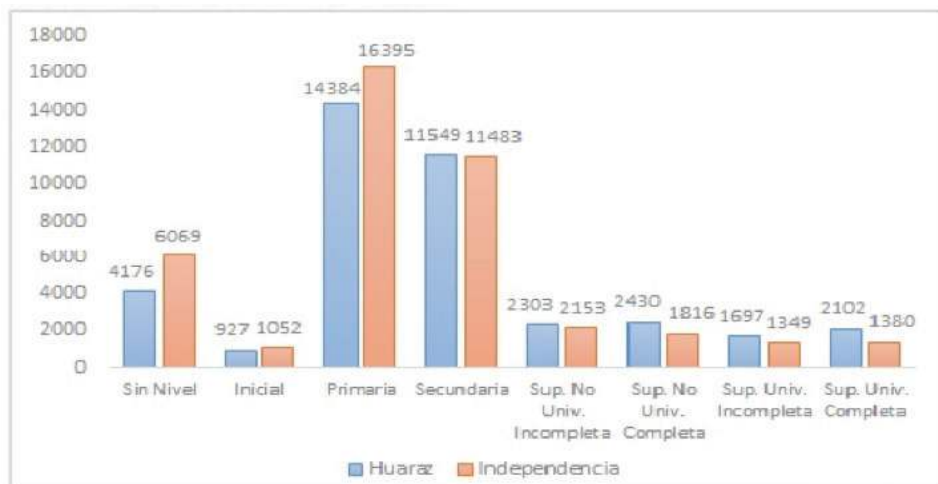


Fuente INEI

2.3 Nivel educativo

El nivel educativo de la población es relativamente alto en comparación con otros sectores de la región de Ancash (INEI, 2007). Se puede notar que gran parte de la población ha alcanzado estudios al nivel de secundaria y al menos el 32% del total de la población ha recibido alguna educación superior, cifras que han aumentado en comparación con las registradas en el censo de 1993. A pesar de esto, se ha registrado población que no cuenta con ningún nivel educativo y también aquellos que no especificaron qué nivel educativo han alcanzado. (Ver gráfico N° 6 y Anexo N° 6)

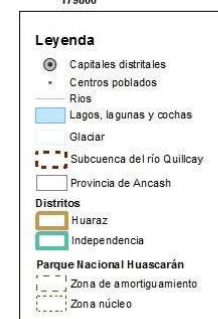
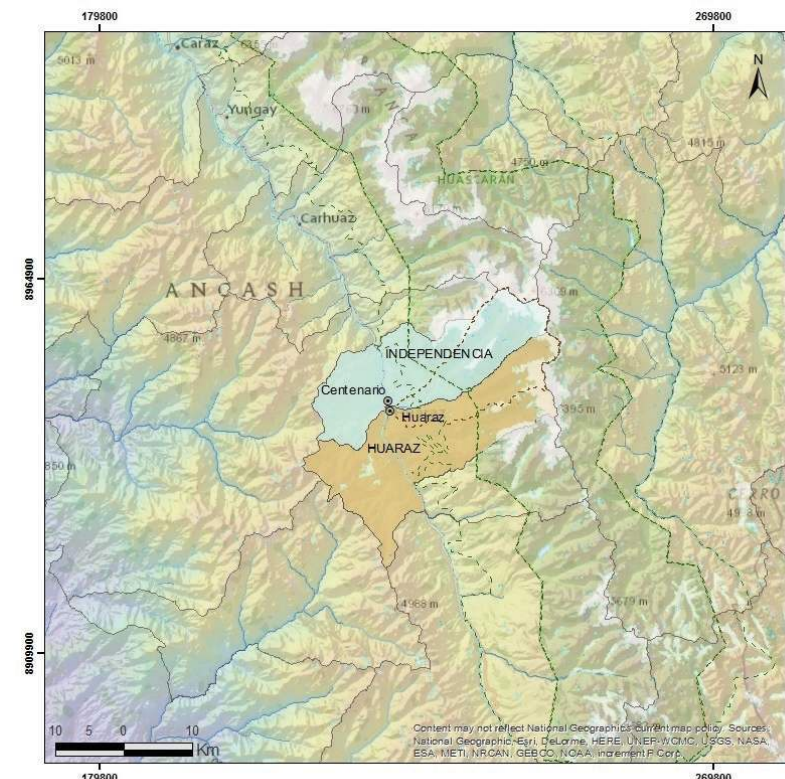
Gráfico N° 6: Nivel educativo alcanzado por distrito



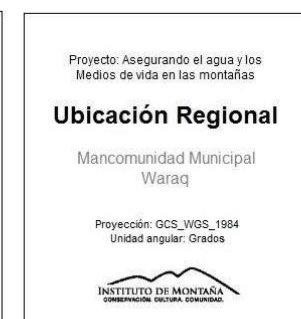
Fuente INEI

2.4 Geografía del territorio de la Mancomunidad Municipal Waraq en Ancash

La Mancomunidad Municipal Waraq se encuentra dentro del Callejón de Huaylas, al interior del departamento de Ancash. Limita por el norte con el distrito de Jangas y Taricá de la provincia de Huaraz; por el sur, limita con el distrito de Olleros de la provincia de Huaraz, con el distrito de Recuay de la provincia de Recuay y con el distrito de la Merced de la provincia de Aija; por el oeste, limita con los distritos de Pira y La Libertad de la provincia de Huaraz; y por el este, limita con los distritos de Huari y Huantar de la provincia de Huari. Además, aproximadamente el 30% del territorio mancomunal – sector oriental – se encuentra dentro del Parque Nacional Huascarán. (Ver Imagen N° 2)



Fuente: MINEDU
Elaboración: TMI, 2017



Fuente: MINEDU
Elaboración: TMI 2017

2.5 Fines y objetivos de formación de la Mancomunidad Municipal Waraq

La MMW fue consolidada el 5 de noviembre del 2013 bajo la Resolución de Secretaría de Descentralización N° 054-2013-PCM/SD por el acuerdo de la Municipalidad Provincial de Huaraz y la Municipalidad Distrital de Independencia con el fin de promover (1) El desarrollo y la seguridad territorial; (2) La participación ciudadana; y (3) El mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Consecuentemente, la MMW queda regida bajo lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 046-2010-PCM, Reglamento de la Ley N° 29029 - Ley de la Mancomunidad Municipal, la misma que fue modificada por la Ley N° 29341. Esta última desarrolla, entre otros aspectos: a) los pasos para su constitución; b) la estructura orgánica básica; c) el procedimiento para la delegación de competencias y funciones; d) el régimen de provisión de personal; y e) la aplicación del Sistema Nacional de Programaciones Multi Anual y Gestión de Inversiones (SNPMAGI)

Las líneas de acción de la Mancomunidad Municipal Waraq se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 1: Ejes o líneas de acción de la Mancomunidad Municipal Waraq

Eje de desarrollo territorial y medio ambiente	a.1	Generar altos niveles de competitividad, sustentado en la integración física, económica y social, en el ámbito territorial de la mancomunidad municipal, orientados por el manejo sostenible y sustentable de los recursos naturales y el respeto por el ambiente.
	a.2	Desarrollar capacidades para la gestión integral e integrada de los recursos hídricos de las subcuencas y microcuencas, y el ecosistema de montaña de las cabeceras de cuencas.
	a.3	Contribuir al diseño e implementación de la planificación y ordenamiento territorial, del desarrollo urbano y rural, y la zonificación económica y ecológica participativa, concertada y articulada.
	a.4	Ejecutar proyectos y prestar servicios dirigidos a la adaptación a los impactos del cambio climático.

	a.5	Contribuir al diseño de políticas públicas para la conservación y protección del medio ambiente, especialmente las orientadas a atenuar los impactos del cambio climático.
Eje de desarrollo económico productivo	b.1	Promover el desarrollo económico local y territorial, impulsando, en forma prioritaria, la actividad agrícola, pecuaria y turística, para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria.
	b.2	Promover y ejecutar planes, programas y proyectos de alcance intermunicipal, de mayor impacto y cobertura.
Eje de desarrollo institucional	c.1	Desarrollar capacidades técnicas y profesionales de los servidores, funcionarios y autoridades políticas de las municipalidades que la conforman y de la mancomunidad municipal, en gestión pública y gobernabilidad, con enfoque participativo y territorial.

Fuente: El Peruano

2.6 Dinámicas de la MMW

De acuerdo al diagnóstico de la Mancomunidad Municipal Waraq, el principal sistema de producción en la mancomunidad es agropecuario. Esto debido a sus principales recursos naturales: (1) Suelos fértiles para la agricultura; (2) pastos naturales para la ganadería; (3) pequeños bosques de pinos y quenuales; (4) biodiversidad; y (5) recursos hídricos².

Las actividades productivas de mayor importancia son las siguientes:

- Agricultura
- Ganadería de animales menores
- Turismo
- Producción de plantas medicinales
- Piscicultura a pequeña escala

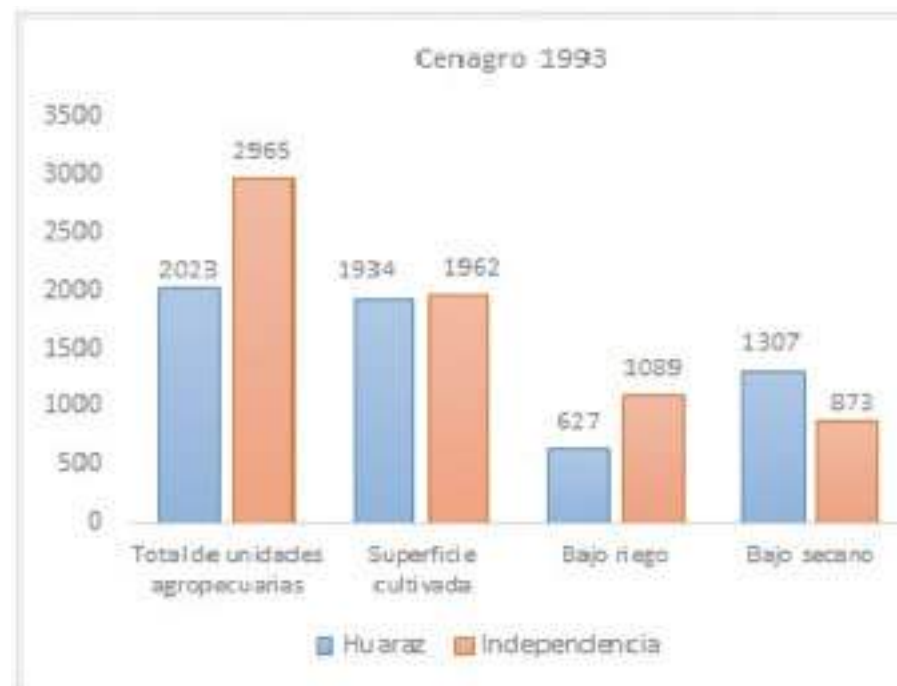
2.6.1 Agricultura – Biodiversidad Agrícola

La agricultura es una de las principales actividades productivas de la mancomunidad y en ambos distritos es destinada tanto para el autoconsumo como para el comercio.

2. Zimmer, Anaïs. Diagnóstico de la Mancomunidad Municipal Waraq, 2015.

En cuanto a las variaciones intercensales relacionadas a esta actividad, se puede observar que para el caso del distrito de Independencia, la superficie cultivada se ha reducido desde el Censo Agropecuario de 1993, a pesar de que las unidades agropecuarias han aumentado, mientras que para el caso del distrito de Huaraz, la superficie cultivada ha aumentado. También se puede observar cambios en la cantidad de superficie cultivada bajo los sistemas de riego y seco, lo cual puede deberse a los cambios en la disponibilidad de los recursos hídricos, lo que se evidencia en las proporciones de los cultivos trabajados bajo sistema de riego o seco registradas en el III y IV Censo Agropecuario³. (Ver gráfico N° 7 y 8 y Anexo N° 7 y 8)

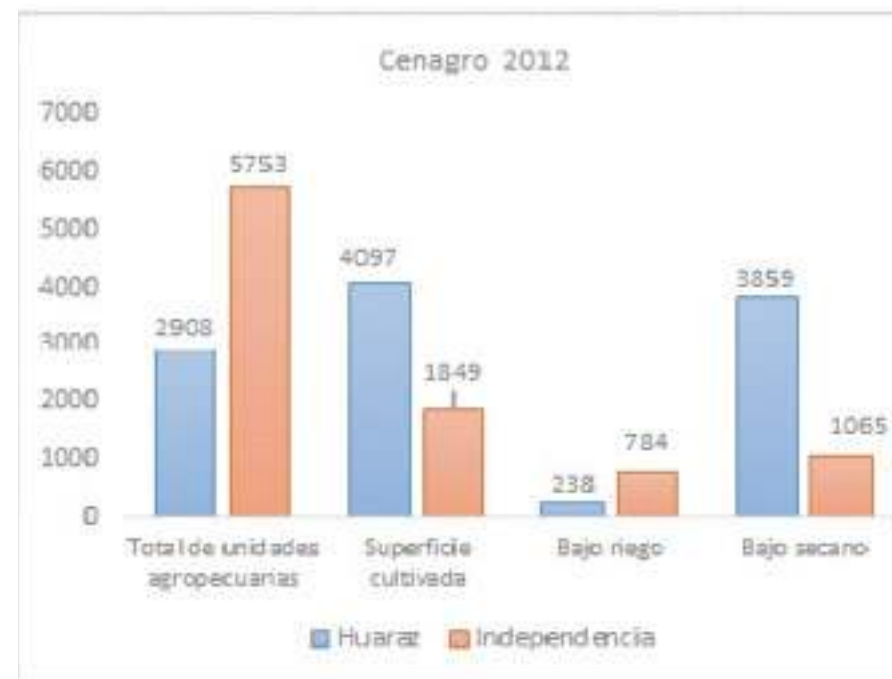
Gráfico N° 7: Unidades agropecuarias y superficie cultivada, 1993



Fuente: INEI

3. Censo Nacional Agropecuario, 1993 y 2012.

Gráfico N° 8: Unidades agropecuarias y superficie cultivada, 2012



A pesar de estos cambios, los principales cultivos siguen siendo los mismos desde el Censo Agropecuario de 1993: papa, cebada, maíz amiláceo, maíz choclo, trigo y hortalizas en general⁴. (Ver tabla N° 2)

Tabla N° 2: Principales cultivos de la mancomunidad

	Cenagro 1993	Cenagro 2012
Huaraz	Papa, trigo, cebada	Cebada, maíz amiláceo, trigo, hortalizas y tubérculos en general
Independencia	Papa, trigo, cebada	Cebada, maíz amiláceo, maíz choclo, trigo, hortalizas y tubérculos en general.

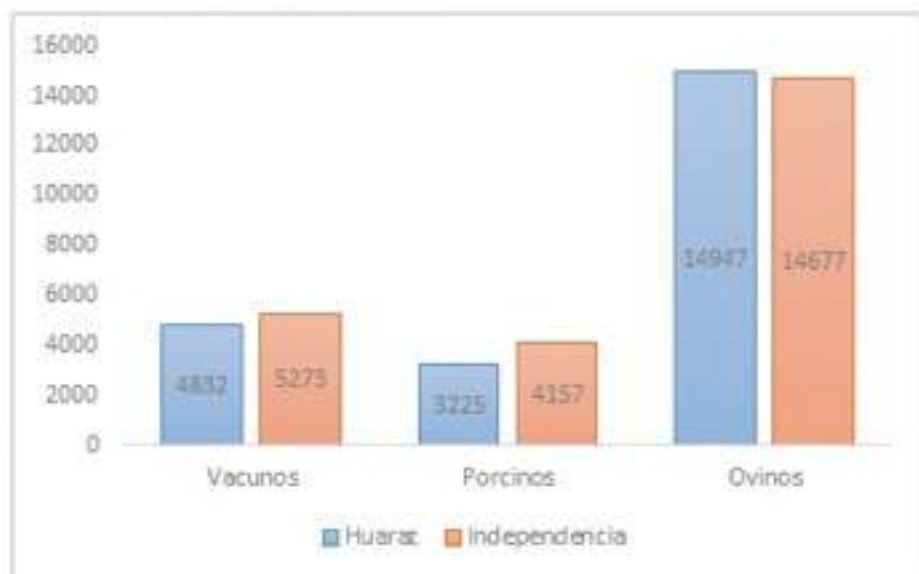
Fuente: INEI

4. Censo Nacional Agropecuario, 1993 y 2012.

2.6.2 Ganadería – Producción Pecuaria

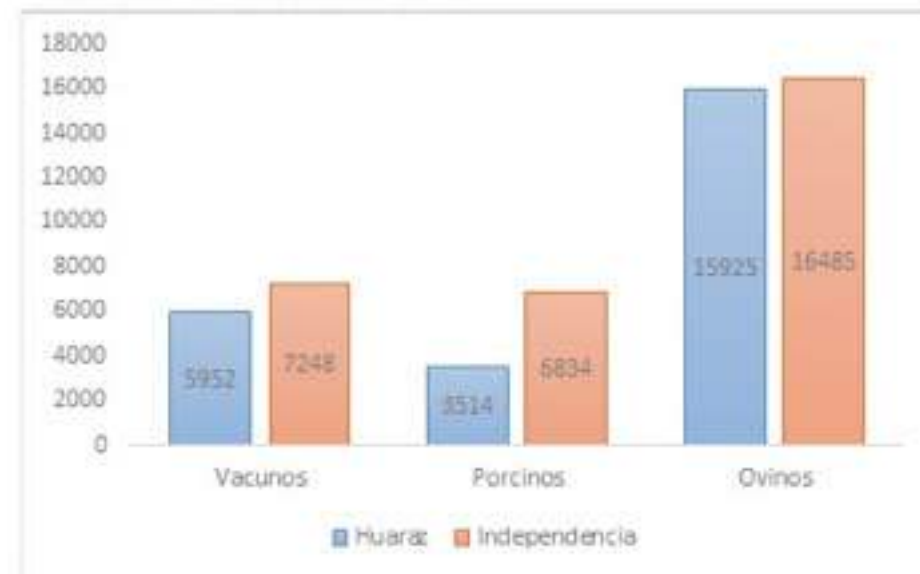
La segunda actividad productiva más importante en la mancomunidad es la actividad pecuaria, la cual se caracteriza por la ganadería familiar de pequeña escala, que se lleva a cabo en los terrenos familiares, y la ganadería a gran escala, que se lleva a cabo en las zonas altas donde se encuentran más pastos. En esta actividad predomina la crianza de ganado ovino, vacuno y porcino, sin embargo, y de acuerdo a las entrevistas realizadas para la elaboración del diagnóstico de la mancomunidad, esta se encuentra en una situación vulnerable debido a la falta de pastos y la reducción de los recursos hídricos, por lo que los pobladores perciben que la producción ganadera ha disminuido y la consideran como una actividad productiva “débil”.⁵ A pesar de esto, se puede observar que, comparando los resultados del III y IV Censo Agropecuario, la producción pecuaria ha tendido a aumentar. (Ver gráficos N° 9 y 10 y Anexos N° 9 y 10).

Gráfico N° 9: Producción pecuaria, 1993



5. Zimmer, Anaís. Diagnóstico de la Mancomunidad Municipal Waraq, 2015.

Gráfico N° 9: Producción pecuaria, 2012



2.7 Actividades productivas adicionales

Además de las actividades agropecuarias descritas, hay otras actividades reconocidas por los pobladores que aportan a la economía de la mancomunidad. Entre estas, se encuentran actividades como pequeños comercios, servicios de transporte, turismo, educación, etc., además de la producción de plantas medicinales y piscicultura a pequeña escala, actividades que surgen como alternativas económicas ante la reducción en la producción agropecuaria.⁶

6. Zimmer, Anaís. Diagnóstico de la Mancomunidad Municipal Waraq, 2015.

3. CLIMA Y TERRITORIO

3.1 Heterogeneidad climática

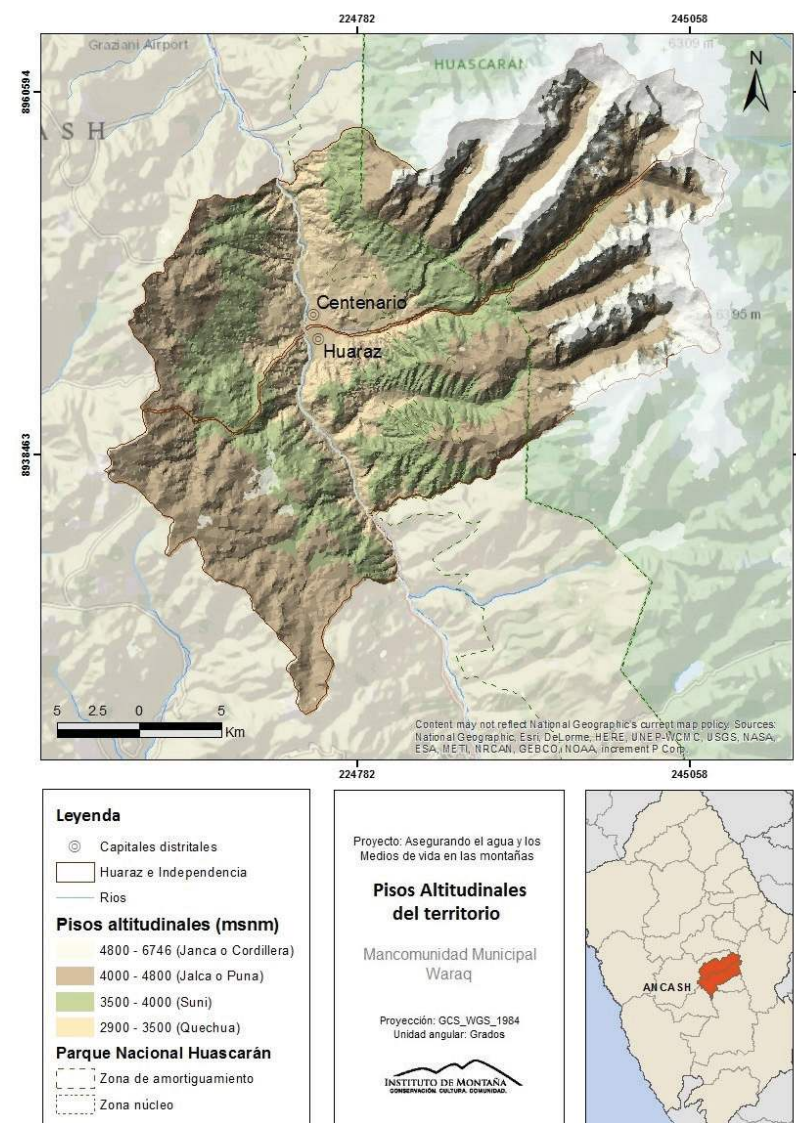
Dentro del territorio de la MMW se pueden encontrar 4 tipos de pisos altitudinales según la clasificación de Pulgar Vidal. La tabla N° 3 da cuenta del tipo de clima por pisos altitudinales.

En líneas generales, se puede observar que el territorio mancomunal tiene las características del piso Quechua en un 30%, Suni en un 20%, Puna en un 40% y Janca en un 10%. Estas altitudes, junto a sus características climáticas, determinan los ecosistemas presentes en este territorio. (Ver Imagen N° 3 y Tabla N° 3).

Tabla N° 3: Clima por piso altitudinal

Altitud	Región	Clima
> 4800 msnm	Janca o Cordillera	Muy frío
4000 - 4800 msnm	Puna o Jalca	Frío
3500 - 4000 msnm	Suni	Templado a frío
2300 - 3500 msnm	Quechua	Templado

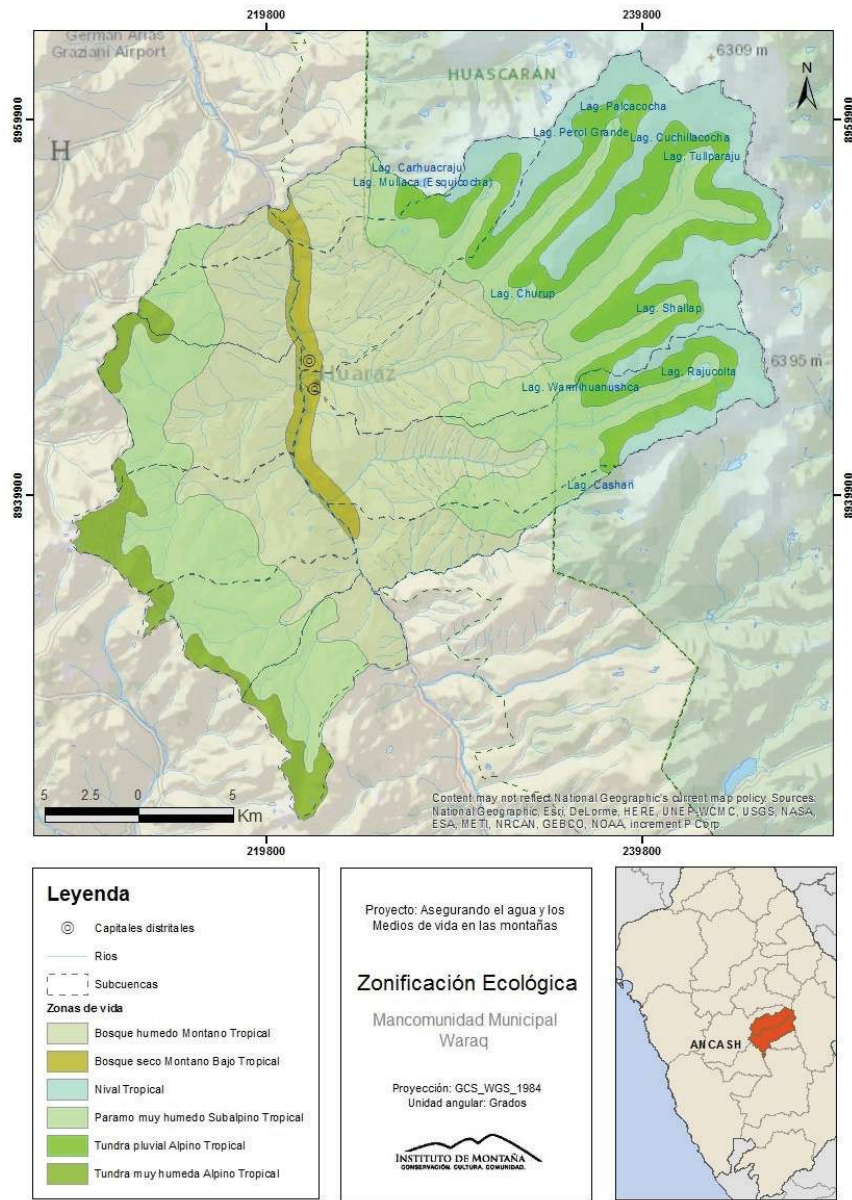
Imagen N° 3: Mapa de pisos altitudinales del territorio



Fuente: Antunez, David. Diagnóstico de las comunidades campesinas de la MMTC, 2012
Elaboración Propia

Fuente: MINEDU
Elaborado: TMI, 2017

Imagen N° 4: Mapa de zonificación ecológica

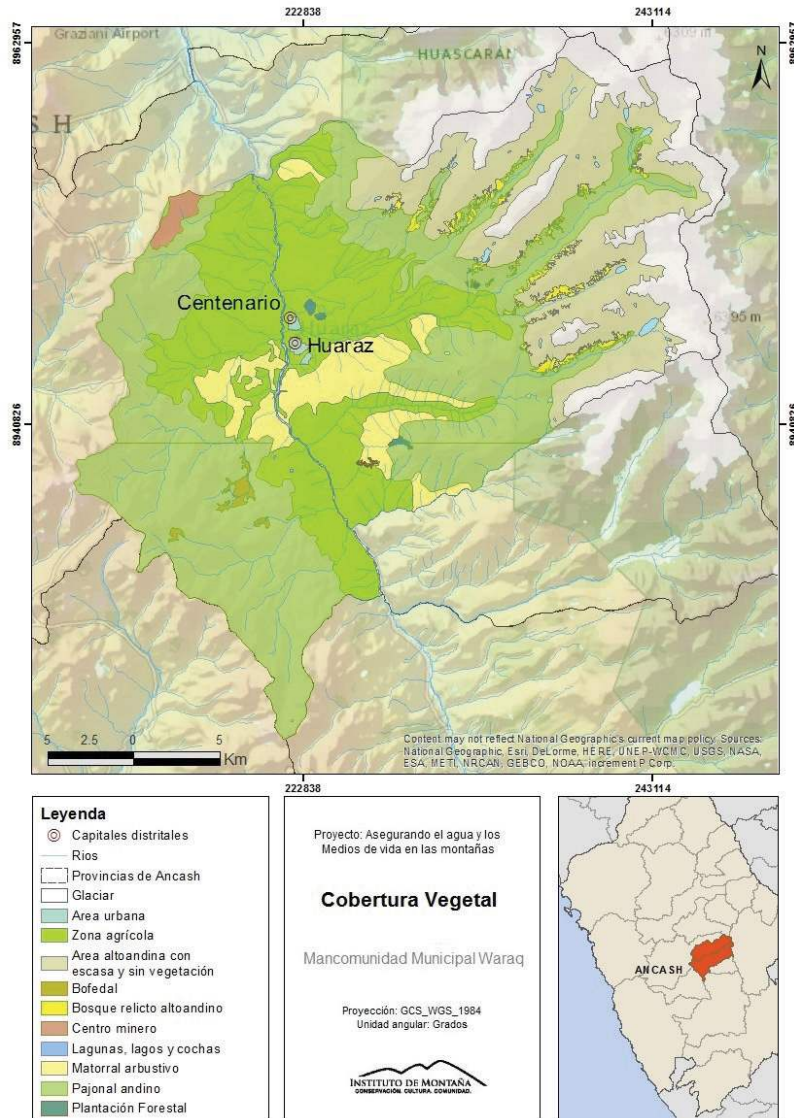


En este mapa se puede observar la zonificación ecológica (Zonas de Vida de Holdridge) de la mancomunidad. Si se comparan las zonas de vida con los pisos altitudinales de la mancomunidad (Imagen N° 3), se puede observar que el piso altitudinal Quechua presenta una zonificación ecológica clasificada como Bosque Seco Montano Bajo Tropical y también incluye parte del Bosque Húmedo Montano Tropical, el cual se extiende hacia el este y el oeste por toda el piso altitudinal Suni; en el piso altitudinal Puna o Jalca, se presenta una zonificación ecológica clasificada como Páramo muy Húmedo Subalpino Tropical, el cual varía hacia el oeste hacia la clasificación de Tundra Pluvial Alpino Tropical; por último, en el piso altitudinal Janca o Cordillera, se presenta la zonificación ecológica clasificada como Nival Tropical.



3.2 Características de la cobertura vegetal del territorio

Imagen N° 5: Mapa de cobertura vegetal



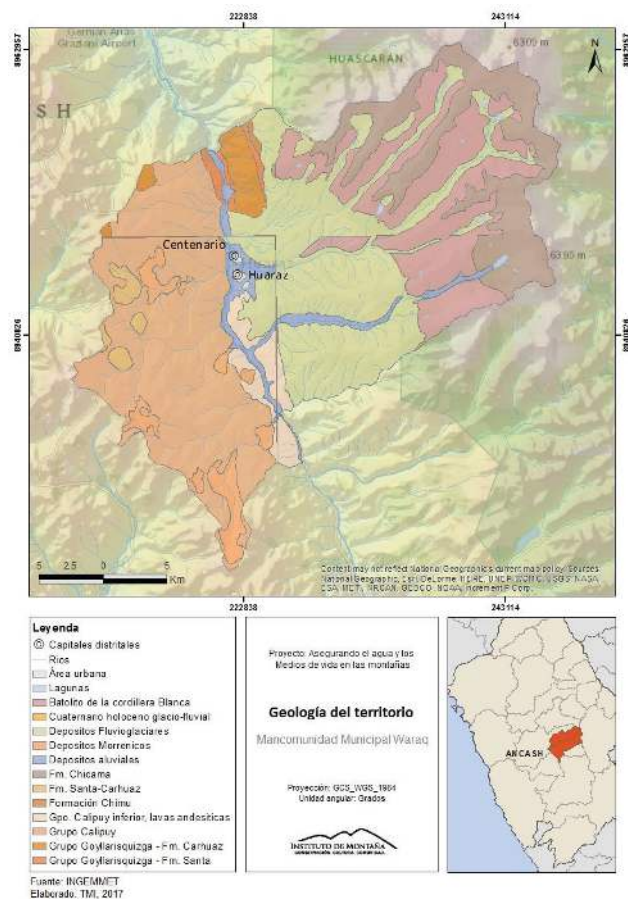
Fuente: MINAM
Elaborado: TMI, 2017

En este mapa, se observa la clasificación de la cobertura vegetal de la MMW⁷. Se puede notar que la cobertura vegetal predominante es el Pajonal Andino, el cual está conformado principalmente por herbazales ubicados en la zona superior de los Andes y coincide con la zonificación ecológica clasificada como Páramo muy Húmedo Subalpino Tropical y el piso altitudinal Puna en un clima clasificado como muy frío. La siguiente cobertura vegetal de mayor importancia por su extensión está sujeta a la producción agrícola que, además, interactúa con sectores de matorral arbustivo conformado por distintas comunidades arbustivas. Esta área coincide con la zonificación ecológica clasificada como Bosque Húmedo Montano Tropical y con el piso altitudinal Quechua.

7. MINAM. Mapa Nacional de Cobertura Vegetal, 2015.

3.3 Características geológicas y geomorfológicas del territorio ⁸

Imagen N° 6: Mapa de la geología del territorio



8. Para la elaboración de este mapa se unió la información geológica de los cuadrantes 19h, 19i, 20h y 20i presentados en la web del INGEMMET: <http://www.ingemmet.gob.pe/carta-geologica-nacional>

Esta información ha sido simplificada por fines metodológicos del estudio. Se han omitido diferencias presentes en una misma formación geológica. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta información ha sido comparada con las publicaciones físicas de los cuadrantes de Huaraz y Chiquián publicados por el INGEMMET en 1995 y 1996, respectivamente. Aun comparando los mapas físicos, se pueden ver discontinuidades en algunas categorías específicas pero no en las generales, las cuales han sido mantenidas en el presente mapa.

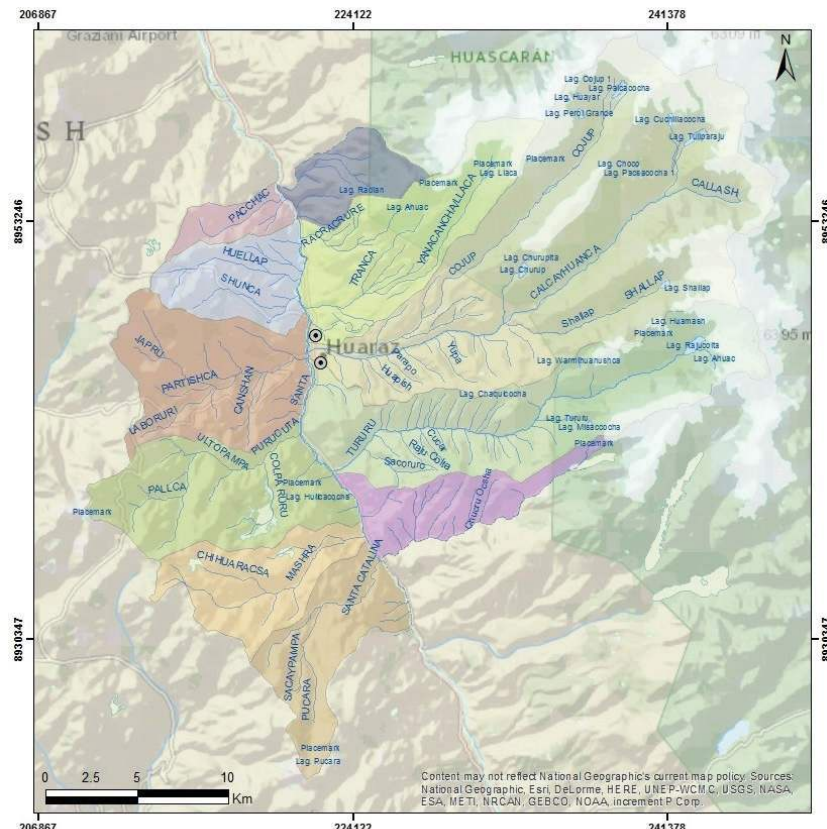
En este mapa, se puede observar las principales formaciones y características geológicas presentes en el territorio de la mancomunidad. Estas están definidas principalmente por los depósitos glaciares y por el batolito de la Cordillera Blanca, ubicados en la zona más oriental de la mancomunidad, incorporando la zona núcleo del Parque Nacional Huascarán. También se puede observar la interacción entre los depósitos fluvio-glaciares y los depósitos morrenicos en la zona central de la mancomunidad, notándose una clara transición que va de la zona inferior del valle definido por el río Santa hacia las zonas altas del este. Por último, también es notoria la presencia de formaciones pertenecientes al grupo Calipuy en la zona más occidental del territorio mancomunado, donde las diferentes subcategorías pertenecientes a este grupo interactúan con depósitos morrenicos. (Ver Anexo N° 11)

3.4 Caracterización general de los recursos hídricos del territorio de la MMW

La red hidrográfica de la MMW cuenta con aproximadamente 44 lagos y lagunas, entre los cuales, los principales lagos según su tamaño son el Chaquicocha, Huilcacocha, Pucara, Ahuac, Shallap, Shurup, Llaca, Tulpacocha, Cuchilla, Pacsacocha, Choco, Cojup y el Pallqaqucha. Dentro del territorio también se pueden encontrar múltiples quebradas que alimentan a los 46 principales ríos de la mancomunidad, siendo el Santa, Calcayhuanca, Atchuain, Calcayhuanca, Callash, Canshan, Casca, Chacarurec, Chihuaracsa, Cojup, Colpa Ruru, Huanca Pampa, Huellap, Japri, Laboruri, Mashra, Pacchac, Pallca, Partishca, Paura, Pucara, Pumahuain, Quellcayhuanca, Racracrure, Ronca Gato, Sacaypampa, Shallap, Shallayoc, Shunca, Tranca, Tunancancha, Tururu, Ultopampa, Yanacancha y Yapa los ríos más importantes debido a su extensión.

Debido a que la ubicación de la mancomunidad involucra parte de la Cordillera Negra y parte de la Cordillera Blanca, cabe señalar que para ambos casos se puede identificar un aproximado de 24 quebradas principales, las cuales alimentan con sus aguas el caudal del río Santa. Sin embargo, y a pesar de que en ambos casos dichas quebradas abastecen a aproximadamente 150 centros poblados en cada vertiente, se puede notar que los principales ríos que descienden de la Cordillera Blanca tienen su origen en lagunas glaciares, por lo que su caudal tiende a mantenerse activo, a diferencia de los arroyos que descienden por la Cordillera Negra, los cuales reciben de las lluvias estacionales su principal aporte.

Imagen N° 7: Mapa de la red hidrográfica del territorio



Leyenda

- Cap. Distritales
- Ríos
- Lagos y lagunas
- Glaciar

Microcuencas

- HUALLAGA
- JAUNA
- LLACA
- SANTA CATALINA
- MASHRA
- MULLACA
- PACCHAC
- PARIAC
- PARTISHCA
- QUILLCAY
- RURUCUTA

Proyecto: Asegurando el agua y los Medios de vida en las montañas

Red Hidrográfica

Mancomunidad Municipal Waraq

Proyección: GCS_WGS_1984
Unidad angular: Grados

INSTITUTO DE MONTAÑA
CONSERVACIÓN CULTURA, COMUNITARIA



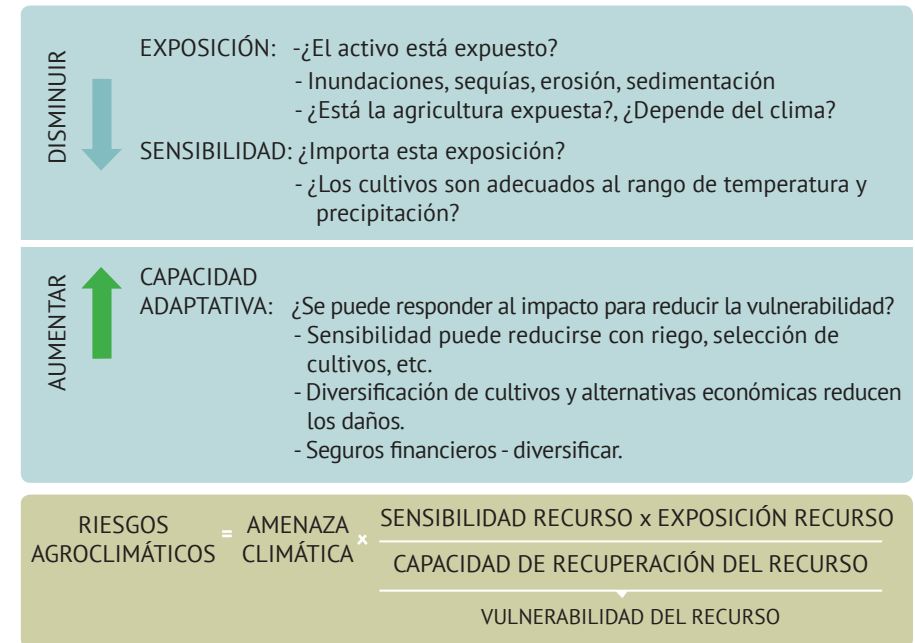
Fuente: MINEDU
Elaborado: TMI, 2017

4. PELIGROS CLIMÁTICOS Y TENSIONES EN EL TERRITORIO

Para poder identificar los peligros climáticos y las tensiones que se dan en el territorio, es necesario definir los conceptos de peligro, amenaza y vulnerabilidad.

- Peligro o Amenaza: son las condiciones desfavorables para la vida humana. Puede relacionarse a la existencia de fenómenos naturales que pueden devenir en amenazas para la población, o pueden ser fenómenos antrópicos que, de igual manera, pueden causar un peligro o amenaza.
- Vulnerabilidad de un recurso está determinada por:
 - (i) el grado de exposición de dicho recurso a una tensión asociada al clima que lo puede dañar
 - (ii) el grado en que dicha exposición importa, es decir la sensibilidad del recurso frente a la tensión, qué tan severo puede ser el daño;
 - (iii) la capacidad adaptativa o de respuesta para reducir la exposición o la sensibilidad.⁹
- Riesgo: se considera Riesgo a la suma del Peligro y la Vulnerabilidad¹⁰

Cuadro N° 4: Circuitos turísticos en la MMT



Fuente: Instituto de Montaña
9. Recharte y Trejo. Guía de Capacitación. Planificando la adaptación a escala local, 2015.
10. También existen definiciones que consideran Riesgo = Peligro * Vulnerabilidad

RIESGOS, AMENAZAS (PELIGROS) Y VULNERABILIDADES¹¹

En cuanto a los riesgos que resultan de las amenazas del cambio climático, podemos encontrar en la subcuenca del río Quillcay ejemplos que permiten evidenciar lo mencionado en el punto anterior.

Se trata aquí de:

- 1) Riesgos de aluvión desde las lagunas Palcacocha, Cuchillacocha y Tullparaju;
- 2) Riesgo de incremento del caudal de los ríos
- 3) Riesgo de erosión
- 4) Riesgo de agua contaminada, por contaminación natural o por aguas servidas y uso de agroquímicos

Cada riesgo tiene sus propias amenazas y vulnerabilidades en relación a los recursos que afectan.¹²

Seguridad de la laguna Palcacocha

El tema de la seguridad de la laguna Palcacocha ha sido ampliamente comentado por diferentes especialistas nacionales e internacionales bajo enfoques integrales y multidisciplinarios, entre los que destacan aspectos de geología, glaciología, ingeniería, entre otros.¹³

Desde estas perspectivas, se ha llegado a la conclusión unánime de que el nivel de peligrosidad de la laguna Palcacocha para desencadenar un aluvión que coloque en riesgo a la población es alto. El riesgo alto se debe a diversos factores, como:

- la posibilidad de avalanchas de hielo sobre la laguna,
- la debilidad del dique natural de material morrénico no cohesionado, o
- el propio volumen de la laguna, que a pesar del sistema de sifones que desde el 2011 ha extendido aproximadamente 12 metros el borde libre, aún representa un riesgo de acuerdo a las experiencias previas.¹⁴

Debido a estas condiciones, lo que se propone para reducir el riesgo de la población de verse afectada por un aluvión es:

- 1) Construir la trocha, y el inicio del desagüe de la laguna, además de la posterior construcción del dique de seguridad, haciendo paralelamente la ejecución de los estudios definitivos
- 2) Obtener un presupuesto permanente que asegure la estabilidad y mantenimiento del dique de seguridad ante cualquier imprevisto de avalanchas o deslizamientos de las morrenas¹⁵
- 3) Generar un sistema de alerta temprana con sus cuatro componentes de manera obligatoria
- 4) Realizar obras en la laguna orientadas a reducir la amenaza o peligro en una magnitud que realmente esté garantizada por tecnología actualizada¹⁶

11. Subcuenca del río Quillcay.

12. Zimmer, Anaís. Vulnerabilidad y adaptación de los recursos naturales al cambio climático, 2013.

13. MINAM. Lo que el agua se llevó. Consecuencias y lecciones del aluvión de Huaraz de 1941, 2014.

14. En el documento se hace referencia al caso de la Laguna 513 (Provincia de Carhuaz), la cual, a pesar de poseer una obra artificial de tirante de protección de 21 metros, una avalancha de hielo generó un movimiento de agua que alcanzó una altura de 28,00 metros, produciéndose un rebalse sobre la corona del dique de roca.

15. Morales, Benjamín. Entrevista para el documento Lo que el agua se llevó, 2014.

16. Portocarrero, César. Entrevista para el documento Lo que el agua se llevó, 2014.

5) Continuar con la operación y mantenimiento del Sistema de Sifonaje, además de continuar con el monitoreo y comunicación permanente del estado de la laguna y el funcionamiento de los sifones

6) Ejecutar un proyecto definitivo de seguridad de la laguna Palcacocha que cuente con un reforzamiento del dique morrénico con estructuras adecuadas, construcción de acceso vehicular desde la portada de la quebrada Cojup hasta la misma laguna, construir un canal y túnel de evacuación de aguas a un nivel de 22 metros de borde libre y poder atenuar un oleaje de hasta 22 metros de altura por caída de masa glaciar sobre la laguna

7) Construcción de un reservorio de contingencias para almacenar agua en épocas de precipitaciones y descargar gradualmente en épocas de estiaje para garantizar un caudal necesario en el río Paria¹⁷.

Riesgo de incremento del caudal de los ríos

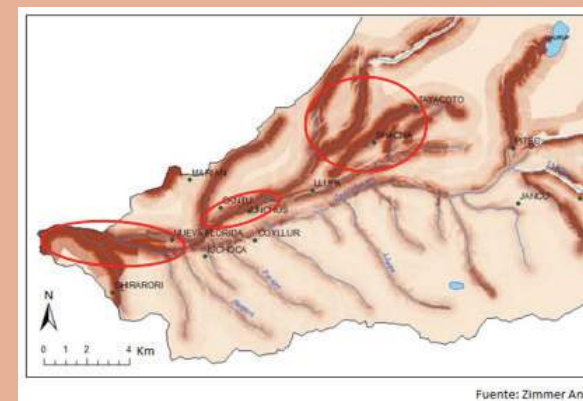
El incremento de las lluvias en la cuenca de Quillcay puede significar un peligroso aumento del caudal de los ríos, lo que generaría el riesgo de desbordes y de huacos en los valles de la cuenca y en la zona urbana de Huaraz.

Para obtener las estimaciones sobre estos riesgos y definir cuáles son las zonas más sensibles, se ha considerado la amenaza de los ríos y tres vulnerabilidades que son:

- 1) las pendientes o topografía
- 2) la cobertura vegetal
- 3) el suelo

Estos factores fueron procesados bajo diferentes categorías y valoraciones por sus características físicas, dando por resultado tres niveles de riesgo: Alto, Medio y Bajo.

De este procesamiento se pudo identificar tres zonas en la microcuenca Paria que se encuentran en alto riesgo de incremento del caudal de sus ríos. Estas zonas se encuentran 1) entre los pueblos Tayacoto y Shacna; 2) entre los pueblos Cantu y Unchus; y 3) barrio Nueva Florida y este de la ciudad de Huaraz.



Fuente: Zimmer Anals

Sin embargo, el aumento en el caudal de los ríos producto del retroceso glaciar es un fenómeno que se invertirá en un futuro, debido a que las reservas de agua conservadas en los glaciares serán cada vez menores, lo que significará una fuerte disminución en los aportes que estos dan a los ríos. Ver sección 6.1.

17. Mautino, Erick. Entrevista para el documento Lo que el agua se llevó, 2014.

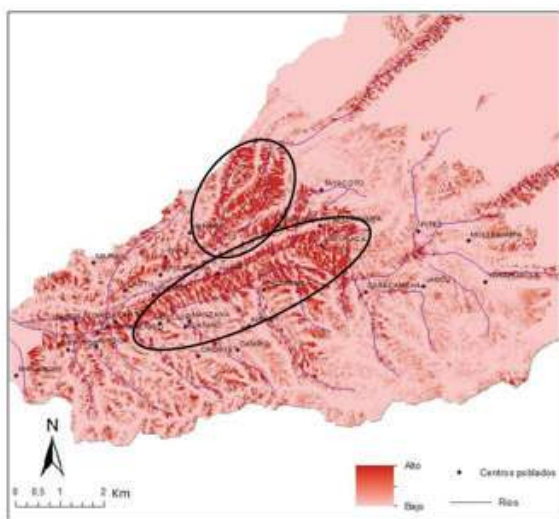
La escorrentía superficial y la erosión del suelo son amenazas para la agricultura sostenible, por lo que definir las zonas de erosión es una necesidad para planificar un uso sostenible de la tierra y ayudar a las poblaciones a adaptarse al cambio climático.

Para el caso de la subcuenca del río Quillcay, la percepción de los pobladores es que los suelos se encuentran en mal estado debido a su sobreuso y a la poca rotación del mismo. Es por esto que, para mantener la producción, los pobladores deben utilizar fertilizantes, afectando así su capacidad productiva.

En este sentido, para identificar qué zonas se ven más afectadas por la erosión, se ha aplicado la Ecuación Universal de Erosión de Suelo (USLE), la cual considera tanto los factores naturales (lluvia, suelo, topografía) como los factores antrópicos (uso y manejo de la tierra)¹⁸.

A pesar de las limitaciones en los datos cuantitativos, se ha podido obtener que hay principalmente dos zonas de alto riesgo de erosión: la zona que bordea el río Quillcayhuanca, en los alrededores de Yacuraca y Shacna, y las zonas al norte de Manará.

Imagen N° 9 Mapa de riesgo por erosión



Fuente: Zimmer, Anais

18. La fórmula USLE o RUSLE es la siguiente: $A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$; Donde (A) son las pérdidas de suelo en t/ha x año; (R) es el índice de erosión pluvial en hJ x cm/m² x hora; (K) es el índice de erosionabilidad del suelo en (t x m x hora/ha x J x cm); (L x S) es el factor topográfico, producto de los factores, longitud de pendiente, L, y pendiente, S; (C) es el factor cultivo (vegetación o de uso del suelo); y (P) es el factor de prácticas de conservación de suelos agrícolas.

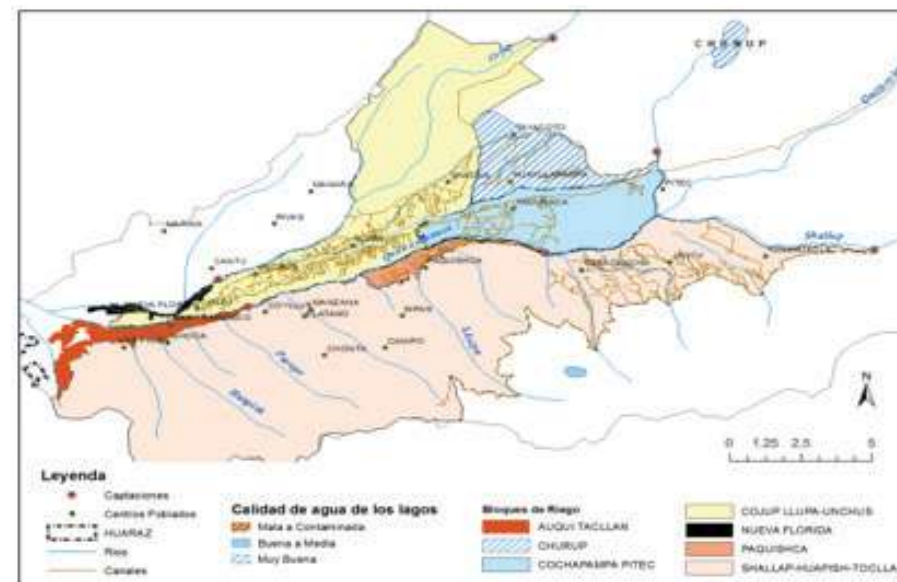
Contaminación del agua

La calidad del agua puede verse afectada por factores naturales (drenaje ácido de roca) como por factores antrópicos (vertimiento de detergentes, aguas servidas, basura, etc.). Esto coloca en una situación de riesgo a todos aquellos que dependen de dichas aguas, tanto a humanos como a otras especies.

En el caso de la subcuenca del río Quillcay, se ha podido observar que todos los entrevistados tienen conciencia de la contaminación de las aguas y los motivos que causan este fenómeno (retroceso glaciar y oxidación de rocas expuestas), sin embargo, las percepciones varían en cuanto a la intensidad de la contaminación. Se ha observado que en un inicio pueden tener una opinión bastante negativa de sus aguas, pero al conocer otros casos, su estimación en cuanto a la contaminación de sus aguas varía.

A partir de las entrevistas realizadas y de la vista general que estas proporcionaron al estudio de vulnerabilidad, se pudo categorizar la calidad de las aguas de las lagunas y los bloques de riego presentes en la subcuenca del río Quillcay en tres categorías presentes en la siguiente imagen.

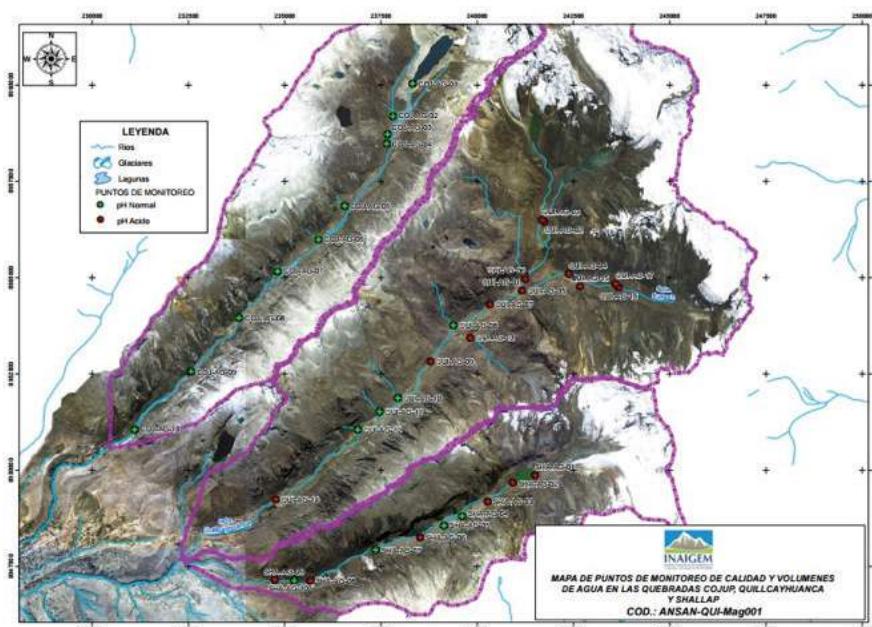
Imagen N° 9 Mapa de contaminación



Fuente: Zimmer, Anais

Dentro de esta subcuenca también se han realizado monitoreos por instituciones como el MINAM y el INAIGEM con el objetivo de analizar la calidad de sus aguas bajo los parámetros de pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto y Temperatura¹⁹. De estos análisis se obtuvo que, de las tres quebradas, Shallap, Quillcayhuanca y Cojup, es esta última la que presenta en todos los puntos de monitoreo un pH normal, o sea aguas de calidad. Mientras que en las quebradas Quillcayhuanca y Shallap se obtuvo pH ácido en distintos puntos de muestreo, siendo estos más numerosos en las zonas más cercanas a las lagunas Tullparaju y Shallap. Como resultado, se presentó el siguiente mapa:

Imagen N° 11: Mapa de puntos de monitoreo de calidad y volúmenes de agua en las quebradas Cojup, Quillcayhuanca y Shallap



19. INAIGEM. Programa de monitoreo de calidad de agua superficial – Subcuenca Quillcay, 2016.

4.1 Problemática del CC en relación al retroceso de los glaciares

El cambio climático es una importante variación estadística en el estado medio del clima que persiste durante un periodo prolongado²⁰. Esta variación tiene la capacidad de involucrar múltiples aspectos de nuestro desarrollo como individuos y como sociedad, por lo que su estudio resulta necesario para la gestión de políticas y la toma de decisiones²¹.

Un indicador de estas variaciones en el clima es el retroceso de los glaciares, fenómeno que incide sobre la tendencia interanual de aumento de las escorrentías en las subcuencas altoandinas²². Este incremento en la cantidad de agua que aportan los glaciares a los ríos resulta problemático debido a que puede llegar a colocar en una situación de riesgo de inundación a las poblaciones que habitan las zonas ribereñas. Sin embargo, también es necesario considerar que una vez que los glaciares hayan perdido parte significativa de su reserva hídrica debido a este retroceso, el aporte que estos dan a los ríos llegará a un punto de inflexión (Peak Water) a partir del cual el caudal de los ríos solo disminuirá debido a la falta de agua en los glaciares, reduciendo así la disponibilidad del recurso y afectando a la población por su escasez.

Por otro lado, el retroceso de los glaciares produce drenaje ácido de roca, y por lo tanto, contamina las aguas de los ríos de manera natural, por liberación de metales que afectan la composición de las aguas de los ríos²³.

El deshielo o retroceso glaciar deja expuestas a la intemperie rocas mineralizadas que, al oxidarse, producen drenaje ácido y liberan metales desde las cabeceras de cuenca hasta los ríos. Este fenómeno, llamado Drenaje Ácido de Roca (DAR) altera la calidad del agua y del ambiente, y pone en riesgo la salud de las personas e importantes actividades económicas, como la agricultura, la ganadería y el turismo²⁴.

En este sentido, el territorio de la mancomunidad se encuentra en un estado vulnerable debido a las condiciones climáticas y socioeconómicas anteriormen-

20. IPCC. Climate Change, 2007.

21. Marengo, Pabon, Rosas, Avalos, Montealegre. Climate Change: Evidence and Future Scenarios for the Andean Region.

22. SENAMHI. Glaciares y Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Santa.

23. Zimmer, Anaïs. Vulnerabilidad y adaptación de los recursos naturales al cambio climático, 2013.

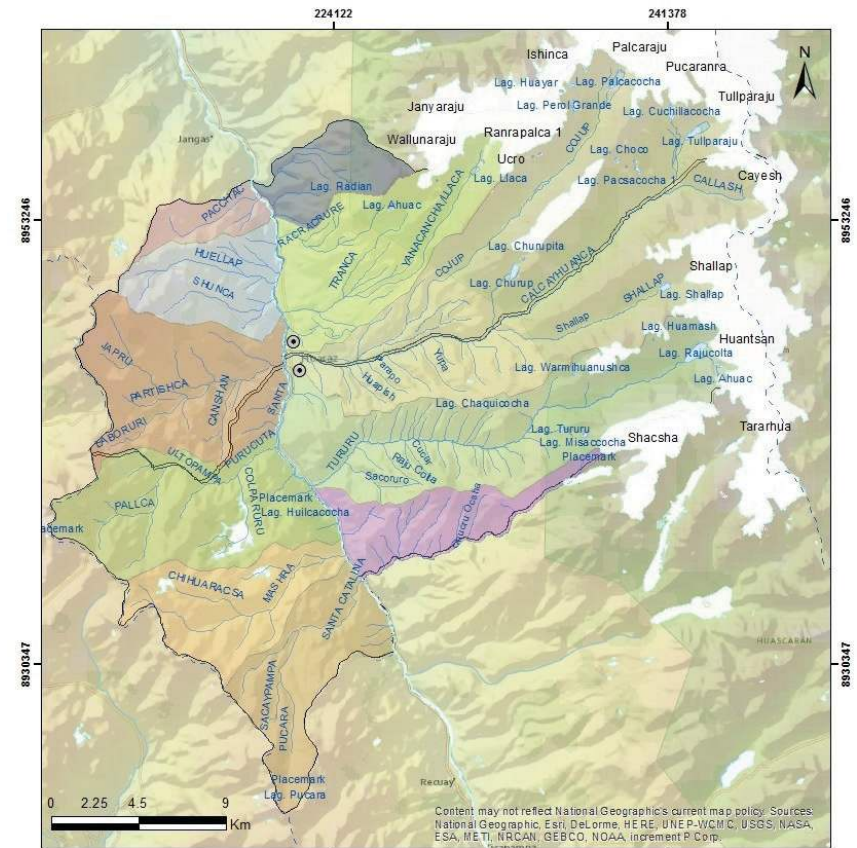
24. Loayza-Muro et al. Drenaje Ácido Natural y de Metales en Cabeceras de Cuencas Altoandinas, 2014.

te presentadas, por lo que se resalta la necesidad de planificar e implementar medidas estratégicas para garantizar su seguridad a través de una planificación eficaz para la ACC.

Ejemplo de las fluctuaciones de caudal del Río Santa

El río Santa se ubica en la zona norte de los Andes peruanos, y es el río más importante de la vertiente occidental del departamento de Ancash. Este río tiene su origen en las lagunas Aguashcocha y Conococha ubicadas en el extremo sureste del Callejón de Huaylas. Tiene una extensión aproximada de 316 km desde su nacimiento hasta su desembocadura y en su trayectoria recibe el aporte de 23 ríos que provienen de los deshielos de 457 glaciares ubicados en la Cordillera Blanca. El caudal del río Santa ha aumentado, evento que se ve favorecido por el incremento de las precipitaciones en la zona norte de los Andes producto del CC. Sin embargo, este aumento en la escorrentía llegará a un punto máximo y empezará a decrecer debido a la reducción de los aportes de los glaciares, generando una alta variabilidad en la disponibilidad de agua debido a que, en este escenario futuro, la principal fuente de agua ya no serían los glaciares sino las precipitaciones estacionales.

Imagen N° 12: Mapa de aporte glaciar



<p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capitales distritales — Ríos ■ Lagos y lagunas □ Glaciar □ Limite distrital □ Cuenca del río Santa <p>Subcuencas</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ HUELAP ■ JAUNA ■ MASHRA ■ MULLACA ■ PACCHAC ■ PARIAC ■ PARTISHCA ■ QUILLCAY ■ RURUCUTA ■ SANTA CATALINA ■ LLACA 		<p>Proyecto: Asegurando el agua y los Medios de vida en las montañas</p> <p>Aporte Glaciar</p> <p>Mancomunidad Municipal Waraq</p> <p>Proyección: GCS_WGS_1984 Unidad angular: Grados</p> <p>INSTITUTO DE MONTAÑA CONSERVACIÓN CULTURA COMUNITARIA</p>	
--	--	--	--

Fuente: MINEDU
Elaborado: TMI, 2017

4.2 Cambio climático, percepciones y vacíos de información científica

Para los ecosistemas de montaña, el cambio climático se manifiesta, por lo general, en el aumento de la temperatura del aire, cambios en los patrones de precipitación y en el aumento de la escorrentía superficial de los ríos debido a la desglaciación de los nevados; este último efecto del CC, como ya se ha visto en el punto 4.1, se invertirá en un escenario futuro y aumentaría los niveles de estrés hídrico en los ecosistemas de montaña²⁵.

Para el caso de los Andes peruanos, el CC se ha manifestado en una tendencia al calentamiento general, evidenciándose en el incremento de aproximadamente 0,1°C por década desde 1939 y mayores tasas de aumento en las últimas décadas (aproximadamente 0,33°C por década desde 1975) (Vuille y Bradley, 2000). Además, la mayoría de los Modelos de Circulación Global (MCG) predicen un aumento en las temperaturas para los Andes peruanos²⁶. (Ver tabla N° 4)

Tabla N° 4: Predicción de aumento de la temperatura con respecto a 1986-2005 para los Andes del Perú en base a los resultados de 50 percentil de los escenarios de emisiones RCP4.5 medio-bajo

Años	Aumento para junio, julio y agosto (invierno austral)	Aumento para diciembre, enero y febrero (verano austral)
2016-2035	0,5 - 1 °C	0,5 - 1 °C
2016-2065	1,5 - 2 °C	1 - 1,5 °C
2081-2100	2 - 3 °C	1,5 - 2 °C

Fuente: IPCC

Por otro lado, también se ha podido observar alteraciones en el régimen hídrico en los Andes peruanos, notándose un aumento sistemático de la precipitación en el sector occidental de los Andes y una reducción en parte de la zona sur y centro del sector oriental. Además, se han incrementado los días de precipitación extrema en los Andes del norte del Perú y una clara reducción de los días fríos en el sur, lo que se contrasta con el aumento generalizado de los días cálidos a lo largo de la cordillera. Se puede ver que las variaciones climáticas están afectando de maneras particulares a los diferentes sectores de los Andes

25. Michelutti. Climate driven in lakes from the Peruvian Andes, 2015.

26. Chisolm, Rachel. El cambio climático y el clima en la sierra de Ancash.

peruanos, notándose que los impactos se manifiestan a diferentes escalas. (Ver tabla N° 9, N° 10 y N° 11)

Tabla N° 5: Tendencias e impactos en los glaciares peruanos a escala nacional

Periodo Glaciar	Tendencia / Impactos
Perú (1965-2002)	Reducción del 22% en el área total de los glaciares. Reducción del 12% en el suministro de agua potable a la región costera. El volumen de agua perdida es aproximadamente 7 millones de m ³ .
Perú (1970-2002)	Reducción de hasta el 80% de la extensión de glaciares pequeños. Se ha perdido 188 millones de m ³ de agua durante los últimos 50 años.

Tabla N° 6: Tendencias e impactos en los glaciares peruanos a escala local

Perú (1998 - 2004)	La reducción del glaciar Yanamarey fue un 23% mayor en el periodo 2001-2004 que en el periodo 1998-1999. Esta desglaciación aumentó en un 58% el caudal medio anual del río Santa.
Perú (1977 - 2004)	La desglaciación del glaciar Yanamarey ha sido 4 veces mayor en el periodo 1977-2003 que en el periodo 1948-1977.
Perú (1953 - 1997)	La laguna Llanganuco ha aumentado en un 13% su volumen debido a la desglaciación de la Cordillera Blanca.
Perú (1985 - 1996)	El nevado Pastoruri se ha reducido en un 40% en los últimos 10 años.
Perú (1950 - 2006)	La reducción de más del 50% del glaciar Coropuna ha generado problemas en el abastecimiento de agua para la Pampa de Majes.

Fuente: IPCC AR4 GT2 report (Magrin et al., 2007)

Elaboración: IM, 2017

Tabla N° 7: Variaciones en la temperatura mínima y máxima de la región Ancash

ANCASH	Temperatura mínima	Temperatura máxima
Región altoandina (> 4000 msnm.)	-4 a -8 °C	8 a 14 °C
Región andina (< 4000 msnm.)	8 a 14 °C	24 a 28 °C

Fuente: SENAMHI. Evaluación de los modelos CMIP5 del IPCC en el Perú
Elaboración: IM, 2017

Por otro lado, las precipitaciones en la región andina de Ancash pueden llegar a superar los 700 mm anuales, distribuidos, sobre todo, en un régimen estacional trimestral que va de diciembre a febrero. Durante el trimestre marzo – mayo, las lluvias disminuyen en esta región de Ancash y llegan a acumular alrededor de 300 mm, mientras que en el periodo julio – agosto se da una precipitación de entre 20 y 50 mm.

El conocimiento de estos patrones climáticos ha permitido por generaciones el desarrollo de diversas actividades socioeconómicas que han garantizado la subsistencia de las comunidades que habitan en esta región andina. Sin embargo, las alteraciones en el clima han comprometido la calidad de vida de estas comunidades, por lo que ha sido necesario el análisis de estos nuevos patrones climáticos.

4.2.1 Percepciones de los pobladores de la MMW sobre el CC

Debido a la insuficiente información cuantitativa referente a las variaciones en el clima de la sierra de Ancash, resulta de gran ayuda realizar estudios sobre las percepciones de los pobladores. Rescatar las percepciones locales sobre las variaciones climáticas que se han podido observar, aproximaciones que, si bien pueden no ir acorde a los datos obtenidos por las estaciones meteorológicas, nos permiten bosquejar a nivel general las características climáticas de la sierra de Ancash y sus cambios a través de los años²⁷.

En este sentido, para aproximarnos a las percepciones de los pobladores sobre los cambios ocurridos en el clima, se realizaron entrevistas a la población y se corroboró la información obtenida a través de talleres y grupos focales en los que participaron 73 pobladores de los distritos de Independencia y Huaraz²⁸. De estos talleres se obtuvo que los pobladores consideran como causa de la disminución de recursos hídricos y de las cosechas, la contaminación ambiental, la cual es asociada al aumento de las temperaturas – o sea al calentamiento

global. Además, se indica que la población relaciona la disminución de flora y fauna silvestre también con la contaminación ambiental y la ocurrencia de heladas.

Estos datos han sido complementados con los obtenidos del estudio de Vulnerabilidad y adaptación de los recursos naturales al cambio climático²⁹ y el Diagnóstico de la Mancomunidad Municipal Waraq³⁰, publicados por IM. De estos estudios se obtuvo que la población ha identificado cambios climáticos que se manifiestan en el retroceso de los glaciares o deshielo de los nevados. Además, el 100% de los encuestados han indicado cambios en las temperaturas, cambios en la calidad del agua, variación en los eventos extremos con lluvias más fuertes y temporadas de sequías más extensas, colocando en riesgo la actividad agrícola, los pastos, la ganadería y el turismo.

De los datos obtenidos en las dos investigaciones mencionadas, se ha podido identificar cuáles son los principales problemas que percibe la población y cuáles son sus preocupaciones.

Tabla N° 8: Principales problemas y preocupaciones de los pobladores de la MMW

Problemas	Preocupaciones
Contaminación (Calentamiento Global)	Efectos en el agua (metales pesados en el agua por el retroceso glaciar y contaminación por actividades humanas)
	Se hace referencia al caso del río Quillcay, así como cambios en lagunas, ojos de agua y los puquiales
Heladas	Reducción de la producción agropecuaria
	Enfermedades en la población
Variación climática	Reducción de flora y fauna
	Retroceso de glaciares (Se menciona el caso de los nevados Churup, Cojup, Mal Pie, Shallap y San Cristóbal)
	Mayor intensidad de lluvias
	Sequías más extensas
	Mayor intensidad del frío y calor
	Proliferación de enfermedades

Fuente: Karla Vergara. Proyecto UNESCO: Línea de base y metodología para analizar riesgos, factores de vulnerabilidad y capacidades adaptativas locales, 2015.

Anaïs Zimmer. Vulnerabilidad y adaptación de los recursos naturales al cambio climático, 2013.

Elaboración: IM, 2017

4.2.2 Modelos climáticos para la adaptación al cambio climático

Como se ha visto, la falta de información puede dificultar el proceso de planificación para la adaptación al cambio climático, por lo que resulta necesario generar nuevas herramientas que permitan adelantarnos a posibles escenarios futuros y generar alternativas de adaptación en base a los resultados obtenidos. Este es el caso de los modelos climáticos.

Los modelos climáticos globales, también conocidos como modelos de circulación general (MCG o GCMs por sus siglas en inglés), representan los procesos físicos que suceden en la atmósfera, en el océano, en la criosfera y en la superficie terrestre a escala continental a fin de proyectar las posibles respuestas del sistema climático global en diferentes escenarios³¹ (IPCC, 2013).

Debido a que la resolución espacial de los MCG es baja, aproximadamente 200 km, las simulaciones que de estos se obtienen poseen escaso detalle a nivel regional y por ello es necesario realizar el trabajo de regionalización mediante el uso de métodos dinámicos y estadísticos que permitan tomar las decisiones pertinentes hacia el futuro (SENAMHI, 2005). No obstante, las aproximaciones obtenidas de estos modelos conforman un marco general de lo que podría ocurrir bajo diferentes condiciones climáticas, lo que permite fijar lineamientos de decisión para la adaptación al C.C.

Tal es el caso que, sobre la base de las tendencias climáticas observadas para los Andes³², los MCG pueden realizar proyecciones sobre el aumento de temperatura para las siguientes décadas de estos territorios³³ (Ver tabla N° 12).

27. Chisolm, Rachel. Climate indices as a tool for Climate-Resilient infrastructure, 2016.

28. Vergara, Karla. Proyecto UNESCO: Línea de base y metodología para analizar riesgos, factores de vulnerabilidad y capacidades adaptativas locales, 2015.

29. Zimmer, Anaís. Vulnerabilidad y adaptación de los recursos naturales al C.C. Cuenca de Quillcay, 2013.

30. Zimmer, Anaís. Diagnóstico de la Mancomunidad Municipal Waraq, 2015.

31. El IPCC sugiere que estos escenarios deben atender cinco criterios: (1) Deben ser coherentes con una amplia gama de proyecciones mundiales sobre el calentamiento global basadas en distintas concentraciones de gases de efecto invernadero; (2) Deben ser físicamente plausibles; (3) Deben describir los cambios en un número suficiente de variables en una escala espacial y temporal que permita la evaluación del impacto; (4) Deben ser representativos de la gama potencial de futuros cambios climáticos regionales, de modo que se pueda estimar un rango realista de posibles impactos; y (5) Deben ser fáciles de obtener, interpretar y solicitar la evaluación del impacto. (IPCC, 2013)

32. La tendencia general observada para los Andes es un aumento de -0.1 °C por década desde 1939 a mayores rangos en décadas recientes, -0.33 °C por década desde 1975. (Vuille and Bradley, 2000)

33. La mayoría de los MCG predicen un aumento de temperatura en los Andes, pero las magnitudes varían según el modelo utilizado. (Chisolm, 2016)

34. El RCP4.5 es un escenario de estabilización donde forzamiento radiativo total se estabiliza antes del 2100 por el empleo de una serie de estrategias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. El RCP8.5 se caracteriza por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero a través del tiempo. (SENAMHI, 2014)

35. ERA-Interim es un software que permite el reanálisis de datos atmosféricos a nivel global. (ECMWF, 2016)

Tabla N° 9: Aumentos pronosticados de la temperatura con respecto a 1986 – 2005 para los Andes Peruanos basados en los resultados del percentil 50 de los escenarios RCP4.5 y RCP8.5³⁴.

Año	RCP4.5 incremento para los meses de junio, julio y agosto (invierno austral)	RCP4.5 incremento para los meses de diciembre, enero y febrero (verano austral)	RCP8.5 incremento para los meses de junio, julio y agosto (invierno austral)	RCP8.5 incremento para diciembre, enero y febrero (verano austral)
2016-2035	0.5 - 1 °C	0.5 - 1 °C	0.5 - 1.5 °C	0.5 - 1 °C
2046-2065	1.5 - 2 °C	1 - 1.5 °C	2 - 3 °C	1.5 - 3 °C
2081-2100	2 - 3 °C	1.5 - 2 °C	3 - 5 °C	3 - 4 °C

Fuente: IPCC, 2013. Obtenido de Chisolm, 2016.

Por otro lado, la Regionalización Estadística se basa en el uso de las relaciones empíricas que relacionan predictandos (observaciones locales de una variable objeto, ej.: precipitación) a un conjunto de predictores adecuados (variables a gran escala que determinan el estado de la atmósfera). En este sentido, para conseguir la regionalización estadística de escenarios climáticos del Perú, el SENAMHI utilizó datos diarios de precipitación / temperatura máxima / mínima a fin de obtener proyecciones climáticas al año 2050 (promedio centrado del periodo 2036-2065) (SENAMHI, 2014)

Tras la selección de estaciones a utilizar, los datos obtenidos fueron reanalizados a través de la herramienta ERA-Interim³⁵, la cual proporciona campos atmosféricos en una resolución de $0.75^\circ \times 0.75^\circ$ desde 1979 hasta la actualidad³⁶. Mientras que para la generación de las proyecciones climáticas se consideró la nueva generación de MCG conocidos como Modelos de Sistemas de la Tierra (MST), los cuales incorporan componentes adicionales que describen la interacción de la atmósfera con el uso del suelo y la vegetación, así como la composición química de la atmósfera, los aerosoles y el ciclo de vida del carbono. Luego, para el postprocesamiento de estos datos, se empleó la herramienta Perfect Prog, la cual se basa en la idea de relacionar los pronósticos del modelo con las observaciones dadas mediante una regresión lineal³⁷ a fin de encontrar los predictores más eficaces (SENAMHI, 2014).

36. Estos datos fueron considerados para la calibración de las diferentes técnicas estadísticas en condiciones de Perfect Prog perfecto. (SENAMHI, 2014)

37. Definición tomada de Marzban, Caren en MOS, Perfect Prog, and Reanalysis. Department of Statistics, University of Washington, Seattle, Washington, and Center of Analysis and Prediction of Storms, 2005.

Finalmente, los modelos estadísticos calibrados con ERA-Interim se aplicaron para los datos predictores desde los MST a fin de obtener las proyecciones de precipitación / temperatura máxima / mínima hasta el año 2065. Sin embargo, la precipitación proyectada resultó poco realista debido a la incertidumbre del reanálisis o a la propagación de inestabilidades numéricas debido a la colinealidad en los datos de predictores de los MST, mientras que, para el caso de las temperaturas, los estudios realizados demostraron que los métodos basados en análogos son particularmente sensibles a las no-estacionalidades que surgen en el cambio climático, inclinándose a subestimar la fuerte señal de calentamiento³⁸ (SENAMHI, 2014).

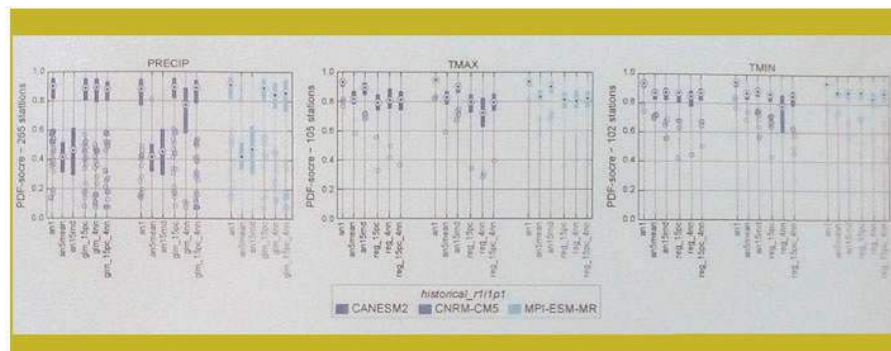


Figura 3: Desempeño de las diferentes combinaciones de MST/SDM para el periodo de referencia 1971-2000 (fue considerado la primera corrida histórica r1i1p1), en términos de similitud de distribución (PDF-score). Colores diferentes corresponden a distintos MSTs. Para cada MST, corresponde un diagrama de caja a diferentes de SDMs (ver las etiquetas en la parte inferior de cada panel) (SENAMHI, 2014)

Esta falta de certeza resulta problemática si se desea planificar sistemas de adaptación al cambio climático en los Andes peruanos debido a que la topografía altoandina puede alterar las predicciones elaboradas bajo los procesos descritos³⁹, por lo que resulta necesario realizar estudios a nivel regional para lograr mejores aproximaciones y así lograr mejores decisiones.

38. Aproximaciones encontradas en Benestad, 2010; Gutiérrez et al, 2012)

39. Los Andes tropicales se elevan meridionalmente como barrera orográfica y dividen el país en una región occidental desértica y una región oriental húmeda densamente poblada por bosques tropicales de lluvia. Es por ello que esa región de alta montaña genera contrastes ambientales extremos, al tener numerosos pisos altitudinales con condiciones (micro) climáticas diversas. (Drenkhan, 2016)

En este sentido, se puede hacer referencia a estudios que abarquen la región de los Andes tropicales en su totalidad, como se da en el trabajo de Urrutia y Vuille, trabajo en el que se realizan simulaciones bajo un Modelo Climático Regional (MCR o RCM por sus siglas en inglés) los cuales sugieren cambios significativos en el clima de esta región hacia finales del siglo XXI⁴⁰. (Urrutia y Vuille, 2009)

También es posible llegar a aproximaciones aún más precisas si la escala regional en la que se trabaja es mayor, por ejemplo, una cuenca hidrográfica. Este es el caso del estudio Glaciares y Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Santa elaborado por el SENAMHI, estudio en el que, en base a los datos obtenidos del propio banco de datos del SENAMHI y del banco de datos de ELECTROPERU, se obtuvo un análisis pluviométrico para la cuenca, un análisis de escorrentía y un balance hidrológico. También se obtuvo un modelo de temperatura del aire vs caudal de las cuencas de Parón y Llanganuco, cuya buena correlación indica la validez del modelo⁴¹. (SENAMHI, 2012)

Ahora, para realizar proyecciones climáticas para regiones aún más específicas, como es el caso de la sierra de Ancash, es necesario entender sus dinámicas hidrometeorológicas. Las dinámicas hidrometeorológicas se ven impulsadas principalmente por los patrones de circulación atmosférica tropical: vientos alisios orientales transportan humedad a través de las montañas desde el Océano Atlántico y la Cuenca del Río Amazonas, debido a esto el lado oriental de Ancash es típicamente más húmedo que el lado occidental, y la precipitación disminuye hacia el oeste. Estas características se manifiestan de acuerdo a la estacionalidad en la sierra de Ancash, la cual se caracteriza por la presencia de una estación lluviosa (diciembre – marzo) y una estación seca (septiembre – noviembre y abril – mayo), mientras que la temperatura se ve altamente correlacionada con la elevación, generándose así microclimas, los cuales muchas veces son delineados por las zonas altitudinales.

40. De acuerdo al estudio Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century, el clima en América del Sur tropical a finales del siglo XXI está dominado por un calentamiento significativo en todo el dominio del modelo, con temperaturas que aumentan entre 2 ° y 7 ° C, dependiendo de la ubicación y el escenario considerado.

41. De esta manera se puede aprovechar las relaciones entre láminas escurridas y porcentaje de cobertura glaciar, es posible prever para cada una de las cuencas la evolución de sus recursos hídricos. Además, con el modelo validado, se considera factible forzarlo con las estimaciones de temperaturas medias futuras, que se podrían obtener en un futuro próximo con la regionalización de los actuales modelos "globales", integrando el recalentamiento climático en curso.

Por otro lado, se ha podido observar que la variabilidad interanual del clima en la sierra de Ancash está fuertemente influenciada por el ciclo de Oscilación del Sur de El Niño (ENSO), sin embargo, los impactos que tiene este evento sobre las precipitaciones en la sierra de Ancash aún son poco conocidas, ya que son muy variables espacialmente y sus causas todavía no han sido entendidas a cabalidad, lo cual dificulta las simulaciones climáticas⁴².

Cambio climático, percepciones y vacíos de información científica

- Los MCG y los MST son herramientas de gran utilidad para la simulación de posibles escenarios climáticos, pero estos no son suficientes para un análisis de nivel regional.
- Para los Andes tropicales, los modelos estadísticos han indicado un aumento de temperatura progresivo, aunque las magnitudes varían con cada modelo.
- Los diferentes análisis que pueden lograrse a partir de los datos meteorológicos permiten caracterizar de manera eficaz sectores reducidos como lo es una cuenca hidrográfica e incluso permiten el planteamiento de modelos estadísticos.
- Para la sierra de Ancash, aún se requiere mayor entendimiento de las dinámicas climáticas, como es en el caso del evento ENSO, a fin de lograr predicciones más certeras.
- Las percepciones de los pobladores respecto a las variaciones en el clima resultan de ayuda para entender el clima local a pesar de que estas pueden no corresponder a los datos obtenidos en las estaciones meteorológicas.

42. Chisolm, Rachel. Climate indices as a tool for Climate-Resilient infrastructure, 2016.

5. HERRAMIENTAS PARA LA ADAPTACIÓN Y LA GESTIÓN DEL TERRITORIO

En un contexto de cambio climático, la gestión del territorio para la adaptación tiene que ser integrada, es decir llevando un enfoque de cuenca y subcuenca hacia un manejo integrado por quebrada. Los diferentes actores, sean estos locales, regionales, nacionales, del estado, privados, asociaciones, comunidades o grupos familiares tienen que articularse para tomar decisiones coherentes con el contexto y adecuadas a todos los actores involucrados.

Para la toma de decisión, sea a escala familiar, comunal, local o regional, se propone varias herramientas que apoyan a planificar su territorio, según su contexto:

- (1) El Plan de Acción para la Adaptación Local (PAAL), es una herramienta participativa a la escala de las mancomunidades que contribuye a generar medidas de ACC con enfoques de adaptación basados en ecosistemas, mitigación de riesgos y planeamiento de gestión de riesgos⁴³. Se describe los resultados del PAAL de la MM Waraq en la sección siguiente.
- (2) El Plan de Desarrollo Local (PDT), es un instrumento de apoyo a organizaciones comprometidas con el desarrollo rural y la conservación de los recursos naturales y ecosistemas de montaña, para promover estrategias de desarrollo. Como el PAAL, esta herramienta promueve un enfoque territorial para la adaptación a los peligros e impactos del cambio climático, pero a una escala local.
- (3) Análisis de vulnerabilidad, para convalidar propuestas de estrategias de adaptación al cambio climático adecuadas al contexto climático local y a los objetivos de desarrollo.
- (4) Atlas Interactivo para la Adaptación, es una síntesis de información y herramientas para la planificación y gestión del territorio. El Atlas transmite reflexiones sobre Clima - Gestión del Territorio - Planificación del Desarrollo Sostenible en forma virtual.

43. The Mountain Institute. Science and Exploration, 2010

5.1 PAAL como herramienta de ACC y su metodología

Como ya se ha visto, el Plan de Acción para la Adaptación Local (PAAL), llamado también Plan de Acción Local para la Adaptación (PALA), es una herramienta es una herramienta participativa que apoya la gestión de medidas de ACC con enfoques de adaptación basados en ecosistemas, mitigación de riesgos y planeamiento de gestión de riesgos⁴⁴.

Para ello, el plan emplea una metodología compuesta por 7 pasos que se desarrollaron con la población durante una serie de talleres a fin de entender sus necesidades, capacidades e intereses de adaptación al cambio climático. Los 7 pasos ejecutados fueron los siguientes:

Tabla N° 10: Pasos metodológicos ejecutados para la elaboración del PAAL

1) Sensibilización al cambio climático	5) Integración del PAAL en los procesos de planificación
2) Evaluación de la vulnerabilidad y la adaptación al clima	6) Aplicación del PAAL
3) Priorización de las opciones de adaptación	7) Evaluación del progreso del PAAL
4) Desarrollo del plan de acción local para la adaptación	

Fuente: IM, 2017

Estos pasos son comparables con los de cualquier programa o proyecto que se divida en cuatro fases⁴⁵:

Tabla N° 11: Fases para la elaboración de un proyecto

Fase 1: Diagnóstico	Fase 3: Implementación y gestión del programa o proyecto
Fase 2: Diseño del programa o proyecto	Fase 4: Evaluar y ajustar en base a los aprendizajes al reiniciar el ciclo

Fuente: Recharte y Trejo. Guía de Capacitación. Planificación para la adaptación a escala local, 2015

44. The Mountain Institute. Science and Exploration, 2010

45. Recharte, Jorge y Trejo, Laura. Guía de Capacitación. Planificando la Adaptación a Escala Local, 2015.

46. Instituto de Montaña. Plan de Desarrollo y Acciones de Adaptación en el Territorio Local. Pautas metodológicas, 2016.

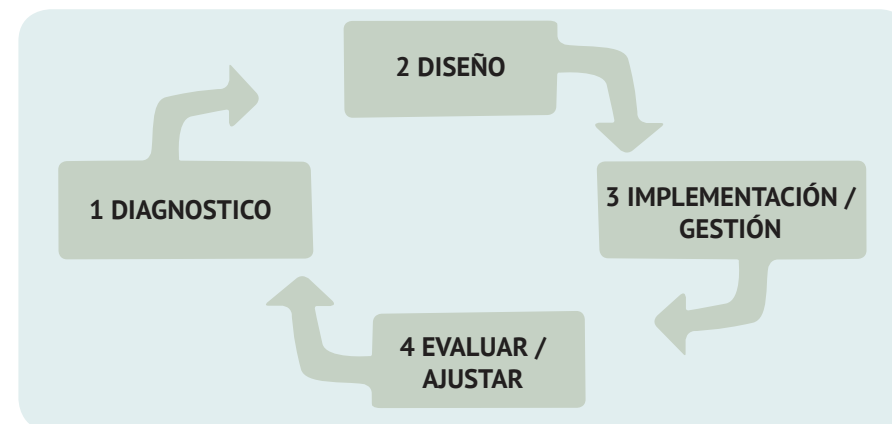


Figura N° 4: Fases para la elaboración de un proyecto

Fuente: Recharte y Trejo, 2015

5.2 Plan de Desarrollo y Acciones de Adaptación en el Territorio Local (PDT)

Como el Plan de Acción para la Adaptación Local al Cambio Climático, el Plan de Desarrollo Local es una herramienta de gestión y planificación del territorio a una escala más local. Esta metodología está diseñada para responder a las necesidades de las comunidades

El PDT es un documento en el que las comunidades expresan sus objetivos y sus propuestas de acción para el desarrollo de sus territorios. Este documento pretende ser accesible y promover que las comunidades rurales tengan instrumentos que comuniquen sus conocimientos y objetivos a instituciones u organizaciones externas que actúan en la zona⁴⁶.

El método busca que las comunidades rurales tengan instrumentos que comuniquen su conocimiento y objetivos a los actores externos que les pueden apoyar a organizar su acción. La metodología de PDT contempla tres aspectos del territorio y de las necesidades de las comunidades:

- (1) Objetivos de desarrollo: son las acciones o proyectos que las comunidades desean llevar a cabo en sus territorios.
- (2) Conocimiento del clima y la comprensión de sus variaciones (cambio climático).
- (3) Conocimiento y comprensión de los recursos naturales presentes en sus territorios y los ecosistemas relacionados.



Figura N° 5: Elementos del Plan de Desarrollo Territorial

Fuente: IM, Vidal Rondan, 2016

Estos tres componentes se articulan y se organizan en siete pasos, generando reflexiones sobre el territorio, para lograr un PDT que promueva un desarrollo resiliente frente a los impactos del cambio climático:

- Paso 1.** Motivación y declaración de visión y misión de la comunidad.
- Paso 2.** Objetivos de desarrollo de la comunidad.
- Paso 3.** Entender el clima del territorio que usa la comunidad.
- Paso 4.** Conocer los recursos naturales del territorio que usa la comunidad y entender los ecosistemas relacionados.
- Paso 5.** Análisis de coherencia entre objetivos de desarrollo, clima y territorio.
- Paso 6.** Análisis FODA: Análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.
- Paso 7.** Diseño del Plan y definir los compromisos inmediatos para llevarlo a cabo.

Estos siete pasos pueden realizarse en tres jornadas o bloques de trabajo:

Primera Jornada: En este primer bloque de trabajo, se recomienda realizar los pasos 1, 2 y 3. Así, se inicia conociendo las motivaciones de la población, qué es lo que desean y qué acciones deben realizar para que estas aspiraciones se concreten. Este conocimiento permite definir cuáles son los objetivos de desarrollo de la comunidad, los cuales serán analizados a partir del conocimiento del clima y del territorio en el que se desarrollan.

Segunda Jornada: En esta jornada se recomienda realizar un análisis de los recursos naturales utilizados por las comunidades y de los ecosistemas que se relacionan con sus territorios. A partir de este análisis se pueden precisar los objetivos de desarrollo basándose en la información obtenida en la primera jornada.

Tercera Jornada: En esta jornada, se recomienda realizar un análisis FODA con toda la información obtenida de las dos primeras jornadas. A partir de este análisis, se podrá diseñar el PDT y definir los compromisos necesarios para llevarlo a cabo.



Figura N° 6: Metodología del Plan de Desarrollo Territorial para la Adaptación al Cambio Climático

Fuente: IM, Vidal Rondan, 2016

5.3 Herramientas de comunicación

Las tecnologías de información y comunicación son indispensables en un contexto de cambio climático. Como se trata de gestión de riesgos o de difusión del conocimiento, se debe promover herramientas de difusión de información para fomentar estrategias de adaptación el cambio climático.

5.3.1 Atlas Interactivo para la Adaptación

El Atlas Interactivo para la Adaptación es una aplicación en línea de la plataforma ArcGis Online, del sistema de información geográfica de ESRI. Es una estrategia comunicativa que busca mejorar la comprensión de diferentes temas mediante el uso de la geografía. De este modo, se combina el uso de mapas interactivos con otros contenidos enriquecidos como textos, fotos, videos y audios, permitiendo transmitir información clave sobre el territorio para la toma de decisión.

5.3.2 Red de comunicadores de la Mancomunidad Municipal Waraq

En el territorio de la Mancomunidad Municipal Waraq existen diversos medios de comunicación y comunicadores estratégicos, quienes participan y dirigen diversos espacios informativos en los principales canales de comunicación:

Radio Chévere 96.7 F.M

Chévere TV. Canal 89

Radio Ancash 103.1F.M

Canal 13 TV

Además, hay personajes de la prensa como Jaime Palma, Humberto Espinoza y Lalo Villa, entre otros, quienes han incluido en sus agendas periodísticas el tema de cambio climático y gestión de riesgos, quienes fueron capacitados en el tema por el Instituto de Montaña.

5.4 Sistema de Información Ambiental Regional

El Sistema de Información Ambiental Regional (SIAR) es un instrumento de Gestión Ambiental señalado en la Ley N° 28611 (Ley General del Ambiente) que promueve la consolidación de la información ambiental de los distintos organismos públicos y privados.

Este instrumento constituye una red de integración tecnológica, institucional y humana que facilita la sistematización, acceso y distribución de la información ambiental en el ámbito territorial de la región, así como el uso e intercambio de esta como soporte de los procesos de toma de decisiones y de la gestión ambiental.

47. SINIA. ¿Qué es el SIAR?

48. Se considera contribuyente del servicio ecosistémico a la persona natural o jurídica, pública o privada, que mediante acciones técnicamente viables contribuye a la conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos.

Se considera retribuyente del servicio ecosistémico a la persona natural o jurídica, pública o privada que, obteniendo un beneficio económico, social o ambiental, retribuye a los contribuyentes por el servicio ecosistémico.

En este sistema, la población en general accede a información sobre los diferentes componentes del ambiente, tales como aire, agua, suelo, biodiversidad, residuos sólidos, entre otros. La información está compuesta por indicadores ambientales, mapas temáticos, documentos completos, informes sobre el estado del ambiente, legislación ambiental entre otros⁴⁷.

5.5 Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos

Los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE) son instrumentos que permiten financiar actividades orientadas a la conservación, recuperación y uso sostenible de ecosistemas a través de acuerdos voluntarios entre contribuyentes y retribuyentes⁴⁸. De esta manera se puede retribuir a aquellos que realicen acciones que mejoren la provisión de dichos servicios, permitiendo a las comunidades que se desarrollan en estos espacios vivir adecuadamente y realizar sus actividades productivas de manera sostenible. (MINAM, 2016)

Con el propósito de impulsar el desarrollo de MRSE en el ámbito de la Reserva de Biosfera Huascarán, a fines del año 2014, se constituyó un grupo impulsor (GI) de MRSE⁴⁹. Luego de la iniciativa del GI MRSE, se conformó la Plataforma de Buena Gobernanza de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos.

A fines de 2016, el Grupo Impulsor está compuesto de las siguientes instituciones, que son los actuales miembros activos de la Plataforma:

- MINAM - SERNANP – Jefatura del Parque Nacional Huascarán (PNH)
- The Mountain Institute (IM)
- Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM)
- Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente – GORE Ancash
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)
- CARE Perú
- Asociación Allpa
- Administración Local del Agua Huaraz (ALA Huaraz).

49. El grupo impulsor de los MRSE estuvo conformado por las siguientes organizaciones: SERNANP-PNH, IM, INAIGEM, SUNASS, SERFOR, CARE, Allpa, ANA y el Gobierno Regional de Ancash.

PLATAFORMA DE BUENA GOBERNANZA DE MECANISMOS DE RETRIBUCIÓN POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La Plataforma de Buena Gobernanza de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos fue reconocida por Ordenanza Regional N° 001-2017-GRA/CR, aprobada el día 03 de marzo del 2017 en Sesión Ordinaria del Consejo Regional del Gobierno Regional Ancash, como resultado del trabajo del Grupo Impulsor de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos de la Reserva de Biosfera Huascarán y de la Gerencia de Recursos Naturales del Gobierno Regional de Ancash.

Esta plataforma está conformada por todas las instituciones públicas y privadas relacionadas con los ecosistemas y que han manifestado su interés para la conservación y recuperación de los mismos.

PROPÓSITO

La Plataforma de Buena Gobernanza de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos tiene el propósito de promover y articular gestiones de diferentes instituciones ligadas a los ecosistemas, para desarrollar acciones destinadas a conservar, recuperar o usar sosteniblemente la fuente de los servicios ecosistémicos, priorizando cabeceras de cuencas y áreas degradadas, y promoviendo Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE).

FUNCIONES

- 1) La Plataforma de Buena Gobernanza de MRSE se encarga de liderar los procesos de elaboración del instrumento de gestión de los MRSE del Departamento de Ancash gracias a la generación de conocimientos, estrategias, metodologías, adaptadas a la realidad de la región Ancash.
- 2) Sensibilizar a la población del Departamento de Ancash y de la RBH sobre MRSE a través la difusión y comunicación masiva.
- 3) Involucrar a los actores claves del Departamento de Ancash, públicos y privados, inmersos en los MRSE, en procesos de elaboración del instrumento de gestión de los MRSE del Departamento de Ancash.
- 4) Fortalecer capacidades de los actores claves en tema de MRSE.
- 5) Promover la conformación de comités gestores para la implementación de MRSE.
- 6) Promover elaboración de propuestas de proyectos para acceder a fondos públicos o privados para MRSE.

6 ALTERNATIVAS INNOVADORAS Y DE ADAPTACIÓN

La gestión de alternativas e innovaciones para la adaptación al cambio climático es un esfuerzo que busca apoyar a la población para realizar acciones en el presente a fin de que las variaciones del clima no afecten su calidad de vida, tanto ahora como en el futuro.

En este sentido, el desarrollo de alternativas de adaptación requiere de un claro conocimiento de las problemáticas locales relacionadas al clima y de los objetivos e intereses de las poblaciones con las que se desea trabajar, por lo que es necesario mantener un diálogo constante y horizontal con las mismas, a fin de integrar sus saberes y capacidades de adaptación en la planificación para la adaptación al cambio climático.

6.1 Plan de acción local para la adaptación al cambio climático en la MMW

Dentro de este contexto de gestión de alternativas para la adaptación, se desarrolla el Plan de Acción para la Adaptación Local en la Mancomunidad Municipal Waraq. Es un instrumento de adaptación al cambio climático cuya aplicación al territorio de la MM Waraq fue impulsada por el proyecto HIMAP y financiado por USAID. Este plan se basó en una combinación de información obtenida a través del proceso de consulta a las comunidades (a cargo del IM) y datos cuantitativos obtenidos de procesos físicoambientales que tienen lugar en el territorio mancomunal (mediante el apoyo técnico de la Universidad de Texas, Austin).

Hay que mencionar que el PAAL de la MMW tiene como área de interés la Subcuenca Quillcay, siendo este sector una primera aproximación para la totalidad del territorio mancomunal. Debido a que el proceso de planificación para la adaptación en esta subcuenca plantea retos que son encontrados en otros sectores del territorio mancomunal, se espera que los proyectos e innovaciones planteadas aumenten las capacidades de adaptación tanto en la subcuenca como, posteriormente, en el territorio entero de la mancomunidad.

El proceso de consulta comunitaria se realizó en la zona urbana y la zona rural de la subcuenca, lo que permitió una lectura de los distintos intereses de la población y las estrategias que desean priorizar.

Fuente: Zimmer Anais. Diagnóstico de las cabeceras de Tres Cuencas
Elaboración Propia

Los siguientes objetivos de la mancomunidad apoyan la definición de líneas de acción y alternativas de ACC:

1. Gestión integral e integrada de la Subcuenca del Río Quillcay, con enfoque de adaptación al cambio climático.
2. Gestión del riesgo de desastres.
3. Fomento del empleo y la competitividad productiva, con responsabilidad social y protección del ambiente.
4. Diseño y promoción de circuitos turísticos, y protección y difusión de recursos arqueológicos y paisajísticos.

Este proceso permite priorizar las alternativas propuestas durante el proceso de planificación a fin de reducir la vulnerabilidad de la subcuenca.

Tabla N° 12: Alternativas de adaptación al CC para reducir vulnerabilidades – PAAL MM Waraq actualizado al 2017.

Líneas de Acción	Alternativas para reducir vulnerabilidad
Gestión integral e integrada de la Subcuenca del río Quillcay, con enfoque de adaptación al cambio climático.	Cosecha de agua. Reforestación en el ámbito urbano. Ordenamiento territorial. Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable. Sistema de manejo de residuos sólidos. Mejoramiento y ampliación de la red de desagüe.
Gestión del riesgo de desastres.	Gestión de riesgo/ SAT. Fortalecimiento de actividad turística. Ordenamiento territorial.
Fomento del empleo y la competitividad productiva, con responsabilidad social y protección del ambiente.	Cosecha de agua. Mejoramiento y ampliación de Infraestructura de riego, incluyendo riego tecnificado. Mejoramiento de la calidad del agua (Biorremediación). Mejoramiento y mantenimiento de los canales.
Diseño y promoción de circuitos turísticos, y protección y difusión de recursos arqueológicos y paisajísticos.	Fortalecimiento de actividad turística. Ordenamiento territorial.

Fuente: IM, 2017

Es necesario mencionar que para institucionalizar el PAAL, se requiere que la Mancomunidad traslade los resultados de consulta al instrumento denominado “Plan Estratégico Institucional” (PEI). Este documento, junto con las certificaciones del Ministerio de Economía⁵⁰, permite finalmente recibir y ejecutar fondos para los proyectos identificados por las comunidades y facilitar la participación y consultas comunitarias para el proceso de presupuesto participativo de la mancomunidad Waraq. De igual forma, debe ser alcanzado al especialista a la Oficina de Programación Multianual de Inversiones y a un segundo especialista a la Oficina de Unidad Formuladora de los Proyectos de Inversión Pública para el Sistema Nacional de Programaciones Multi Anual y Gestión de Inversiones (SNPMAGI).

Además, resulta interesante notar que la elaboración del PAAL de la MMW ha sido el resultado de un proceso de investigación en coordinación con el IM que se ha venido dando desde la conformación de la mancomunidad en el 2013. Tener este aspecto en consideración permite entender los cambios, correcciones y modificaciones de los proyectos de adaptación planteados a lo largo de este proceso de planificación, lo que se puede ver al comparar las alternativas de adaptación propuestas en el PAAL o PALA en proceso en 2017 y el diagnóstico de la mancomunidad realizado para el 2015⁵¹.

Tabla N° 13: Capacidades de adaptación al CC de los pobladores de la MMW de acuerdo al diagnóstico elaborado para el 2015

Capacidades de adaptación al cambio climático		
1) Recursos hídricos	1.1) Recuperación de datos para cuantificar y analizar la contaminación entorno a la subcuenca	1.1.1) Georreferenciar los canales, captaciones y bloques de riego. 1.1.2) Recopilar los análisis hechos por los puestos de salud en los pueblos de Jancu y Coyllur. 1.1.3) Contactar a Nathan Hecht.
	1.2) Incrementar la disponibilidad de agua	1.2.1) Mejorar el sistema de riego. 1.2.2) Buscar otras fuentes de agua.
	1.3) Mejorar la calidad del agua	1.3.1) Capacitar a los pobladores sobre contaminación orgánica e inorgánica. 1.3.2) Modificar la captación del canal de Cojup-Llupa-Unchus. 1.3.3) Tratamiento de las fuentes de contaminación por biorremediación.

50. Se requiere estas certificaciones para recibir el denominado código SIAF.

51. Zimmer, Anaís. Diagnóstico de la Mancomunidad Municipal Waraq, 2015.

2) Agropecuario	2.1) Prevenir decaimiento de la agricultura debido al cambio de actividades. 2.2) Instaurar técnicas de producción adecuadas para cultivo, ganadería y pastizales. 2.3) Implementar medidas de conservación de la tierra, de diversificación de la producción, y de gestión de la ganadería.	
	2.4) Prevenir el agotamiento de las tierras por los monocultivos	2.4.1) Cambiar prácticas de producción y utilizar rotaciones (barbecho y cambiar de tipos de cultivo regularmente; además, dejar pastando a los animales menos tiempo en la misma parcela).
	2.5) Diversificar la producción y los pastos	2.5.1) La diversificación permite evitar la sobreproducción de una especie que utiliza en exceso algunos elementos del suelo. 2.5.2) Desarrollar la agricultura diversa que reduce las pérdidas agrícolas (escarchas, granizadas, sequías fuertes o epidemias). 2.5.3) Implementar las rotaciones para el descanso del suelo en los lugares donde no se hace (mayoría de los lugares), la conservación de la fertilidad de la tierra (por ejemplo, maíz con una leguminosa como alfalfa o trébol, para aportar nitrógeno en el suelo), reducir y prevenir la transmisión de enfermedades, y la presencia de insectos.
	2.6) Reducir los rebaños o manadas. La idea que se quiere transmitir es el desarrollo de una ganadería con ganado de calidad, es decir con menos animales y comida más nutritiva.	2.6.1) Mejora de pastos sembrando otras especies. 2.6.2) Producción de forrajes y pacas de heno para la crianza. En este caso, ya se han realizado experimentos de producción de forraje que no tuvieron éxito. Habría que estudiar el tema para entender las razones que motivaron la ausencia de buenos resultados. 2.6.3) Producción lechera con algún producto regional innovador, con ganado vacuno, para la fabricación de queso (mencionado en el pueblo de Ishoca). Proyecto relacionado con la mejora de pastos y ganado.
3) Plantas aromáticas y medicinales	3.1) Podría ser una alternativa a los cultivos convencionales que son cada día menos rentables. Los pobladores mencionan la implementación de un sistema de riego tecnificado para obtener mayor rentabilidad. Esta alternativa podría desarrollarse mediante el concepto de ecología y salud, trabajando con la filosofía de las plantas medicinales y de la medicina natural y orgánica	

Fuente: Zimmer, Anaïs. Diagnóstico de la Mancomunidad Municipal Waraq, 2015.

6.2 Plan de Desarrollo Territorial

En el ámbito de la MM Waraq, el Comité de Usuarios de Agua de Santa Cruz ha elaborado su Plan de Desarrollo Territorial para la Adaptación al Cambio Climático para el periodo 2016 – 2021.

Durante los talleres, los miembros del comité reflexionaron sobre sus objetivos de desarrollo, entendiendo el clima, identificando los ecosistemas y recursos naturales de su territorio, para analizar las iniciativas de desarrollo que son prioritarias y viables en su territorio. Terminaron en la construcción de la visión y misión y la programación de las acciones inmediatas para el desarrollo territorial frente al cambio climático.

Los resultados del proceso de PDT fueron los siguientes:

- **Misión de los usuarios del Comité de Regantes de Santa Cruz:** “Ser una organización unida con capacidad en manejo y gestión de agua.”
- **Visión de los usuarios del Comité de Regantes de Santa Cruz:** “El comité de usuarios de agua de Santa Cruz maneja y conserva el agua responsablemente y así mejora su producción agropecuaria e ingresos económicos.”
- **Plan de Desarrollo Territorial**

Los objetivos de desarrollo, y sus metas, requieren acciones concretas para poder ser alcanzados. A continuación, se presenta el conjunto de programas, proyectos y acciones identificadas para cada una de las iniciativas de desarrollo del Plan de Desarrollo Territorial.

Tabla N° 14: Iniciativas de desarrollo, resultados y acciones del Plan de Desarrollo Territorial

N°	Iniciativas de Desarrollo	Resultados	Acciones
1	Rehabilitación del reservorio de Minas	01 reservorio rehabilitado con concreto (Minas), instalación de válvula y otros accesorios que permitan un uso adecuado del agua.	Gestionar el apoyo para los materiales necesarios para la rehabilitación del reservorio. Organizar faenas comunales.
2	Construcción de reservorio de Tukuahuain	Construcción de 01 reservorio de 20 m x 25 m con concreto en Tukuahuain	Gestionar la elaboración del estudio o expediente técnico. Gestionar el apoyo para los materiales necesarios para la construcción del reservorio. Organización de faenas comunales.
3	Construcción del canal para alimentar el reservorio de Tukuahuain para Cebada Pampa y Minas	Construcción de 01 canal de 1200 metros de Wilcacocha a Cebada Pampa, abierto pero revestido de concreto.	Gestionar la elaboración del estudio o expediente técnico. Gestionar apoyo para los materiales necesarios para la construcción del canal de riego. Organización de faenas comunales.
4	Entubar los canales de riego de Jatun Zanja y Minas de Wilcacocha, y construcción de 01 desarenador	Entubar aproximadamente 1000 metros el canal de riego de Jatun Zanja y entubar el agua del reservorio de Minas hasta Santa Cruz. Construcción de 01 desarenador.	Gestionar la elaboración del estudio o expediente técnico. Gestionar el apoyo para los materiales necesarios para la entubación y la construcción del desarenador. Organización de faenas comunales.
5	Ampliación del canal del reservorio de Tukuahuain al sector Oqipara	Ampliación del canal de 1000 m desde el reservorio de Tukuahuain hasta Oqipara, canal abierto pero revestido con concreto.	Gestionar la elaboración del estudio o expediente técnico. Gestionar el apoyo para los materiales necesarios para la construcción. Organización de faenas comunales.
6	Riego tecnificado para huertos familiares	Implementación del sistema de riego tecnificado para todos los usuarios del comité de regantes de Santa Cruz.	Gestionar la elaboración del estudio o expediente técnico. Gestionar el apoyo para los materiales necesarios para la implementación del sistema. Organización de faenas comunales.

7	Mantenimiento de la laguna Wilcacocha	Limpieza de la laguna con maquinaria pesada para retirar los sedimentos, se llevará a cabo una vez cada dos años.	Gestionar la maquinaria para la limpieza de la laguna. Organización de faenas comunales.
8	Producción de cultivos (papas, alfalfa)	Producción de 5 o 6 hectáreas de cultivos de todos los usuarios del comité actual, si existe riego tecnificado se duplicaría la producción.	Investigar la calidad de semillas mejoradas resistentes (como por ejemplo la semilla de Mohapa).
9	Reforestación con plantas nativas (Quenuales)	Reforestar con 300 plántones de quenual en un periodo de 03 años.	Construcción de viveros forestales. Llevar a cabo las plantaciones en faenas comunales.
10	Crianza de animales menores	Crianza adecuada de 40 animales menores por cada usuario del Comité de Riego.	Siembra de alfalfa. Construcción de galpones, cuyeros.

El proceso se realizó con el apoyo del Instituto de Montaña. El documento se encuentra en línea.

6.3 Acciones y proyectos para la adaptación

A partir de los intereses y capacidades de la población mancomunada identificadas a través del proceso de consulta comunitaria realizado para la elaboración del PAAL, se han podido gestionar estrategias de adaptación al cambio climático las cuales surgen de las necesidades y preocupaciones de la población, la cual lideró su planteamiento y ejecución bajo el asesoramiento técnico y financiamiento del Instituto de Montaña. Dentro de los proyectos planteados se pueden encontrar los siguientes proyectos:

- **Índice Biótico Andino (ABI):** El Índice Biótico Andino (ABI), permite evaluar la calidad del agua usando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. La Aplicación Calculadora de ABI genera y recopila datos de ABI para mejorar la gestión de los recursos naturales, aportando de esta manera a la adaptación al cambio climático. Esta aplicación se implementará primero en la subcuenca Quillcay a fin de tener un modelo replicable en la sierra de Ancash. La aplicación fue implementada por el Instituto de Montaña y por la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UCPH).
- **Sistema de biorremediación en los sectores de Campanayoc y Quinchup del canal matriz de riego Shallap Huapish Toclla, Huaraz:** implementación de

un sistema piloto de biorremediación que tiene la finalidad de remover los contaminantes (metales pesados) generados por Drenaje Ácido de Roca (DAR), gracias al uso de celdas de sedimentación y humedales artificiales. Los humedales altoandinos tienen una función importante de intercambio y almacén natural de sedimentos y nutrientes, y actúan como amortiguadores y filtradores para contaminantes orgánicos e inorgánicos, tecnología que se usó a través la creación de humedales artificiales. El pequeño proyecto de ACC se implementó en 2016-2017 por los sectores Campanayoc y Quinchup del canal Shallap Huapish Toclla con el apoyo financiero y técnico del Instituto de Montaña.

- **Sistema de riego presurizado en el sector Paquishca 1 de la Comunidad Campesina Cahuide, CCPP Coyllur:** implementación de un sistema piloto de riego presurizado para parcelas agrícolas. Se llevó a cabo un diagnóstico participativo con la directiva del grupo de familias de este sector para determinar el contexto territorial del área a intervenir. Luego de conocer las características climáticas y productivas de la zona, se pudo realizar el proceso de planificación participativa donde se definieron las actividades que se desarrollarían para implementar el sistema de riego. Gracias a este proceso, se ejecutó el proyecto con la participación de las familias del sector Paquishca 1, con el apoyo financiero y técnico del Instituto de Montaña. Este proceso se llevó a cabo entre 2016 y 2017.
- **Sistema de almacenamiento y distribución de agua, Sectores Wilcacocha y Pacllash del Comité de Regantes de Santa Cruz, CCPP de Santa Cruz:** Durante el año 2016, el equipo de Ingenieros sin Fronteras, el Instituto de Montaña y el Comité de Usuarios de Agua de Santa Cruz colaboraron a fin de llevar a cabo dos pequeños proyectos para mejorar el sistema de riego del Comité de Regantes de Santa Cruz. Entre fin de 2016 y 2017 se ejecutaron los dos proyectos en dos etapas:
 - (1) Mejoramiento y ampliación de los canales de Wilcacocha con concreto e instalación de compuertas - sector Santa Cruz: 1era etapa - diciembre 2016; 2da etapa - junio 2017.
 - (2) Construcción del canal de Pacllash y Mantenimiento del reservorio- Sector Pacllash; 1era etapa - diciembre 2016; 2da etapa - junio 2017.
 Estos dos pequeños proyectos de ACC fueron priorizados por los miembros del Comité de Regantes de Santa Cruz a través de la elaboración de su Plan de Desarrollo Territorial en 2016.
- **Instalación de los servicios de sistema de alerta temprana frente a peligro de inundación y aluvión en la subcuenca de Quillcay.** La MM Waraq se creó en el año 2013, y entre sus objetivos estaba la implementación del Sistema de Alerta Temprana (SAT) de las lagunas Palcacocha, Cuchillacocha y Tullpa-

raju. La elaboración del perfil del SAT empezó en el año 2015, aprobándose en diciembre de 2016. Fue elaborado por la Municipalidad Provincial de Huaraz y la Municipalidad Distrital de Independencia. Paralelamente, se trabajó en el expediente técnico con apoyo de la ONG CARE, mientras que el Estudio de Impacto Ambiental fue desarrollado por el Instituto de Montaña. En mayo 2017, el perfil y el expediente técnico se presentaron al Gobierno Regional de Áncash para su financiamiento y están siendo evaluados. Una vez se obtenga el financiamiento se llevará a licitación y posterior ejecución. Este Sistema de Alerta Temprana consta de un sistema de monitoreo de las tres lagunas que amenazan Huaraz: Palcacocha, Cuchillacocha y Tullparaju, 10 sirenas distribuidas por toda la ciudad de Huaraz y alrededores, las cuales darán la alarma en caso del desborde de alguna de las lagunas. Además, se sensibilizará a la población que vive en las zonas de riesgo de aluvión y se implementará la señalética de las rutas de evacuación en toda la ciudad. Todo el proyecto tiene un presupuesto de 4 500 000 nuevos soles.

- Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil

En el marco del proyecto AAMVM, se desarrolló el Diplomado de Especialización Profesional de "Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública, a nivel de perfil, incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático" en alianza con el Ministerio de Economía y Finanzas, gracias a lo cual se generó el perfil de proyecto de inversión pública de "Mejoramiento y ampliación del servicio de agua para riego en el en el caserío de Chamanayoc, Distrito de Huaraz, Provincia de Huaraz – Ancash".

El proyecto tiene como objetivo general el Incremento del servicio de agua para riego en el caserío de Chamanayoc, Distrito de Huaraz, Región Ancash, y considera los siguientes medios Fundamentales:

- Eficiente infraestructura de riego
- Canal protegido ante deslizamientos de tierra y piedra.
- Oportuno mantenimiento del canal.
- Implementación de programas de capacitación en técnicas de riego
- Adecuada gestión del servicio de agua para riego.

La estimación del costo de inversión total es de S/1, 301, 312.81.

En el 2017 se está realizando gestiones para el financiamiento de la elaboración del expediente técnico y ejecución del proyecto en el programa nacional Sierra Azul, gestión efectuada por la gerencia de la mancomunidad.

7 ALIADOS PARA LA ADAPTACIÓN

7.1 Especialistas en información como aliados para la toma de decisión

Los aliados de la información son entidades, instituciones públicas o privadas que generan información que puede apoyar a la toma de decisión. Esa información es necesaria para la aplicación de herramientas de apoyo a la toma de decisión tales como son los PAAL o PDT.

7.1.1 Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo y sus facultades

En el territorio de la Mancomunidad Municipal Waraq, un aliado mayor que apoya a la generación de información sobre el territorio es la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM) y sus diferentes facultades.

La universidad demuestra que tiene una filosofía de investigación comunitaria con un enfoque participativo a través del establecimiento de un Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional entre la UNASAM y las Comunidades Campesinas de la Región Ancash, firmado en noviembre 2015, y que se viene cumpliendo.

Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional entre la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM) y las Comunidades Campesinas de la Región Ancash

Con el objetivo de promover el desarrollo sostenible en las 20 provincias de la región Ancash, el rector de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Dr. Ing. Julio G. Poterico, firmó Convenios Marco de Cooperación Interinstitucional con 31 Comunidades Campesinas de la provincia de Huazara. Los beneficiarios del convenio reciben una preparación preuniversitaria durante varias semanas, en las que tendrán oportunidad de formarse para obtener el puntaje mínimo para ingresar a las Escuelas Académico Profesionales. Uno de los objetivos del Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional es ofrecer, a los hijos de la comunidad que hayan obtenido el primer y segundo puesto en los estudios de educación secundaria, el ingreso directo a la UNASAM.

Igualmente, la UNASAM viene desarrollando relaciones estrechas con las mancomunidades de Ancash. En 2016, el Rector Dr. Ing. Julio Poterico Huamayalli, sostuvo una reunión con el presidente de la Mancomunidad Zona Conchucos,

Uldarico Cisneros y los representantes de la Dirección General de Ordenamiento Territorial del Ministerio del Ambiente para trabajar el estudio de la zonificación económica ecológica en favor de los pueblos que conforman la Mancomunidad de la Zona de Conchucos.

Además, a través de sus laboratorios y Centros de producción articulados a las facultades, la UNASAM tiene la capacidad de proveer bienes y servicios a las comunidades, generando información científica y técnica en la Sierra de Ancash.

Los principales laboratorios y centros de producción que proveen datos para la adaptación al cambio climático son:

- **El Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo**, perteneciente a la Facultad de Ciencias de Ambiente genera conocimientos y tecnologías especializadas sobre el ambiente en las áreas de cambio climático, ordenamiento territorial ambiental e instrumentos de gestión de información en atención al problema.

- **Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA)** es un laboratorio especializado en brindar servicios de monitoreo ambiental y análisis de agua, aire y sedimentos.

- Laboratorio de suelos

Además, hay varios centros de producción experimentales tales como en Marcará (Ciencias Agrarias), Tuyu Ruri, Alpa Rumi, Centro de Investigación Cañasbamba, Instituto de Investigación Agroindustrial Tinguá y la Planta de Beneficio Santa Rosa de Jangas.

7.1.2 Aliados potenciales para la Mancomunidad Municipal Waraq

Además de la UNASAM, se encuentran varios aliados científicos potenciales, tales como institutos de investigación del estado, por ejemplo, el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM), universidades y sus laboratorios, por ejemplo, la Universidad Nacional Agraria La Molina y su Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

Instituto Nacional de Innovación Agraria. El INIA es un organismo público adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego, responsable de diseñar y ejecutar la estrategia nacional de innovación agraria. El INIA tiene a su cargo la investigación, la transferencia de tecnología, la asistencia técnica, la conservación de

recursos genéticos en el ámbito de su competencia y la producción de semillas, reproductores y plantones de alto valor genético, que ejerce a nivel nacional. Asimismo, es responsable de la zonificación de cultivos y crianzas y de establecer lineamientos de política del servicio de extensión agraria, en coordinación con los organismos que realizan servicios de extensión agropecuaria del sector agrario y en el marco de las políticas sectoriales (INIA).

Además de esos aliados institucionales, existen plataformas generadoras de información en línea que representan fuentes de información valiosa para las mancomunidades, es el caso de la Plataforma de Mapeo Land Mark. Esta herramienta en línea, útil y de fácil acceso, mapea y da información sobre los derechos humanos, recursos naturales y territorios gestionados por comunidades. Se tiene que resaltar que 50% de la superficie de Perú está bajo título o gestión por comunidades. Esta herramienta presenta los límites comunales, sin embargo, no es información oficial del Estado peruano.

Plataforma Land Mark: www.landmarkmap.org

7.2 Aliados técnicos

Los aliados técnicos de las mancomunidades son las instituciones que se encuentran trabajando en el territorio de la Mancomunidad, y quienes pueden informar y apoyar a la población local.

Se trata de las instituciones enlace del MINAGRI, tales como el Programa Subsectorial de Irrigación (PSI), el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), la Autoridad Nacional del Agua y las Autoridades Locales (ALAs), AgroRural, y también la Dirección Regional Agraria de Ancash (DRAA), la Reserva de Biosfera Huascarán y el Parque Nacional Huascarán.

La alianza del proyecto “Fortalecimiento de capacidades en adaptación al cambio climático y gestión integral de recurso hídrico” (UNESCO) y del proyecto “Asegurando el agua y los medios de vida en las montañas” (IM-USAID) coordinó el interés de SENASA, SERFOR, Reserva de Biosfera Huascarán, Parque Nacional Huascarán, PSI, ALA, UNESCO, IM, DRAA y AgroRural de participar en un proceso de aprendizaje y prácticas para la generación de estrategias de adaptación al cambio climático en la Reserva de Biosfera Huascarán. Estas instituciones, al participar en este proceso, demuestran sus intereses en fomentar el desarrollo de estrategias de adaptación al cambio climático de manera participativa con las comunidades de la Reserva de Biosfera Huascarán.



7.3 Oportunidades de financiamiento para municipalidades y mancomunidades municipales

Las oportunidades de financiamiento para apoyar acciones de adaptación en el territorio de las mancomunidades son múltiples. Que se trate de programas del Estado, Sistema Nacional de Programaciones Multianual y Gestión de Inversiones, o de fuentes privadas, son fuentes que pueden apoyar a la mancomunidad y la municipalidad a obtener fondos para materializar sus estrategias de adaptación al cambio climático. Es responsabilidad de la mancomunidad de conocer esas oportunidades.

El siguiente cuadro da cuenta de las fuentes de financiamiento principales a las cuales pueden acceder la Mancomunidad Municipal Waraq y sus municipalidades.

Tabla 25: Principales fuentes de financiamiento para organizaciones de base comunitaria, gobiernos locales y regionales, y organizaciones privadas trabajando para la ACC.

OPORTUNIDADES DEL GOBIERNO LOCAL Y REGIONAL	OPORTUNIDADES DEL GOBIERNO CENTRAL					
(01) Presupuesto participativo (02) PROCOMPITE (03) Programa de Incentivos	MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (01) FONIPREL (02) FOCAM - Fondo de Desarrollo Socioeconómico de Camisea	MINISTERIO DEL AMBIENTE (01) Planes de ECONEGOCIOS (02) PIP AMBIENTALES (03) Premio Nacional Ambiental Antonio Brack Egg (04) PRONANP - Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas		MINISTERIO DE DESARROLLO E INCLUSIÓN SOCIAL (01) Premio Nacional Sello Municipal (02) Saberes productivos (03) FONCODES – Haku Wiñay	MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (01) FINCyT - Fondo para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología	PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTRO CONCYTEC (34) FONDECYT (35) SENCICO (36) CANON-UNSAAC (37) Programa presupuestal 0068
OPORTUNIDADES DEL GOBIERNO CENTRAL				FONDOS PRIVADOS		
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO				COOPERACION INTERNACIONAL		ENTIDADES PRIVADAS
(17) SIERRA AZUL (18) AGROJOVEN (19) PROGRAMA DE SEMILLAS MEJORADAS (20) BANCO DE GERMOPLASMA (21) PROGRAMA FORESTAL (22) DIRECCIÓN GENERAL DE GANADERÍA (23) AGROBANCO (24) SEGURO AGRARIO (25) PROGRAMA DE TITULACION DE TIERRA (26) CENTRO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE LA AGROBIODIVERSIDAD (27) SSE - Sierra y Selva Exportadora (28) AGROIDEAS (29) PNIA - Programa Nacional de Innovación Agraria (30) PROYECTOS ESPECIALES (31) PIPMIRS (32) ALIADOS (33) FOGASA - Fondo de Garantía para el Campo y del Seguro Agrícola Catastrófico			(38) BANCO MUNDIAL (39) BID – Banco Interamericano de Desarrollo (40) FIDA - Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (41) APC – Cooperación Japonesa (42) FGCPJ - Fondo General Contravalor Perú-Japón (43) FONTAGRO (44) Programa Pequeñas Donaciones GEF (45) Fundación Interamericana (46) SWISS CONTACT (47) FONDAM - Fondo de las Américas		(48) PROFONANPE - Fondo de Promoción de las Áreas Naturales Protegidas del Perú (49) FONDOEMPLEO (50) FONDO MINI PROYECTO – ONG APORTES (51) HELVETAS (52) Manos Unidas - ONGD (53) MISEREOR	

N° 1: Población total por Distrito

Distrito	HOMBRES	MUJERES	POBLACIÓN
Huaraz	27474	28712	56186
Independencia	30493	32360	62853

N° 2: Población urbana y rural

Distrito	P. Urbana	P. Rural	Total
Huaraz	48523	5809	54332
Independencia	50108	12299	62407

N° 3: Población de la Mancomunidad Municipal Waraq según Género y Edad

Población por género de la MMW

Grupo por edades	Hombres	Mujeres
- 1 año	1086	999
De 1 a 4	4433	4272
De 5 a 9	5757	5566
De 10 a 14	6127	5854
De 15 a 19	5580	5791
De 20 a 24	5619	6072
De 25 a 29	5250	5690
De 30 a 34	4704	5063
De 35 a 39	3966	4322
De 40 a 44	3326	3657
De 45 a 49	2710	3040
De 50 a 54	2338	2705
De 55 a 59	1956	2026
De 60 a 64	1551	1635
De 65 a mas	3564	4380

N° 4: Evolución de la Población

Distrito	1993	2007
Huaraz	44771	56186
Independencia	47614	62853

N° 5: Evolución de la población urbana y rural

Distrito	1993		2007	
	P. Urbana	P. Rural	P. Urbana	P. Rural
Huaraz	35124	9647	48523	5809
Independencia	31764	15850	50108	12299

N° 6: Nivel educativo alcanzado por Distrito

Censo 2007

Distrito	Sin Nivel	Inicial	Primaria	Secundaria	Sup. No Univ. Incompleta	Sup. Univ. Incompleta	Sup. Univ. Completa
Huaraz	5796	1523	12981	13858	3032	4304	6504
Independencia	6950	1569	17074	16613	3014	3852	5131

N° 7: Unidades agropecuarias (1993)

Distrito	Total de unidades agropecuarias	Superficie cultivada	Bajo riego	Bajo seco
Huaraz	2023	1933.98	626.75	1307.23
Independencia	2965	1962.21	1089.39	872.82

N° 8: Unidades agropecuarias (2012)

Distrito	Total de unidades agropecuarias	Superficie cultivada	Bajo riego	Bajo seco
Huaraz	2908	4097.19	238.47	3858.71
Independencia	5753	1848.86	783.84	1065.03

N° 9: Producción pecuaria (1993)

Distrito	Vacunos	Porcinos	Ovinos
Huaraz	4832	3225	14947
Independencia	5273	4157	14677

N° 10: Producción pecuaria (2012)

Distrito	Vacunos	Porcinos	Ovinos
Huaraz	5952	3514	15925
Independencia	7248	6834	16485

N° 11: Formaciones geológicas

Unidad	Descripción
Batolito de la Cordillera Blanca	Formado durante la orogénesis mesozoica. Batolito granodiorítico (15-10 millones de años de edad - Mioceno). Complejo plegado y fallado de sedimentos.
Complejo Paccho	Compuesto principalmente por Diorita y Tonalita
Complejo Patap	Compuesto principalmente por Gabro
Depósitos aluviales	Depósitos formados por acción de la gravedad
Depósitos fluviales	Depósitos formados por acción de río
Depósito glaciar	Depósitos formados por acción de glaciar
Depósitos morrénicos	Depósitos conformados por acumulación de material morrénico
Formación Carhuaz (Ki-chz)	Está compuesta por material clástico, contiene en su parte inferior intercalaciones marinas de calizas y yeso. La parte superior está compuesta por una serie gruesa de areniscas grisáceas finas, intercalado con limonitas y lutitas.
Formación Chicama (Js-ch)	Se caracteriza por ignimbritas y brechas volcánicas de la formación Oyatún (Jurásico inferior), secuencia de areniscas intercaladas con lodositas hacia el tope y la base de la formación Chicama (Jurásico medio a superior)
Formación Chimu (Ki-ch)	Esta formación está constituida por una secuencia de cuarcitas recristalizadas, en bancos medianos y de grano fino, presentando como base una secuencia abigarrada compuesta por lutitas, limonitas y areniscas blancas y macizas
Formación Chulec	Formación adentrada por el stock Ishpag, con composición que varía de granodiorita a diorita. Este stock en contacto con las formaciones sedimentarias causa un metamorfismo hidrotermal. El depósito mineral está constituido por marmitita, galena y en menor cantidad por calcopirita acompañada por pirrotita, pirita, magnetita, calizas, margas y limolitas
Formación Jumasha (Ks-j)	Esta formación tiene un grosor de 700 m y se presenta como cadenas sobresalientes y elevadas. La Formación Jumasha es cárstica, contiene numerosas cuevas y sumideros, y es concordante con la Formación Pariatambo. Presenta calizas, lutitas, rocas carbonatadas
Formación Oyon (Ki-oy)	Secuencia sedimentaria compuesta de areniscas con gravas, limonitas y lutitas gris oscuras intercaladas con mantos de carbón. Aflora mayormente hacia el extremo oriental del área de estudio y se encuentra fuertemente deformada por la presencia de pliegues y fallas. Su edad ha sido estimada dentro del Cretáceo inferior por corresponder a los niveles superiores de la formación Chicama.
Formación Pariahuanca (Ki-ph)	Consiste en una secuencia de calizas macizas color algo azulado correspondiente al Cretáceo Inferior a Medio, dentro de la cuenca de sedimentación marina. Afloran en las partes altas del río Pumarinri y río Huayllapa.

Formación Pariatambo (Ki-pt)	Está conformada por calizas grises oscuras bituminosas con limoarcillitas de igual coloración.
Formación Santa (Ki-sa)	Esta formación consiste de calizas color azul grisáceo con abundante meteorización y no presentan fósiles.
Grupo Calipuy (PN-vca)	La secuencia está constituida de lavas andesíticas, piroclásticos gruesos, tufos, basaltos, riolitas y dacitas. Las rocas son piroclásticas gruesas con lavas ácidas o ignimbritas dacíticas.
Unidad Puscao	Compuesta principalmente por gradinorita y monzogranito
Unidad San Jerónimo	Compuesta principalmente por monzogranito

BIBLIOGRAFÍA

- INEI (2007) Censo de Población y Vivienda. 19/01/16 de Instituto Nacional de Estadística e Informática.
Sitio web: <https://www.inei.gob.pe>
- INEI (2007) Estimaciones y Proyecciones de la Población por sexo, según Departamento, Provincia y Distrito, 2015. 29/01/16, de Instituto Nacional de Estadística e Informática.
Sitio web: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0842/libro.pdf>
- Ministerio de Educación (2010). Estadística de la calidad educativa. Escuelas. 02/02/2016, de Ministerio de Educación.
Sitio web: <http://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiee>
- Zimmer, Anaïs (2015). Diagnóstico de las cabeceras de la Mancomunidad Municipal Waraq, TMI
- IPCC (2001). Cambio Climático. Glosario de Términos. 02/03/2016, de IPCC. Sitio web: <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>
- Recharte y Trejo (2015). Guía de Capacitación. Planificando la Adaptación a escala Local.
- Vergara, Karla (2015). Producto Final: Línea de base y metodología para analizar riesgos, factores de vulnerabilidad y capacidades adaptativas locales.
- Lugo, Oswaldo (2016). Caracterización agrológica del suelo y del requerimiento hídrico del bloque de riego Challuaruri.
- Roque, Hugo (2016). Estudio hidrológico para la determinación de la disponibilidad hídrica superficial para diversos escenarios en la cuenca del río Santa Catalina.
- Ministerio del Ambiente (2014). Sistema de información geográfica de la subcuenca de Quillcay. Sitio web: http://mountain.pe/wp-content/uploads/2015/04/HIMAP-IM_MINAM_SIG_Quillcay.pdf
- Ministerio del Ambiente (2014). Modelo de inundación por potencial aluvión desde la laguna Palcacocha, Huaraz, Perú. Sitio web: https://www.mountain.pe/wp-content/uploads/2015/04/HIMAP-IM_MINAM_Modelo_GLOF_Quillcay.pdf
- Instituto de Montaña (2013). Vulnerabilidad y adaptación de los recursos naturales al cambio climático. Sitio web: <http://mountain.pe/estudios-y-documentos/>
- Chisolm, Rachel (2016). Final Report: Climate Indices as a tool for climate-resilient infrastructure.
- Drenkhan, F. (04/11/2015). En la sombra del cambio global: hacia una gestión integrada y adaptativa de recursos hídricos en los Andes del Perú. Espacio y Desarrollo, 28, 25-51.
- IPCC (2013). What is a GCM? 26/01/2017, de IPCC Sitio web: http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/gcm_guide.html
- Pouyaud, B., Yerren, J., & Zapata, M. (2012). Glaciares y recursos hídricos en la cuenca del río Santa. 27/01/2017, de SENAMHI Sitio web: http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/paper_RRHHSANTA.pdf
- SENAMHI (2014). Regionalización Estadística de Escenarios Climáticos en Perú. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.
- Urrutia, R., & Vuille, M. (2009). Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. 26/01/2017, de Journal of Geophysical Research Sitio web: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2008JD011021/full>
- Villanueva, R. (2011). Características de la cuenca del Río Santa. 26/01/2017, de The Mountain Institute Sitio web: <http://mountain.pe/wp-content/uploads/2012/02/Folleto-1-Caracteristicas-Cuenca-Rio-Santa.pdf>