



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

## FACULTAD DE LETRAS Y CIENCIAS HUMANAS

### EFFECTOS DE LA EXTRACCIÓN DE TURBA EN UN SISTEMA SOCIO- ECOLÓGICO ALTOANDINO: BOFEDALES DE CARAMPOMA – LIMA

Tesis para optar el título de Licenciada en Geografía y Medio Ambiente que  
presenta la Bachiller:

DANIELLA VARGAS MACHUCA CRESPO

ASESOR: DR. MARTÍN ENRIQUE TIMANÁ DE LA FLOR

2017



## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Víctor Vargas Machuca Araujo y Jacqueline Crespo Sánchez, a quienes les agradezco infinitamente todo el apoyo y confianza, que han hecho posible alcanzar todos los logros de mi vida. A mi familia en general, por el cariño y aliento que me ha brindado a lo largo de estos años.

Quisiera agradecer, particularmente, a mi asesor, el Dr. Martín Timaná, por su orientación, dedicación y aportes, que permitieron que este trabajo se concrete satisfactoriamente. Asimismo, a los distintos profesores que compartieron sus conocimientos durante mi formación como geógrafa, especialmente, a Fernando González y Fabian Drenkhan, con los que pude intercambiar ideas e información para el desarrollo de esta tesis. Igualmente, agradezco el apoyo financiero otorgado por mi universidad, alentándola a que siga apostando por investigaciones socioambientales en nuestro país.

A mis amigos y colegas Daniel Montes y Alejandro Villavicencio, por su ayuda salvadora en mi último trabajo de campo, como también a todas las personas que conocí a través del interés por el estudio de bofedales. Quiero extender mi gratitud, además, al Proyecto Japaní y amigos de la UNALM, por compartir una valiosa cartografía base de la zona.

Finalmente, agradezco a la Comunidad Campesina Santiago de Carampoma, por brindarme las facilidades de llevar a cabo mi investigación; a cada uno de los comuneros que me acompañó en el taller de mapeo participativo y a los que accedieron a ser entrevistados. De manera especial, a los señores Benturo Villaroel y Martín Huamaníes, quienes me apoyaron en todo momento cuando estuve en Carampoma, y a la señora Lilia Salgado, por hospedarme siempre.

## RESUMEN

En los Andes centrales de Perú se encuentran los bofedales: turberas con una diversidad única de biota endémica, que funcionan como reguladoras del recurso hídrico y como almacenes de carbono. Para las comunidades campesinas, estos humedales son áreas de pastoreo para su ganado, el cual es la base – o parte – de su economía local, como es el caso de la Comunidad Campesina de Santiago de Carampoma en Huarochirí, Lima. Sin embargo, desde hace más de diez años, los bofedales de su territorio comunal vienen siendo transformados por la extracción de turba. Esta actividad es conocida localmente como champeo y viene siendo realizada por personas externas a la comunidad, con el fin de comercializar el recurso.

La presente investigación se planteó identificar los efectos socio-ecológicos que tiene el champeo en los bofedales. Para ello se trabajó sobre los aspectos hidrológicos del ecosistema y sobre el desarrollo de la comunidad campesina, que depende de ellos. Mediante imágenes satelitales y sistemas de información geográfica, se calculó una disminución espacial de 16.11% del área actual de la cobertura del humedal, atribuible a la actividad extractiva.

Para evaluar el régimen hidrológico, se seleccionaron dos zonas de comparación en uno de los bofedales afectados: una champeada y no champeada. En ambas zonas, se recogió data in situ sobre la capa freática. Se encontraron diferencias significativas entre los parámetros medidos. Comparativamente, la zona perturbada mostró un mayor descenso en la profundidad de la capa freática en época seca, registro de aguas más ácidas y niveles más altos de conductividad eléctrica, que en la zona no perturbada.

En cuanto a los efectos sociales, se analizó cómo la degradación de los bofedales afecta a la economía y quehaceres del campesinado, mediante casos de estudio y un taller de mapeo participativo. La disminución de la cobertura de bofedal afecta al sistema de producción pecuaria de los campesinos, especialmente al ganado ovino y camélido, con la pérdida de forrajes siempre verdes. Sus ingresos económicos, sin embargo, están basados principalmente en el ganado vacuno.

## ABSTRACT

The existence of wetlands in arid environments seems contradictory; nevertheless, in the central Andes of Peru there are bofedales: peatlands with a unique diversity of endemic biota, which function as regulators of water resources and as carbon stores. For Andean communities, these wetlands are grazing areas for their livestock, which is the basis - or part - of their local economy, as is the case of the Peasant Community of Santiago de Carampoma in Huarochirí, Lima. However, for more than ten years, the bofedales of their communal territory have been preyed upon by peat extraction (known locally as champeo), by foreigners, in order to commercialize the resource.

Thus, this research aims to identify the effects that peat extraction has on the bofedales and on the development of the peasant community. Using satellite imagery and geographic information systems, a spatial decrease of 16.11% of the current area of wetland coverage, attributable to the extractive activity, was calculated.

To evaluate the hydrological regime, two comparison zones (impacted and non-impacted) were determined in one of the affected bofedales and in situ data was collected on the water table. Significant differences were found between the measured parameters of the zones, such as a greater decrease in the depth of the water table in the dry season, record of more acidic waters and higher levels of electrical conductivity in the impacted-by-peat-extraction zone.

Regarding the social effects, it was analyzed how the degradation and usurpation of the bofedales affects the economy and chores of the peasantry, through case studies and a participatory mapping workshop. The decrease in the availability of fodder for livestock, which is a source of economic income for the community members, plus the importance of the water regulator service that they attribute to peatlands, reflected the socio-ecological relationship of these ecosystems and the population.

## TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE MAPAS.....	ix
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	x
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: LOS BOFEDALES Y EL CHAMPEO.....</b>	<b>4</b>
1.1. PROBLEMÁTICA.....	4
1.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.3. HIPÓTESIS.....	5
1.4. OBJETIVOS.....	6
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	6
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS BOFEDALES.....	8
2.2. UNA APROXIMACIÓN A LOS BOFEDALES COMO SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS.....	13
2.3. CARACTERIZACIÓN DE LA ECONOMÍA CAMPESINA DE LOS ANDES.....	15
2.4. DESARROLLO SOSTENIBLE Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES.....	16
<b>CAPÍTULO 3: ANTECEDENTES.....</b>	<b>19</b>
3.1. SOBRE LA EXTRACCIÓN DE TURBA.....	19
3.2. ESTUDIOS PREVIOS SOBRE HUMEDALES ALTOANDINOS.....	21
<b>CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA.....</b>	<b>24</b>
4.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	24
4.2. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.....	25
4.3. INSTRUMENTOS Y MATERIALES.....	33
4.3.1. LOS SIG Y LAS IMÁGENES SATELITALES.....	33
4.3.2. MAPAS PARTICIPATIVOS.....	34
4.3.3. ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADAS.....	35
4.3.4. MUESTREO DE AGUA.....	35
<b>CAPÍTULO 5: CARAMPOMA, TERRITORIO BIODIVERSO Y COMUNAL.....</b>	<b>36</b>
5.1. LOCALIZACIÓN.....	36
5.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICA.....	36
5.3. CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA.....	40
5.4. CARACTERIZACIÓN SOCIAL.....	42
<b>CAPÍTULO 6: RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
6.1. VARIACIÓN ESPACIAL DEL BOFEDAL DE MILLOC.....	48

6.2. CAPA FREÁTICA DEL BOFEDAL.....	51
6.3. LA ECONOMÍA CAMPESINA Y LOS BOFEDALES.....	56
<b>CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN.....</b>	<b>64</b>
7.1. ANÁLISIS DE LA COBERTURA DE BOFEDAL MEDIANTE TELEDETECCIÓN.....	64
7.2. COMPARA DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE LA CAPA FREÁTICA DE LA ZONA PERTURBADA Y NO PERTURBADA .....	66
7.3. RELACIÓN E IMPORTANCIA DE LOS BOFEDALES PARA SISTEMA SOCIAL CAMPESINO.....	70
7.4. SÍNTESIS.....	73
<b>CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
8.1. CONCLUSIONES.....	75
8.2. RECOMENDACIONES.....	77
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>
ANEXO 1. Mapa del taller participativo. Identificación de elementos y zonas de pastoreo (grupo 1).....	89
ANEXO 2. Mapa del taller participativo. Identificación de elementos y zonas de pastoreo (grupo 2).....	90
ANEXO 3. Mapa del taller participativo. Identificación de bofedales impactados (grupo 1).....	91
ANEXO 4. Mapa del taller participativo. Identificación de bofedales impactados (grupo 2).....	92
ANEXO 5. Leyenda para taller de mapeo participativo.....	93
ANEXO 6. Formato de entrevista semiestructuradas.....	93
ANEXO 7. Fotos en bofedal de Milloc (zona champeada).....	97
ANEXO 8. Propuesta de área de conservación en el distrito de Carampoma...	98

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Tipos de bofedales en Perú.....	10
<b>Tabla 2.2.</b> Servicios ecosistémicos de los bofedales.....	11
<b>Tabla 2.3.</b> Atributos de los bofedales como socioecosistemas.....	13
<b>Tabla 4.1.</b> Descripción de las imágenes satelitales empleadas.....	34
<b>Tabla 5.1.</b> Precipitación promedio multimensual (mm).....	39
<b>Tabla 6.1.</b> Umbrales de índices normalizados para imágenes satelitales.....	51
<b>Tabla 6.2.</b> Estadísticas de parámetros evaluados de la capa freática del bofedal.....	56
<b>Tabla 6.3.</b> Datos de la población entrevistada.....	57
<b>Tabla 6.4.</b> Precios de los productos pecuarios.....	60
<b>Tabla 6.5.</b> Características principales del sistema de economía campesina de los casos estudiados.....	63



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Capa freática de una turbera en perfil vertical.....	9
<b>Figura 2.2.</b> Representación de un socioecosistema con distintos subsistema.	14
<b>Figura 2.3.</b> Marco de dinámica de presión-pulso para los bofedales.....	15
<b>Figura 4.1.</b> Esquema metodológico.....	26
<b>Figura 4.2.</b> Taller de mapeo participativo.....	28
<b>Figura 4.3.</b> Zonas de muestreo en el bofedal.....	30
<b>Figura 4.4.</b> Representación del diseño del muestreo en campo.....	30
<b>Figura 4.5a.</b> Instalación de pozos.....	31
<b>Figura 4.5b.</b> Medición in situ del pH de la capa freática.....	31
<b>Figura 4.6.</b> Delimitación del humedal mediante índices de diferencia normalizada en la Calculadora raster.....	32
<b>Figura 5.1a.</b> Bofedal de la laguna Milloc.....	42
<b>Figura 5.1b.</b> Camélidos pastando en zona perturbada del bofedal de Milloc..	42
<b>Figura 5.2.</b> Población por grandes grupos de edad.....	43
<b>Figura 5.3.</b> Actividades económicas de la PEA.....	44
<b>Figura 5.4.</b> Número de animales en el distrito según ganado (2012).....	45
<b>Figura 5.5.</b> Antiguas instalaciones mineras cerca de la laguna Canchis.....	45
<b>Figura 5.6.</b> Rastros de champeo en bofedal Milloc.....	46
<b>Figura 6.1.</b> Cobertura de humedal altoandino Milloc (verde) en diferentes años.....	50
<b>Figura 6.2a.</b> Profundidad de pozos en la zona no champeada (Transecto 1)..	51
<b>Figura 6.2b.</b> Profundidad de pozos en la zona no champeada (Transecto 2)..	52
<b>Figura 6.2c.</b> Profundidad de pozos en la zona no champeada (Transecto 3)..	52
<b>Figura 6.3a.</b> Profundidad de pozos en la zona champeada (Transecto 1).....	53
<b>Figura 6.3b.</b> Profundidad de pozos en la zona champeada (Transecto 2).....	53
<b>Figura 6.3c.</b> Profundidad de pozos en la zona champeada (Transecto 3).....	53
<b>Figura 6.4.</b> Número de pozos con pH en categorías de 0.5 por zonas y épocas de evaluación.....	54
<b>Figura 6.5.</b> Número de pozos con conductividad eléctrica en categorías por zonas y épocas de evaluación.....	55
<b>Figura 6.6.</b> Razones de la importancia de los bofedales para los comuneros..	58
<b>Figura 6.7.</b> Principales productos agrícolas y pecuarios de los comuneros.....	60
<b>Figura 7.1.</b> Fragmentación del humedal altoandino.....	65
<b>Figura 7.2.</b> Relación entre emisión de CO <sub>2</sub> y la profundidad de la capa freática.....	67
<b>Figura 7.3.</b> Registro de champeo en microcuenca del río Shuncha.....	72
<b>Figura 7.4.</b> Dinámicas de las perturbaciones en el bofedal de Milloc.....	74

## ÍNDICE DE MAPAS

<b>Mapa 5.1.</b> Mapa de ubicación del área de estudio.....	37
<b>Mapa 5.2.</b> Vías transitadas para el transporte de la turba.....	47
<b>Mapa 6.1.</b> Variación espacial del humedal de Milloc.....	49
<b>Anexo 8.</b> Mapa propuesta de área de conservación en Carampoma.....	98



## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

<b>ANA</b>	Autoridad Nacional del Agua
<b>CE</b>	Conductividad Eléctrica
<b>CENAGRO</b>	Censo Nacional Agropecuario
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>DGIP</b>	Dirección General de Inversión Pública
<b>ESA</b>	European Space Agency
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization
<b>INEI</b>	Instituto Nacional de Estadística e Informática
<b>MEF</b>	Ministerio de Economía y Finanzas
<b>MINAM</b>	Ministerio del Ambiente
<b>MTC</b>	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
<b>NDMI</b>	Normalized Difference Moisture Index
<b>NDVI</b>	Normalized Difference Vegetation Index
<b>NDWI</b>	Normalized Difference Water Index
<b>PACyD</b>	Programa Agua, Clima y Desarrollo para Sudamérica
<b>SSE</b>	Sistema socio-ecológico
<b>SIG</b>	Sistemas de Información Geográfica
<b>USGS</b>	United States Geological Survey

# INTRODUCCIÓN

Para las primeras sociedades del planeta, la disponibilidad del agua ha definido el lugar de asentamiento de los humanos. La Convención sobre los Humedales – llamada la Convención de Ramsar – documenta una estrecha y múltiple relación entre la humanidad y dichos ecosistemas, la cual ha servido para datar las primeras actividades de nuestro pasado y evolución cultural (Secretaría de la Convención de Ramsar, s.f.). Por otro lado, los humedales han sido también fuente de información sobre los cambios y procesos ambientales a lo largo de miles de años. Según registros científicos, desde 1900 ha desaparecido el 64% de los humedales del planeta. La tendencia es preocupante, ya que se reduce una importante dispensa de agua dulce, entre otros beneficios esenciales para el desarrollo de la vida humana. Se sabe que a pesar de que su extensión es menos del 3% de la superficie del globo, hoy en día aportan hasta el 40% de los servicios ecosistémicos en un año (Dangles, Meneses y Anthelme, 2014).

En los Andes centrales, se hallan humedales conocidos como bofedales, vegas, oconales o pastizales húmedos, según la localidad, que sostienen una diversidad única de biota endémica. Son acumuladores de materia orgánica y son el soporte de especies que dependen directamente de ellos para su alimentación y anidamiento (Squeo, Warner, Aravena y Espinoza, 2006). Por otra parte, están las sociedades andinas, quienes basan su sustento en el manejo de recursos naturales, donde los bofedales son mayormente áreas de pastoreo para su rebaño, por su función de pradera y abastecimiento de agua. La estrecha vinculación entre esas comunidades humanas y los bofedales fue uno de los factores que condicionó la localización de los pueblos de la puna, durante su establecimiento hace 5000 años (Lumbreras, 2006).

Pese a todos los beneficios, bienes y valor cultural que traen consigo, mundialmente los humedales son uno de los ecosistemas terrestres más amenazados. Los que se ubican en la puna son de por sí sumamente vulnerables por su localización fragmentada y pequeña extensión (Dangles et al., 2014). Los escenarios de cambio climático que conllevan a la desglaciación, el aumento de la temperatura y una variabilidad de la precipitación en los Andes son amenazas detectadas que introducirían

problemas respecto a la salinización y disponibilidad del agua, reducción de área e incremento de emisión de carbono de los bofedales (Salvador, Monerri y Rochefort, 2014).

Son 549,156 hectáreas o 0.43% del territorio nacional peruano que son ocupadas por los bofedales (Comité Nacional de Humedales, 2012). A pesar de que la cifra es arealmente reducida, los organismos del Estado peruano se hallan en un contexto en el que deben procurar su conservación, al ser parte de la Convención de Ramsar. Este tratado intergubernamental promueve el uso de los humedales de forma sostenible. Sin embargo, las perturbaciones humanas, relacionadas a actividades económicas, han ido provocando la degradación y desaparición de estos ecosistemas, aun si se encuentran protegidos. En Perú las principales fuentes de perturbaciones en los humedales de alta montaña son la excesiva cantidad de ganado y el consecuente sobrepastoreo, la fragmentación ocasionada por carreteras, la extracción de turba (materia orgánica) y la contaminación originada por minería (Salvador et al., 2014)

En la sierra de Lima, en el distrito de Carampoma, las comunidades campesinas viven de la agricultura y el pastoreo. Mientras la primera se practica en las zonas cercanas a la capital del distrito, el pastoreo se concentra en las partes más altas, a partir de los 3800 msnm (Municipalidad de Carampoma, s.f.). Pese a la importancia que tienen para la vida de los habitantes, los recursos se encuentran amenazados.

La presente investigación tratará la problemática existente en los bofedales del distrito de Carampoma. Estos ecosistemas son aprovechados y manejados por la comunidad campesina Santiago de Carampoma, pero a su vez se encuentran amenazados por la extracción de la turba que está debajo de su vegetación. El problema identificado dentro del territorio son los efectos que tiene el champeo, como esta práctica es localmente conocida, sobre los bofedales y cómo estos repercuten en sus usuarios.

En ese sentido, la hipótesis de este trabajo plantea que **el champeo afecta el régimen hidrológico de la capa freática de los bofedales y al sistema de producción pecuaria** de la comunidad campesina Santiago de Carampoma.

Para tal efecto, la investigación se propone identificar cómo la extracción de turba ha tenido efectos en la profundidad y algunas características químicas (pH y conductividad eléctrica) de la capa freática de un bofedal afectado. Para ello se seleccionó el bofedal que rodea la laguna altoandina Milloc. Se traza determinar la reducción espacial del ecosistema, que sirve como pastizal para el ganado de los comuneros. Asimismo, se plantea analizar cómo el champeo pone en riesgo el sustento económico que las comunidades campesinas obtienen de los bofedales. En última instancia, se busca proponer estrategias que garanticen su conservación, ya que contribuyen al desarrollo de la comunidad campesina.

La tesis se divide en ocho capítulos. En el primero se describe la problemática originada por el champeo y su repercusión en el sistema socio-ecológico de bofedal. Además, se exponen las preguntas a investigar, la hipótesis, los objetivos a cumplir y la justificación del estudio. El segundo capítulo discute las principales teorías y conceptos asociados a la caracterización, servicios ambientales y manejo de los bofedales. Se discute sobre el desarrollo sostenible y se da un alcance de los sistemas socio-ecológicos. El capítulo tres expone casos sobre la extracción de turba a nivel global y sobre estudios de humedales de alta montaña.

El cuarto capítulo presenta las bases teóricas de la investigación, así como los métodos, procedimientos e instrumentos utilizados en las salidas de campo y en gabinete. Se detalla el uso de SIG, tomas de muestras de agua, entrevistas y mapeo participativo con los comuneros de la localidad. En el quinto capítulo, se describe el área de estudio, tanto sus características físico-naturales como socioeconómicas. El capítulo seis presenta los resultados sistematizados en figuras, tablas y mapas. El séptimo capítulo discute y reflexiona sobre los resultados, a través de un diagnóstico integrado y un análisis. El último capítulo ofrece las conclusiones y recomendaciones producto de la investigación.

# CAPÍTULO 1: LOS BOFEDALES Y EL CHAMPEO

El presente capítulo plantea la problemática entorno al champeo, esto es, la extracción de turba de los bofedales del distrito de Carampoma. A partir de ello, se plantea la hipótesis sobre los efectos que tiene dicha práctica, al igual que los objetivos del estudio y su relevancia desde la perspectiva geográfica.

## 1.1. PROBLEMÁTICA

En el distrito de Carampoma, cuenca alta del río Santa Eulalia, se encuentran bofedales. Desde inicios de los 2000, estos vienen siendo depredados por una indiscriminada extracción de la turba que poseen debajo de su vegetación. El objetivo de las personas que se dedican a esta actividad es comercializar el producto en viveros de la ciudad de Lima. Dada su capacidad de retener agua, la turba parece idónea para conservar la humedad del suelo de las plantas a la que se le aplique. Sin embargo, la reducción y deterioro de un ecosistema, que de por sí es frágil (Perú, 2012), causados por el champeo – nombre local de la actividad extractiva – puede estar repercutiendo en los servicios que brinda: provisión, regulación y purificación hídrica, secuestro de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, provisión de forraje, identidad cultural, entre otros (Dirección General de Inversión Pública - Ministerio de Economía y Finanzas [DGIP-MEF], 2015).

Milloc es parte de un sistema de bofedales del territorio de la comunidad campesina de Carampoma, que sirven como pastizales para la alimentación y estancia de su ganado, un importante componente de la economía local. La remoción de la turba o materia orgánica de estos humedales ocasiona la pérdida de praderas perennes, un recurso fundamental en época seca. A la vez, ocasiona la alteración del sistema y tratamiento hídrico, soporte para el crecimiento vegetal y el almacenamiento de carbono. La pérdida de reservas hídricas como los bofedales resulta perjudicial considerando que de por sí las condiciones de los Andes son ambientalmente extremas y que la oferta de los recursos hídricos está definida por las características de cada cuenca (precipitación, infiltración, recarga de acuíferos). A ello se le añade los efectos

de cambio climático, más los actuales cambios de cobertura y uso de suelo (Cuesta, Bustamante, Becerra, Postigo y Peralvo, 2012).

En suma, el problema central identificado está en los efectos que tiene el champeo sobre los bofedales de Carampoma, y cómo estos repercuten en el desarrollo de la comunidad campesina. Lo anterior refleja una conexión entre dos sistemas: el ecológico y el social. Por ello, cuando se hable de bofedales como sistemas socio-ecológicos, se entenderán como un espacio físico, soporte de dinámicas sociales y ecológicas, que lo afectan. De esta forma, se busca un abordaje más holístico y de perspectiva más geográfica.

## **1.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### Pregunta central:

- ¿De qué manera la extracción de turba, champeo, puede alterar al sistema socio-ecológico del bofedal de Milloc?

### Preguntas específicas:

- ¿Cuáles son los cambios que ha generado el champeo en la extensión del bofedal de Milloc?
- ¿Cómo se ha afectado las propiedades químicas de la capa freática del bofedal de Milloc con la remoción de turba?
- ¿Cómo impacta el champeo en el sistema económico de los campesinos de Carampoma?

## **1.3. HIPÓTESIS**

Dadas las propiedades y beneficios que trae la aplicación de la turba a otros suelos, su extracción de los bofedales es motivada para comercializarla en viveros. En Carampoma esto es facilitado por la inexistencia de algún control sobre el recurso. Ante este contexto, se postula que esta actividad extractiva repercute en una variabilidad de las propiedades químicas y la profundidad de la capa freática del bofedal si se compara una zona perturbada y otra no perturbada por el champeo.

Se postula, además, que el champeo repercute en la disminución de tierras para forraje disponibles y la pérdida de fuentes de agua para el ganado, que es parte del sustento económico local. La degradación y reducción de los bofedales va mermando estos pastizales, que los animales aprovechan para comer, y el agua que naturalmente se almacena cerca de la superficie, al no tener cómo ser retenida.

Por todo lo señalado, **se plantea que la extracción de turba afecta el régimen hidrológico de la capa freática de los bofedales y al sistema de producción pecuaria**

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### Objetivo general:

Identificar cómo el champeo impacta el régimen hidrológico del bofedal la laguna de Milloc y a la actividad pecuaria.

##### Objetivos específicos:

1. Determinar la reducción espacial de la cobertura del bofedal de Milloc por el champeo
2. Determinar las principales variaciones de las propiedades químicas y la profundidad de la capa freática del bofedal champeado
3. Analizar cómo la degradación de los bofedales afecta a la actividad pecuaria y, consecuentemente, a la economía local.
4. Proponer estrategias de conservación para los bofedales de la comunidad campesina de Carampoma

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

El desarrollo de estudios en las montañas de los Andes tropicales es un apoyo para la gestión y las políticas de conservación, a través del entendimiento de las dinámicas que alberga esta región. Aunque el Perú goza de una gran escala de biodiversidad, actualmente, la situación de los glaciares y los ecosistemas altoandinos es preocupante. La intensificación y cambio de uso de suelo, agregando el contexto de cambio climático, ya han ocasionado

perturbaciones en los servicios ambientales, especialmente en los relacionados con el agua, de los que depende directamente el bienestar de poblaciones humanas (Vergara et al., 2007; Seimon et al., 2009; Dangles et al., 2014).

Asimismo, a nivel global, los humedales han ido degradándose y desapareciendo, principalmente por causa de las actividades humanas (Gardner et al., 2015). Un caso representativo se da en Carampoma, en la subcuenca del río Santa Eulalia, la cual provee con el 50% de suministro de agua para la población limeña. Este recurso consumido por la ciudad capital es gracias a la hidrografía de esta subcuenca y al trasvase del río Mantaro (Programa Agua, Clima y Desarrollo para Sudamérica [PACyD], 2014). Es por esta infraestructura que Lima obtiene una mayor disponibilidad de agua para satisfacer su creciente demanda (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2010). Por ello, en este contexto, se justifica que fuentes de seguridad hídrica como los bofedales requieran de mayor atención. Particularmente, considerando que la superficie glaciar de esta subcuenca ha disminuido (PACyD, 2014).

Por otra parte, la desaparición de humedales contribuye a la liberación de carbono, especialmente cuando son turberas. Dicho elemento pudo haber sido almacenado durante siglos en humedales. Sin embargo, una vez liberado pasa a convertirse en CO<sub>2</sub>, gas de efecto invernadero (GEI) que favorece el calentamiento global (Parish et al., 2008; Hribljan et al., 2015). La restricción del cambio de uso de suelo en ecosistemas como bofedales requiere de mayor consideración, sobre todo por parte de los esfuerzos para limitar las emisiones que contribuyen al aumento de temperatura.

El estudio del champeo en los bofedales de Carampoma necesita de una visión integradora, que evidencie la vinculación entre los cambios en el sistema físico-natural y la afectación de los sistemas sociales que soporta. Esta perspectiva sigue la tradición geográfica, que aborda la compleja relación humano-naturaleza de manera holística. En ese sentido, esta investigación explora cómo se configura espacialmente la interacción de los elementos, procesos, actividades y actores sociales en el territorio, así como su intervención, teniendo en cuenta la sostenibilidad y la interdependencia de estos sistemas.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se discute el conocimiento actual sobre bofedales, su importancia y manejo en los Andes. Se describe también el marco legal que los norma. En otro apartado, se caracteriza la economía campesina andina. Finalmente, se propone el enfoque socio-ecosistémico y el desarrollo sostenible como aproximación y marco del presente estudio.

### 2.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS BOFEDALES

Los bofedales son humedales que ocupan zonas altoandinas en los Andes. Según la Secretaría de la Convención de Ramsar (2006), los humedales son

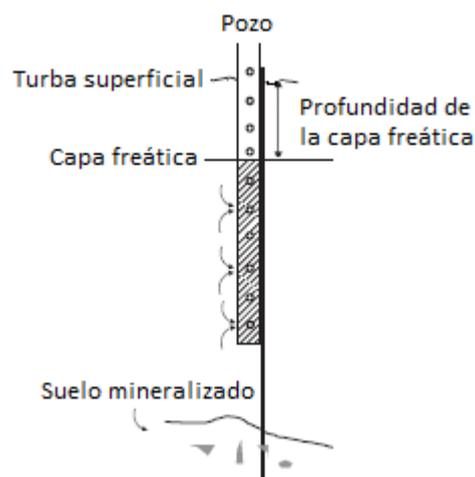
zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él [...] donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas (p. 7).

A su vez, los bofedales pueden ser turberas, una subcategoría de los humedales, cuyas condiciones de saturación de agua permiten la formación de turba. Esta es originada por los restos de plantas o animales del lugar, que se van acumulando sin terminar de descomponerse (Rydin y Jeglum, 2013). Solo los terrenos ocupados por este material orgánico, con un mínimo aceptado de 30 cm de profundidad, se les llama turberas (Joosten y Clarke, 2002), de las cuales se hallan extensas áreas en el hemisferio norte.

Las turberas andinas o bofedales son también conocidas como vegas, pantanos de colchones, oconales o pastizales húmedos. Se localizan en los límites hidrológicos y altitudinales de la vida vegetal, en la zona fría de pastizales de Perú, Bolivia, Chile y Argentina (Squeo et al., 2006). Estas turberas son el soporte de una diversidad única de biota endémica de la región, la cual depende de los ecosistemas para anidar, conseguir agua y alimento. Se caracterizan como sistemas únicos que varían de menos de una hectárea hasta cientos, cuya fuente hídrica es el agua subterránea originada por los flujos glaciares, el derretimiento de nieve y las lluvias (Squeo et al., 2006).

En la literatura científica angloparlante, estos sistemas se conocen como *fen*, al ser turberas que recibe flujos de agua y nutrientes desde un suelo mineralizado (Parish et al., 2008). En general, la hidrología de las turberas se divide en dos: el agua superficial y el agua subterránea. La primera tiene contacto con la atmósfera y fluye a través de los poros que se hallan en la turba. En cambio, el agua subterránea es básicamente una matriz de suelo saturado (Rydin y Jeglum, 2013). La zonificación de ambas se determina por la capa freática, flujo de agua que circula cerca de la superficie (figura 2.1).

**Figura 2.1.** Capa freática de una turbera en perfil vertical



*Adaptado de Rydin & Jeglum (2013)*

En el Perú, los bofedales han sido reportados a partir de una elevación promedio de 3800 msnm (Maldonado, 2014). La Tabla 2.1 presenta una interesante clasificación de bofedales, basada en su composición botánica, altitud, topografía, humedad, latitud e influencia del ganado (Maldonado, 2014).

**Tabla 2.1.** Tipos de bofedales en Perú

Tipo	Caracterización vegetal	Distribución	Ganado
Turberas de <i>Distichia</i>	Duras almohadillas del género <i>Distichia</i> , ausencia de arbustos y baja presencia de musgos	Centro y Sur del Perú. Entre 4000-4200 msnm	Especies vegetales palatables para alpacas, ovejas, llamas y caballos
Turberas con musgos y arbustos	Abundantes musgos (especialmente de <i>Sphagnum</i> ), arbustos ericáceos dispersos	Solo en el noreste del país, en los páramos y Jalca. Superior a los 3500 msnm	Generalmente peligroso para el ganado por su piso suave
Prados turbosos	Presencia de gramíneas y ausencia de <i>Sphagnum</i>	Flanco occidental de los Andes peruanos	Abundancia de ciperáceas y juncáceas ofrece buenos pastos
Césped de arroyo	Plantas de bajo crecimiento que forman una alfombra, ausencia de <i>Sphagnum</i>	Flanco occidental de los Andes peruanos, usualmente en márgenes de río	Predominancia de <i>Plantago tubulosa</i> no la hace palatable para el ganado

Fuente: Maldonado (2014). Elaboración propia.

### **Servicios ecosistémicos**

Los humedales altoandinos se presentan como ecosistemas estratégicos para la reserva de agua y sostenibilidad del ciclo hidrológico (Gil Mora, 2011). Últimamente, con el contexto de cambio climático, el abastecimiento de dicho recurso, de forraje y reserva de carbono son los servicios ecosistémicos que más relevancia se les está dando (Flores, Tácuna y Calvo, 2014). La provisión de agua no solo es para las comunidades campesinas, sino para hidroeléctricas, consumo poblacional y otras actividades económicas realizadas en las zonas menos elevadas. Asimismo, las pasturas de los bofedales son importantes para las sociedades andinas, ya que la actividad pecuaria depende de la disponibilidad de forraje (Gil Mora, 2011).

La clasificación de los servicios ecosistémicos de los bofedales puede representarse de la siguiente manera:

**Tabla 2.2.** Servicios ecosistémicos provistos por los bofedales.

Tipo	Servicio ecosistémico
Provisión	Agua dulce, forraje
Regulación	Captura de carbono, control de erosión de suelo, regulación de inundaciones, calidad y cantidad de agua, sedimentación y carga de nutrientes, almacenamiento de agua, regulación del clima local
Apoyo	Refugio de fauna silvestre, cobertura y hábitat para reproducción, migración de animales silvestres, funcionamiento del ciclo hidrológico, mantenimiento de ciclos de vida
Culturales	Belleza escénica y paisajística, patrimonio cultural, recreación y turismo

*Fuente: Flores et al. (2014). Elaboración propia*

El valor ecológico, social y económico de estos ecosistemas requiere de una mayor consideración al momento de la elaboración de políticas y estrategias de desarrollo, teniendo en cuenta, el manejo espacial de la cultura andina sobre los recursos naturales. Dentro de los lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad y servicios ecosistémicos (DGIP-MEF, 2015), se priorizan las funciones de regulación hídrica (cantidad, oportunidad y calidad del agua) así como la función de control de erosión del suelo. Ambas funciones son cumplidas por los bofedales, lo cual los convierte en posible objeto de intervención (conservación y aprovechamiento sostenible) para proyectos.

### ***Manejo de los bofedales por las comunidades campesinas***

Un componente esencial de los sistemas productivos de pastoreo de la puna son los glaciares y los humedales (Brownman y Postigo, citado en Cuesta et al., 2012, p. 64). Para las comunidades humanas, los bofedales representan un recurso valioso para su desarrollo humano y economía, siendo destinados a ser las pasturas y bebederos predilectos de su ganado, conformado por camélidos sudamericanos y ovinos, por su alta calidad nutritiva (Gil Mora, 2011). Son considerados la base de un sistema de irrigación, cuyo papel es fundamental para la alimentación del ganado (Florez, citado en Maldonado,

2010, p. 23). De esta manera, los pastores ahorran energía animal y humana al concentrar espacialmente la crianza en una zona y disminuir la trashumancia.

No obstante, una excesiva concentración de animales por largos periodos puede resultar en un sobrepastoreo de las turberas andinas. Además, muchas veces los comuneros no solo pastorean ganado nativo (alpacas o llamas), sino también vacas, cerdos y caballos (Salvador et al., 2014). Por otra parte, se tienen reportes del drenaje y desecación de bofedales para la expansión de la agricultura, lo cual constituye una amenaza adicional (Flores et al., 2014).

### ***Marco legal***

La Convención de Ramsar es un tratado intergubernamental celebrado el año 1971 para la conservación y uso racional de los humedales, del cual Perú es signatario. Con los años ha extendido su aplicación, reconociéndolos como ecosistemas cruciales para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006). Los países suscritos a la convención proponen zonas de humedales cuya importancia ecológica-hidrológica es clave para ser incluidas en la Lista de Importancia Internacional, sitios Ramsar. Hasta el 2017, el Perú tiene trece sitios gestionados de manera prioritaria (MINAM, 2015).

El Estado peruano promueve la conservación y uso sostenible de los humedales a través de una Estrategia Nacional de Humedales<sup>1</sup>, mediante la prevención, reducción y mitigación de su degradación. La misma establece cuatro ejes estratégicos: 1) reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas 2) fortalecimiento del marco normativo y de capacidades para la gestión de humedales, 3) fortalecimiento de la gestión participativa de los humedales y 4) promoción de los conocimientos y técnicas tradicionales de los pueblos indígenas u originarios en la gestión de los humedales (MINAM, 2015).

---

<sup>1</sup> Anexo Decreto Supremo N° 004-2015-MINAM

## 2.2. UNA APROXIMACIÓN DE LOS BOFEDALES COMO SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS

La compleja relación entre el medio natural y la humanidad plantea retos a investigar. La construcción de un dualismo entre ambos sistemas ha limitado la visión de marcos teóricos anteriores, que han obviado su interdependencia. En contraposición, aparece una construcción holística desde el enfoque de los sistemas socio-ecológicos (SSE), con el fin de crear imágenes más completas y realmente objetivas (Ortega et al., 2014). Los SSE contemplan las interacciones entre elementos culturales y ecológicos, a través de la historia, que resultan concretamente en la realidad y que se reflejan en el paisaje.

Los atributos principales de los SSE son la variabilidad de sus dinámicas, las propiedades emergentes, su multiescalaridad y ciclos de retroalimentación (Farhad, 2012; Rebaudo y Dangles, 2014). Para ilustrar estos atributos, se definen y ejemplifican a partir de los bofedales (Tabla 2.3).

**Tabla 2.3.** Atributos de los bofedales como socioecosistemas

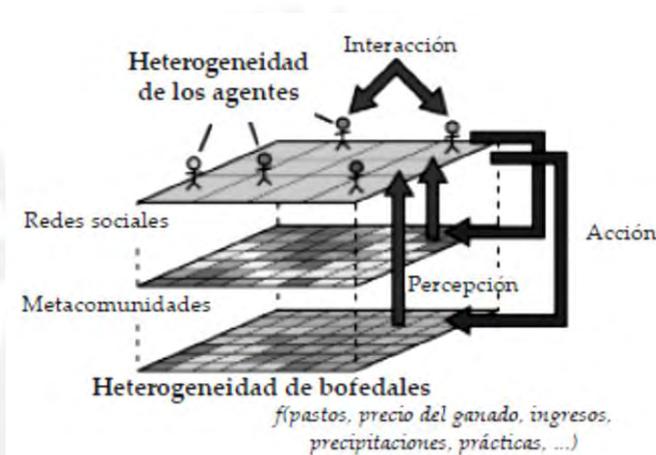
Atributo	Definición	Ejemplo
Variabilidad de dinámicas	Por cambios bruscos en el sistema a partir de umbrales	Nuevo gradiente de presión de pastoreo que afecta la sostenibilidad del sistema
Propiedades emergentes	Resultantes de interacciones entre elementos del sistema, de manera imprevisible	Preferencia de camélidos por ciertas plantas resultan en nuevos patrones espaciales de la vegetación
Multiescalaridad	Diferencias que se observan a una dicha escala y no en otra	Repartición florística diferenciada en distintos niveles, según la escala de estudio
Ciclos de retroalimentación	Cambios iniciados por sí mismos y quienes los afectan	Afectación de la disponibilidad de plantas por sobrepastoreo, que impacta a la retención de agua, y finalmente al ganado

*Fuente: Rebaudo y Dangles (2014). Elaboración propia.*

Cuando se trata de caracterizar un ecosistema fuertemente influenciado por las actividades humanas, se requiere comprender su funcionamiento como una

unidad integrada y abordarlo desde una perspectiva multidisciplinar (Hoffmann et al., 2014). De la Tabla 2.3, se puede inferir que los bofedales soportan una dinámica espacial compleja, influenciada por comunidades sociales y ecológicas (Figura 2.1). Por ello, se cree que el enfoque de SSE se adapta para su estudio. Aunque los conflictos pueden ser considerados como una transformación y no como anomalías, existe un límite para las desviaciones de esas dinámicas. Si no se establece un umbral se podría poner en riesgo la sostenibilidad del sistema y a sus actores (Ortega et al., 2014)

**Figura 2.2.** Representación de un socioecosistema con distintos subsistemas.

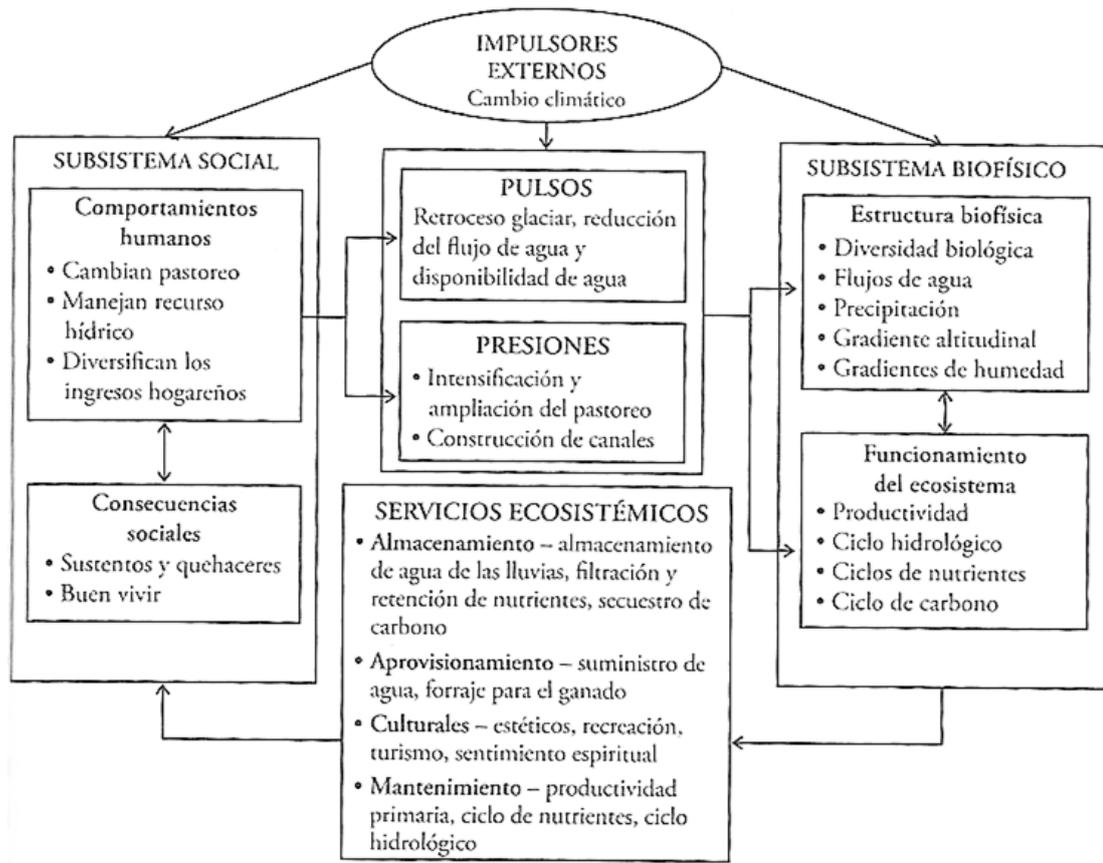


Fuente: Rebaudo & Dangles (2014), p.5

Para el estudio de SSE, *Long term ecological research*<sup>2</sup> ha desarrollado un modelo conocido como dinámica de presión-pulso. De acuerdo a Smith, Knapp y Collins (citado en Polk y Young, 2016, p. 285), la presión es una perturbación permanente y un pulso es una perturbación discreta, que interconectan los subsistemas sociales y ecológicos. Dentro del modelo, se reconoce impulsores externos, los cuales influyen todo el sistema dada una escala comúnmente global. En el estudio de bofedales, la intensificación y ampliación del pastoreo o la construcción de canales han sido identificadas como presiones. Los pulsos para estos ecosistemas incluyen el retroceso glaciar, la reducción del flujo y disponibilidad de agua. Mientras, como impulsor externo, se considera el cambio climático (Polk y Young, 2016).

<sup>2</sup> <http://www.lternet.edu/network/>

**Figura 2.3.** Marco de dinámica de presión-pulso para los bofedales



*Fuente: Polk y Young (2016)*

En este modelo, las interacciones entre los comportamientos humanos influyen en gran medida las perturbaciones, lo cual recae en el subsistema biofísico y su funcionamiento. Esos efectos desencadenan en los servicios ecosistémicos trayendo consecuencias sociales en el bienestar, el sustento o el trabajo. De esta forma, los flujos que empezaron en el subsistema social, regresan a él, como un ciclo de retroalimentación.

### 2.3. CARACTERIZACIÓN DE LA ECONOMÍA CAMPESINA DE LOS ANDES

Las actividades económicas de las sociedades andinas se han adaptado a la geografía de las montañas, creando diversos patrones de uso de suelo escalonado. La valorización de las familias hacia los gradientes altitudinales de las montañas ha permitido una variada producción de alimentos que satisfacen las necesidades domésticas (Poinso, 2004). Aunque esta economía suele caracterizarse por ser de autoconsumo, una porción de alimentos deben ser

adquiridos con dinero. Para ello, se lleva a cabo la venta de productos o de fuerza de trabajo (Schejtman, 1980).

Tanto la subsistencia como la maximización del ingreso son objetivos prioritarios para los campesinos. Este último es alcanzado especialmente por medio de la ganadería. Comúnmente, la función de la actividad pecuaria ha sido proveer de productos de origen animal para su venta, mientras que el de la agricultura, proveer de lo imprescindible para el autoabastecimiento alimentario (Kervyn, 1987; Lasanta, 2010). A diferencia de la explotación agrícola, la ganadería andina no encuentra tantas limitaciones y desventajas, ya que los riesgos de pérdida son menores al no estar tan afectado por la incertidumbre climática. Además, la ganadería garantiza no solo el aprovechamiento de pastos, sino también la transformación de lo ingerido por los animales en proteína (Lasanta, 2010).

La lógica detrás de los sistemas económicos puede variar en las localidades por aspectos socioculturales (nivel de organización comunal, aproximación al sistema capitalista). También, pueden variar por condicionantes geográficos – aptitud del suelo, relieve, disponibilidad de pastos – que conducen al tipo de actividades que realizará el campesinado. La exposición de estas ideas busca evidenciar que la economía campesina es una mezcla de autosubsistencia y orientación al mercado (Kervyn, 1987). Por más que el trabajo en gradientes altitudinales sea costoso en tiempo y energía, las comunidades andinas han manejado y transformado los recursos naturales del territorio, para su manutención, bajo cualquiera de las dos estrategias.

#### **2.4. DESARROLLO SOSTENIBLE Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES**

En los últimos años, el desarrollo sostenible ha sido una propuesta que incluye una preocupación por los recursos naturales. La gestación de este modelo empieza desde la década de 1960, con trabajos que buscaban alternativas para el mantenimiento base de los recursos ante los usos productivos que los países les asignaban. Para Gudynas (2003), estas iniciativas y asociaciones

estaban ya advirtiendo que los problemas ambientales eran consecuencia de una opción de desarrollo que llevaría a un colapso a los ecosistemas.

Con la presentación de la primera Estrategia Mundial para la Conservación de 1981, nacen esos tres ámbitos que el desarrollo sostenible considera hasta nuestros días: el sistema físico-ambiental, la sociedad y el sistema económico. Las ventajas e inconvenientes de las acciones humanas en la biósfera se repensaron a un corto y largo plazo. Después de este concepto, el siguiente gran avance fue el reporte “Nuestro Futuro Común” de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo de 1987, más conocido como el informe Brundtland. A partir de ese año, el desarrollo sostenible contiene un compromiso intergeneracional: garantizar las necesidades del presente aprovechando los bienes y servicios naturales, sin que ello signifique el despojo de estos para las futuras generaciones.

Otro cambio importante introducido fue la reinterpretación de la relación entre la economía y la ecología. El informe Brundtland plantea una complementariedad entre ambas, donde la dimensión ambiental es un requisito más del progreso económico y del desarrollo (Gudynas, 2003). Con el tiempo, los espacios para debatir sobre los alcances, objetivos y maneras de abordar el desarrollo sostenible y los problemas ambientales han sido numerosos (Conferencias de la Partes, Convenciones sobre el cambio climático, Cumbres de la Tierra). Aunque mundialmente estas discusiones académicas han sido escuchadas, la práctica es relativamente escasa. Poco es lo que se ha avanzado en el camino a la sostenibilidad.

Una de las debilidades de este modelo de desarrollo es la consideración que le da a la economía, como un subsistema dentro del sistema ecológico, ignorando la racionalidad capitalista. Las innovaciones tecnológicas, el avance sectorial y la estructura productiva espacial han estado siempre condicionados por el capitalismo. Por ello, lo ambiental no puede ser abordado solo desde lo técnico, sino que también debe tomar en cuenta las relaciones sociales. Son estas las que definen el grado de compromiso y políticas se tomarán en torno a la problemática ambiental actual y futura (Chiarella Quinhoes, 2002)

La realidad y las propias necesidades de los países más pobres no permiten un completo acoplamiento con la teoría del desarrollo sostenible de Bruntland. Chiarella Quinhoes (2002) nota la necesidad de crear un nuevo abordaje respecto a los procesos del desarrollo, que busque actuar en lo local, reflexionando sobre el contexto internacional. Para ello, le da una importancia única al rol de la geografía, ya que dicha ciencia redime el valor del espacio y el lugar, describiendo y analizando las relaciones que afectan al territorio.

A pesar de la limitada aplicación del modelo, no se debe opacar su impacto en las discusiones y consideraciones políticas globales sobre el aprovechamiento de los recursos naturales y sobre la repercusión de las actividades humanas en el planeta. Todavía no se encuentran claramente los medios, pero sí el fin: la sostenibilidad. En ese sentido, Sachs (2015) postula que, actualmente, el desarrollo sostenible es un panorama recomendando, un conjunto de metas que el mundo debe aspirar: progreso económico extendido, eliminación de pobreza extrema, inclusión social, empoderamiento de comunidades y protección ambiental de la degradación antropogénica. Es sobre las dos últimas que se cree importante trabajar con las comunidades campesinas, dado el vínculo que guardan con la naturaleza.

En suma, la interacción de sistemas con comportamientos inesperados, cuya sincronización parece casi utópica de lograr, requiere de experticia para reconocer problemáticas. Necesita de diagnósticos integrales y analíticos para entender los vínculos de la economía, la sociedad y el medio ambiente. Por eso, el camino hacia el desarrollo sostenible debe establecer metas, apoyadas en un compromiso político para cumplirlas (Sachs, 2015).

## CAPÍTULO 3: ANTECEDENTES

El presente capítulo narra el estado del arte de distintas intervenciones en turberas a nivel global, cuya explotación se dirige principalmente hacia la horticultura y combustible. De igual modo, se da a conocer sobre investigaciones análogas del estudio de bofedales en los Andes.

### 3.1. SOBRE LA EXTRACCIÓN DE TURBA EN EL MUNDO

Históricamente, en el hemisferio norte se ha aprovechado la turba dada la vasta extensión de turberas que posee. En Canadá y el Reino Unido, el amplio registro de explotación ha motivado una serie de investigaciones para demostrar sus impactos y diseñar estrategias de restauración. Por ejemplo, en los años 1990-2000, Cleary et al. (2005) analizaron la emisión de GEI procedente de la industria de turba canadiense, desde el cambio de uso de suelo, procesamiento, transporte del producto, hasta la misma descomposición de la turba extraída en el lugar. Los resultados muestran que en el último año del estudio se tuvo un  $0.89 \times 10^6$  t de GEI<sup>3</sup> y que la actividad de mayor emisión es la descomposición de la turba en su último uso (71% del GEI emitido del total). Al último se concluye que tomaría alrededor de 2000 años el restaurar la reserva de carbono a su tamaño original.

En el mismo país, Wind-Mulder et al. (1996) comparan la química del agua y de la turba en sitios prístinos versus aquellos alterados. Las turberas alteradas presentaron mayores variaciones en sus parámetros elementales<sup>4</sup> que las naturales, dada la extensión de su exposición con la atmósfera, diferentes niveles de humedad y de su cobertura vegetal. Respecto de las características del agua, los autores hallaron altos niveles de cationes, nitrato y nitrógeno, probablemente por el aumento de aeración y del pH, más la falta de vegetación. Las diferencias encontradas en el mencionado estudio sirven como

---

<sup>3</sup> En el año de inicio (1990) se obtuvo  $0.54 \times 10^6$  t de GEI, es decir se concluyó en un aumento de emisiones a través de los años. Los resultados están expresados en CO<sub>2</sub> equivalente usando un periodo de 100 años.

<sup>4</sup> pH, conductividad eléctrica, P total, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca, Mg, S.

apoyo y justificación para instalar un plan de restauración, ya que la mayoría de plantas que crecen en turberas tienen condiciones químicas estrictas.

En el Reino Unido, se ha documentado el uso de la mencionada materia orgánica para horticultura desde 1930 (Alexander et al., 2008). Manualmente, empezó con el retiro de la vegetación superficial, el drenaje y el corte en bloques de turba (lo que conocemos en Perú como champeo) a procedimientos mecanizados. Este cambio de tecnología desató preocupaciones por la vida silvestre y las piezas arqueológicas que las turberas conservan; posteriormente, por el carbón almacenado en sus suelos y su potencial contribución al cambio climático. Ante la situación, el comité nacional del Reino Unido, mediante *Peatland Programme*, se ha trazado como meta terminar con el uso de turba por parte del sector hortícola en el 2030 (Lindsay et al., 2014). Sus razones:

Despite efforts being made towards sustainable management and post-harvesting restoration, commercial peat extraction in its current guise can only be seen as a type of **extractive mining rather than a form of sustainable harvesting**. This is because re-growth of peat is too slow to support repeat commercial extraction on any meaningful timescale (Lindsay et al., 2014, p. 1).

Para el caso del hemisferio sur, la Patagonia es una región de alta concentración de turberas que tampoco se encuentra libre de la extracción de musgo y turba. El Ministerio del Medio Ambiente de Chile (s.f.) ha expresado que:

Se han detectado cambios en la calidad de las aguas de sistemas fluviales y acuíferos, en los márgenes de las turberas y los espacios desprovistos de vegetación nativa son colonizados por especies exóticas invasoras, cuyo control es incierto y las consecuencias devastadoras para nuestro patrimonio natural.

Vaccarezza (2012), quien trabaja sobre la explotación del recurso en Chile, reconoce la oportunidad de desarrollo (económico) que la actividad representa para su país. No obstante, a su vez reconoce que es un complejo y creciente problema, el cual requiere un esfuerzo intersectorial para no perder los

principios de la sostenibilidad. La compresión del suelo, contaminación del agua drenada con los propios ácidos orgánicos del humedal y el cambio de composición vegetal del ecosistema fueron parte de los resultados de la autora. Como propuesta, Vaccarezza desarrolla lineamientos de una gestión ambiental tomando los criterios de Joosten & Clarke (2002) para el uso racional de turberas, que considera los impactos de la intervención en sus mismas funciones, como también sus efectos colaterales. De esta manera, se conoce si la actividad a ejecutar es conveniente o no.

### **3.2. ESTUDIOS PREVIOS SOBRE HUMEDALES ALTOANDINOS**

Como parte del proyecto BIOTHAW<sup>5</sup>, Zeballos et al. (2014) han trabajado la dinámica espacial de los humedales altoandinos bolivianos a partir de imágenes y distintos sensores remotos, que abarca el período 1984-2009. Utilizaron imágenes, seleccionando solo aquellas de época seca (mayo-agosto) de la zona, para evitar influencia de nubes y precipitaciones estacionales. En su tratamiento emplea índices normalizados de vegetación, agua y humedad (NDVI, NDSI y NDWI correspondientemente) con umbrales específicos, en función de las características radiométricas. Es necesario notar que esta investigación consideró a todos los humedales, no solamente bofedales, dada la baja resolución espacial de las imágenes empleadas.

Otra investigación inserta a BIOTHAW es la de Hoffmann et al. (2014), quienes proponen métodos para la caracterización de los sistemas socioecológicos ligados a los bofedales. Previa visita a las autoridades sindicales y comunales, los investigadores utilizan métodos participativos: entrevistas, grupos focales, mapas parlantes y juegos experimentales, con el fin de elaborar una línea base. Posteriormente, como parte del mismo proyecto, se postula el desarrollo de escenarios de uso sostenible por parte de las poblaciones locales y la identificación de políticas de manejo eficientes con la data recogida en campo.

También en Bolivia, Hribljan et al. (2015) calculan el almacenamiento y tasa de acumulación de carbono de dos turberas andinas dominadas por las especies

---

<sup>5</sup> Siglas en inglés: Biodiversity and people facing climate change in Tropical High Andean Wetlands.

*Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*. Las muestras que pudieron conseguir fueron de 5 y 5.5 m de profundidad, pero mediante un sondeo se demostró que una de ellas podía alcanzar los 10 m de grosor de turba. El análisis de los núcleos muestreados concluyó que ambos bofedales tenían tasas de acumulación más veloces (1.4 mm/año y 2.2 mm/año) que el promedio de las turberas de montaña norteamericanas (0.25 mm/año). Es decir, a pesar de su pequeña extensión, se demostró que representan una reserva de carbono sustancial. De igual forma, otro estudio relacionado sobre bofedales dominados por *Distichia muscoides* (Cooper et al., 2015), corrobora cómo las plantas almohadillas de los Andes parecen ser los ecosistemas con tasas de crecimiento y producción de carbón orgánico más rápidos entre las turberas.

Sobre el drenaje de turberas andinas, específicamente del páramo colombiano, se conocen de sus efectos en las funciones de retención de agua y carbono por el trabajo realizado por Benavides (2014). Basándose en la comparación de turberas de valle prístinas, drenadas y turberas de alta montaña, si bien determina una similitud del pH del agua de las 3, nota que la CE es mayor en los lugares drenados y de mayor altitud. Respecto a la profundidad de la capa freática de los bofedales, observó que esta se encuentra más cercana a la superficie (20 cm) en el caso de las que no presentan drenaje, a comparación de las que sí (40 cm), lo cual parece trae implicaciones para la capacidad de almacenar carbono. Ello se deriva de los hallazgos en acumulación de materia orgánica, pues en los últimos 100 años dicha función fue mayor en las turberas no drenadas (Benavides, 2014).

En Perú, la pérdida de cobertura vegetal por champeo en el sitio Ramsar, Reserva Nacional de Junín ha reducido la cantidad de pastos disponibles para el ganado de las nueve comunidades campesinas que se ubican en el área protegida (Caro et al., 2014). Al no contar con otras alternativas para calentar sus viviendas y cocinar, la actividad extractiva es practicada por los mismos comuneros. En este caso, la comunidad se beneficia económicamente vendiendo las champas que extraen.

En su investigación, Caro et al. (2014) manifiestan que el aprovechamiento del recurso de manera sostenible puede darse si se da un descanso mínimo para

volver a extraer la turba. Sin embargo, ello estaría en función del tiempo de recuperación de las plantas, e inevitablemente la perturbación ejercida afecta la composición florística y produce la erosión del suelo de los bofedales. Si se logrará mantener el impacto del champeo dentro de límites ecológicos aceptables, sería posible no trastornar la interdependencia que existe entre la naturaleza y las necesidades humanas de los campesinos (Caro et al., 2014).

En la Cordillera Blanca, las nuevas geografías del agua influenciadas por la recesión glaciaria han ocasionado la contracción de humedales altoandinos (Bury et al., 2013). Los cambios ecológicos y sociales relacionados al cambio climático han afectado los recursos hídricos, desencadenando en transformaciones biogeográficas. Un ejemplo es el valle de Quilcayhuanca, donde la mayor pérdida de humedales se dio en los años 2000 – 2006. La generación de numerosos y pequeños parches de humedales en las zonas más elevadas dio paso a la fragmentación de hábitat e impactos negativos sobre la biodiversidad, en ese periodo (Bury et al., 2013). Entre los años 2006 – 2011, en cambio, los humedales de Quilcayhuanca se extendieron solo en los fondos de valle por el flujo de agua, propiciado por el derretimiento glaciario.

Las implicancias de la recesión glaciaria en la Cordillera Blanca han repercutido en los pastizales de la localidad directamente. El empleo de teledetección en la investigación de Bury et al. (2013) lo demuestra. En el caso de Quilcayhuanca, esta situación afecta a los cientos de cabezas de ganado que residen en los humedales altoandinos, ya que disminuyen las áreas de forraje permanentes.

## CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

En el siguiente capítulo, se describe la metodología, la cual detalla las bases científicas y el enfoque socio-ecológico del estudio. Se discuten los métodos y procedimientos seguidos durante los trabajos de campo y las etapas de gabinete. Por último, se explican los instrumentos utilizados.

### 4.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS

La metodología seguida está alineada a los principios establecidos por la ecología del paisaje – subdisciplina de la geografía física – que se define por el estudio de las relaciones causa-efecto existentes entre las comunidades de seres vivos, incluyendo humanas, y las condiciones ambientales en una unidad de paisaje (Vargas Ulate, 2012). Su escala de estudio puede abarcar extensas tierras o pequeños espacios de incluso decenas de metros cuadrados (ecotopos). Los diversos elementos que forman el paisaje (geofactores) se hallan en una relación funcional. Asimismo, la destrucción, transformación, cambio o construcción de nuevos paisajes es el aporte principal de las sociedades humanas, según esta disciplina.

El ecotopo estudiado es el bofedal de la laguna Milloc y sus alrededores. La elección de la ecología del paisaje como rama científica obedece a su idoneidad para representar la compleja conectividad y dinámica ambiente-sociedad, temporal y espacialmente, con el apoyo de sensores remotos.

Ser uno de los ecosistemas globalmente más sensible ante variaciones climáticas o actividades antrópicas requiere de la adopción de medidas especiales. Por eso, el enfoque que este trabajo privilegia es la conservación y aprovechamiento sostenible de recursos. Sin embargo, también se adopta un enfoque de estudio de bofedales como sistemas socio-ecológicos (SSE) pues, como se detalló en el capítulo 2, favorece a su entendimiento como espacio fuertemente interdependiente de componentes culturales y biofísicos. De esta manera, se conjugan ambos enfoques, reconociendo que los bofedales se hallan inmersos en interacciones entre sistemas humanos y naturales

acoplados, no necesariamente apuntando a las actividades antrópicas como perturbaciones, siempre y cuando no afecten la sostenibilidad del mismo SSE.

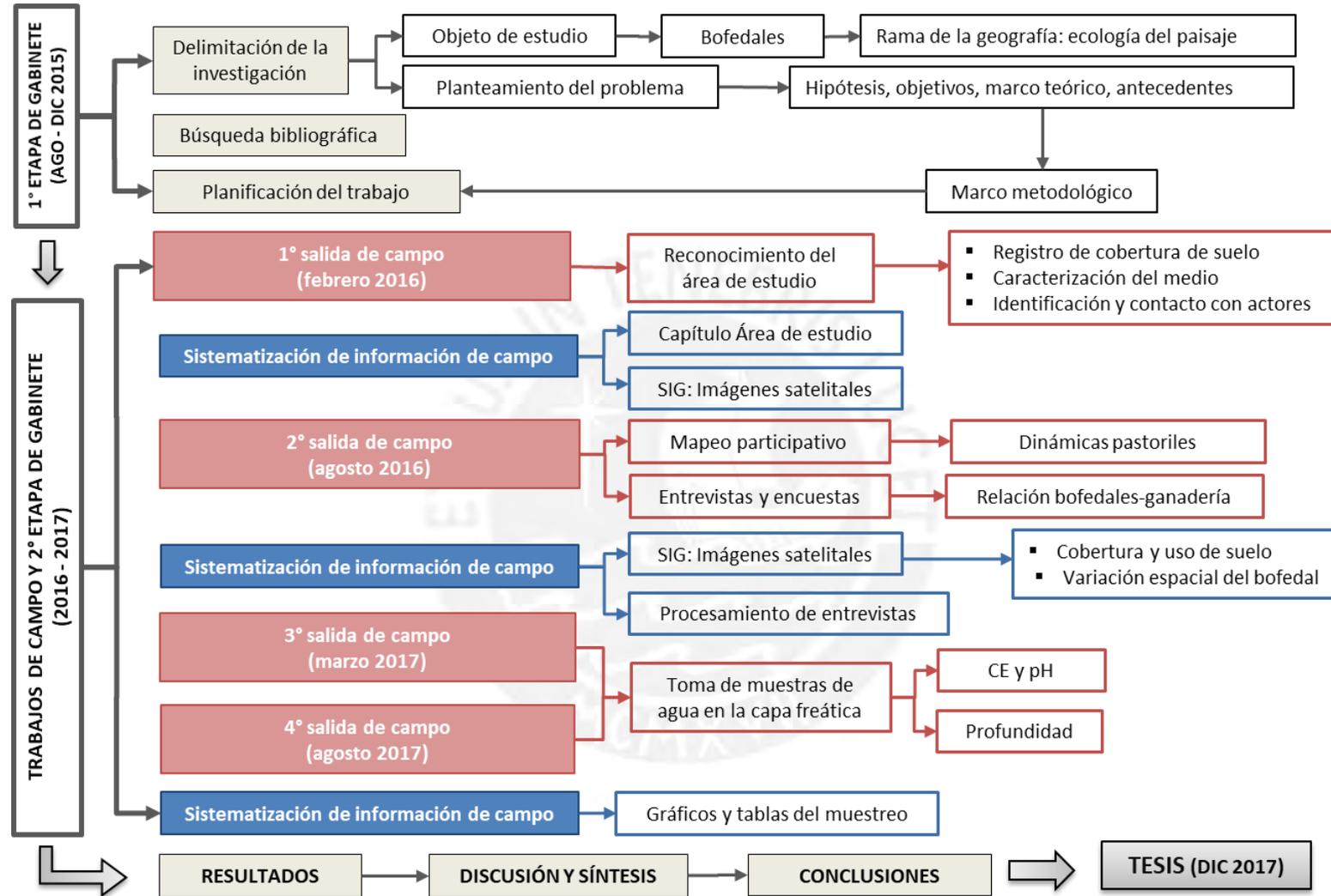
Para abordar la problemática del champeo, se hizo un estudio y análisis integrado de los efectos que origina la extracción de turba en estos humedales altoandinos y del manejo de recursos naturales de la comunidad campesina del lugar. Ello fue mediante el uso de imágenes satelitales, entrevistas y encuestas, un mapeo participativo, muestreos de agua en los trabajos de campo, con una posterior sistematización de los datos conseguidos.

#### **4.2. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

Mediante un esquema metodológico se plasma cada fase de la investigación (Figura 4.1). El estudio comienza con una primera etapa de gabinete, que define la temática, problemática, bibliografía base, marco teórico y métodos. En la siguiente etapa, se va al área de estudio a recoger datos para procesarlos, sistematizarlos y compararlos continuamente durante el tiempo de ejecución de la tesis. Una vez obtenida toda la información necesaria, se procesan y plasman los resultados, para posteriormente discutirlos. Finalmente se escriben las conclusiones y recomendaciones. Cabe agregar que durante el tiempo de ejecución de esta investigación, se programó cada etapa según un cronograma.

El diseño del procedimiento metodológico de la tesis involucra tanto un enfoque cuantitativo-estadístico como cualitativo-interpretativo simultáneamente, para dos servicios ecosistémicos de los bofedales que se relacionan con el agua y el forraje. El funcionamiento del ecosistema a través de régimen hidrológico y el sustento económico apoyado en la ganadería se analizaron en el Capítulo 7 para reportar independientemente la influencia del fenómeno estudiado en el SSE en una sola síntesis.

**Figura 4.1. Esquema metodológico**



*Elaboración propia.*

### ***Primera etapa de gabinete***

Es el inicio de la tesis. Se buscó todo lo relacionado al tema de interés con el apoyo de recursos bibliográficos (libros, artículos científicos, estudios realizados en la cuenca, etc.). Una vez hallado el objeto de estudio y presentada la problemática en un área determinada, se escogió al asesor de tesis. Posteriormente, se elaboró una planificación de la misma y se prepararon los aspectos metodológicos.

### ***Salidas de campo***

Se realizaron cuatro salidas de campo. La programación de las fechas y la cantidad de actividades fueron escogidas por la disponibilidad de tiempo, con la finalidad de ampliar la calidad de los resultados. En todas las salidas, se buscó el permiso para trabajar en el área de la comunidad y con la población.

#### ***Primera salida (febrero de 2016)***

Se buscó confirmar el problema y seguidamente la delimitación del área de estudio. Se hizo contacto con actores sociales, llevándose a cabo conversaciones que derivaron en las primeras informaciones. En ese momento, estas personas pertenecían a la directiva de la comunidad campesina o eran comuneros interesados en el conflicto. Asimismo, se solicitó a la comunidad campesina el permiso para investigar la problemática del champeo en su territorio, así como su colaboración en el futuro. Un método para la posterior caracterización del distrito fue el registro fotográfico durante el recorrido de la zona, con la toma de puntos GPS, así como apuntes sobre los usos de suelo.

#### ***Segunda salida (agosto de 2016)***

Se realizó un taller de mapeo participativo con actores de la comunidad campesina, para entender las dinámicas espaciales de manejo territorial en el área circundante a los bofedales. Se comenzó presentando a la persona que dirige el taller (la investigadora) y sus objetivos, seguidamente del trabajo a desarrollar, más lo que implica la utilización de mapas base y los trazos a realizar sobre ellos. Los mapas fueron de tamaño A1 (Anexos 1-4) y contaron

con rasgos predominantes como ríos y la localización del centro poblado. Además, incluyeron una escala como ayuda a los participantes y para la posterior sistematización de resultados (Devos et al., 2009). Se organizó el trabajo en dos grupos de tres personas cada uno. Los convocados fueron actores clave, como el gobernador, directivos de la comunidad campesina y comuneros que pastan en bofedales perturbados por la extracción de turba. Se les ayudó primero a reconocer su territorio en los mapas y luego se les entregó material (plumones de colores) para que puedan dibujar (Figura 4.2).

**Figura 4.2.** Taller de mapeo participativo.



*Foto: Daniella Vargas Machuca*

La primera tarea encomendada a los participantes fue la identificación de elementos y zonas de pastoreo (anexo 1 y 2). Posteriormente, en un mapa base nuevo, se les solicitó a los comuneros enfocarse en los bofedales (anexo 3 y 4). Esta segunda tarea consistió en señalar dónde existen bofedales con plumón verde, así como señalar con un símbolo más (+) o menos (-) si ha existido un incremento o disminución de la extensión de los mismos. Finalmente, se les pidió a los participantes que indiquen cuáles son los bienes y servicios que creen que los bofedales les brindan. La leyenda que se empleó para este taller se muestra en el anexo 5.

En las mismas fechas, se aplicaron entrevistas semiestructuradas dirigidas a comuneros que manejan y aprovechan de los bofedales, y que conocen sobre

la extracción de turba. Por esta razón, la muestra se basó en un enfoque cualitativo de casos de estudio, buscando conocer la percepción del champeo con preguntas generales y sencillas como primera parte. Posteriormente, como recomiendan Hernández, Fernández y Baptista (2006) mediante preguntas ligeramente más complejas, se consultó sobre datos puntuales de la actividad agropecuaria y la economía que manejan en base a esta (Anexo 6).

Los casos de estudio fue un método sencillo, válido y que no requirió de una inmersión tan prolongada en el área de estudio (Zainal, 2007). Además, facilitó la recolección de datos ante la complicación de la prolongada ausencia de los campesinos en el centro poblado. La población entrevistada se basó solo en comuneros que poseen ganado y lo hacen pastar en Carampoma. Aunque la muestra mínima recomendada para el método varía de cuatro a seis casos de análisis (Hernández et al., 2006; Madera et al., s.f.), en campo se buscó superar este número, llegando a doce.

#### *Tercera salida (abril de 2017)*

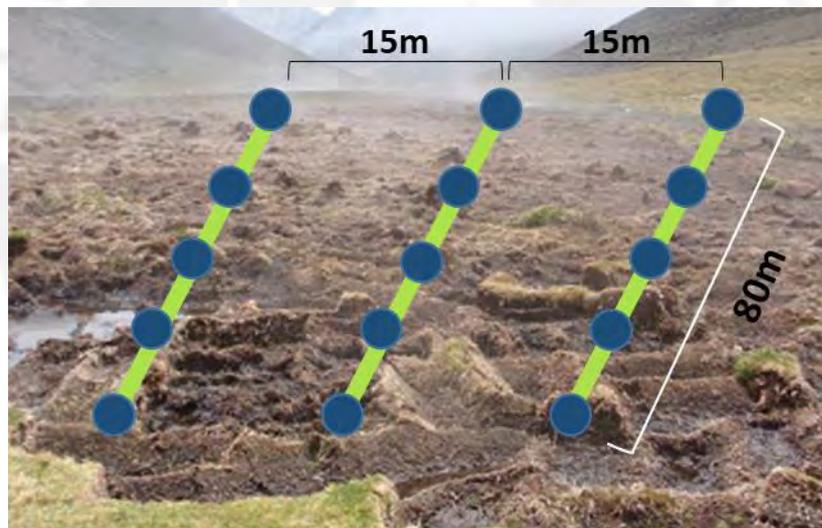
Se eligió el bofedal de Milloc para la evaluación por temas de accesibilidad. Para este trabajo de campo, se programó la toma de muestras de agua en la época húmeda. Primeramente, se hizo una lectura del paisaje identificando zonas champeadas y no champeadas en la turbera (Figura 4.3). Una vez seleccionados los lugares se trazaron tres transectos de 80 metros, paralelos a quince metros uno de otro. En cada transecto hubo cinco puntos, con una distancia de veinte metros entre ellos. En cada punto se marcó su correspondiente coordenada geográfica con un GPS.

**Figura 4.3.** Zonas de muestreo en el bofedal.



*Elaboración propia*

**Figura 4.4.** Representación del diseño del muestreo en campo.



*Elaboración propia*

Una vez trazada la red de muestreo, se procedió a perforar con el barreno de suelos en los puntos marcados, hasta llegar a la capa freática del bofedal e instalar los pozos (Figura 4.5a). En ese momento, se midió la altura entre la superficie y la capa freática. Posteriormente, se introdujo el multiparámetro portátil en los hoyos hechos para medir la CE, pH y temperatura del agua superficial in situ (Figura 4.5b). Dado que la investigación involucra la evaluación de cambios hidrológicos, el mismo procedimiento de muestreo se

efectuó para el lugar no champeado – como sitio de control – para la posterior comparación, como se recomienda en Rydin y Jeglum (2013). La consideración del pH y la CE como indicadores del régimen hidrológico de la capa freática

**Figura 4.5a.** Instalación de pozos. **Figura 4.5b.** Medición in situ del pH de la capa freática



*Foto: Martín Timaná*



*Foto: Daniella Vargas Machuca*

Para calcular posteriormente la disminución causada por el champeo en SIG, se hizo una observación del paisaje in situ y demarcación con puntos GPS de la zona perturbada.

#### *Cuarta salida (agosto de 2017)*

Se midieron los mismos parámetros en los mismos puntos de los lugares champeados y no champeados del bofedal de la época seca, con el mismo procedimiento utilizado en la tercera salida de campo. También realizaron entrevistas adicionales.

#### **Segunda etapa de gabinete**

A partir de la data obtenida en las salidas de campo (parámetros del agua, usos de suelo y caracterización del área, relación de la economía campesina con los bofedales, entre otros), se sistematizó la información en tablas, figuras y mapas. Los resultados del muestreo de agua se analizaron estadísticamente mediante media, error estándar de la media, coeficiente de variación y prueba *t* aplicada a los dos muestreos. Esta prueba paramétrica (Hernández et al.,

2006) se aplica con el fin de evaluar si difieren los resultados de la zona champeada y no champeada entre sí de manera significativa (nivel de significancia = 0.05).

Adicionalmente, mediante imágenes satelitales se estimó la extensión del humedal altoandino mediante índices normalizados de vegetación (NDVI), agua (NDWI) y humedad (NDMI), con el software ArcMap 10.1. Las imágenes fueron conseguidas gratuitamente en la web del Servicio Geológico de los Estados Unidos<sup>6</sup> (USGS por sus siglas en inglés) y de la Agencia Espacial Europea<sup>7</sup> (ESA en inglés). Los mencionados índices fueron creados en la herramienta *Calculadora raster* del software, a partir de las bandas espectrales. La selección de las escenas fue guiada por un rango de meses en que el porcentaje de la cobertura nubosa es escasa (mayo-octubre) y en base a la disponibilidad de escenas en los servidores.

Dado que los bofedales conforman una variedad de comunidades de plantas y poseen una humedad edáfica casi constante (Maldonado, 2014), el empleo de NDVI, NDWI y NDMI corresponde al reconocimiento de tales características. Básicamente se destina el primero para discriminar la vegetación del bofedal de otras, mediante el espectro del infrarrojo cercano y la luz visible roja. En cuanto a los otros dos índices, ya que el bofedal está alrededor de una laguna, el procedimiento metodológico fue utilizar el NDWI para extraer los píxeles del cuerpo de agua en cada imagen y recién aplicar el NDMI, que mide directamente el nivel de humedad de la vegetación. Ello deriva en una distinción más sencilla del humedal, puesto que evita la humedad de la laguna.

Para la definición de umbrales de los índices, se aplicó una composición de bandas RGB (color natural) y el método de clasificación supervisada mediante la herramienta *Clasificación por máxima verosimilitud*, para la imagen Sentinel 2A del año 2016. Para las imágenes Landsat 5 de los años 2005 y 2011, en cambio, se empleó una clasificación no supervisada con la herramienta *ISO Cluster*. Cabe señalar que la selección de la imagen satelital del área en el 2011 obedece a corroborar la dinámica espacial resultante dentro del periodo

---

<sup>6</sup> <https://glovis.usgs.gov/>

<sup>7</sup> <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

de estudio (12 años). Se contó con una imagen RapidEye<sup>8</sup> de resolución espacial de 5 m de la misma fecha, que facilitó una comparación visual con los resultados de Landsat 5. Las respuestas sobre desde cuándo se extrae la turba, obtenidas en las entrevistas aplicadas en campo, trazan el periodo del estudio multitemporal. Finalmente, se sistematizaron los resultados del mapeo participativo en archivos *shapes*, para cotejarlos con el estudio de teledetección.

En esta etapa también, se reorganizó los datos resultantes de las entrevistas a partir de lo que busca recolectar la investigadora (Hernández et al., 2006). Se construye un análisis propio y contextual del fenómeno de la extracción de turba. A través de la percepción ambiental se evidencia, primero, la relación entre los bofedales y los animales de crianza, para luego analizar cómo estos últimos son parte del sistema económico que manejan los campesinos. El contraste con el acercamiento sobre la economía campesina (capítulo 2) se empleó para interpretar la implicancia de los resultados.

#### **4.3. INSTRUMENTOS Y MATERIALES**

##### **4.3.1 Los SIG y las imágenes satelitales**

Los sistemas de información geográfica (SIG) son un conjunto de software con herramientas informáticas sintetizadoras del espacio, útiles para la gestión territorial, que pueden dotar de una cartografía útil para las políticas relacionadas (Basildo y López, 1998). Principalmente, en temas medioambientales se relacionan con estudios de manejo de recursos naturales, su modelamiento, planeamiento y aprovechamiento racional, con el apoyo de trabajos de campo y GPS, según los citados autores. La relación intrínseca de los SIG con la teledetección viene de la visión sintética, integrada y uniforme de la superficie terrestre (Basildo y López, 1998) que ofrece esta, para facilitar el análisis espacial del sistema natural de distintos territorios o de distintos momentos en uno solo. En este caso, se utilizó la última opción, mediante imágenes satelitales Landsat 5 y Sentinel 2, de acceso gratuito, descritas en la Tabla 4.1, mediante el software ArcMap 10.1.

---

<sup>8</sup> Proporcionada gracias al MINAM y Proyecto Glaciares+.

**Tabla 4.1.** Descripción de las imágenes satelitales empleadas.

Características		Landsat 5		Sentinel-2A
Proveedor		USGS		ESA
Escenas		LT05_L1TP_007068_20050829_20161125_01_T1	LT05_L1TP_007068_20110729_20161007_01_T1	S2A_OPER_MSI_L1C_TL_MTI_20161112T214417_A007272_T18LUN_N02.04
Fecha		29/08/2005	29/07/2011	12/11/2016
Resolución espacial		30 m	30 m	10 m / 20 m
Bandas utilizadas	R	B3	B3	B4
	G	B2	B2	B3
	NIR	B4	B4	B8, B8A
	SWIR	B5	B5	B11

*Elaboración propia.*

#### 4.3.2 Mapas participativos

El mapeo participativo es una herramienta que contribuye a la documentación del uso de tierras de pueblos y comunidades indígenas, para la legitimación de futuros reclamos legales (Sletto, Bryan, Torrado, Hale y Barry, 2013). Plantea, a su vez, un acercamiento para registrar patrones de uso y ocupación territorial de acuerdo a la relación histórica y mutua entre el paisaje, los ecosistemas y los individuos. McCall (2011) considera que el mapeo abarca desde la preparación, el diseño, el mismo proceso de realización participativa del mapa, el control y los usos de la información resultante. Para ello se utilizaron mapas base impresos en tamaño A1, plumones de colores, limpia tipo, hojas bond en blanco, más una leyenda elaborada de acuerdo a lo que se buscaba representar.

#### 4.3.3 Entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas se basaron en una guía de preguntas específicas (Anexo 8) que buscaron recoger la percepción respecto del champeo y al medio natural, como también una aproximación a los ingresos y fuentes de subsistencia de los comuneros. Con este instrumento difícilmente se busca estandarizar

resultados, ya que se quiere conocer experiencias, opiniones, hechos, atribuciones, etc. (Hernández et al., 2006). El recojo de información de un muestreo cualitativo mediante entrevistas semiestructuradas aportan a comprender con mayor detalle un fenómeno, que en este caso es el champeo.

#### **4.3.4. Muestreo de agua**

El muestreo del agua subterránea del bofedal requirió de la perforación de pozos, los cuales fueron hechos con una barrena de acero inoxidable para suelos barrosos, que cuenta con aberturas en la pared del cilindro para facilitar la remoción del material. El registro de las características físico-químicas de la capa freática se llevó a cabo mediante un multiparámetro de bolsillo marca Hanna modelo HI 98130 impermeable, medidor de pH, CE (rango alto) y temperatura. Cada pozo fue localizado con un GPS marca Garmin eTrex 20x.



## **CAPÍTULO 5: CARAMPOMA, TERRITORIO BIODIVERSO Y COMUNAL**

El presente capítulo presenta el área de estudio, enfatizando sus características biofísicas y las del medio humano. La información proviene de fuentes secundarias, como de información recogida en campo. Si bien la caracterización se basa en el distrito de Carampoma, por párrafos se destaca las características de la zona del bofedal evaluado en la laguna Milloc.

### **5.1. LOCALIZACIÓN**

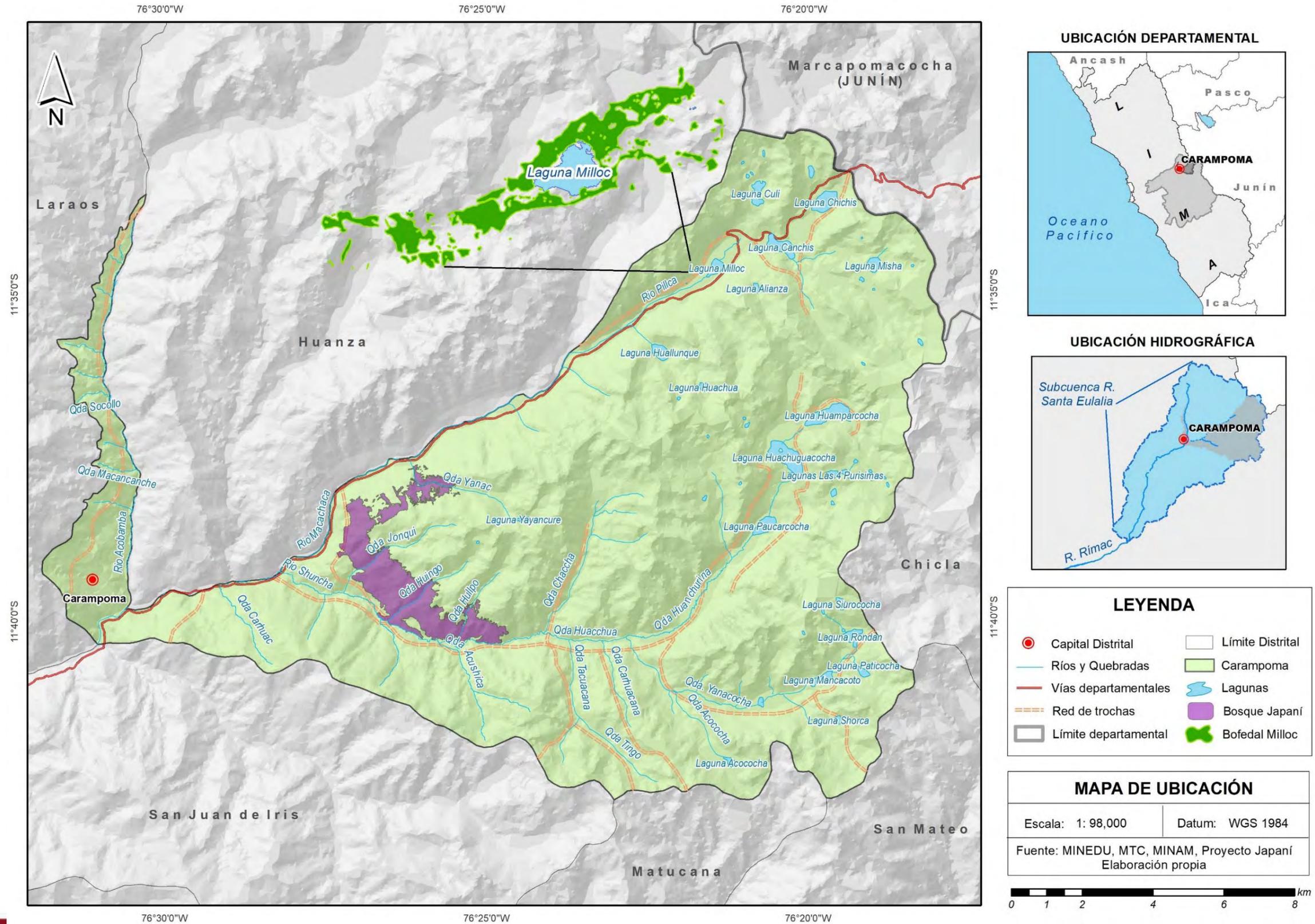
El área de estudio se emplaza en el territorio de la Comunidad Campesina Santiago de Carampoma, localizado en el distrito de Carampoma, en el extremo norte de la provincia de Huarochirí, Lima (Mapa 5.1). El área comunal abarca alrededor de 21610 hectáreas. El distrito limita por el norte con los distritos de Marcapomacocha y Huanza, por el noroeste con el distrito de Laraos, por el sudoeste con San Juan de Iris, por el sur con Matucana y San Mateo, y por el este con el distrito de Chicla. El centro poblado de Carampoma se encuentra a 3500 msnm, cerca de la unión del río Acobamba y Macachaca, que da origen al río Santa Eulalia. Sus coordenadas geográficas son 11°39'23.08"S y 76°30'55.83"O. El bofedal de Milloc se halla a 4300 msnm, en las coordenadas 11°34'25.32"S y 76°21'15.47"O.

### **5.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICA**

#### ***Relieve y geomorfología***

Siguiendo la sistematización del geógrafo Pulgar Vidal (1987), en el rango altitudinal que abarca el distrito de Carampoma se hallan los pisos Suni, Puna y Janca. La región Suni se localiza notoriamente en los últimos kilómetros del curso del río Macachaca, donde la topografía se torna encañonada. Esta región se caracteriza por montañas escarpadas, desfiladeros y ríos que recorren por cauces estrechos, entre los 3500 - 4000 msnm. En la puna se distingue un relieve más escalonado y suave, donde naturalmente las lagunas altoandinas del distrito desaguan unas en otras. Por eso, desde los 4000 hasta los 4800 msnm, es común encontrar valles glaciares en el distrito en esta región.

**Mapa 5.1. Ubicación del área de estudio.**



Brack y Mendiola (2004) apuntan, además, que dentro de esta franja altitudinal, de menor pendiente y ondulada, existen tipos de suelos que se singularizan por ser ricos en materia orgánica, ácidos, rocosos, calcáreos y arcillosos en la profundidad. Por último, en lo más alto del distrito se hallan algunos remanentes de nevados que forman parte de la cordillera en la región Janca (Pulgar Vidal, 1987). La topografía de esta región se configura por cerros escarpados o inclinados negros o grisáceos, cuyo rango altitudinal es superior a los 4800 msnm.

### ***Geología***

La geología alrededor de la laguna Milloc está principalmente constituida por un depósito biogénico, depósito fluvioglacial y la formación Pacococha (Charca Huaricallo, 2015). El área de los depósitos biogénicos, que coincide con la localización del bofedal evaluado, es descrita como terrenos fangosos de materia orgánica con grama y presencia de brechas poco compactas, más una intercalación de limos y arenas. Los depósitos fluvioglacial, que se ubica alrededor del material biogénico, está compuesto por fragmentos y bloques heterogéneos subangulares y subredondeados poco estables. Respecto a la formación Pacococha, Charca Huaricallo (2015) explica que está conformada por derrames volcánicos andesíticos y basálticos, intercalados con flujos de brecha volcánica y andesita tobácea. Esta es la formación que cubre las partes más altas del área de estudio en general y los alrededores del bofedal.

### ***Hidrografía***

Los principales ríos de Carampoma son el río Shuncha, Acobamba y Macachaca, siendo la unión de estos dos últimos los que dan origen al río Santa Eulalia (Mapa 5.1). Estas fuentes de agua nacen de nevados a más de 5000 msnm, que han ido sufriendo del retroceso glaciar, producto del cambio climático (PACyD, 2014). El distrito cuenta con una veintena de lagunas altoandinas, de las que destacan Milloc, Canchis, Paucarcocha, Huachuguacocha, Huamparcocha, entre otras. La primera pertenece a la microcuenca del río Macachaca, da origen al río Pillca y es donde se ubica el bofedal a evaluar. Asimismo, por Milloc trascurren las aguas de uno de los trasvases del sistema Marcapomacocha (proyecto Marca I), provenientes de la

cuenca del río Mantaro hacia Lima (ANA, 2010). El caudal resultante de esta descarga, más el del río Santa Eulalia, son regulados mediante represas, de las cuales dos están presentes en Carampoma.

### **Clima**

En el bofedal de la laguna Milloc, la época de precipitaciones inicia a un ritmo constante en el mes de diciembre hasta marzo. A partir de abril, disminuyen las lluvias. El periodo más seco va de junio a agosto (Tabla 5.1). Un estudio de la ANA (2010) estima que la temperatura media anual para la estación meteorológica Milloc (4398 msnm) es de 14.1 °C, mientras que la estación Carampoma (3489 msnm) es de 15.3 °C. La temperatura máxima y mínima registrada en la estación de mayor altitud es de 18.8 °C y 9.5 °C respectivamente. En cuanto a Carampoma, los mismos datos son de 19.8 °C y de 10.9 °C (ANA, 2010). Esta información se construye a partir del registro histórico de las estaciones meteorológicas de la subcuenca de Santa Eulalia.

**Tabla 5.1.** Precipitación promedio multimensual (mm).

Mes	Carampoma	Milloc
<b>Altitud (msnm)</b>	3489	4398
<b>Periodo de registro</b>	1967 - 2009	1965 - 2009
Enero	83.7	140.2
Febrero	95.1	142.3
Marzo	90.8	144.0
Abril	30.3	67.5
Mayo	3.2	23.7
Junio	0.3	8.7
Julio	0.8	9.5
Agosto	1.4	16.4
Setiembre	6.7	40.2
Octubre	19.8	68.2
Noviembre	26.1	78.0
Diciembre	52.3	124.5
<b>Total anual (mm)</b>	410.4	863.2

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2010). Elaboración propia.*

## 5.2. CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA

### *Ecosistemas de montaña*

Conforme al Atlas de los Andes del Norte y Centro (Josse et al., 2009), Carampoma pertenece a la fitorregión de la puna húmeda, donde se hallan los pisos altimontanos y altoandinos, colindantes con los nevados de la cordillera. La vegetación de la Puna húmeda posee un gran porcentaje de gramíneas, arbustos y cactáceas. La humedad varía considerablemente de acuerdo a la estación: durante el período de déficit hídrico, por ejemplo, se produce una caída parcial de hojas y la vegetación demora en crecer entre unos tres a cinco meses, reduciendo la producción de biomasa de sus ecosistemas. Al regreso de las estaciones más húmedas (de octubre a abril), la flora vuelve a renacer.

Dentro de esta fitorregión, se reconocen un total de dieciocho ecosistemas, de los cuales, siete están presentes en el distrito: el bosque bajo altoandino de la puna húmeda (queñoales); los cardonales y matorrales montanos desérticos occidentales andinos; bofedales altoandinos (humedales); áreas de matorrales y pajonales altimontanos; pajonales altoandinos de la puna húmeda; una superficie de vegetación subnival; y el ecosistema nival (Josse et al., 2009).

El Alto Valle Santa Eulalia – Milloc, Lima (ID 77) ha sido catalogado como zona prioritaria de conservación de diversidad biológica en el territorio nacional, con un grado de urgencia alto (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado [SERNANP], 2009). De esta manera, se busca conservar en el sentido más íntegro hábitats, especies, ecosistemas y valores de interés cultural, paisajístico y científico. El reconocimiento y selección de zona prioritaria se da por la contribución al desarrollo sostenible que pueda otorgar.

### *Cobertura vegetal*

Respecto a la cobertura vegetal en el distrito, se halla *Matorral arbustivo (Ma)* de la zona húmeda comprendido entre los 3500 – 3800 msnm del distrito. De acuerdo al Ministerio del Ambiente (MINAM, 2015b), gracias a las mejores condiciones de humedad, se permite el desarrollo de una mayor diversidad de especies arbustivas y follaje siempre verde durante todo el año, a diferencias

de los matorrales que crecen en menores altitudes (zonas áridas y subáridas). La importancia de este tipo de cobertura vegetal en el área de estudio se debe a que es un valioso recurso para la población rural, en tanto la provisiona de leña como de plantas medicinales.

Asimismo, Carampoma cuenta con el único parche de *Bosque andino relicto (Br-al)* en toda la subcuenca Santa Eulalia, sobre terrenos montañosos de pendiente empinada de los ríos Shuncha y Macachaca, ubicado entre 3500 a 3800 msnm con una superficie de 665,93 hectáreas. Conocido como el Bosque de Japaní, es considerado relicto debido a su baja representatividad (área reducida), alta fragmentación y poca accesibilidad, por lo que se recomienda su conservación y protección (MINAM, 2015b). Está representado únicamente por el género *Polylepis* (queñoales), en el que se desarrolla la especie *P. flavipila*. Según BirdLife International (2017), Japaní es un sitio IBA<sup>9</sup> e importante lugar para el turismo ecológico, donde se concentran especies de aves globalmente amenazadas y de rangos restringidos (endémicas). Actualmente, este bosque relicto viene siendo aprovechado por la población rural principalmente como fuente de leña.

A partir de los 3800 msnm, se nota la presencia de herbazales ubicados en las laderas ligeramente inclinadas a inclinadas, que son parte del *Pajonal andino (Pj)*. Se identifican tanto el pajonal (hierbas en forma de manojos), el césped y los tolares. Esta cobertura vegetal constituye una fuente de forraje importante para la actividad ganadera andina (camélido y ovino) de la comunidad.

A mayor altitud, el *Bofedal, oconal o turbera (Bo)* es una cobertura vegetal hidrófila siempre verde compacta, la cual posee la apariencia de un cojín o almohadilla, localizada en el fondo de valles fluvio-glaciares (MINAM, 2015b). Esta comunidad de plantas forma parte de un ecosistema hidromórfico, que es alimentado por aguas de origen glaciar, de afloramiento subterráneo y precipitación. Sus suelos permanecen mayormente inundados; se registran ligeras oscilaciones en su nivel de agua durante el periodo seco. Naturalmente, almacenan el agua proveniente de las zonas altas de la cordillera y la filtran,

---

<sup>9</sup> Important Bird and Biodiversity Area

mejorando la calidad del agua. Para la actividad pecuaria andina, son una importante fuente de forraje permanente.

**Figura 5.1a.** Bofedal de la laguna Milloc. **Figura 5.1b.** Camélidos pastando en zona perturbada del bofedal de Milloc



*Fotos: Daniella Vargas Machuca*

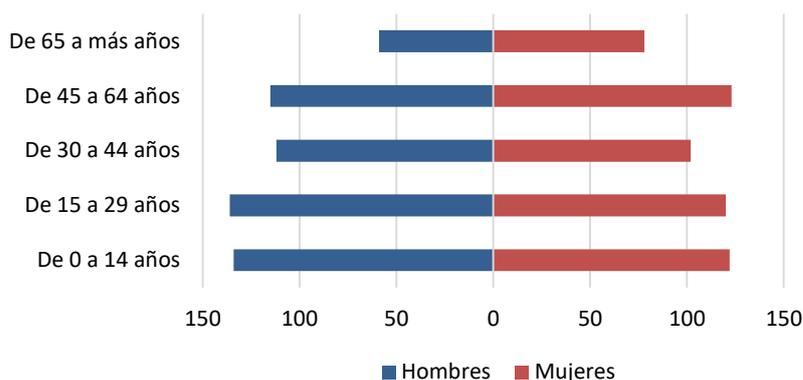
Finalmente, de acuerdo a la misma clasificación de cobertura vegetal se identifica la *Agricultura andina (AGRI)*, una unidad antrópica de vegetación (MINAM, 2015b). Se define como el área donde se lleva a cabo la actividad agropecuaria actualmente activa y en descanso, en los valles interandinos, tanto en el fondo como en laderas moderadas o en andenes. Esta clase de cobertura vegetal se extiende alrededor del mismo centro poblado de Carampoma y otras áreas más elevadas.

### **5.3. CARACTERIZACIÓN SOCIAL**

#### ***Demografía***

En Carampoma, se estimó una población de 1788 habitantes de acuerdo a las proyecciones del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, s.f.), con 964 hombres y 824 mujeres para el año 2015. La única información poblacional certera que se tiene es del año 2007, cuando se dio el último censo poblacional a nivel nacional. Para ese entonces se registraron 1161 habitantes en el distrito, de los cuales 60 de ellos no indicaron vivir en el mismo centro poblado (INEI, 2007). Por grandes grupos de edad, se tuvo una proporcionalidad entre ambos sexos y los diferentes grupos hace 10 años (Figura 5.1).

**Figura 5.2.** Población por grandes grupos de edad



*Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007). Elaboración propia*

El censo escolar del 2016 dio un total de 11, 22 y 26 alumnos para el nivel inicial, primaria y secundaria respectivamente. La tendencia es a la disminución del alumnado según el registro histórico consultado en la web de la entidad estatal a cargo<sup>10</sup>. Por otro lado, el Índice de Desarrollo Humano es de 0.42 en el distrito en el año 2012. Dentro de este índice, los parámetros incluidos, arrojan una esperanza de vida de 76.24; un 84% de población con educación secundaria completa; y un ingreso familiar per cápita mensual de 360.60 soles.

### **Actividades económicas**

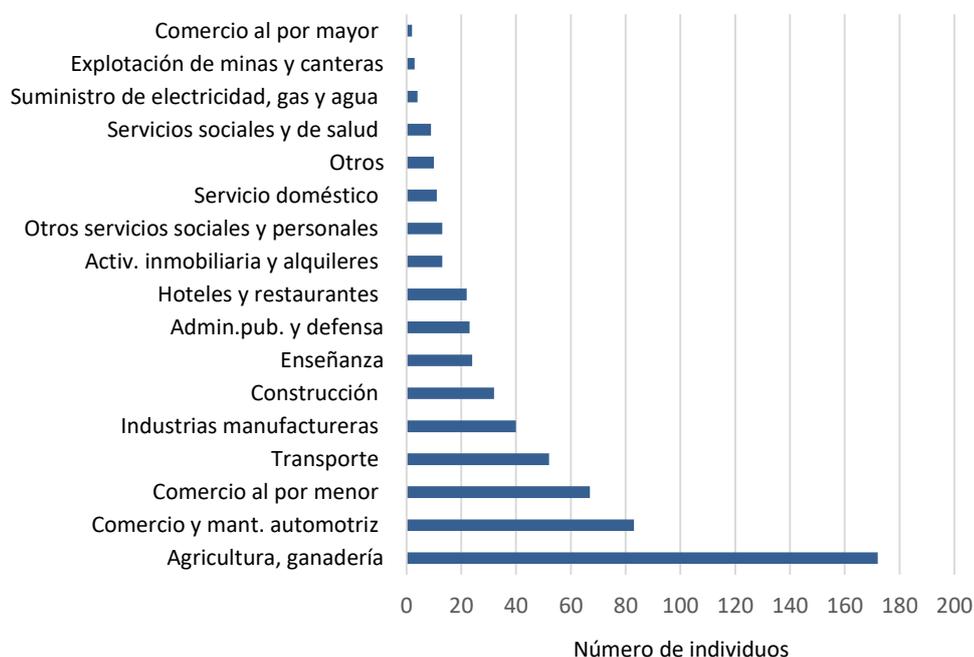
Las actividades económicas que más se desempeña son la agricultura y ganadería dentro de la población económicamente activa (PEA) ocupada (34% de la población del 2007), seguido del comercio y mantenimiento automotriz (16%) y el comercio al por menor (13%) (Figura 5.2) (INEI, 2007). Existe un incipiente turismo orientado a los deportes de aventura (gracias a la topografía) y a la recreación mediante visitas a sitios arqueológicos, festividades locales y paisajes, sobre todo por el bosque de queñoales Japaní.

La agricultura se practica en las zonas aledañas del distrito, produciendo papas, maíz, habas, trigo, entre otros, mediante un sistema de regadío y canales. Igualmente, existen cultivos mantenidos solo por las lluvias estacionales, que se llevan a cabo en zonas altas y alejadas, destacando el sembrío de papas, sustento básico de la población (Municipalidad de

<sup>10</sup> <http://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiie>

Carampoma, s.f.). Lamentablemente, la existencia de andenes en el territorio comunal no es aprovechada, lo cual los ha llevado a un estado de abandono.

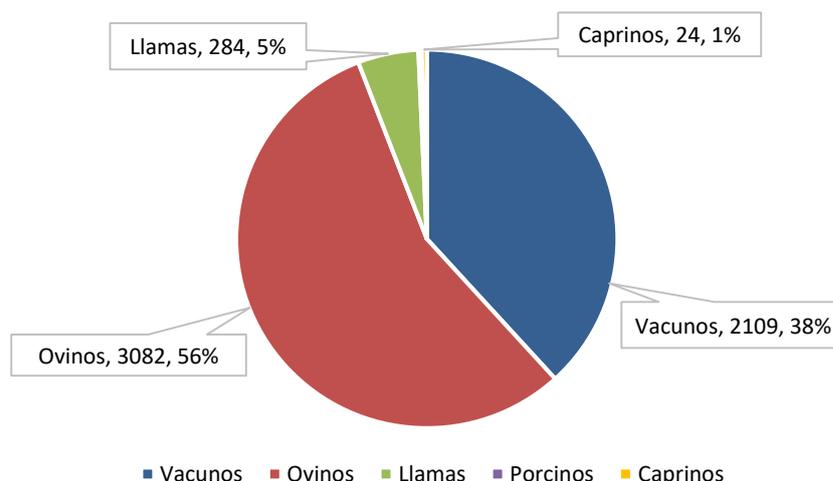
**Figura 5.3.** Actividades económicas de la PEA



*Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007). Elaboración propia.*

En lo que concierne a la ganadería, esta se realiza con un sistema de estancias esparcidas a lo largo de las dos principales microcuencas del distrito: Shuncha y Macachaca, principalmente a una altitud por encima de los 3800 msnm, a varias horas de camino (Municipalidad de Carampoma, s.f.). Los rebaños están conformados por ovinos, vacunos y camélidos sudamericanos (Figura 5.3). Aparte del aprovechamiento de pastizales, los campesinos siembran alfalfa para sus animales, siendo la superficie para tal propósito, mayor a la de autoconsumo y venta: 3 ha versus 1.37 ha y 0.12 ha correspondientemente (INEI, 2012). La transformación de productos de origen pecuario, como el queso, ocasionalmente tiene salida hacia los mercados de los distritos de la subcuenca media y baja de Santa Eulalia.

**Figura 5.4.** Número de animales en el distrito según ganado (2012)



*Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2012). Elaboración propia.*

Por otro lado, aunque actualmente solo existen actividades de exploración para minería, en la laguna represada Canchis han quedado pasivos de actividades mineras anteriores (relaves). No se encontraron datos de la entidad minera que los dejó, pero sus instalaciones fueron fácilmente reconocibles en imágenes satelitales, por la cercanía al bofedal de Milloc (Figura 5.5). En el inventario de presas de la ANA (2016) no se ha identificado esta como una presa de relave. Asimismo, existen otros pasivos ambientales en la microcuenca de Shuncha del mismo origen, ocasionados por la ex unidad minera Huanchurina. Recientemente, el Estado está convocando a entidades privadas para la labor de remediación en esa zona<sup>11</sup>.

**Figura 5.5.** Antiguas instalaciones mineras cerca de la laguna Canchis



*Fuente: Google Earth.*

<sup>11</sup> <https://goo.gl/9goWwM>

Otra actividad económica en el distrito es la extracción de turba. El champeo se desarrolla en los bofedales del territorio de la comunidad campesina de Carampoma, en las microcuencas del río Shuncha y Macachaca. En la primera, esta actividad se ha esparcido dada la cercanía con la carretera central y las redes viales existentes (Mapa 5.2), que facilita a los champeros el transporte de la materia orgánica. Esta se extrae de forma rectangular con la vegetación superficial que la cubre (Figura 5.6). El objetivo del champeo de bofedales es comercializar la turba en viveros.

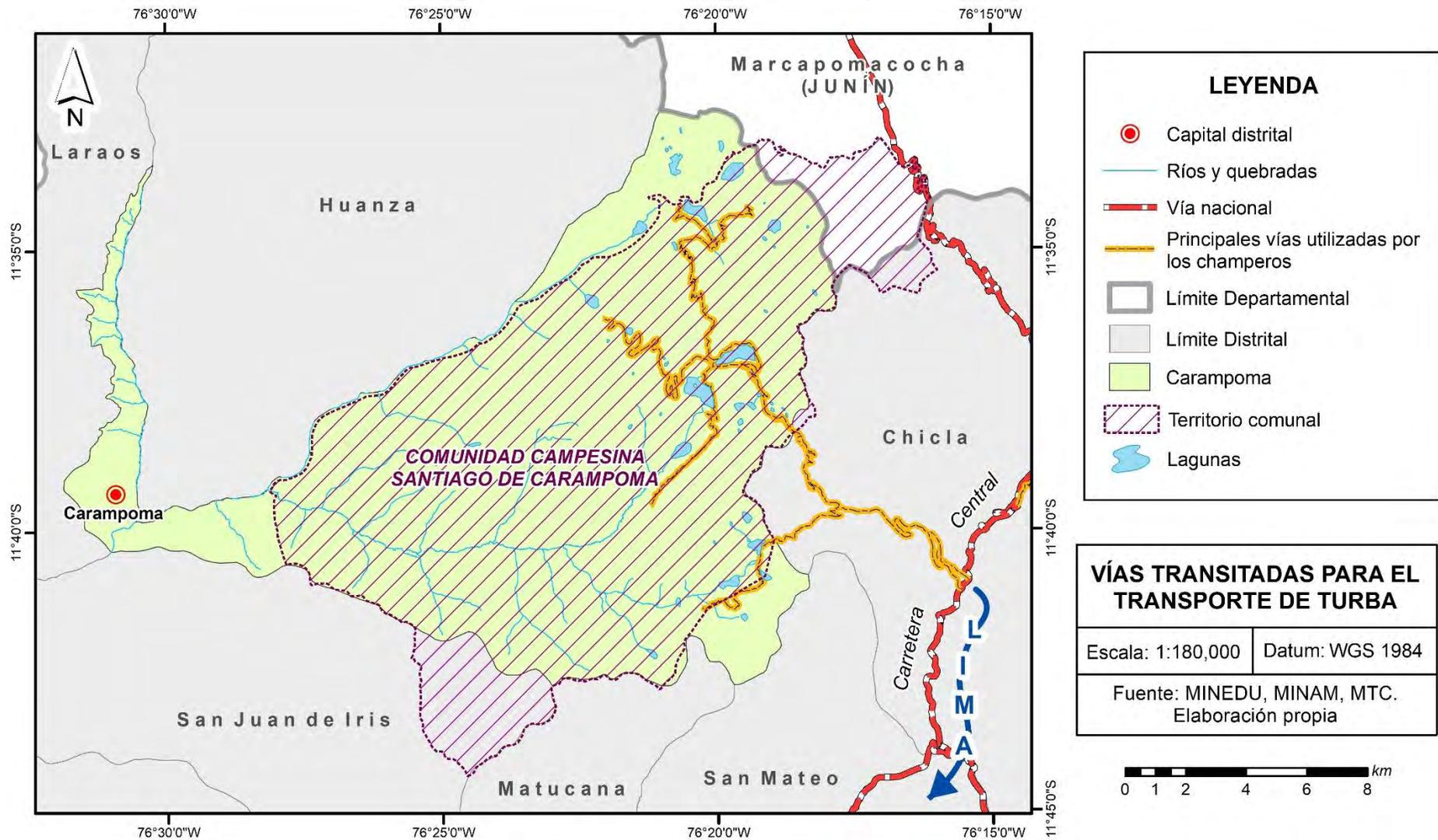
**Figura 5.6.** Rastros de champeo en bofedal Milloc



*Fotos: Daniella Vargas Machuca*

Para combatir la extracción de turba, la comunidad campesina ha denunciado los hechos ante diversos organismos estatales como INRENA (posteriormente al MINAGRI), gobierno regional, la Fiscalía y la Policía; todas sin éxito según las conversaciones sostenidas. Algunos de los comuneros creen que existe corrupción en el tema, pues el tránsito de los camiones cargados de turba por la carretera central continúa, a pesar de estar prohibido. La misma comunidad ha buscado intervenir a los champeros, vigilando el área de los bofedales, pero no ha sido suficiente ni se ha tenido resultado alguno hasta hoy.

Mapa 5.2. Vías transitadas para el transporte de turba.



## CAPÍTULO 6: RESULTADOS

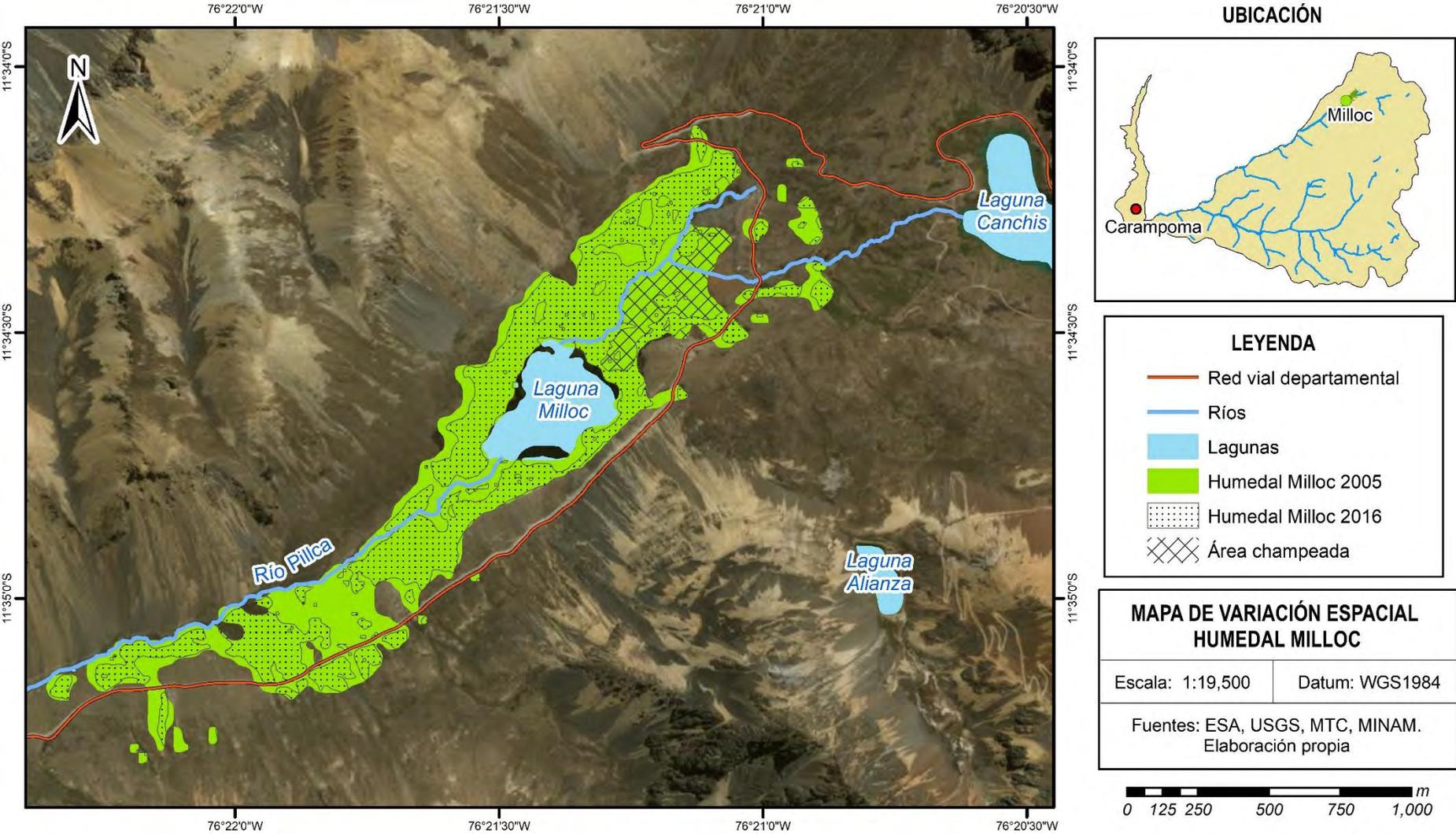
En este apartado se presentan las respuestas a las preguntas de investigación inicialmente planteadas y trazadas como objetivos (capítulo 1). Los resultados se desarrollan en tres subcapítulos. Los dos primeros tratarán aspectos físicos sobre los bofedales: su variación en el paisaje y las propiedades químicas de su capa freática. El tercer subcapítulo presenta los resultados de percepción del champeo y una aproximación al sistema económico campesino, enfatizando la actividad pecuaria y su nexos con los bofedales.

### 6.1. VARIACIÓN ESPACIAL DEL HUMEDAL DE MILLOC

En este subcapítulo se expone los resultados del procesamiento de las imágenes satelitales, para calcular el área del humedal y la identificación de la degradación de su vegetación en el tiempo. Igualmente, se presenta cuánta área se ha perdido por la extracción de turba (champeo). Se escogió Milloc como el humedal a analizar espacialmente mediante teledetección, gracias a los resultados del mapeo participativo, que orientaron su selección. A largo del subcapítulo, mayormente aparecerá la palabra humedal, ya que no todas las áreas identificadas como tal en los SIG, necesariamente son áreas de acumulación de turba. Es preferible verificar en campo.

En ese sentido, la delimitación del humedal mediante índices normalizados en los últimos 12 años dio como resultado su reducción. La superficie de 92.28, 87.34 y 52.19 hectáreas corresponden a los años 2005, 2011 y 2016. Con los tres índices normalizados (NDVI, NDWI, NDMI), se llegó a representar la pérdida de cobertura de este ecosistema, que fue 40.09 ha del 2005 al 2016. En el Mapa 6.1, en punteado se simboliza el área actual del humedal y de fondo verde, la antigua cobertura del humedal en el año 2005. Respecto de la disminución por champeo, se obtuvo que 8.41 ha son causadas por este (ver achurado en el mapa). La extracción de turba registrada en el curso del desagüe de la laguna Canchis a Milloc no fue el único impacto encontrado. La degradación de la vegetación es también ocasionada por la descarga de aguas ácidas de actividades mineras cercana a la zona.

**Mapa 6.1.** Variación espacial del humedal de Milloc.



**UBICACIÓN**

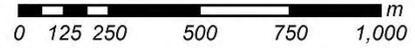


**LEYENDA**

- Red vial departamental
- Ríos
- Lagunas
- Humedal Milloc 2005
- Humedal Milloc 2016
- Área champeada

**MAPA DE VARIACIÓN ESPACIAL HUMEDAL MILLOC**

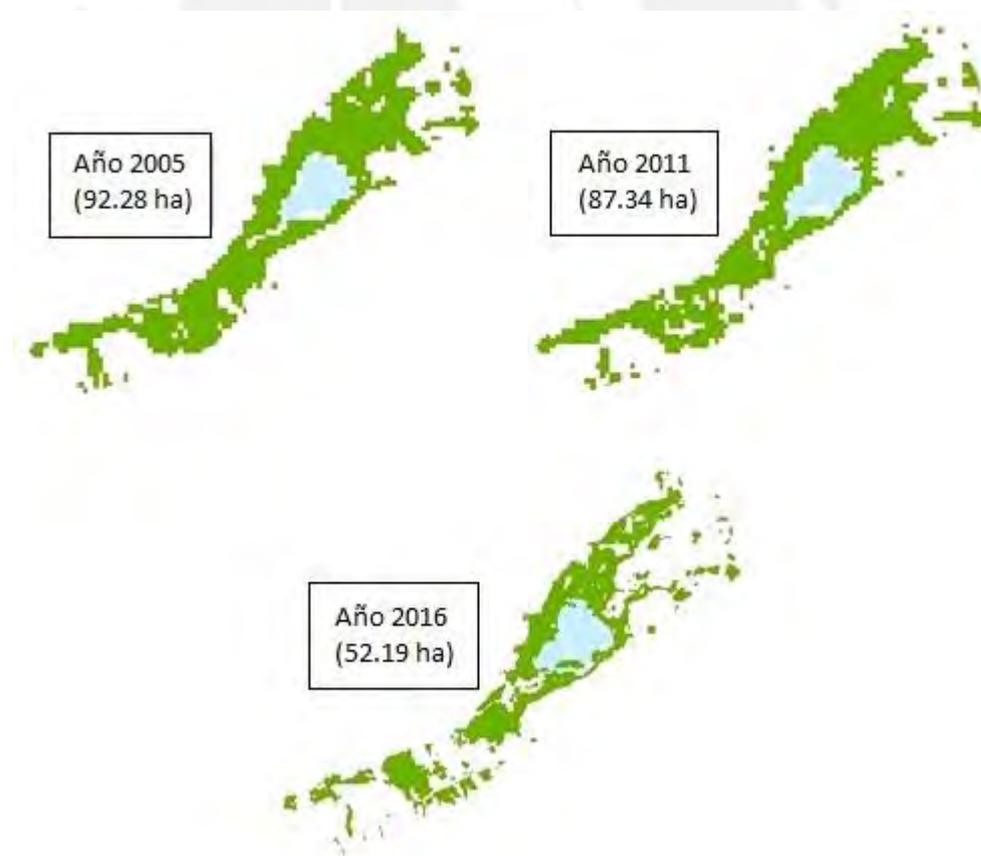
Escala: 1:19,500	Datum: WGS1984
Fuentes: ESA, USGS, MTC, MINAM. Elaboración propia	



La representación del humedal en parches ecológicos reflejó la existencia coberturas de humedal que no están conectadas actualmente. La red vial departamental fragmenta parches de humedal con su trazo. Igualmente entre esta red y el río Pillca, existen parches de humedal no conectados, de los que se desconoce el motivo de su fragmentación.

Los umbrales de los índices que permitieron obtener estos resultados se detallan en la tabla 6.1. La diferencia de resolución espacial de los sensores Sentinel 2A y Landsat 5 TM se evidencia en la identificación de elementos lineales como la trocha y el curso del río Pillca; el último satélite no llega a detectarlos. Sin embargo, para el reconocimiento de la extensión aproximada del humedal hace más de una década, Landsat 5 TM cumplió con los objetivos de la investigación. La pérdida de cobertura del ecosistema se presenta tanto cualitativa (Figura 6.1) como cuantitativamente: alrededor de un 43.44% menos tomando el 2005 como año base.

**Figura 6.1.** Cobertura de humedal altoandino Milloc (verde) en diferentes años.



*Fuente: USGS y ESA. Elaboración propia.*

**Tabla 6.1.** Umbrales de índices normalizados para imágenes satelitales.

Escenas	Mes y año	NDVI	NDMI	NDWI
Sentinel 2A	Noviembre 2016	0.327 - 0.672	-0.031 - 0.666	0.165 - 0.739
Landsat 5 TM	Julio 2011	0.169 - 0.537	-0.182 - 0.548	0.02 - 0.697
Landsat 5 TM	Seca 2005	0.142 - 0.483	-0.132 - 0.660	0.095 - 0.609

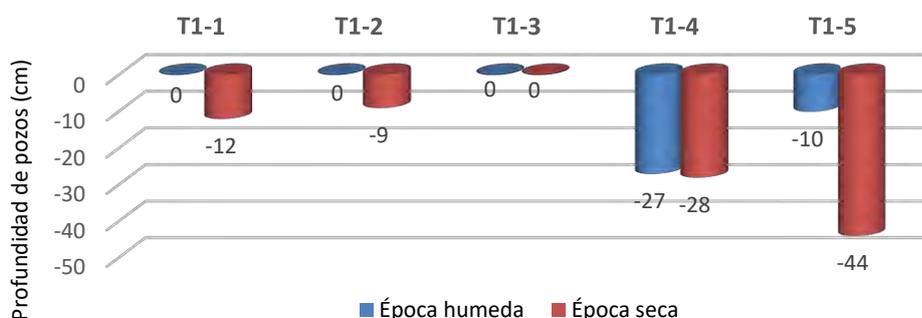
Fuente: esta investigación. Elaboración propia

## 6.2. CAPA FREÁTICA DEL BOFEDAL

Milloc es una turbera formada en pendiente, alimentada por agua proveniente de una montaña mineralizada, cercana a la superficie (Parish et al., 2008). Esta fuente hídrica sirve para las dos zonas de evaluación propuestas: zona perturbada (champeada) y zona no perturbada (no champeada). Antes de la instalación de pozos y la medición de parámetros químicos de la capa frepatica se tomó la profundidad de los pozos según la estación y zona definida.

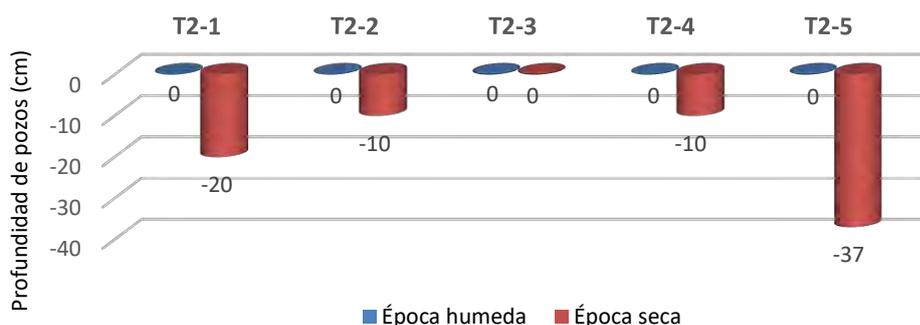
Se encontró una mayor superficialidad del agua freática en la época húmeda que en la seca. Este escenario se dio principalmente en la zona no champeada, donde el agua afloró apenas se removió la vegetación en doce puntos. En la época seca, aunque eso solo pasó en tres puntos (T1-3, T2-3, T3-3), los niveles más bajos de la capa freática que se registraron en esta zona fueron de 44 cm (T1-5), 37 cm (T2-5) y 52 cm (T3-5) (figura 6.2a, 6.2b, 6.2c correspondientemente).

**Figura 6.2a.** Profundidad de pozos en la zona no champeada (Transecto 1).



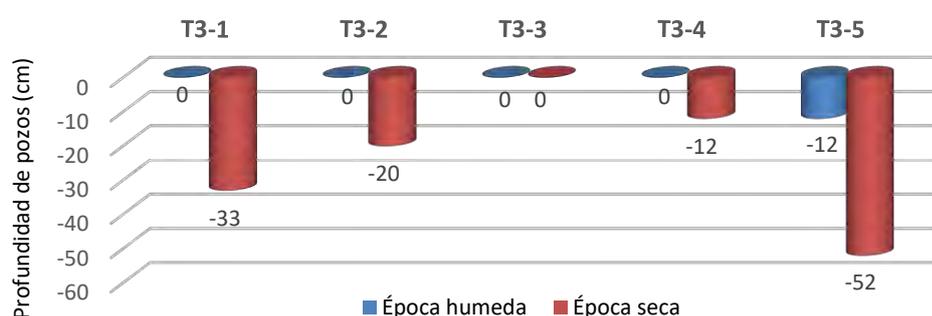
Fuente: esta investigación. Elaboración propia.

**Figura 6.2b.** Profundidad de pozos en la zona no champeada (Transecto 2).



*Fuente: esta investigación. Elaboración propia.*

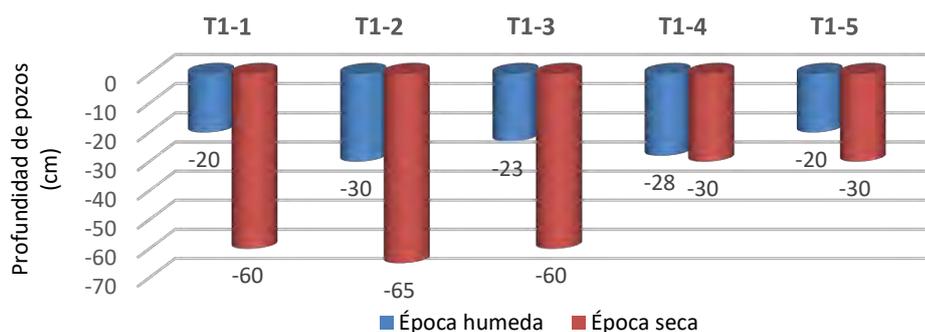
**Figura 6.2c.** Profundidad de pozos en la zona no champeada (Transecto 3).



*Fuente: esta investigación. Elaboración propia.*

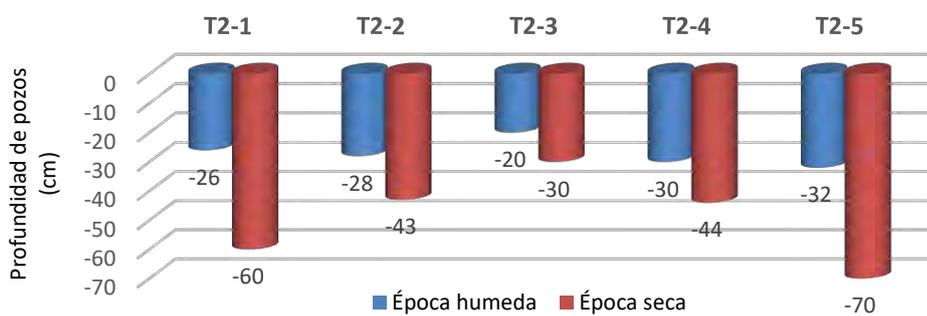
En la zona champeada, en cinco pozos se encontró que la capa freática había descendido más de 40 cm en la época seca. Las profundidades registradas fueron mayores a 60 cm (T1-1, T1-2, T1-3, T2-1, T2-5 en la figura 6.3a y 6.3b). Dado que el nivel promedio de la capa freática en época seca es el más crítico y es la estación más prolongada para los ecosistemas altoandinos, la comparación entre ambas zonas en esta época permite conocer mejor sus diferencias. En promedio, la zona champeada presenta una capa freática que discurre a 46.47 cm bajo tierra, con mínimos de 30 cm y un punto máximo de 70 cm de profundidad. En cambio, en el área no champeada, se registraron puntos superficiales y la máxima profundidad fue de 52 cm. El promedio de esta área no perturbada fue de 19.13 cm.

**Figura 6.3a.** Profundidad de pozos en la zona champeada (Transecto 1).



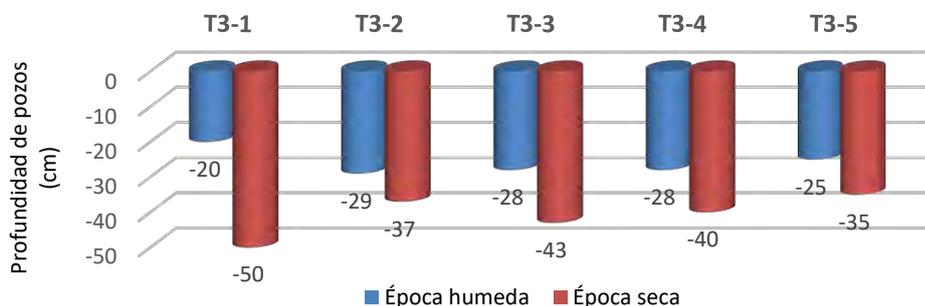
Fuente: esta investigación. Elaboración propia

**Figura 6.3b.** Profundidad de pozos en la zona champeada (Transecto 2).



Fuente: esta investigación. Elaboración propia

**Figura 6.3c.** Profundidad de pozos en la zona champeada (Transecto 3).



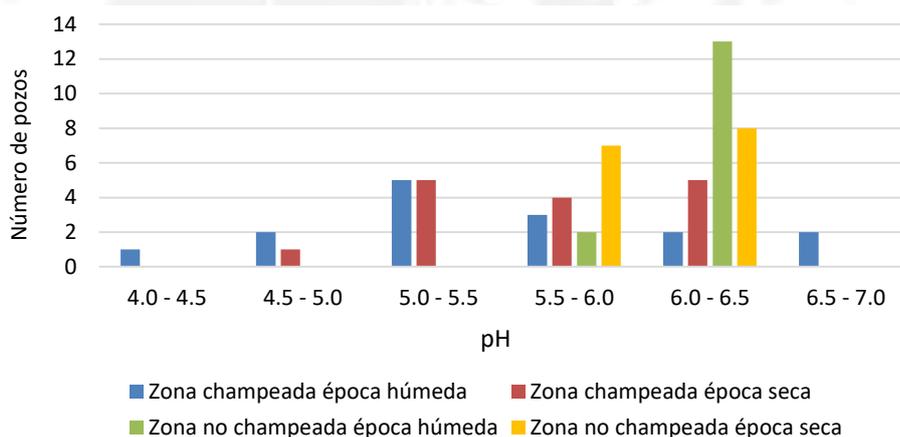
Fuente: esta investigación. Elaboración propia

Antes de presentar los resultados de los parámetros químicos, es necesario indicar que, para asegurar la calidad de estos, los pozos instalados en el área champeada no se encuentran influenciados por aguas ácidas de minería. El muestreo de agua se encuentra suficientemente alejado del desagüe de

Canchis a Milloc. Se reporta la existencia de vegetación que ha rebrotado u ocupado partes del área champeada para futuras consideraciones (anexo 8).

Puntualizado lo anterior, el rango del pH de la capa freática de la zona champeada estuvo entre 4.38 a 6.80. De los 30 pozos instalados en total, cuatro presentan condiciones ácidas con pH de 4.38 a 5.0, diecisiete moderadamente ácidas con pH de 5.0 a 6.0 y nueve con condiciones ligeramente ácidas con tendencia a la neutralidad, de pH de 6.0 a 6.8. Si se compara estos datos con la caracterización ecológica de Sjörs (1950), el bofedal de Milloc presentó propiedades geoquímicas propias de una turbera de suelo mineralizado (*fen*) pobre, intermedio (en la mayoría de puntos) y en transición a ser un *fen* rico. Por otro lado, la variación de la profundidad de la capa freática parece también afectar los valores del pH. Por ejemplo, en la estación húmeda tienden a ser moderadamente ácidos, mientras en la época seca también, pero con nuevos registros de pH ligeramente ácido (Figura 6.4)

**Figura 6.4.** Número de pozos con pH en categorías de 0.5 por zonas y épocas de evaluación.



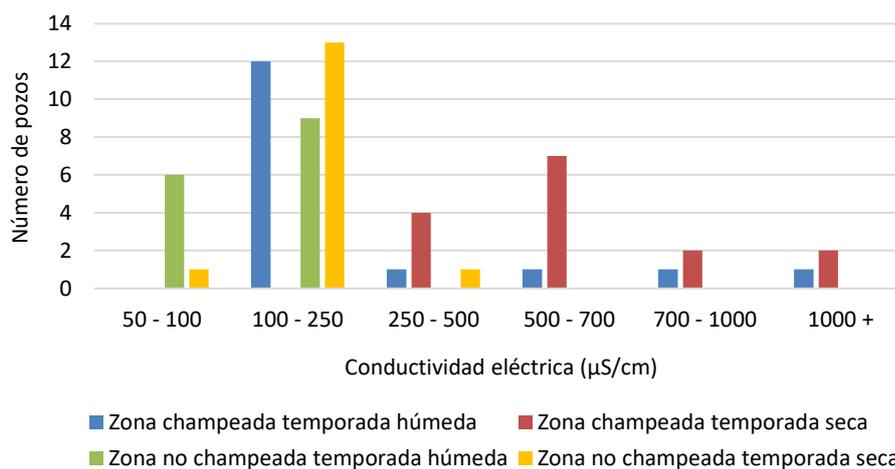
Fuente: esta investigación. Elaboración propia

Respecto a la zona no champeada, el pH varía entre 5.57 y 6.38, donde en nueve pozos el agua es de condiciones moderadamente ácidas y veintiuno ligeramente. En este caso, el bofedal se tipifica solo como un *fen* intermedio (Sjörs, 1950). La diferencia entre las temporadas húmeda y seca corresponde a un incremento del pH en la primera, en valores de 6.0 - 6.5, mientras que en la segunda, el potencial de hidrógeno varía de 5.5 a 6.5 de manera más uniforme (Figura 6.4).

La conductividad eléctrica (CE) en el área no perturbada registró valores menores a 260  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con un promedio de 146  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y una diferencia en las época húmeda y seca que, de acuerdo a la clasificación de aguas salinas de la FAO (Rhoades, Kandiah y Mashali, 1992), no es salina en ninguna, pues no sobrepasa los 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A diferencia de lo anterior, en la zona champeada se obtuvo una mayor variabilidad de los datos de CE, ya que de los treinta pozos se calculó un promedio de 558.90  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con un rango de valores desde 130  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (época húmeda) a 2270  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (época seca). En este caso, se nota un aumento de la CE respecto de la zona no champeada, que permite catalogar a tres pozos como aguas ligeramente salinas (valores entre 700 y 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e inclusive un pozo como agua moderadamente salina (2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

El descenso de la capa freática influyó, igualmente, en la conductividad eléctrica. El valor de los doce puntos entre 100 y 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de CE en la temporada de lluvias (figura 6.5) llega a duplicarse o aumentar en mayor medida en estiaje.

**Figura 6.5.** Número de pozos con CE en categorías por zonas y épocas de evaluación.



*Fuente: esta investigación. Elaboración propia.*

En la tabla 6.2 se muestran el promedio  $\pm$  error estándar, coeficiente de variación (C.V.) y valor de P, para conocer si existen diferencias significativas en las zonas champeada y no champeada, en los parámetros evaluados de la capa freática del bofedal. A partir de estas estadísticas, se acepta que sí existen tales diferencias, tanto en época húmeda como seca, en pH, CE y

profundidad de la capa freática ( $P < 0.05$ ). Sutilmente, las mayores dispersiones de los valores del potencial de hidrógeno (pH) se dan en la zona champeada y en la estación lluviosa, aunque de manera muy similar. La distribución de los datos de la conductividad eléctrica, en cambio, es notoriamente más dispersa, también en el área impactada y en la época húmeda ( $C.V = 0.998$ ). La temperatura es el único parámetro que no consiguió una diferencia significativa en las zonas evaluadas.

**Tabla 6.2.** Estadísticas de parámetros evaluados de la capa freática del bofedal

	Champeado	Coef. de Variación	No champeado	Coef. de Variación	P
Número de pozos	30		30		
Altitud (msnm)	4344		4332		
Profundidad de capa freática (cm)	46.47 ± 3.50	0.291	19.13 ± 4.23	0.856	< 0.001
pH					
Época húmeda	5.60 ± 0.17	0.121	6.18 ± 0.06	0.036	0.004
Época seca	5.68 ± 0.12	0.080	5.99 ± 0.04	0.027	0.048
CE (µS/cm)					
Época húmeda	373.80 ± 96.30	0.998	122.33 ± 9.17	0.290	0.021
Época seca	744.00 ± 117.06	0.609	170.67 ± 11.93	0.271	< 0.001
Temperatura (°C)	7.35 ± 0.16	0.084	8.72 ± 0.59	0.264	0.782

*Fuente: esta investigación. Elaboración propia.*

### 6.3. LA ECONOMÍA CAMPESINA Y LOS BOFEDALES

#### *Percepción ambiental, champeo y bofedales*

Los casos recolectados fueron un total de doce personas, que poseen ganado y se han sentido afectados por la extracción de turba en el distrito o que al menos conocen de ella. Este pequeño grupo pertenece a la comunidad campesina de Santiago de Carampoma, cuyo total de inscritos aproximadamente son 90, de los cuales casi la mitad se dedican a la ganadería. Casi todas las entrevistas se realizaron en el mismo centro poblado, a excepción de una encuestada que reside cerca de la laguna Milloc.

Al preferir ser entrevistados de manera anónima, cada caso se codificó con el abecedario, siguiendo el orden cronológico en el que se consiguió la entrevista y anteponiendo un “Sr.” si es hombre o “Sra.” si es mujer. Por ejemplo, la Sra. A fue la primera pastora que concedió una entrevista; el Sr. L, el último. La población consultada, mayor a los 35 años, respondió abiertamente acerca de la problemática del champeo y la importancia de los humedales altoandinos, los cuales son conocidos localmente como bofedales, puquiales, pastos verdes, chiwar o champa.

**Tabla 6.3.** Datos de la población entrevistada.

<b>Sexo</b>	Hombres	9
	Mujeres	3
<b>Edad</b>	35 - 45 años	2
	46 - 55 años	6
	66 - 75 años	3
	76 - 80 años	1

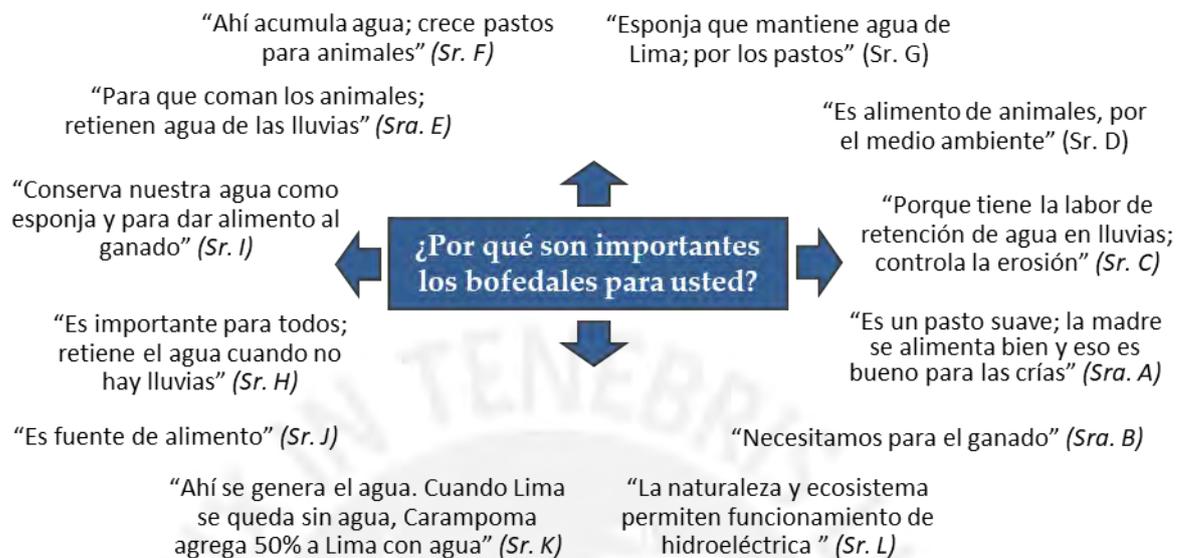
*Fuente: esta investigación. Elaboración propia.*

De acuerdo a los informantes, la extracción de turba se viene dando en un rango de cinco a veinte años atrás, teniendo como presente el 2017. Nueve de los doce informantes expresaron que se sigue dando hace más de una década. El presupuesto inicial de esta investigación fue una que los entrevistados tendrían una percepción negativa hacia la actividad extractiva, porque les afecta de alguna manera. Un caso peculiar fue el de una pastora, la Sra. A, quien no respondió a ese supuesto. Ella vive cerca de Milloc y ha sido testigo del champeo, pero no le atribuye la degradación de los bofedales, si no a la actividad minera que desagua relaves hacia la laguna. Para la Sra. A, el nivel de impacto de dicha actividad es mayor hacia los pastizales. Por otro lado, cuando las demás personas manifestaron cómo sentían que habían sido afectados, las respuestas estuvieron ligadas a la pérdida de disponibilidad y calidad de pastos, como también de agua y reservas hídricas (Tabla 6.4).

Muchas de las respuestas sobre la importancia de los bofedales están incluidas en los servicios ecosistémicos enunciados en el marco teórico: función de retenedor, almacén y dispensador hídrico, contenedor ante erosión, y fuente de

forraje para los animales. Las propias palabras de los comuneros se muestran en la Figura 6.6.

**Figura 6.6.** Razones de la importancia de los bofedales para los comuneros.



Fuente: esta investigación. Elaboración propia.

Según los informantes, las consecuencias percibidas de una hipotética desaparición de los bofedales están conectadas, de igual forma, con la disponibilidad hídrica (“pérdida de agua”, “sequía”, “que se sequen los puquiales”) y de forraje (“que no haya pastos”). Otras consecuencias estuvieron relacionadas a la salud de las pasturas, la pérdida de vida silvestre, el bienestar del ganado y el personal, deducidas de las respuestas “afectación de la champa”, “muertes de animales”, “que animales queden infértiles”, “enfermedades de animales”, “animales no tendrían alimento, nosotros en hambruna”. Además, el cambio climático fue mencionado por algunos como un contexto que reforzaría los efectos del champeo.

La defensa de recursos forrajeros por parte de la comunidad incide a que la población entrevistada – en conjunto – esté de acuerdo en participar en programas de restauración y conservación de estas turberas. Dada la importancia de estos ecosistemas, los informantes manifestaron positivamente a asociarse con iniciativas de este tipo. Asimismo, expresaron una percepción de disminución generalizada de los pastizales. Los principales motivos de ello

lo atribuyan a la actividad minera, el champeo y el cambio climático (disminución de frecuencia e intensidad de lluvias, cambios de estacionalidad).

### ***Pastizales, la actividad pecuaria y el champeo***

El manejo del ganado de los entrevistados se basa en el traslado de sus animales en las alturas. A partir de las experiencias registradas, los criterios para el traslado del ganado vacuno están relacionados a las lluvias. Algunos los llevan a zonas más bajas cuando estas comienzan. Una vez acabada la estación, las vacas retornan a las alturas a pastar. Cabe mencionar que la permanencia del ganado en las zonas más altas se ha visto modificada por la variación del inicio y fin de las precipitaciones, según los comentarios recibidos.

Los datos registrados en los mapas participativos permitieron conocer que los bofedales son los pastizales que alimentan a los camélidos y los ovinos (Anexo 3 y 4), preferentemente. No obstante, también indicaron que la mayoría de estos pastizales siempre verdes ha sido disminuida por el champeo, en casi todo el territorio. En una de las últimas entrevistas, en agosto de 2017, la Sra. E. comentó que hace pocos días se había encontrado con los champeros.

Sin embargo, la oferta de forraje no solo se limita a los bofedales en Carampoma. Parcachoca, Moyos, Tingo, Pilcocancha, Patallaque son zonas de pastoreo (Anexo 1 y 2) en las que, en algunos casos, estos no están presentes, pues no se sitúan en altitudes tan elevadas (menor a 4000 msnm). El ganado que predomina en los pastizales de menor altitud son las vacas.

### ***Fuentes de ingresos económicos de los campesinos***

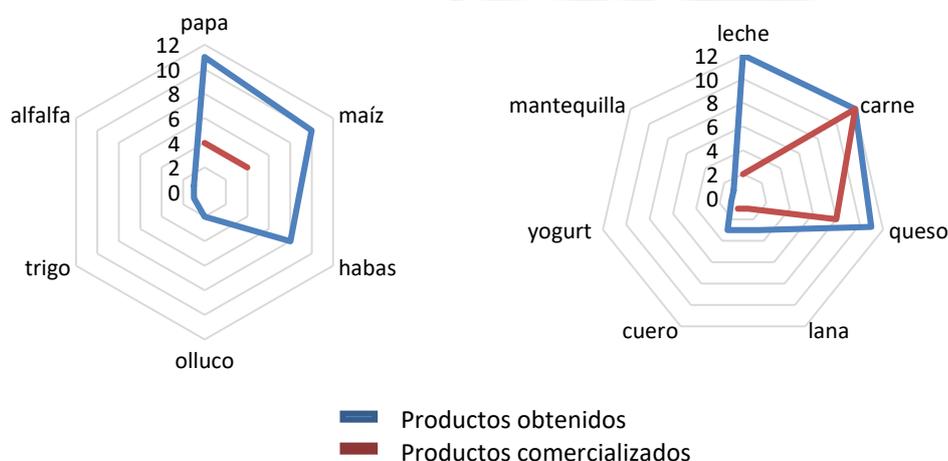
Como ya se explicó en la metodología, las entrevistas estuvieron dirigidas a pastores, con el objetivo de conocer cómo la degradación y usurpación de los bofedales afecta su sistema productivo pecuario. Sin embargo, en algunos casos la labor pecuaria, está acompañada de la actividad agrícola. Para cubrir sus necesidades básicas, algunos entrevistados no solo se basan en la agricultura o la ganadería para consumo directo, sino también en la venta de productos y otros oficios que no necesariamente toman lugar en el distrito y, en algunas ocasiones, ayuda económica de familiares. Todas estas fuentes de

ingreso monetario o de alimento directo se consideran para obtener un panorama más completo de su economía.

A través de las entrevistas se supo que la agricultura practicada por estos comuneros es destinada para el autoconsumo, cuyos cultivos están conformados por papa, maíz y habas esencialmente. La comercialización de estos productos demostró no ser el principal objetivo ni la primera opción para generar dinero en estas familias. En sí la hipotética exclusividad a la labor agrícola es riesgosa, por las condiciones y variabilidad del clima de la sierra andina (Montoya et al., 1996). Los precios tampoco lo justifican, ya que por kilogramo de los mencionados productos no se gana más de los dos soles<sup>12</sup>.

En el caso de los productos pecuarios, todos los informantes manifestaron su venta. La carne y el queso son los bienes que estos campesinos producen y venden más (Figura 6.7), posiblemente porque son los que mayor entrada monetaria generan (Tabla 6.5). En ese sentido, para estas familias, los derivados del ganado vacuno representan una fuente de ingresos importante en su actividad agropecuaria. Las respuestas obtenidas en la pregunta cuál de los animales le da más productos secundan esta idea, ya que casi todos coincidieron en indicar que son las vacas. Solo el Sr. G indica que son las ovejas, por un tema de cantidad en este ganado.

**Figura 6.7.** Principales productos agrícolas y pecuarios de los comuneros.



*Fuente: esta investigación. Elaboración propia.*

<sup>12</sup> <http://sistemas.minag.gob.pe/sisap/portal2/mayorista/>

**Tabla 6.4.** Precios de los productos pecuarios.

Precio (S/)	Leche 1L	Queso 1kg	Carne 1kg	Lana 1lb	Cuero 1lb
Sra. A‡	-	9.00	4.50	-	-
Sra. B	-	15.00	8.00	-	-
Sr. C	-	13.00	10.00	-	-
Sr. D	-	13.50	10.00	-	-
Sra. E.	2.50	15.00	10.00 *	2.50	3.00
Sr. F	-	-	*	-	-
Sr. G	-	-	8.00	-	-
Sr. H	1.50	11.00	8.00	-	-
Sr. I	2.00	12.00	8.00	-	-
Sr. J	2.00	12.00	8.00	-	-
Sr. K	-	-	8.00	-	-
Sr. L	2.00	10.00	8.00	-	-

(‡) Única persona encuestada que reside en las alturas. (\*) Pastores que venden sus vacas (según su peso) entre S/ 600 a S/ 1000. Fuente: esta investigación. Elaboración propia.

En relación a la cantidad de animales, actividades económicas complementarias y la procedencia del dinero con el cual se compran alimentos que no se producen localmente, la Tabla 6.6 muestra los datos por individuo. Los ingresos económicos que ayudan a conseguir dichos productos foráneos se originan con la venta de los productos pecuarios de los campesinos, desde un trabajo no relacionado a la actividad agropecuaria o gracias a la ayuda económica de algún familiar. Dentro de quienes dependen únicamente del ganado para conseguir esas entradas monetarias, se encuentran los casos de la Sra. E – divorciada y con hijos adultos – basa su trabajo en la crianza, siendo la única que logra vender todos los productos pecuarios posibles (leche, carne, queso, lana, cuero). Con la cantidad de vacas, ovejas y llamas que maneja, manifestó que le es suficiente para cubrir todas sus necesidades básicas.

En el mismo grupo, se hallan los casos del Sr. C y el Sr. K, quienes también satisfacen sus necesidades con lo que adquieren a partir de su ganado. Los ingresos obtenidos de la labor pecuaria de la Sra. A y la Sra. B les alcanzan

apenas para vivir, de acuerdo a lo conversado con ellas. El Sr. L y el Sr. H expresaron que la cantidad de su ganado no les es suficiente para cubrir todas sus necesidades. A partir de estos resultados, se encontró un patrón que ayuda a tipificar los casos de estudio. El número de vacas y la percepción de si los ingresos por la venta de productos pecuarios les alcanzan para vivir guiaron la tipificación. En suma, de veinte vacunos a más, se observó una sensación de la satisfacción de las necesidades básicas en los campesinos de este grupo. El patrón de análisis no se aplica a la Sra. E, quien si bien tiene trece vacas, posee centenares de ovejas y llamas, caso atípico en la muestra.

Quienes se dedican a otros oficios no relacionados a la actividad agropecuaria identificaron que esos trabajos son la fuente económica para obtener alimentos que no se producen localmente (arroz, panes o huevos). Sin embargo, aparte de sus otras ocupaciones, los señores D, F, G, I y J también laboran como agricultores y ganaderos. El número de familia por caso varía desde las personas que ya no tienen obligaciones económicas a quienes trabajan por el sustento de cuatro parientes más. Cabe mencionar que se considera como integrantes de la familia a quienes viven con los campesinos, tienen un parentesco y comparten una economía; en este número estuvieron incluidos los mismos entrevistados.

**Tabla 6.5.** Características principales del sistema de economía campesina de los casos estudiados.

	Sra. A	Sra. B	Sr. C	Sr. D	Sra. E.	Sr. F	Sr. G	Sr. H	Sr. I	Sr. J	Sr. K	Sr. L
<b>N° de familia</b>	3	1	5	0	0	4	4	5	5	5	3	5
<b>Trabajadores</b>												
Familia	2	1	2	-	-	2	-	-	3	4	3	-
Contratados	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	4	-
<b>Animales</b>												
Vacas	20	20	25	4	13	15	12	4	20	15	30	15
Ovejas	30	20	-	10	250	3	3	60	5	-	20	-
Llamas	60	-	8	-	100	-	-	12	-	-	-	-
Chanchos	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Animal con el que le gustaría contar más	alpacas vacuno	vacuno	vacuno	vacuno	vacuno	vacuno	alpacas	vacuno	vacuno	ovino vacuno	vacuno	vacuno
<b>Pastoreo</b>												
Zona	Maca-chaca	Shuncha	Shuncha	Maca-chaca	Shuncha	Maca-chaca	Maca-chaca	Fundo Sangrar	Shuncha	Shuncha	Shuncha	Shuncha
<b>Otras actividades</b>												
Agricultura	no	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Activ. no agrícola	-	-	-	sí confec-cionista	-	obrero	ebanista	-	conductor	sí no específica	-	-
<b>Origen del dinero para comprar otros alimentos*</b>	VPP	VPP	VPP	TNAP	VPP	TNAP	TNAP	VPP	VPP TNAP AEF	VPP TNAP	VPP	VPP

(\*) No producidos localmente (ej. pan, huevos, arroz.). VPP: venta de sus propios productos, TNAP: trabajo no agropecuario, AEF: ayuda económica familiar. Fuente: esta investigación. Elaboración propia.

## CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN

Las investigaciones de turberas andinas irán creciendo a medida que se conozcan su importancia hoy y para un futuro, donde recursos naturales como el agua o servicios ambientales como el secuestro de carbono serán más valorados. En este capítulo, se discuten los resultados obtenidos y se analizan a partir de la data recolectada y la metodología aplicada. Una vez obtenido el diagnóstico de los tres primeros objetivos específicos, se presenta una síntesis que engloba la discusión desde la perspectiva socio-ecológica.

### 7.1. ANÁLISIS DE LA COBERTURA DE BOFEDAL MEDIANTE TELEDETECCIÓN

Este estudio en el bofedal de Milloc buscó establecer los cambios ocasionados por la extracción de turba. Como antecedentes y avales de este método de teledetección, se han llevado a cabo diversas investigaciones en humedales altoandinos, ya sea para mapearlos (García y Lleellish, 2012; García y Willems, 2015), caracterizarlos (García y Marco, 2015) o conocer sobre sus nuevas dinámicas en el contexto de cambio climático (Zeballos et al., 2014; Dangles et al., 2017). El aporte que se logra a partir de la identificación de la disminución de la cobertura de bofedal y la zonificación de las nuevas coberturas resultantes del champeo colabora al registro cartográfico para el manejo del ecosistema. Además apoya el conocimiento de los procesos a los que esta turbera se encuentra inmersa. No obstante, si bien el principal objetivo de este estudio se enfoca en los efectos del champeo, existen otras actividades que también afectan al bofedal, como el pastoreo o la minería. Estas influyen en la estructura espacial y conservación del bofedal, en distinta medida.

Los índices de diferencia normalizada utilizados (NDVI, NDWI y NDMI) cumplieron con reconocer la superficie del humedal en el 2005, 2011 y 2016. La delimitación de zonas de bofedal champeado fue un trabajo que requirió una clasificación basada en observación *in situ*. Dentro de los parches que se identificaron en el 2016, el champeado y los fragmentados (Figura 7.1) son transformaciones que al menos del primero se sabe su origen, por ser objeto de estudio. Sobre el último, no obstante, existen tres posibles opciones:

sobrepastoreo, por la presencia de animales; una reducción del flujo de agua que alimenta al ecosistema, por el encogimiento de su área cuando en años anteriores (2005, 2011) era considerado humedal incluso en época seca; y el impacto de la red vial. Los impactos de dichos elementos o actividades no necesariamente se excluyen. Posiblemente se está dando una sinergia entre ellos, solo visible en un estudio multitemporal.

**Figura 7.1.** Fragmentación del humedal altoandino.



*Elaboración propia.*

A pesar de contar con distintas resoluciones espaciales (en la Figura 7.1 se puede apreciar las diferencias), el empleo de sensores remotos fue enriquecedor. La metodología obtuvo un margen de error en las superficies calculadas en el SIG, especialmente en las imágenes de Landsat 5, ya que existen elementos lineales como el río o la trocha, que son considerados como cobertura del humedal altoandino. Sin embargo, en la comparación visual de los resultados obtenidos a partir de las escenas de Sentinel 2A – de resolución espacial más fina – y las imágenes Landsat, se observa una evidente relación en la configuración espacial del pasado y el presente del humedal.

Las limitantes y potencialidades que traen consigo el análisis espacial fueron sopesadas en cuanto al objetivo de la investigación y la precisión deseada. Con estas escenas de acceso gratuito, se logró el reconocimiento de la pérdida de cobertura vegetal de un humedal altoandino de ahora 50 ha, pero no llegó a ser atribuible que dicha transformación haya sido completamente por la extracción de turba, hasta validarlo en el terreno. Es importante precisar que las

implicancias de una remoción de cobertura vegetal en este ecosistema difieren de un cambio de su cobertura por otras plantas, ya que el primer escenario deja el suelo orgánico totalmente descubierto.

En ese contexto, la erosión y descomposición acelerada del material orgánico llevan a importantes pérdidas de carbono secuestrado (Parish et al., 2008). Cada unidad de superficie vegetal que la turbera andina pierde se traduce no solo en la pérdida de este servicio ecosistémico, estratégico ante el cambio climático, sino también en otras modificaciones en el SSE. La merma de pastizales es el impacto más directo al sistema social, dada la interdependencia de los campesinos de Carampoma con el ecosistema.

## **7.2. COMPARACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE LA CAPA FREÁTICA DE LA ZONA PERTURBADA Y NO PERTURBADA**

Para determinar las variaciones de la profundidad y de las propiedades químicas del agua por la extracción de turba, se zonificó el bofedal en zona perturbada (champeada) y no perturbada (no champeada), para compararlas posteriormente. Como ambas áreas comparten la misma fuente hídrica (Figura 6.2), las características del agua que emana por la pendiente de la montaña deberían ser semejantes en los dos casos.

Los treinta pozos instalados por zona permitieron realizar un tratamiento estadístico válido, midiendo la significancia del supuesto de igualdad en las medias. Tanto en época húmeda como seca este valor ( $P < 0.05$ ) reflejó que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la zona champeada y no champeada, en las características químicas y la profundidad de la capa freática. Bofedales como Milloc, formados sobre un fondo de valle y ligera pendiente, sobresalen por ser importantes en el secuestro de carbono y la regulación del flujo de agua. Su acumulación de turba y crecimiento de vegetación generan el constante aumento de la capa freática (Parish et al., 2008). Como todo humedal, sin embargo, es el agua la que controla las condiciones para el desarrollo de plantas, materia orgánica y vida en general. Por lo tanto, un cambio en el régimen hidrológico produce también un cambio en el ecosistema.

La proximidad de la capa freática a la superficie durante el año ha sido un importante indicador del estado de salud de las turberas, ya que permite la lenta pero continua acumulación de la turba (Labadz et al., 2010). Las repercusiones de un descenso de la capa freática se traducen en la pérdida del ecosistema, en el caso de que la vegetación llegara a desconectarse del agua, y la liberación de carbono. Siguiendo este último criterio, a partir de los resultados obtenidos de la capa freática, en los meses en que la precipitación es mínima, la zona champeada ( $46.47 \pm 3.50$  cm de profundidad) estaría emitiendo más  $\text{CO}_2$  a la atmósfera que la zona no champeada ( $19.13 \pm 4.23$  cm de profundidad).

Si bien el enfoque de la investigación no ha sido tratar directamente la liberación del mencionado GEI, dada la relación entre esta y la capa freática se cree relevante discutirla. Hooijer et al. (2006) ilustra este vínculo en turberas drenadas según la región climática (Figura 7.2), en la que los bofedales se localizarían en los trópicos si estos se distinguiesen de las turberas de tierras bajas cálidas. El frío clima al que están sometidos los ecosistemas de montaña causa que estas emisiones de  $\text{CO}_2$  sean menores. Aunque en cualquier caso exista esa relación de la profundidad de la capa freática y la liberación del GEI, se necesitan de más estudios en las turberas de la región andina para compararlos con sus símiles del globo, por sus singulares condiciones geográficas, influencias antrópicas o estado de conservación.

**Figura 7.2.** Relación entre emisión de  $\text{CO}_2$  y la profundidad de la capa freática.



Fuente: Hooijer et al. (2006, p. 18)

Una de las interrogantes más importantes que permite conocer las mediciones hechas a la capa freática es cuán propenso está el bofedal de dejar de acumular materia orgánica en la zona champeada. Los cinco pozos que sobrepasaron los 60 cm de profundidad representan los puntos más críticos del descenso del agua. El incremento del flujo de las entradas hídricas en época de lluvias propicia, no obstante, que la capa freática en esos puntos esté más cerca de la superficie (a 20 - 30 cm), permitiendo que la vegetación entre en contacto más inmediato con el agua. Estos hallazgos son significativos si se considera que bajo estas condiciones, la vegetación, que ha sido arrancada superficialmente por el champeo, estaría regenerándose a partir de esa conexión (anexo 10). Se debe precisar, además, que la turbera de Milloc, dentro de la clasificación propuesta por Maldonado (2014), es una conformada por el género *Distichia*, lo cual favorece la captación de agua por las profundas raíces de estas plantas.

La variabilidad química del agua en las zonas champeada y no champeada fue mayor en la primera, lo cual coincide con la hipótesis y un estudio análogo de Wind-Mulder et al. (1996). Además de medir el pH y la CE, los mencionados autores consiguieron data sobre los iones principales, obteniendo una caracterización más completa de la calidad de agua. A falta de dicho análisis, Rydin y Jeglum (2013) señalan que la CE ha funcionado convenientemente para medir una aproximación de la concentración total de iones en campo, sobre todo cuando el parámetro se llega a corregir con la temperatura<sup>13</sup>. Se debe reconocer que si la metodología hubiera podido incluir dichas mediciones y correcciones, los resultados serían más finos y discutibles, en especial los de los pozos T1-4 y T2-4 de la zona champeada, que alcanzan más de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de CE.

Como parte del diagnóstico, en las estaciones de lluvias y estiaje, la CE de la capa freática es mayor cuando la precipitación es mínima y de manera más pronunciada en los lugares donde se extrajo la turba. Estos resultados son comunes por el aumento de la concentración de iones, ocasionado por la

---

<sup>13</sup> El registro de la temperatura (t) al momento de medir la CE in situ y la CE a 25 °C permite corregir el parámetro con la fórmula  $CE (25\text{ °C}) = CE (t) / [1 + 0.02 (t - 25)]$ .

disminución del flujo hídrico en la época seca (Rydin y Jeglum, 2013). Aunque el agua fresca o moderadamente salina del régimen hídrico superficial es igualmente común en los bofedales (Squeo et al., 2006), el champeo – como fenómeno – estaría propiciando una elevación de la CE:  $744.00 \pm 117.06 \mu\text{S}/\text{cm}$  versus  $170.67 \pm 11.93 \mu\text{S}/\text{cm}$  de la zona no champeada en época seca.

Dentro de estos valores de CE sin corregir, también puede estar incluido un aumento de la concentración de iones<sup>14</sup> favorecido por la extracción de turba. Esta idea se sustenta en estudios anteriores como los de Ruthsatz (2012), Cooper et al. (2015) y Loza Herrera, Meneses y Anthelme (2015), donde se obtuvieron valores de CE corregida que no superaron los  $300 \mu\text{S}/\text{cm}$  en turberas de *Distichia*. Normalmente, los parámetros hidroquímicos de los bofedales – como este – están condicionados a la geología del área de estudio, lo cual se tiene en cuenta. Por eso, gracias a la caracterización hidrogeológica llevada a cabo por Charca Huaricallo (2015, p. 150) cerca a Milloc se discuten los resultados con esta información.

La autora registró la presencia de aguas sulfatadas cálcicas y un bajo nivel de CE, menor a  $150 \mu\text{S}/\text{cm}$  de un manatial cercano al bofedal de Milloc (Charca Huaricallo, 2015, p. 150). En ese sentido, las propiedades del agua subterránea que llega al bofedal no estarían motivando valores de CE como los encontrados en la zona champeada. Existe la posibilidad, entonces, de que en la capa freática se haya incrementado la concentración de iones por la remoción de la turba.

Las implicancias de un cambio en el pH de la capa freática están vinculadas a la vegetación, ya que muchas de las especies están adaptadas a determinadas condiciones de pH del ecosistema. Esto restringe a su vez la presencia de otras plantas. La acidez del agua es relativamente normal en estas turberas de *Distichia* (Benavides, Vitt y Wieder, 2013), por lo cual los valores de pH de la zona champeada (4.38 a 6.80) no deberían impedir la recolonización de estas plantas de cojín. Inclusive, ya se ha observado el reverdecimiento de algunas de ellas en pequeños parches (anexo 10). Sin embargo, por la remoción de la

---

<sup>14</sup> Los iones que participan principalmente en la conductividad eléctrica son K, Ca, Mg y sulfato.

vegetación, nuevas especies están repoblando el suelo descubierto y, como consecuencia, las especies nativas del bofedal están siendo desplazadas.

En cuanto a la diferencia significativa entre el área champeada y no champeada, esta también se reflejó mediante la tipificación de turberas de Sjörs (1950). En la primera, las mediciones de la capa freática caracterizaban al bofedal con un rango de valores de pH más dispersos y más ácidos (*fen* pobre, intermedio y en transición a ser rico). En cambio, en la zona no champeada, todas las mediciones, únicamente como un *fen* intermedio durante todo el año. Los coeficientes de variación también corroboraron que la extracción de turba ha tenido efectos en la variabilidad del pH, ya que estos fueron mayores siempre en la zona perturbada (figura 6.2).

### **7.3. RELACIÓN E IMPORTANCIA DE LOS BOFEDALES PARA EL SISTEMA SOCIAL CAMPESINO**

A través de las conversaciones sostenidas con cada comunero se transmitió no solo información cuantificable si no percepciones y sentires respecto a un fenómeno extractivo, considerado problema, que no encuentra solución. La percepción colectiva sobre la degradación y eventual desaparición de los bofedales a causa del champeo es el impacto a fuentes de alimento para el ganado y en la provisión y regulación del agua. La valoración del ecosistema se reflejó en palabras como “las esponjas que conservan su agua”, “el alimento del ganado”, “los que permiten el funcionamiento de las hidroeléctricas” o “donde se genera el agua que Lima necesita”. Es relevante apuntar esto, ya que los individuos no solo conocen los beneficios que consiguen de los bofedales, sino también que estos se extienden para otras personas, en otros ámbitos geográficos.

En general, los pastizales son el soporte para el sistema de producción pecuaria que genera ingresos para los campesinos. Por los resultados se sabe que existen familias que dependen económicamente de la ganadería para su sustento. Lo anterior se reflejó en la compra de otros alimentos que no se producen localmente, con el dinero que ganan de la venta sus productos de origen animal. Igualmente, la diferencia de precios entre los bienes agrícolas y

la carne o el queso dieron corroboraron por qué la actividad pecuaria es el trabajo que aporta más a la economía familiar.

El análisis de la percepción de la cobertura de necesidades básicas basada solo en sus animales ayudó a conocer un aproximado de cuántos vacunos se requieren para ello. El límite resultante para la percepción de insatisfacción de estas necesidades fue menos de veinte vacas. En los casos del Sr. H y el Sr. L, los cuales permitieron encontrar ese patrón, se sostiene una familia de cinco miembros en total por cada uno. En el caso del primero, su manutención familiar se vería riesgosamente comprometida si no contara con otra clase de animales; esta familia posee cuatro vacas, sesenta ovejas y doce llamas. Por otro lado, el Sr. L cuenta únicamente con quince vacunos para generar ingresos y poder alimentar a su familia, caso que requeriría de un aumento de ganado para ello. Aunque el límite no es estrictamente generalizable, aporta a futuros diagnósticos de vulnerabilidad económica en programas de desarrollo rural, con la identificación de estos individuos. Cabe mencionar que, en Montoya et al. (1996), un rebaño de veinte vacas se consideró apto para generar un ingreso justo para cubrir las necesidades de una familia.

Si la dependencia para generar ingresos es principalmente con los vacunos, la alimentación de este ganado juega un papel importante para la elaboración y venta de la mercancía como el queso y la carne (productos que más se venden y más dinero recaudan). Sin embargo, el pastoreo extensivo de ganado suelto en busca de pastizales en las alturas, ha estado sujeto a contingencias, especialmente climáticas. Los nuevos escenarios y la proyección de una incertidumbre pluvial preocupan por las posibles repercusiones en el crecimiento de la vegetación. Algunos de los entrevistados advirtieron sobre lo anterior, como una reducción de pastizales causada por la disminución de lluvias. No solo se habla de una pérdida de disponibilidad de alimento para los vacunos, sino también para los ovinos y camélidos, que forman parte del sistema de producción pecuaria.

Como pastizales, los bofedales están igualmente inmersos en estos escenarios. La merma de su cobertura por champeo agrava esta situación perjudicando aún más la disponibilidad de pastos. Los camélidos y el ganado

ovino son los animales que están perdiendo directamente las fuentes de forraje que los campesinos disponen para ellos. Los mapas participativos (anexo 5 y 6) han dado a conocer que la extracción de turba se extiende por las dos microcuencas del territorio de Carampoma. En Milloc, aunque la mayor parte de la cobertura vegetal se conserva gracias a la paralización de la actividad a tiempo, los bofedales de otras zonas han sufrido una depredación mayor (figura 7.3). Además, con la continua pérdida de pastizales siempre verdes, se está conduciendo a un replanteamiento espacial del pastoreo. La presencia del champeo y la actividad pecuaria en los bofedales se sobreponen, creando un conflicto por recursos naturales, donde los pastores son los más perjudicados.

**Figura 7.3.** Registro de champeo en microcuenca del río Shuncha.



*Fotos: Christian Florencio*

Lo anterior se explica a partir de la insostenibilidad de la extracción de turba y el tiempo que demora en rebrotar la vegetación. Tanto Lindsay et al. (2014) y Caro et al. (2014) ya han discutido sobre ello (capítulo 3). La dinámica de los champeros es de saqueo. Una vez conseguido el máximo de turba posible en un bofedal, pasan a otro, sin considerar otros bienes y servicios que brinda la cobertura vegetal de la turbera a otras comunidades humanas.

La pérdida de bofedales es un riesgo especialmente para el mantenimiento de llamas y ovejas en las alturas. Estas clases de ganado suelen tener un paladar más exquisito que las vacas criollas (Lasanta, 2010), las cuales aprovechan de otros pastizales a menor altura. Por eso, la dinámica pastoril en el territorio se podría replantear a causa del champeo en medida que se pierde ese forraje, más palatable a los camélidos y los ovinos. Si en un futuro, la comunidad

desea contar con alpacas, como lo mencionaron, ello se complica por la alta selectividad del camélido y la situación actual ante el champeo. Aunque la generación de ingresos económicos está basada de manera más directa con los vacunos, los camélidos y ovinos también son parte de ese sistema de producción pecuaria, que sustenta al poblador rural. El número de llamas y ovejas de la Sra. A, la Sra. E y el Sr. H (Tabla 6.6) son una muestra de ello.

Por cómo las perturbaciones hacia el ecosistema llegan a afectar a las comunidades humanas, este fenómeno de estudio ejemplifica claramente las relaciones de un SSE de alta montaña. Detrás de la frase “[los] animales no tendrían alimento, nosotros en hambruna”, expresada por el Sr. D, se explica de manera más explícita cómo funciona esta correspondencia. Sean los que tienen grandes cantidades de ganado o los pequeños pastores, el champeo es percibido como una amenaza con consecuencias, más que todo, futuras y que empeora otros escenarios adversos, como la disminución de la precipitación. No se cree erróneo, por lo tanto, postular que la vulnerabilidad económica se agrava con el champeo y el lapso de tiempo en el que se sigue dando.

#### **7.4. SÍNTESIS**

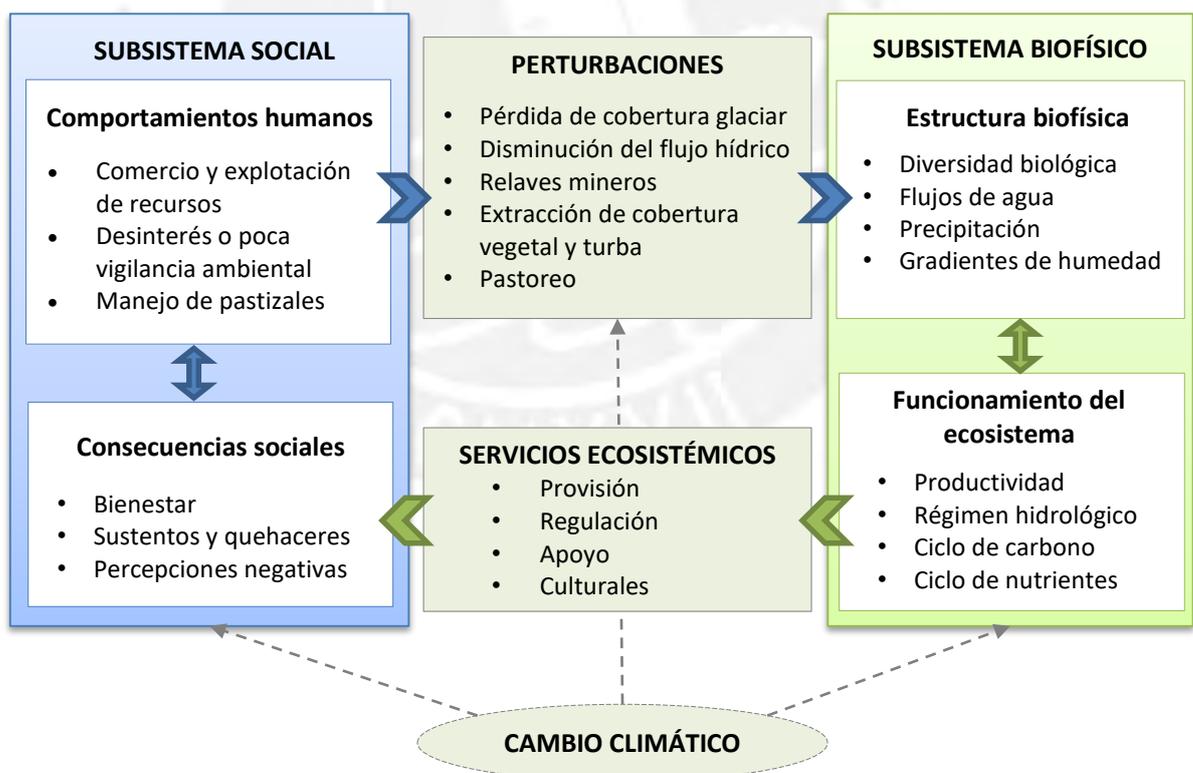
Como señala Grau (2016), muchas de las propiedades ecológicas del paisaje están dominadas por la cobertura del suelo. La metodología a la que se ha ceñido esta investigación ha seguido esa idea como base. Por ello, los resultados discutidos de la transformación de la cobertura de bofedal buscaron evidenciar los cambios en sus propiedades, las cuales generan servicios ecosistémicos y son soporte del mismo ecosistema.

En el estudio, la fragmentación del humedal se reflejó primero a una escala una geográfica, mediante los sensores remotos, y una ecológica, mediante el régimen hidrológico de la turbera. Las diferencias en la capa freática a partir de una zonificación del bofedal ayudaron a caracterizar y entender los procesos que se desencadenaron en él, a partir de una actividad humana. Como explica la ecología del paisaje, este es el poder transformador de la sociedad, que, sin embargo, puede tener efectos sobre la misma. Esto sucede cuando el

ecosistema representa una fuente de recursos y servicios ambientales que no son tomados en cuenta.

La remoción de la vegetación y la extracción de turba no solo han dejado al descubierto suelos orgánicos; han disminuido la cantidad de pastizales. A través del estudio del bofedal de Milloc, se ha demostrado cómo los sistemas social y natural han recibido el champeo como una perturbación, que ha ocasionado cambios en ellos. Bajo la interpretación que brinda el enfoque de SSE, las consecuencias sociales del champeo se plasman en el sustento y trabajo de los campesinos; mientras las consecuencias al funcionamiento del ecosistema, en su ciclo hidrológico y de carbono. El cambio climático, como postulan Polk y Young (2016), es el impulsor externo a nivel macro que los entrevistados también detectan como agravante en el presente, donde la disminución de precipitaciones y el champeo existen. Todo lo recolectado, investigado y discutido se sintetiza mediante la figura 7.4.

**Figura 7.4.** Dinámicas de las perturbaciones en el bofedal de Milloc.



*Adaptado de Polk y Young (2016).*

## **CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

A partir de la recolección de la data, su sistematización que derivó en los resultados del análisis espacial del humedal, la variabilidad de su capa freática y los efectos en el sistema productivo agropecuario por el champeo, se presentan las conclusiones de la tesis. El presente capítulo brinda estrategias de conservación para los bofedales del territorio de Carampoma, como recomendaciones para líneas de investigación futuras, considerando el fenómeno estudiado.

### **8.1. CONCLUSIONES**

La extracción de turba ha contribuido a la disminución de la cobertura de bofedal en Milloc, creando nuevos parches en la configuración espacial del ecosistema. La superficie del humedal altoandino ha disminuido progresivamente, pasando de 92.28, 87.34 y 52.19 ha en los años 2005, 2011 y 2016 en época seca. El champeo contribuyó con una pérdida de superficie de 8.41 ha, es decir, el 16.11% del área actual. Asimismo, la detección de un cambio de cobertura de humedal a no humedal en áreas que no han sido champeadas ha permitido advertir sobre la fragmentación del ecosistema, influenciada por fenómenos ajenos al estudio.

Otras posibles causas identificadas de la reducción del humedal de Milloc son cuatro: el sobrepastoreo del ganado; la disminución del flujo hídrico que alimenta al ecosistema, por el contexto de cambio climático; y el impacto de la red vial, al estar atravesando el recorrido de la fuente hídrica al humedal. Por otro lado, mediante la descarga de relaves mineros que desaguan desde la laguna Canchis a Milloc se está impidiendo alguna regeneración de la cobertura vegetal champeada en el bofedal. A diferencia de las zonas donde la vegetación ha sido extraída y que, a su vez, reciben aguas ácidas de la minería, se ha observado rebrotes o colonización de nuevas especies en otras zonas igualmente champeadas.

La identificación de humedales altoandinos, por medio de imágenes satelitales e índices normalizados como el NDVI y el NDMI, se ha visto potenciada por Sentinel 2A de la ESA. Su mayor resolución espacial ha posibilitado reconocer

elementos, que en Landsat 5 TM no se lograba, y así generar data espacial más exacta, como la actual área del bofedal en época seca. La utilización del sensor del USGS, no obstante, permitió conocer la cobertura del humedal en el pasado. Por ello, la disponibilidad de ambos satelitales resultó valiosa para el estudio multitemporal, que proporciona información para las futuras decisiones del manejo y la conservación de humedales en Carampoma.

La capa freática en la zona champeada del bofedal presentó una mayor profundidad, a comparación de la zona no perturbada. En la zona champeada, se registra una profundidad de  $46.47 \pm 3.50$  cm y en la zona no champeada,  $19.13 \pm 4.23$  cm. A pesar de la extracción de turba, la capa freática mantiene una dinámica de ascenso en época húmeda, lo cual facilita su reconexión con las raíces de *Distichia* y que siga funcionando la turbera.

La variación del pH en la capa freática por el champeo se reflejó en el hallazgo de aguas ácidas en ciertos pozos del área perturbada, que dan valores de 4.38 a 6.80. En cambio, el agua del muestreo de la zona no champeada obtuvo un rango de pH entre 5.57 y 6.38. En promedio, las dos zonas de muestreo se caracterizan como *fens* intermedios, según la clasificación de Sjörs (1950).

Respecto de la CE, el champeo ha propiciado un mayor nivel de la propiedad química, sobre todo en la época seca ( $744.00 \pm 117.06$   $\mu$ S/cm versus  $170.67 \pm 11.93$  del área no champeada). Existe la posibilidad que dentro de los resultados de la CE sin corregir se halle oculta una concentración de iones, lo cual puede ser atribuible también a los efectos de la extracción de turba. En cuanto a la temperatura, no se halló diferencia significativa alguna.

La degradación de los bofedales afecta al sistema de producción pecuaria, mediante la reducción de la disponibilidad de alimento especialmente para los camélidos y ovinos. La extracción de la turba de los bofedales en las dos microcuencas del territorio es una perturbación directa a fuente de forrajes siempre verdes, que repercute en el sustento y los quehaceres de los ganaderos que se benefician de ellos.

Los mayores ingresos monetarios de las personas que se dedican exclusivamente a la labor agropecuaria provienen de la venta de los productos

derivados de la crianza de vacunos, como la carne y el queso. La depredación continua de bofedales aumenta la vulnerabilidad económica de los que dependen de los pastizales de las alturas. Parte del dinero que obtienen a través de la venta, ayuda a la compra de otros alimentos que no son producidos localmente, pero que son parte de la dieta de los campesinos.

La importancia de los bofedales para los residentes locales no solo se basa en la obtención de forraje para su ganado, sino también porque los consideran retenedores de agua. Además, conocen de los beneficios que traen para los diferentes usuarios de la cuenca de Santa Eulalia. Los campesinos sienten que una eventual merma de todos estos pastizales los perjudicaría con menos agua y alimento para su ganado, siendo esto agravado por el cambio climático.

Entre las perturbaciones que recibe el subsistema biofísico de la zona de alta montaña se encuentra la disminución de la cobertura glaciaria y la disminución de las precipitaciones. El champeo, en este caso, no solo es otra perturbación más si no que agrava las consecuencias de las dos anteriores, al no haber retenedor hídrico que almacene el agua del deshielo glaciario o de las lluvias.

## **8.2. RECOMENDACIONES**

### ***Estrategias de conservación para los bofedales de Carampoma***

Como parte de los objetivos específicos de la tesis, se presentan algunas acciones que podrían ser útiles para la conservación de los bofedales en Carampoma. Aunque esta investigadora reconoce que los cambios o perturbaciones en los ecosistemas son parte del ciclo y un punto de retorno es complicado, se apuesta por ello. Uno de los motivos reside en la importancia estratégica de conservar las turberas, como reguladoras hídricas, almacén y secuestradoras de carbono; el otro, porque contribuyen al bienestar de las comunidades campesinas de nuestro país. Por lo tanto, se proponen criterios tanto participativos como de restauración ecológica.

- Debe regularse la prohibición de la extracción de turba como delito ambiental y frenar totalmente la actividad, sino cualquier esfuerzo será en vano.

- Rehumedecer los bofedales champeados con afloramientos de agua cercanos, tomando como guía la profundidad de la capa freática y discriminando cuánto volumen hídrico requerirá cada uno para, sino, ejecutarlo por zonas establecidas en los mismos bofedales, con el fin de restaurar el funcionamiento de la turbera (acumulando materia orgánica) y ayudar al crecimiento vegetal de su cobertura paulatinamente.
- Evitar obstáculos que afecten el ingreso de agua proveniente de fuentes hídricas para los bofedales o cualquier situación de drenaje y erosión en la turbera, que generan su disminución espacial.
- Monitorear el crecimiento de especies vegetales de las turberas afectadas por el champeo, controlando que sean aquellas que permitan el restablecimiento de su cobertura en el paisaje y cumplan con funciones ecológicas similares a las anteriores.
- Concentrar los esfuerzos de restauración y conservación en los bofedales que según los residentes locales sean prioritarios, proponiendo, consultando y buscando su apoyo como actores locales en la implementación de las medidas, incluso capacitándolos en la ejecución de alguna de ellas.
- Incentivar el uso sostenible e integral de los bofedales como ecosistemas estratégicos para la mitigación y adaptación al cambio climático, cuidándolos de la presión del pastoreo o cualquier cambio de uso de suelo, demostrando que la salud de las turberas son beneficiosas para todos.
- Evaluar el estado de conservación de los bofedales que no han sido afectados por la extracción de turba, en relación a otras perturbaciones existentes, como sobrepastoreo o aguas ácidas de minería, para tomar acciones y conseguir un manejo ecológico adecuado que colabore al buen vivir de los campesinos de la zona.
- Formular un proyecto de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos en base a las características e importancia de los humedales altoandinos de Carampoma para la cuenca del río Santa Eulalia, con el objetivo de acceder a fondos que ayuden a recuperarlos.

- Elaborar un plan concertado de recuperación y conservación de los bofedales, que reúna todas las actividades a realizar, así como el detalle del posterior manejo de los humedales, identificando sus funciones, su importancia socio-ecológica, su relación con las políticas ambientales, los actores involucrados y los intereses de cada uno, asegurando siempre la sostenibilidad y eficiencia del mismo.
- Finalmente, se propone la creación de un área de conservación en el territorio de Carampoma, apelando a la seguridad hídrica que traen consigo los humedales para la cuenca del río Santa Eulalia, la presencia del bosque relicto de queñoales Japaní, y la identificación del Alto Valle Santa Eulalia – Milloc y Pampas Pucacocha y Curicocha, como zonas prioritarias de conservación de la diversidad biológica en el territorio nacional, con el propósito de salvaguardar estos recursos naturales y fomentar el turismo como ingreso económico para las familias del distrito (ver anexo 11).

### ***Futuras líneas de investigación***

Con la adquisición gratuita de imágenes satelitales de Sentinel 2A, o con la compra de otras escenas de mayor resolución espacial, se pueden desarrollar programas de monitoreo en SIG para registrar la dinámica espacial de los humedales de la cuenca alta de Santa Eulalia. Dada la importancia que tienen estos recursos hídricos para sus diferentes usuarios, desde un manejo de gabinete, se facilitaría su control y se podrían relacionar con datos hidrológicos o climáticos. Esto último con el fin de conocer qué tanto aporta la cobertura de humedal en agua o qué tanto está condicionada a las precipitaciones.

Respecto de la fragmentación o reducción del bofedal de Milloc, como se mencionó anteriormente, aparte del champeo, existen otras actividades, elementos o contextos a tomar en cuenta, que pueden explicar ello: sobrepastoreo, disminución del flujo de la fuente hídrica del humedal y trazado de la red vial. Todas merecen ser estudiadas, ya sea como una suma de impactos o específicamente, para descartar si ocasionan o no la pérdida de la cobertura.

A modo de buscar conocer cuáles son los efectos del champeo en otros aspectos del ecosistema, se recomienda investigar sobre el crecimiento de las plantas que poco a poco están repoblando los bofedales champeados o el tiempo que toma la restauración de la cobertura vegetal. Su relación con el régimen hidrológico de la capa freática en cada caso puede resultar interesante, dado el vínculo entre la vegetación y las propiedades hidrológicas de las turberas.

La cuantificación de la liberación de carbono a la atmósfera luego de remover la cobertura vegetal de las turberas sería clave para entender otros efectos del champeo, comparándolos con otros bofedales de cobertura intacta. Estos estudios ya se han practicado en otros países, sobre todo del hemisferio norte, pero aún no se han identificado investigaciones de este tipo en Perú. Asimismo, otro estudio pendiente es cómo influye esta liberación de carbono a la regulación del microclima de alta montaña, sobre todo en el contexto climático actual.

Para complementar o enriquecer los resultados obtenidos en esta investigación, se requiere de la medición de los iones principales en la capa freática, así como determinar la retención hídrica de la turba en condiciones normales y cuando se halla afecta al champeo. Si se dispone de esta última información más el volumen extraído de turba, se podría estimar cuánta agua se perdió, no solo en Milloc, sino también en los demás bofedales de Carampoma, y así en las microcuencas.

En cuanto a la economía campesina, se recomienda ampliar los resultados de la relación entre la producción pecuaria y los bofedales, sobre todo en los casos de quienes se dedican solo a la labor agropecuaria. De igual manera, la evaluación e identificación de la calidad y la superficie de otros pastizales disponibles que se utilizan para alimentar el ganado ayudarían al registro de disponibilidad de forraje en el territorio.

Una investigación de enfoque cultural en los cambios de las estrategias y dinámicas pastoriles a partir de la actividad extractiva, como respuesta de la comunidad, complementarían el presente estudio, entendiendo los efectos del

champeonato en mayores dimensiones. Además, comprender sobre estos nuevos comportamientos humanos terminaría de englobar el análisis dentro del contexto del fenómeno estudiado en el marco del sistema socio-ecológico. Estas nuevas dinámicas – a su vez – podrían crear otros pulsos o presiones que se reflejarán nuevamente en el subsistema biofísico.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, P., Bragg, N., Meade, R., Padelopoulos, G., y Watts, O. (2008). Peat in horticulture and conservation: the UK response to a changing world. *Mires & Peat*, 3, 1–11.
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Rímac. Ministerio de Agricultura
- Basildo, R., & López, P. (1998). Aproximación bibliográfica a los Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Ordenación del Territorio y los Recursos Naturales. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, (18), 319–335.
- Benavides, J. C. (2014). The effect of drainage on organic matter accumulation and plant communities of high-altitude peatlands in the Colombian tropical Andes. *Mires and Peat*, 15(Setiembre), 1–15.
- Benavides, J. C., Vitt, D. H., y Wieder, R. K. (2013). The influence of climate change on recent peat accumulation patterns of *Distichia muscoides* cushion bogs in the high-elevation tropical Andes of Colombia. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 118(4), 1627–1635. <http://doi.org/10.1002/2013JG002419>
- BirdLife International. (2017). Important Bird Areas factsheet: Alto Valle Santa Eulalia Milloc. Recuperado el 1 de junio de 2017 de <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/alto-valle-santa-eulalia-milloc-iba-peru>
- Brack, A. y Mendiola, C. (2004). *Ecología del Perú* (Segunda Edición). Lima: Asociación Editorial Bruño.
- Bury, J., Mark, B. G., Carey, M., Young, K. R., Mckenzie, J. M., Baraer, M., ... Polk, M. H. (2013). New Geographies of Water and Climate Change in Peru : Coupled Natural and Social Transformations in the Santa River Watershed. *Annals of the Association of American Geographers*, 103 (October 2012), 363–374. <http://doi.org/10.1080/00045608.2013.754665>
- Caro, C., Sánchez, E., Quinteros, Z., y Castañeda, L. (2014). Respuesta de los pastizales altoandinos a la perturbación generada por extracción mediante la actividad de “champeo” en los terrenos de la comunidad campesina Villa de Junín, Perú. *Ecología Aplicada*, 13(2), 85–95.
- Charca Huaricallo, M. A. (2015). *Caracterización hidrogeológica de la subcuenca Santa Eulalia - Cuenca del río Rímac - Departamento de Lima* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Chiarella Quinhoes, R. (2002). Reflexiones sobre el desarrollo sustentable. *Espacio Y Desarrollo*, (14), 7–27.

- Cleary, J., Roulet, N. T. y Moore, T. R. (2005). Greenhouse Gas Emissions from Canadian Peat Extraction, 1990–2000: A Life-cycle Analysis. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34(6), 456–461. <http://doi.org/10.1579/0044-7447-34.6.456>
- Comité Nacional de Humedales. (2012). Mapa de humedales del Perú.
- Cooper, D. J., Kaczynski, K., Slayback, D., y Yager, K. (2015). Growth and Organic Carbon Production in Peatlands Dominated by, Bolivia, South America. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 47(3), 505–510. <http://doi.org/10.1657/AAAR0014-060>
- Cuesta, F., Bustamante, M., Becerra, M. T., Postigo, J., y Peralvo, J. (Eds.). (2012). *Panorama andino de cambio climático: Vulnerabilidad y adaptación en los Andes Tropicales*. Lima: CONDESAN, SGCAN.
- Dangles, O., Meneses, R. I., y Anthelme, F. (2014). BIOTHAW : Un proyecto multidisciplinario que propone un marco metodológico para el estudio de los bofedales altoandinos en un contexto de cambio climático. *Revista Del Instituto de Ecología*, 49(3), 6–13.
- Dangles, O., Rabatel, A., Kraemer, M., Zeballos, G., Soruco, A., Jacobsen, D., y Anthelme, F. (2017). Ecosystem sentinels for climate change? Evidence of wetland cover changes over the last 30 years in the tropical Andes. *PLoS ONE*, 12(5), 1–22. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0175814>
- Devos, S., Di Gessa, S., Fara, K., Firmian, I., Liversage, H., Mangiafico, M., ... Sarr, L. (2009). *Buenas prácticas en cartografía participativa*. Roma: Fondo Internacional del Fondo Agrícola.
- Dirección General de Inversión Pública - Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos. Lima: DGIP-MEF.
- Farhad, S. (2012). Los sistemas socio-ecológicos. Una aproximación conceptual y metodológica. *XIII Jornadas de Economía Crítica*. Sevilla.
- Flores, E., Tácuna, R. y Calvo, V. (2014). Marco conceptual y metodológico para estimar el estado de salud de los bofedales. Huaraz: Laboratorio de Utilización de Pastizales Universidad Nacional Agraria La Molina.
- García, E. y Llellish, M. A. (2012). Cartografiado de bofedales usando imágenes de satélite Landsat en una cuenca altoandina del Perú. *Revista de Teledetección*, (38), 92–108.
- García, E., y Marco, O. (2015). Caracterización ecohidrológica de humedales alto andinos usando imágenes de satélite multitemporales en la cabecera de cuenca del Río Santa, Ancash, Perú. *Ecología Aplicada*, 14(2), 115–125.
- García, J. y Willems, B. L. (2015). Metodología para el Estudio de Bofedales en Cabeceras de Cuenca Usando Datos Imágenes de los Sensores TM, OLI a bordo de los Satélites Landsat - Caso Estudio: Bofedal Chunal, Cuenca Alta del río Chillón: Avances. En *Anais XVII Simpósio Brasileiro de*

- Sensoriamento Remoto - SBSR* (pp. 5562–5569). João Pessoa, Brasil: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- Gardner, R. C., Barchiesi, S., Beltrame, C., Finlayson, C. M., Galewski, T., Harrison, I., ... Walpole, M. (2015). Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: una recopilación de análisis recientes. Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Gil Mora, J. E. (2011). Bofedal: Humedal altoandino de Importancia para el desarrollo de la región Cusco. *Día Mundial de Humedales*. Cusco, Perú.
- Grau, R. (2016). Equilibrios alternativos mediados por decisiones humanas: controles de la estabilidad y eficiencia del uso y cobertura del territorio en América Latina. In J. C. Postigo & K. R. Young (Eds.), *Naturaleza y Sociedad. Perspectivas socio-ecológicas sobre cambios globales en América Latina* (pp. 171–192). Lima: Desco, IEP e INTE-PUCP.
- Gudynas, E. (2003). *Ecología, economía y ética del Desarrollo Sostenible*. (ABYA-YALA, Ed.) (Vol. 6). Quito: Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales.  
<http://doi.org/10.1590/S1414-753X2003000300011>
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., y Baptista, L. P. (2006). *Metodología de la investigación* (4th ed.). México: McGraw Hill.
- Hoffmann, D., Tarquino, R., Corro Ayala, J. F., y Lavadenz, L. (2014). Métodos para caracterizar la dinámica de los sistemas socio- ecológicos asociados a los bofedales altoandinos (Cordillera Real, Bolivia ). *Ecología En Bolivia*, 49(3), 132–140.
- Hooijer, A., Silvius, M., Wösten, H., Page, S., Hooijer, A., Silvius, M., ... Page, S. (2006). *PEAT-CO2, Assessment of CO2 emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics report Q3943*.
- Hribljan, J. A., Cooper, D. J., Sueltenfuss, J., Wolf, E. C., Heckman, K. A., Lilleskov, E. A., y Chimner, R. A. (2015). Carbon storage and long-term rate of accumulation in high-altitude Andean peatlands of Bolivia. *Mires and Peat*, 15(12), 1–14.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f). Estimaciones y proyecciones de población. Población total al 30 de junio, por grupos quinquenales de edad, según departamento, provincia y distrito. Recuperado el 1 de enero de 2017 de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/population-estimates-and-projections/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2007). XI Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2007.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Población de ganado vacuno, porcino, ovino, caprino, alpacas y llamas, según tamaño de las unidades agropecuarias (Carampoma, Huarochirí, Lima).

- Joosten, H. y Clarke, D. (2002). *Wise Use of Mires and Peatlands - and Including Framework for Decision Making*. Jyskä, Finland.: International Mire Conservation Group and International Peat Society.
- Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Cabrera, E., Chacón- Moreno, E., ... Tovar, A. (2009). Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Lima: Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, LTA-UNALM, IAvH, ICAE-ULA, CDC- UNALM, RUMBOL SRL.
- Kervyn, B. (1987). La economía campesina en el Perú: teorías y políticas. Cusco: Centro Bartolomé de la Casas.
- Labadz, J., Allott, T., Evans, M., Butcher, D., Billett, M., Yallop, A., ... Hart, R. (2010). Peatland Hydrology. IUCN UK Peatland Programme.
- Lasanta, T. (2010). Pastoreo en áreas de montaña: estrategias e impactos en el territorio. *Estudios Geográficos*, 71(268), 203–233. <http://doi.org/10.3989/estgeogr.0459>
- Lindsay, R., Birnie, R., y Clough, J. (2014). *Commercial peat extraction. Sphagnum growing*. Recuperado el 5 de noviembre de 2016 de <http://www.iucn-uk-peatlandprogramme.org/sites/www.iucn-uk-peatlandprogramme.org/files/6>
- Loza Herrera, S., Meneses, R. I. y Anthelme, F. (2015). Comunidades vegetales de los bofedales de la Cordillera Real (Bolivia) bajo el calentamiento global. *Ecología En Bolivia*, 50(1), 39–56.
- Lumbreras, L. G. (2006). Un Formativo sin cerámica y cerámica preformativa. *Estudios Atacameños. Arqueología Y Antropología Surandinas*, (32), 11–34. <http://doi.org/10.4067/S0718-10432006000200003>
- Maldonado, M. S. (2010). *Comportamiento de la vegetacion de bofedales influenciados por actividades antropicas* (tesis de posgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Maldonado, M. S. (2014). An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes. *Mires and Peat*, 15(5), 1–13.
- McCall, M. K. (2011). Mapeando el territorio : paisaje local , conocimiento local , poder local. In G. Bocco, P. U. Urquijo, & A. Vieyra (Eds.), *Geografía y Ambiente en América Latina* (pp. 221–246). Morelia.
- Ministerio del Ambiente. Estrategia Nacional de Humedales, Pub. L. No. 004–2015–MINAM (2015). Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2015b). Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva. Lima: Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.

- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (s.f.). Turberas en la Patagonia austral. Recuperado el 1 de junio de 2017 de <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-55824.html>
- Montoya, B., Morlon, P., Channer, S., Lescano, L., Huapaya, F., Brunshwig, G., ... Lausent-Herrera, I. (1996). Agricultura y ganadería en la economía de la familia campesina: identidad andina y diversidades regionales. En P. Morlon & E. Rivera Martínez (Eds.), *Comprender la agricultura campesina en los Andes Centrales* (pp. 322–422). Institut français d'études andines. <http://doi.org/10.4000/books.ifea.2682>
- Municipalidad de Carampoma. (s.f.). Actividades económicas. Recuperado el 26 de marzo de 2017 de <http://municarampoma.gob.pe/portal/index.php/distrito/actividades-economicas>
- Ortega, T., Mastrangelo, M. E., Villarroel, D., Piaz, A., Vallejos, M., Saenz, J. E., ... Maass, M. (2014). Estudios transdisciplinarios en socio- ecosistemas : reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos. *Investigación Ambiental*, 6(2), 123–136.
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. y Stringer, L. (2008). *Assessment on Peatland, Biodiversity and Climate Change. Global Environment Centre, Kuala Lumpur & Wetlands International, Wageningen* (Vol. 1). <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Poinsot, Y. (2004). Los gradientes altitudinales y de accesibilidad: dos claves de la organización geo-agronómica andina. *Cuadernos de Geografía*, 13, 5–20.
- Polk, M. H. y Young, K. R. (2016). Transformaciones de un sistema socio-ecológico alto-andino: bofedales y cambios ambientales en el Parque Nacional Huascarán, Perú. In J. C. Postigo & K. R. Young (Eds.), *Naturaleza y Sociedad. Perspectivas socio-ecológicas sobre cambios globales en América Latina* (pp. 283–301). Lima: Desco, IEP e INTE-PUCP.
- Programa Agua Clima y Desarrollo para Sudamérica. (2014). ¿Por qué la sub-cuenca Santa Eulalia? Recuperado el 26 de mayo de 2017 de <http://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/EN-ACCION/programas/PACyD-Sudamerica1/subcuenca-santa-eulalia/>
- Pulgar Vidal, J. (1987). *Geografía del Perú : las ocho regiones naturales; la regionalización transversal ; la microregionalización* (9th ed.). Lima: Peisa.
- Rebardo, F. y Dangles, O. (2014). Un modelo socio-ecológico para establecer escenarios de dinámica de bofedales frente a los cambios globales. *Ecología En Bolivia*, 49(3), 141–153.
- Rhoades, J. D., Kandiah, A. y Mashali, A. M. (1992). *The use of saline waters for crop production*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

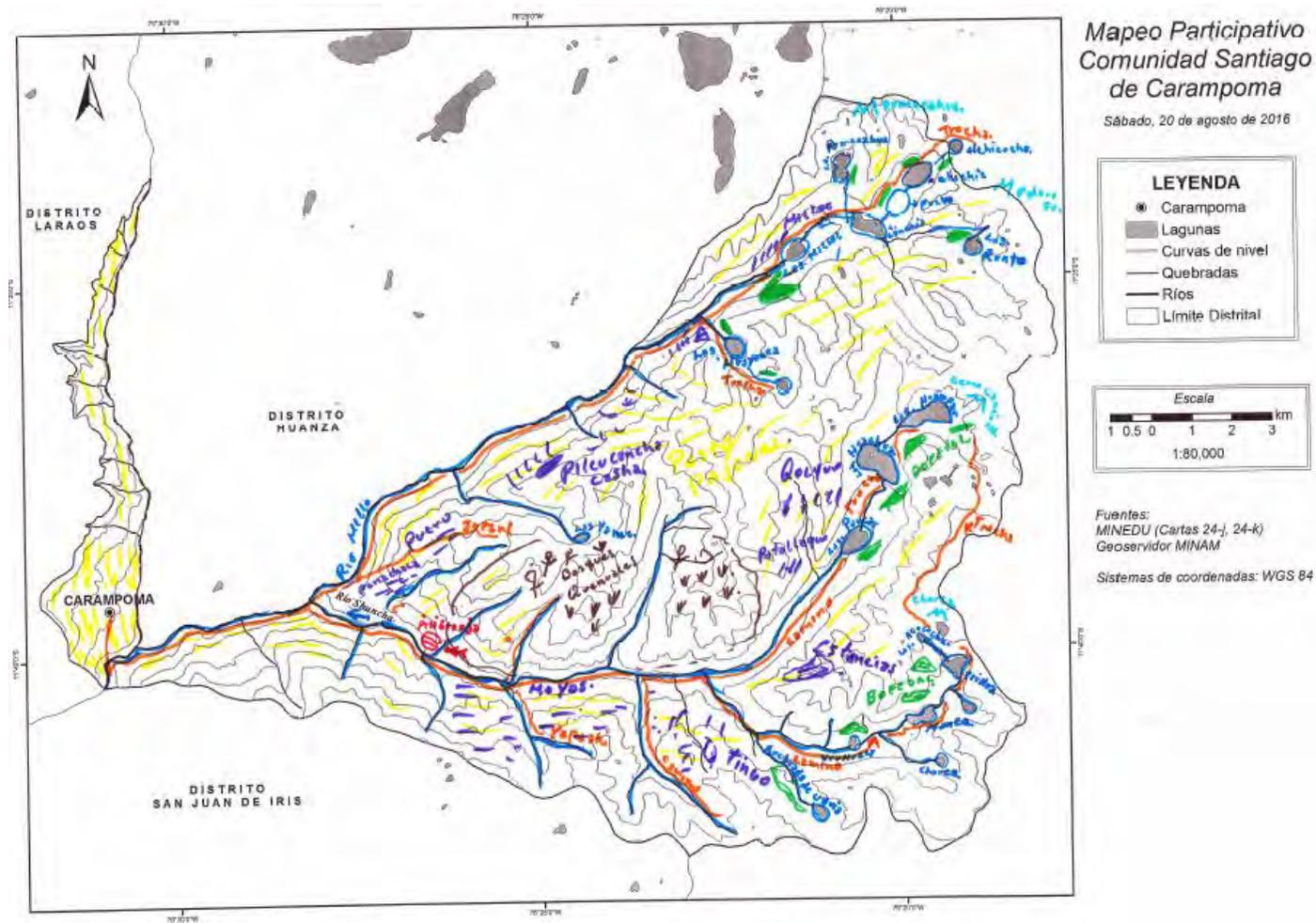
- Ruthsatz, B. (2012). Vegetation and ecology of the high Andean peatlands of Bolivia. *Phytocoenologia*, 42(3–4), 133–179. <http://doi.org/10.1127/0340-269X/2012/0042-0535>
- Rydin, H. y Jeglum, J. K. (2013). *The Biology of Peatlands* (2da edició). New York: Oxford University Press.
- Sachs, J. (2015). *The age of sustainable development*. New York: Columbia University Press.
- Salvador, F., Moneris, J. y Rochefort, L. (2014). Peatlands of the Peruvian Puna ecoregion: types, characteristics and disturbance. *Mires and Peat*, 15, 1–17.
- Schejtman, A. (1980). Economía campesina: lógica interna, articulación y persistencia. *Revista de La CEPAL*, (11), 121–140.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (s.f.). *La historia de los humedales y de los seres humanos*. Gland (Suiza).
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)* (4a edición). Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Seimon, A., Yager, K., Seimon, T., Schmidt, S., Grau, A., Beck, S. y García, C. (2009). Changes in Biodiversity Patterns in the High Andes - Understanding the Consequences and Seeking. *Forum American Bar Association*, 25–27.
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (2009). Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas (Estrategia Nacional). Ministerio del Ambiente.
- Sjörs, H. (1950). On the Relation between Vegetation and Electrolytes in North Swedish Mire Waters. *Oikos*, 2(2), 241–258. <http://doi.org/10.2307/3564795>
- Sletto, B., Bryan, J., Torrado, M., Hale, C. y Barry, D. (2013). Territorialidad, mapeo participativo y política sobre los recursos naturales: la experiencia de América Latina. *Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía*, 22(2), 193–209.
- Squeo, F. A., Warner, B. G., Aravena, R. y Espinoza, D. (2006). Bofedales: High altitude peatlands of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79(2), 245–255. <http://doi.org/10.4067/S0716-078X2006000200010>
- Vaccarezza, F. (2012). *Gestión ambiental de turberas en Magallanes (Chile)* (tesis de posgrado). Universitat de Barcelona, Barcelona, España.
- Vargas Ulate, G. (2012). Espacio y territorio en el análisis geográfico. *Reflexiones*, 91(1), 313–326.
- Vergara, W., Deeb, A. M., Valencia, A. M., Bradley, R. S., Francou, B., Zarzar,

- A., ... Haeussling, S. M. (2007). Economic Impacts of Rapid Glacier Retreat in the Andes. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 88(25), 261. <http://doi.org/10.1029/2007EO250001>
- Wind-Mulder, H. L., Rochefort, L. y Vitt, D. H. (1996). Water and peat chemistry comparisons of natural and post-harvested peatlands across Canada and their relevance to peatland restoration. *Ecological Engineering*, 7(3), 161–181. [http://doi.org/10.1016/0925-8574\(96\)00004-3](http://doi.org/10.1016/0925-8574(96)00004-3)
- Zainal, Z. (2007). Case study as a research method. *Jurnal Kemanusiaan*, 9, 1–6. <http://doi.org/10.1177/15222302004003007>
- Zeballos, G., Soruco, Á., Cusicanqui, D., Joffré, R. y Rabatel, A. (2014). Uso de imágenes satelitales , modelos digitales de elevación y sistemas de información geográfica para caracterizar la dinámica espacial de glaciares y humedales de alta montaña en Bolivia. *Ecología En Bolivia*, 49(3), 1–13.



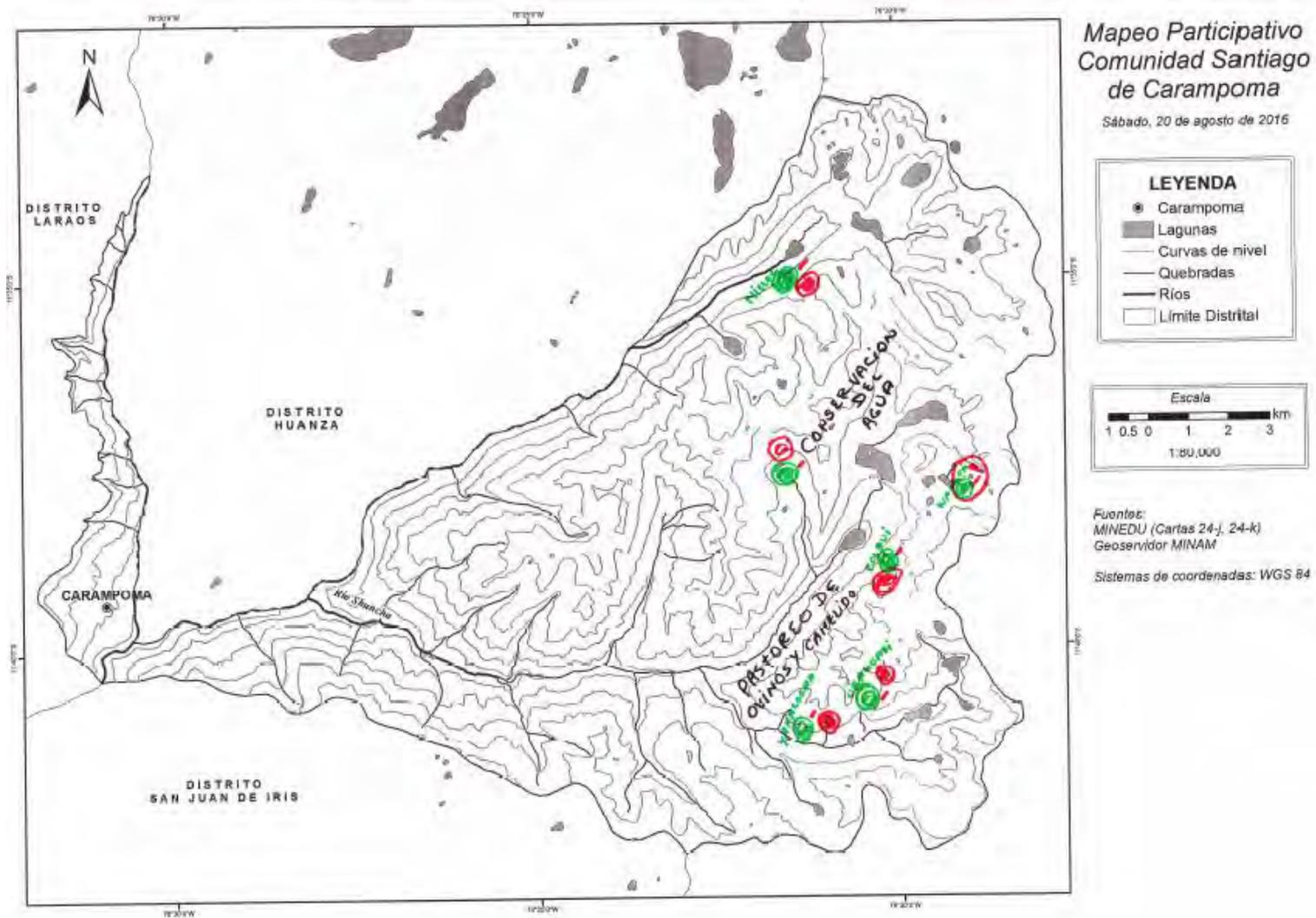
## ANEXOS

**Anexo 1.** Mapa del taller participativo. Identificación de elementos y zonas de pastoreo (grupo 1).





Anexo 3. Mapa del taller participativo. Identificación de bofedales impactados (grupo 1).





## Anexo 5. Leyenda para taller de mapeo participativo.

	Ríos y lagunas
	Bosques
	Granjas comunales
	Nevados
	Pastizales
	Vías y caminos
	Zonas de pastoreo
	Bofedales

+ Incremento de extensión de bofedal

- Disminución de extensión de bofedal

Abc Bienes y servicios que brindan los bofedales

## Anexo 6. Formato de entrevista semiestructurada.

### Encuesta N° \_\_\_\_\_

Antes de iniciar con el cuestionario, la investigadora o asistente(a) debe hacer una presentación del propósito general del estudio, dar a conocer la importancia de la participación de la persona, la confidencialidad de las respuestas y agradecer por su colaboración. Esta encuesta solo aplica a miembros de la comunidad campesina Santiago de Carampoma.

Fecha: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_ Estado civil: \_\_\_\_ Años de residencia: \_\_\_\_ N° de familia: \_\_\_\_

Ocupación principal: \_\_\_\_\_ ¿Dónde la realiza?: \_\_\_\_\_

Ocupación secundaria: \_\_\_\_\_ ¿Dónde la realiza?: \_\_\_\_\_

1. ¿Conoce usted el **champeo, extracción de champa (de los bofedales)**?  
\_\_\_\_ Sí \_\_\_\_ No (*Acabar con la encuesta. Agradecer por la disposición*)
2. ¿Desde hace cuántos años se viene extrayendo la champa?  
\_\_\_\_\_
3. ¿Siente que le ha afectado directamente? \_\_\_\_ Sí \_\_\_\_ No
4. ¿Cómo le ha afectado el champeo o de lo que ha escuchado cómo le afecta a otros?  
Comentarios.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
5. ¿Ha tomado medidas para combatir el champeo? \_\_\_\_ Sí \_\_\_\_ No. ¿Cuáles?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
6. ¿Para usted son importantes los **bofedales**? \_\_\_\_ Sí \_\_\_\_ No. ¿Por qué?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
7. ¿Cuál cree que es la **mayor y principal consecuencia** de la desaparición de los bofedales?
- \_\_\_\_\_
8. ¿Qué otras consecuencias cree que genera la desaparición de los bofedales?
- \_\_\_\_\_
9. ¿Cuáles son los **principales beneficios** que usted piensa que le dan los bofedales?
- \_\_\_\_\_
10. ¿Estaría de acuerdo y/o participaría en **programas de conservación y restauración de bofedales** que han sido champeados? \_\_\_\_ Sí \_\_\_\_ No
11. ¿Cuál cree que es el **mejor pasto natural**, preferido por su ganado? \_\_\_\_\_
12. ¿Otros tipos de pastos? \_\_\_\_\_
13. ¿En qué meses se queda su ganado en las alturas? \_\_\_\_\_
14. ¿Cómo tiene a su ganado en las alturas?
- Granjas  Libre  Ambas, pero mayormente libre
15. ¿En qué zonas o lugares (nombres) hace pastar a su ganado?
- \_\_\_\_\_
16. ¿Cree usted que su ganado tiene suficiente pasto para comer?
- En época de lluvias: \_\_\_\_ Sí \_\_\_\_ No      En época seca: \_\_\_\_ Sí \_\_\_\_ No
17. ¿Siente usted que en los últimos 10 años (2007 – 2017) los pastizales han...?
- Aumentado o  Disminuido

18. ¿Por qué cree que han aumentado/disminuido los pastizales?

\_\_\_\_\_

19. ¿Cuántas personas le ayudan a manejar su ganado?

\_\_\_\_\_ Familia \_\_\_\_\_ Contratados

20. Sin considerar que usted realiza otras actividades como agricultura, comercio u otros, ¿cree que el número de animales que tiene es suficiente para cubrir todas sus necesidades básicas?

Sí  Ligeramente  Apenas  No

21. ¿Le gustaría contar con más ganado del que tiene? \_\_\_Sí \_\_\_No (Pasar a pregunta N° 24)

22. ¿Por qué? \_\_\_\_\_

23. ¿Qué tipo de animal le gustaría tener más?

\_\_\_\_\_

24. De los siguientes animales que le voy a mencionar, cuántos posee usted (escribir expresamente el número en el rango que corresponda):

ANIMAL	1 a 3	4 a 8	8 a 15	15 a más
Vacas				
Ovejas				
Cuyes				
Llamas				
Caballos				
Chanchos				
Otros: _____				

25. De los animales que tiene, ¿cuál le da más productos?

Vaca  Oveja  Cuy  Llama  Chanco

26. ¿Qué productos **obtiene** usted de sus ganados? (Mencionar)

Leche  Queso  Yogurt  Carne  Lana  Cuero

Otros: \_\_\_\_\_

27. ¿Qué productos **vende** usted de sus ganados? (Mencionar)

Leche  Queso  Yogurt  Carne  Lana  Cuero

Otros: \_\_\_\_\_

28. ¿Cuál es el principal objetivo de la crianza de su ganado? ¿El segundo principal? (Enumerar 1 o 2)

\_\_\_\_\_ Autoconsumo \_\_\_\_\_ Comercio

29. (Solo si respondió Comercio en la pregunta anterior) ¿Dónde vende sus productos?

---

---

30. (Solo si respondió "comercio" en la pregunta 28). De los mismos productos que me menciona que obtiene de sus animales, al venderlos, ¿cuánto cobra por (S)...?

- Leche botella de 1L: \_\_\_\_\_
- Queso de 1kg: \_\_\_\_\_
- Yogurt botella de 1L: \_\_\_\_\_
- Carne 1 kg: \_\_\_\_\_
- Lana de oveja 1kg : \_\_\_\_\_ Lana de llama 1kg: \_\_\_\_\_
- Cuero (S/): \_\_\_\_\_ (Pedir unidad): \_\_\_\_\_

31. ¿Usted practica agricultura? \_\_\_\_ Sí \_\_\_\_ No (Pasar de frente a pregunta 36)

32. Mencíoneme por favor los principales productos que cultiva:

---

---

33. En los últimos 10 años (2007-2017), ¿ha sentido que la cantidad de lo que cosecha ha...?

- Aumentado o  Disminuido

34. ¿Por qué cree que pasa esto (disminución/aumento de la cosecha)?

---

---

---

35. ¿Cuál es el principal objetivo de su agricultura?

- \_\_\_\_ Autoconsumo \_\_\_\_\_ Comercio

36. Finalmente, para obtener alimentos que no produce usted mismo y que son parte de su alimentación diaria, como podría ser el pan, el arroz, azúcar o huevos, la compra la hace **principalmente** con ...

- Dinero de lo que vende/comercializa de sus propios productos
- Dinero que gana en un trabajo distinto a la agricultura o pastoreo
- La ayuda económica de algún familiar
- Otro (especificar): \_\_\_\_\_

*¡Muchas gracias por su tiempo!*

**Anexo 7. Fotos en bofedal de Milloc (zona champeada).**



Marzo 2017 – época húmeda



Agosto 2017 – época seca



Parte del bofedal afectado por relaves mineros y la extracción de turba



Camélidos pastando en bofedal de Milloc

### Anexo 8. Propuesta de área de conservación en el distrito de Carampoma.

